Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Demanda por ocupações em cenários de investimentos em geração de energia elétrica no Brasil

Daiana Inocente da Silva

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2020

Daiana Inocente da Silva
Bacharel em Ciências Econômicas

Demanda por ocupações em cenários de investimentos em geração de energia elétrica no Brasil

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOAQUIM BENTO DE SOUZA FERREIRA FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Silva, Daiana Inocente da

Demanda por ocupações em cenários de investimentos em geração de energia elétrica no Brasil / Daiana Inocente da Silva - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2020.

96 p.

Tese (Doutorado - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Energias renováveis 2. Modelos EGC 3. Mercado de trabalho 4. Ocupações. I. Energias renováveis; Modelos EGC; Mercado de Trabalho; Ocupações. I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha avó Maria Jandira Romão Inocente (*in memoriam*), quem me apresentou às letras, aos números e à máquina de costura.

Dedico também aos trabalhadores brasileiros e ao sonho de que a academia se aproxime da realidade e políticas públicas valorizem o conhecimento, para que juntos transformem a vida desse povo (para melhor).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq-USP) pela oportunidade de realizar esse trabalho e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa. Agradeço a todos os professores do departamento de Economia Aplicada, por compartilharem seu conhecimento, e ao auxílio de todos os funcionário, que fazem toda a máquina funcionar.

Agradeço, em especial, meu orientador, professor Joaquim Bento de Souza Ferreria Filho, por toda a paciência e profissionalismo. Sem seu apoio em todos os momentos de dificuldade, esse trabalho não seria concluído.

Agradeço à minha turma de doutorado, pessoas incríveis que tornaram mais leves momentos de tensão, e demais colegas de departamento, por todos os momentos de companheirismo. Agradeço às meninas com quem dividi casa e às queridas irmãs do Cenáculo Nossa Senhora de Lourdes. Agradeço minha grande amiga de todas as horas Graziela Nunes Correr, pelo conhecimento compartilhado nessa jornada chamada vida.

Agradeço meus pais, Márcia Aparecida Inocente da Silva e Antonio Rodrigues da Silva, e minha tia, Maristela de Fátima Innocente, pelo apoio incondicional durante todo o período do doutorado e incentivo constante. Agradeço também ao meu companheiro Eduardo Alves de Souza, pela imensa paciência, cumplicidade e apoio. Obrigada por não desistirem de mim quando eu já havia desistido.

Agradeço a Deus pelo fim desse ciclo, pelas pessoas maravilhosas que conheci, pelas que passaram e pelas que continuarão.

EPÍGRAFE

"Buliram muito com o planeta

E o planeta como um cachorro eu vejo

Se ele já não aguenta mais as pulgas

Se livra delas num sacolejo

[...]

A civilização se tornou complicada

Que ficou tão frágil como um computador

Que se uma criança descobrir

O calcanhar de Aquiles

Com um só palito para o motor"

Raul Santos Seixas

SUMÁRIO

RESUMO **7**

ABSTRACT **8**

LISTA DE FIGURAS **9**

LISTA DE TABELAS **10**

1. INTRODUÇÃO **13**

2. REVISÃO DE LITERATURA **17**

2.1. O "ESVERDEAMENTO" DA ECONOMIA,ENERGIA RENOVÁVEL E NOVAS HABILIDADES 17
2.2. GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DEMANDA POR NOVAS HABILIDADES 21

3. METODOLOGIA **33**

3.1. MODELO TERM-BR 34
3.2. BASE DE DADOS 35
3.3. CLASSIFICAÇÃO DO TRABALHO POR TIPOS DE OCUPAÇÃO 37
3.3.1. Análise dos dados: estrutura das ocupações do mercado de trabalho brasileiro em 2011 ..... *41*
3.4. TIPOS DE OCUPAÇÃO NOS SETORES DE ENERGIA ELÉTRICA 50

4. SIMULAÇÕES **53**

4.1. PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA – PDE 53
4.1.1. Cenários de energia elétrica de acordo com PDE *54*
4.2. ESTRATÉGIAS DE SIMULAÇÃO 57
4.3. FECHAMENTO DO MODELO 58

5. RESULTADOS **59**

5.1. MERCADO DE TRABALHO 65
5.1.1. Ocupações *71*

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS **79**

REFERÊNCIAS **81**

APÊNDICES **89**

RESUMO

Demanda por ocupações em cenários de investimentos em geração de energia elétrica no Brasil

Este trabalho analisa a demanda por ocupações, em cenários distintos de expansão do setor elétrico brasileiro, modelados segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2026). Para tanto, utilizou-se o modelo de equilíbrio geral computável, TERM-BR10, regional (*bottom-up*), dinâmico-recursivo, para prospectar a demanda pelos diferentes tipos de ocupação a partir de investimentos em três dos cenários descritos no PDE 2026. Como linha de base utilizou-se o Caso 8 e, como cenários alternativos, foram modelados o Caso 1, Caso 4 e Caso 5. A demanda por trabalho no modelo foi adaptada para 15 tipos de ocupações, obtidas a partir dos microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), para o ano de 2011. Em termos gerais, os resultados foram positivos para a economia como um todo, principalmente para o cenário 4, que recebeu maior quantidade de investimentos. Regionalmente, o Nordeste se beneficiou pelo fato de ser o maior receptor dos recursos investidos. Conforme já alertava a literatura, a demanda por trabalho teve maior alta no período de investimentos (2016-2025), em especial no que tange ocupações mais qualificadas. No período de desdobramentos dos investimentos (2026-2035), a variação na demanda por trabalhadores menos qualificados é positiva no meio rural. Percebe-se, a partir dos resultados, que as regiões mais pobres do país tendem a ser beneficiadas, bem como a mão de obra qualificada, ainda que exista demanda por diversos tipos de trabalhadores. Como conclusão, o presente trabalho enfatiza a necessidade de políticas educacionais que preparem o trabalhador para novas funções, minimizando desemprego futuro e a falta de profissionais qualificados.

Palavras-chave: Energias renováveis; Modelos EGC; Mercado de Trabalho; Ocupações

ABSTRACT

Demand for occupations in investments scenarios in electricity generation in Brazil

This paper analyzes the demand for occupations, in different scenarios of the Brazilian electric sector expansion, according to the Brazilian Decennial Energy Plan (PDE 2026). A regional, recursive-dynamic computable general equilibrium model of Brazil, TERM-BR10 was used to prospect the demand for different types of occupation from investments in three scenarios described in the PDE. As baseline, we used PDE Case 8 and as alternative scenarios Case 1, Case 4 and Case 5. For simulation, we extracted occupancy microdata from National Household Sample Survey (PNAD) for 2011, and we adapted to 15 types of occupation. Overall, the results were positive for the economy as a whole, especially for scenario 4, which received the largest amount of investments. Regionally, the Northeast benefited from being the region that received the most investments. There was an increase in demand for various types of occupations. As previously noticed in the literature, labour demand was higher in the period of investments (2016-2025) than in the period of outspread investments (2026-2035). In conclusion, this study emphasizes the need for educational policies that prepare the labour force, minimizing future unemployment and the lack of skilled professionals.

Keywords: Renewable electricity; CGE models; Labour market; Occupations

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Emprego nas energias renováveis, em países selecionados 19
Figura 2. Participação dos tipos de ocupação no total de pessoas ocupadas, nos anos de 2011 e 2015..... 40
Figura 3. Distribuição do rendimento médio mensal dos trabalhadores, por ocupação e região 48
Figura 4. Distribuição do trabalho formal por ocupação e por região 48
Figura 5. Distribuição do trabalho informal por ocupação e por região..... 49
Figura 6. Distribuição das ocupações na geração, transmissão e distribuição de eletricidade. 52
Figura 7. Participação dos setores de geração, transmissão e distribuição de eletricidade na demanda por ocupações 52
Figura 8. Evolução da população brasileira, por regiões, em milhões de pessoas..... 54
Figura 9. Premissas de políticas para "casos" selecionados 56
Figura 10. Consumo regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)..... 64
Figura 11. Consumo regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)..... 64
Figura 12. Emprego regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)..... 66
Figura 13. Emprego regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)..... 66
Figura 14. Salário real por faixa salarial, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)..... 69
Figura 15. Salário real por faixa salarial, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)..... 69
Figura 16. Consumo das famílias por faixa de renda, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%) 70
Figura 17. Consumo das famílias por faixa de renda, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%) 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Empregos verdes formais no Brasil em atividades selecionadas (dezembro de 2008) 19
Tabela 2. Empregos verdes formais no Brasil em atividades selecionadas, emergentes durante o processo de esverdeamento econômico (dezembro de 2008) 20
Tabela 3. Agregação das regiões do modelo TERM-BR10 37
Tabela 4. Produtos e indústria do modelo TERM-BR10, após agregação 37
Tabela 5. Agregação dos tipos de ocupação da PNAD 38
Tabela 6. Classificação de atividades da PNAD-2011 40
Tabela 7.Participação das ocupações na composição do trabalho, por atividade (em %), e total de trabalhadores ocupados, por atividade (milhares de pessoas) 42
Tabela 8. Ocupações por regiões do Brasil, em milhares de trabalhadores, e composição regional do trabalho, por tipo de ocupação (%) 43
Tabela 9. Características gerais dos grupamentos de ocupações no Brasil, em 2011 46
Tabela 10. Expansão planejada (MW) e investimento estimado, para 2020-2026, nos cenários selecionados do PDE 2026 56
Tabela 11. Agregados macroeconômicos, desvio acumulado em relação ao cenário de referência (%) 60
Tabela 12. Produção setorial, desvio acumulado em relação ao cenário de referência (%) 62
Tabela 13. Variação na demanda por trabalho regional (unidades de pessoas), desvio acumulado em relação ao cenário de referência, nos períodos entre 2016-2025 e 2026-2035 67
Tabela 14. Variação dos salários reais (%), desvio acumulado em relação ao cenário de referência, nos períodos entre 2016-2025 e 2026-2035 67
Tabela 15. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação. 72
Tabela 16. Distribuição dos investimentos por indústria de geração de eletricidade, em 2010 89
Tabela 17. Classificação de ocupações proposta com as respectivas correspondências dos códigos da composição de grupamentos ocupacionais da PNAD 90
Tabela 18. Características gerais dos grupamentos de ocupações no Brasil, em 2011 91
Tabela 19. Variação no PIB regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência, nos períodos entre 2016-2025 e 2026-2035 93
Tabela 20. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação, desvio acumulado em relação ao cenário de referência, no período entre 2016-2035 93
Tabela 21. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 1, no período de investimentos (2016-2025) 94
Tabela 22. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 4, no período de investimentos (2016-2025) 94
Tabela 23. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 5, no período de investimentos (2016-2025) 95
Tabela 24. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 1, no período de desdobramentos de investimentos (2026-2035) 95

Tabela 25. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 4, no período de desdobramentos de investimentos (2026-2035) 96
Tabela 26. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 5, no período de desdobramentos de investimentos (2026-2035) 96

1. INTRODUÇÃO

A emissão de gases de efeito estufa aumenta desde a era pré-industrial, guiada pelo crescimento econômico e populacional. Um indicador da influência direta do homem nesse processo é a concentração atmosférica de dióxido de carbono, metano e óxido de nitroso, que nunca foi tão grande pelo menos nos últimos 800.000 anos (IPCC, 2014). De fato, há correntes de pensamento que justificam que tais mudanças podem ser apenas processos naturais. Entretanto, não há como negar o papel do homem na alteração do clima: projetou-se que mais da metade do aumento da temperatura média da superfície global de 1951 a 2010 (elevação de 0,5ºC a 1,3ºC) foi causada pela concentração de gases de efeito estufa, derivada da ação antropogênica e outras atividades humanas. Nesse ínterim, surge uma das preocupações contemporâneas mais discutidas e urgentes: a questão das mudanças climáticas, frente às quais se desdobram problemas de ordem econômica e social (IPCC, 2014).

A continuidade do processo de emissão de gases de esfeito estuda tende a acarretar mudanças duradouras no planeta, como o aumento do aquecimento global, impactando diretamente a sociedade humana. O conjunto dessas transformações ambientais, relacionadas ao clima e a acidificação do oceano, fragilizam a manutenção da segurança alimentar, devido a redistribuição de espécies, bem como a redução da biodiversidade marinha. Em regiões tropicais e temperadas, alterações climáticas até a metade do século XXI, sem a devida adaptação, impactarão negativamente a produção do trigo, do arroz e do milho. A projeção do aumento da temperatura global aliada à crescente demanda por alimentos já é capaz de delinear o risco associado oferta de alimentos. Essas mudanças reduzem águas superficiais renováveis, bem como recursos hídricos subterrâneos em regiões de clima seco, levando, ainda, ao aumento da concorrência por água (IPCC, 2014).

Segundo o relatório IPCC (2014), alterações climáticas em zonas urbanas aumentam o risco para pessoas e para a economia, devido a própria variação da temperatura e do aumento de tempestades, da poluição, seca e escassez de água, que demandam melhorias na infraestrutura e serviços. Os impactos no meio rural referem-se a oferta de água e segurança alimentar, devido ao impacto no rendimento agrícola.

Nesse contexto socioeconômico e ambiental, a iniciativa de buscar uma economia "verde"[1] é o que norteia a possibilidade de enfrentar, simultaneamente, um duplo desafio:

[1] Economia verde refere-se a um sistema de baixo carbono, com produção limpa e eficiente e inclusiva na distribuição social (UNEP, 2015).

combater a degradação ambiental, que se configura como ameaça ao desenvolvimento econômico sustentável; e minimizar impactos sociais (PNUMA *et al.*, 2008; MUÇOUÇAH, 2009; ILO, 2011a; STRIETSKA-ILINA *et al.*, 2011).

Segundo PNUMA *et al.* (2008), o primeiro desafio, relacionado a questão da degradação ambiental, tem sido sentido ao redor do mundo, em especial em países em desenvolvimento. Isso porque suas indústrias são, ao mesmo tempo, as mais atingidas pelas mudanças climáticas, as que mais precisam se adaptar a elas e as que menos contribuíram para emissões, considerando que a poluição é subproduto do processo de crescimento dos países desenvolvidos. Existe, portanto, a necessidade de migrar para uma economia mundial de baixo carbono, para que essas consequências sejam minimizadas e não abortem o crescimento da economia mundial e a possibilidade de desenvolvimento dos países.

Já o segundo desafio, que aborda a questão social, deve se preocupar em retirar pessoas da pobreza extrema, tanto os desempregados quanto os que trabalham informalmente, garantindo acesso a oportunidades de trabalho seguro, com renda justa e proteção social às famílias, lembrando que o mercado de trabalho é um dos grandes responsáveis pela distribuição da riqueza produzida. Desse modo, a transição para uma economia de baixo carbono deve ser analisada com foco no mercado de trabalho, sendo capaz de harmonizar o crescimento econômico limpo e de oferecer empregos justos para a população. Para transpor esse desafio, são necessárias políticas educacionais que preparem trabalhadores para tal transição, o que demanda informações específicas que caracterizem os mercados de trabalho de cada país.

Desse modo, a limitação principal tanto para a adaptação quanto para a mitigação, de acordo com IPCC (2014), surge da restrição socioeconômica, com políticas mal planejadas ou mal implementadas, focadas no curto prazo, aumentando a vulnerabilidade de grupos de pessoas e de setores, o que torna importante estudos relacionados a transição para uma economia mais limpa. Nesse escopo, ao falar de mitigação, é impossível dissociar o assunto de alguns setores da economia, como o energético, agropecuária e atividades voltadas a silvicultura, e de avanços tecnológicos, que impactam a sociedade diretamente, via mercado de trabalho, e demandam adaptações institucionais e educacionais (STRIETSKA-ILINA, *et al.*, 2011; IPCC, 2014).

Se por um lado, existem setores estratégicos para esverdear a economia (MUÇOUÇAH, 2009), por outro existe a necessidade de preparar a mão de obra para atender a demanda desses setores. Diversos trabalhos – PNUMA *et al.* (2008); Hatfield-Dodds, Turner e Schandl (2008); ILO (2011a); Consoli *et al.* (2016); Gonzalez *et al.* (2014); Gonzalez *et al.* (2015) –apontam para o surgimento de novos tipos de habilidades e adaptação de mão de obra na transição para

economias “verdes”, o que esbarra na falta de informações especificas sobre o mercado de trabalho, essenciais para dar suporte à políticas públicas que, se bem desenhadas, podem evitar a escassez de profissionais qualificados e o desemprego. Essa urgência é mais presente em países em desenvolvimento, cuja mão de obra tem menor qualificação, e tendem a ser os mais prejudicados em termos socioeconômicos em cenários de mudanças climáticas, tornando-se regiões com maior exposição (pessoas e ativos em risco) ou mais vulneráveis (suscetibilidade ao dano).

Estudos de autores como Hatfield-Dodds, Turner e Schandl (2008); Blanco e Rodrigues (2009); Rutovitz e Atherton (2009); Strietska-Ilina *et al.* (2011); Sooriyaarachchi *et al.* (2015) e Lehr *et al.* (2016) confirmam que o potencial de geração de novos empregos no processo de transição para economias de baixa emissão é um fator que tem sido visto como uma oportunidade de diminuição de desigualdades, tanto em termos sociais como na segregação de gêneros. Entretanto, os autores apontam para a escassez de habilidades necessárias para suprir um novo tipo de demanda, o que pode se tornar um gargalo. É importante notar, igualmente, a via dupla na análise dessa questão: enquanto não houver força de trabalho adequada para suprir as necessidades de uma economia de baixa emissão, não haverá o processo de transição e, no sentido oposto, sem o comprometimento com o desafio ambiental, não haverá crescimento do emprego necessário a transição (STRIETSKA-ILINA, *et al.*, 2011).

Partindo, portanto, da realidade das mudanças climáticas e da necessidade de se migrar para economias com baixa emissão de gases de efeito estufa, verificou-se a importância de estudar a condição presente da mão de obra do país, entendendo, a partir da alocação por ocupações, quais trabalhadores tendem a ser mais demandados com mudanças em setores estratégicos para um esverdeamento da economia brasileira.

De fato, é conhecida a dificuldade de se mensurar com precisão ocupações verdes, tanto pela própria definição do termo, quanto pela escassez de dados, mas é possível, porém, a partir de setores estratégicos, estudar a alocação de seus trabalhadores. Frente a necessidade desse recorte, o setor energético foi eleito para o estudo, por se tratar de um setor estratégico tanto para economias mais limpas, quanto para o próprio desenvolvimento do país.

Considerando, ainda, a atratividade do setor energético para novos investimentos de longo prazo (EPE, 2017) e o fato de o Brasil contar com um plano decenal indicativo das perspectivas governamentais de expansão do setor, o presente trabalho pretende prospectar a demanda por diversos tipos de categorias ocupacionais de mão de obra, a partir de cenários alternativos de expansão energética, focada em fontes renováveis.

A motivaçao para este trabalho parte do fato de que economias em desenvolvimento, como Brasil, possuem grande parte da força de trabalho com baixa qualificação, situação que leva ao questionamento do que acontecerá com esses trabalhadores no ponto de transição para uma economia focada em energias alternativas. Como será visto adiante, existe uma lacuna na literatura brasileira sobre o tema, sugerindo a necessidade de trabalhos que prospectem a demanda futura por ocupações no país, bem como desdobramentos que tratem de políticas educacionais necessárias para a qualificação dessas novas ocupações emergentes.

Além dessa introdução, o trabalho é composto por mais cinco seções. A seguir, o segundo capítulo faz uma revisão de literatura, começando por uma breve visão sobre o que são empregos verdes. O capítulo foca nos pontos de vista de diversos autores sobre o mercado de trabalho e geração de empregos, enfatizando o setor de energias renováveis e novas habilidades que o setor demanda, além de levantar a importância de tais estudos para balizar políticas educacionais de formação de trabalhadores. A terceira parte contempla a metodologia do trabalho e explica a forma como foram classificados e agrupados os tipos de ocupações utilizadas para a simulação. A seguir, o quarto capítulo descreve as simulações realizadas. O quinto discute os resultados obtidos e, por fim, a última seção apresenta as considerações finais do trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O “esverdeamento” da economia,energia renovável e novas habilidades

Uma economia caracterizada pela baixa emissão de gases de efeito estufa tem por prioridade combater mudanças climáticas e a degradação ambiental, excluindo ou minimizando seus impactos negativos ambientais e socioeconômicos. O problema econômico, por sua vez, consiste em harmonizar políticas econômicas com questões ambientais durante a transição para uma economia verde. A questão ambiental e de desenvolvimento de políticas não mantém relação apenas com o nível de desenvolvimento de uma economia, mas inclui uma série de fatores, que consideram a estrutura institucional do país, educação, tecnologia, competitividade e ações promotoras de inovação (STRIETSKA-ILINA, *et al.*, 2011; IPCC, 2014). Políticas educacionais, inclusive, estão intimamente relacionadas com a oferta de trabalhadores aptos para executarem determinadas funções.

Na transição para uma economia verde, existe o que a literatura denominou de empregos verdes, que podem ser definidos como trabalhos que contribuem para preservar ou restaurar o meio ambiente, por meio de estratégias que utilizem de forma mais eficiente matérias-primas, água e energia, descarbonizando a economia e reduzindo a emissão de gases de efeito estuda (PNUMA *et al.*, 2008). Deve-se, entretanto, ter ciência de que nem toda ocupação que deveria ser classificada como emprego verde na prática pode ser. Isso ocorre quando estão inseridas em atividades ou setores que possuem como externalidades custos ambientais e sociais, o que contradiz a própria definição de emprego verde. É o que acontence com ocupações envolvidas no processo de gestão de resíduos e atividades agrícolas, que apresentam condições de trabalho precárias (PNUMA *et al.*, 2008; STRIETSKA-ILINA *et al.*, 2011).

Existem quatro movimentos que norteiam a mudança em relação a demanda por qualificação do trabalho, diretamente relacionada com transformações estruturais na economia. O primeiro deles está relacionado as mudanças físicas no ambiente, tanto no natural quanto no construído, com destaque para questões climáticas. O segundo refere-se a políticas e regulamentações ambientais, como as desenhadas para reduzir ou impedir danos ambientais. A tecnologia e a inovação representam a terceira alteração. A tecnologia verde é aquela que melhora a eficiência da produção, tanto na utilização de recursos como no uso de fontes renováveis de energia e minimização de desperdícios. A inovação verde melhora os processos, métodos e instituições, podendo ser ou não de ordem tecnológica. Por último, mercados de bens

e serviços mais verdes trazem mudanças nos preços, nos próprios mercados e nos hábitos dos consumidores (STRIETSKA-ILINA *et al.*, 2011).

Segundo PNUMA *et al.* (2008), empregos verdes e decentes relacionam-se diretamente ao primeiro e ao sétimo Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, relacionados à irradicação da pobreza e a energias renováveis e sustentabilidade ambiental. PNUD (2017) e Strietska-Ilina *et al.* (2011) destacam que os setores que mais sentirão os impactos são os extrativistas, de geração de energia por combustíveis fósseis, manufaturas com uso intensivo em emissões e a agricultura. Por outro lado, os empregos serão gerados pelos setores voltados a produção de energias renováveis, construção e manufatura verdes e agricultura orgânica, o que demanda estudos que caracterizem esse novo mercado de trabalho, em especial, relacionando-os às qualificações necessárias para tais atividades.

PNUMA *et al.* (2008) estudaram diversos setores produtivos em seu relatório, sendo o de fornecimento de energia um deles, em especial renováveis, sem o qual não é possível falar em economia verde. Segundo o estudo, apesar da ampliação do setor no cenário mundial, os empregos considerados verdes geraram apenas 2% da energia mundial e a estimativa de empregos no setor, para o ano de 2006, era de pelo menos 2,33 milhões de postos de trabalho, sendo que cerca da metade desses empregos referiam-se a bioenergia. Em 2014, a participação de energias renováveis para o abastecimento total de energias primárias no mundo foi cerca de 13,8%, mostrando o grande potencial de crescimento do setor (ILO, 2011a; IEA, 2017).

A Figura 1 mostra o emprego em energias renováveis em alguns países do mundo, segundo o relatório IRENA (2018), que traz um panorama do setor, para o ano de 2017. O trabalho mostra que energias renováveis (incluindo hidrelétricas) empregavam diretamente 10,3 milhões de pessoas, um aumento de 5,3% em relação ao ano anterior, sendo 3,4 milhões destes postos de trabalho na energia solar. O relatório também cita o aumento de cerca de 2 milhões de empregos em biocombustíveis, sendo Brasil, Estados Unidos, União Europeia e Sudeste Asiático os maiores empregadores, ilustrando o potencial gerador de empregos desse setor.

No Brasil, o trabalho de Muçouçah (2009), que fez o primeiro levantamento do potencial da geração de empregos verdes no país, surgiu como uma contribuição da Organização Internacional do Trabalho (OIT) para o avanço na implementação de alternativas para o esverdeamento da econômica brasileira, mostrando a possibilidade real de que a transição para uma economia com baixa emissão de carbono pode ser feita sem causar desequilíbrios no mercado de trabalho, que é uma preocupação já levantada por Strietska-Ilina *et al.* (2011).

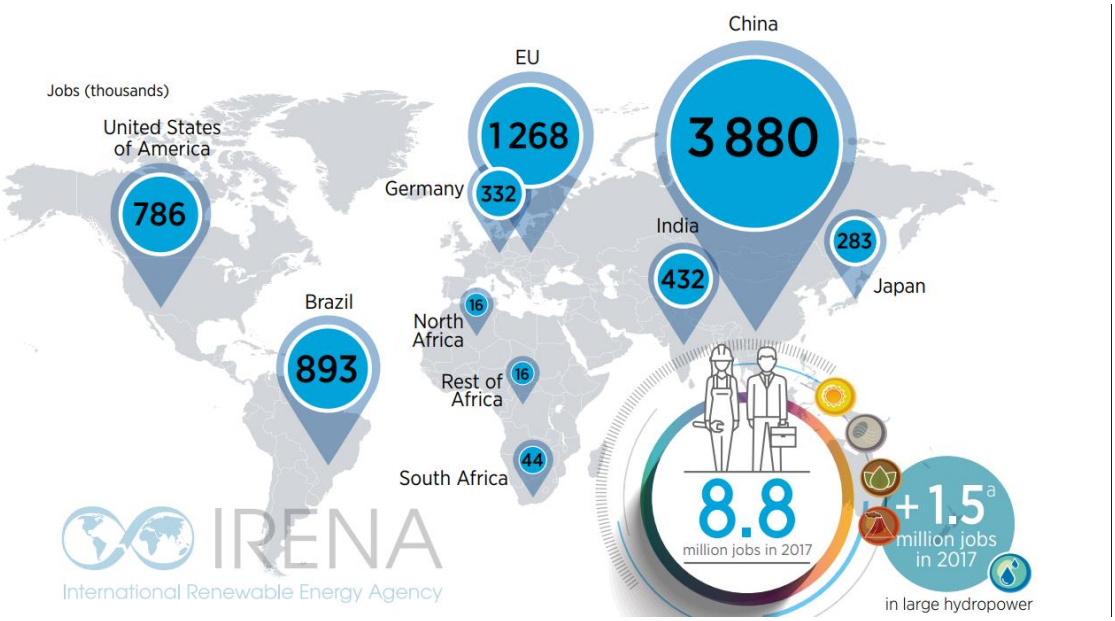

Figura 1. Emprego nas energias renováveis, em países selecionados
Fonte: IRENA(2018), p.14

Para ilustrar o tamanho desse mercado, a Tabela 1 mostra o levantamento feito por Muçouçah (2009), utilizando dados da Relação Anual de Informações Sociais compiladas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (RAIS), para o mês de dezembro de 2008. Tais empregos, baseados na classificação de empregos verdes proposta por PNUMA *et al.* (2008), representavam 6,73% do montante de empregos formais oferecidos no Brasil, naquela data.

Tabela 1. Empregos verdes formais no Brasil em atividades selecionadas (dezembro de 2008)

Agrupamentos de atividades econômicas	Nº empregos
Produção e manejo florestal	139.768
Geração e distribuição de energias renováveis	547.569
Saneamento, gestão de resíduos e de riscos ambientais	303.210
Manutenção, reparação e recuperação de produtos e materiais	435.737
Transportes coletivos e alternativos ao rodoviário e aeroviário	797.249
Telecomunicações e teleatendimento	429.526
Totais	2.653.059

Fonte: Muçouçah (2009), página 17

Além dessas classes de atividades, existem outras com potencial de geração de empregos, segundo Muçouçah (2009), mas que vão aflorando apenas durante o processo de esverdeamento econômico. Entretanto, tais atividades, geradoras desse segundo grupo de ocupações, por um lado, contribuem para a melhoria ambiental, tanto na questão de diminuição de emissão de carbono como na preservação e recuperação do meio ambiente, mas, por outro,

concomitantemente, são as atividades que geram poluentes e são mais intensivas no uso de recursos ambientais. Na Tabela 2, pode-se ver quais são essas atividades e os empregos formais que elas abrigam.

Tabela 2. Empregos verdes formais no Brasil em atividades selecionadas, emergentes durante o processo de esverdeamento econômico (dezembro de 2008)

Agrupamentos de atividades econômicas	Nº empregos
Extração mineral e indústrias de base	457.335
Construção, comercialização, manutenção e uso de edifícios	2.861.913
Agricultura, pecuária, aquicultura, caça e pesca	1.328.376
Turismo e hotelaria	1.162.645
Totais	5.810.269

Fonte: Muçouçah (2009), página 24

Uma das preocupações que emergem, porém, com o avanço do esverdeamento da economia é o seu custo social. É importante investigar essa ótica do problema, visto a importância do mercado de trabalho na questão distributiva, em especial para economias em desenvolvimento. PNUMA *et al.* (2008); Hatfield-Dodds, Turner e Schandl (2008); Blanco e Rodrigues (2009); Rutovitz e Atherton (2009); Strietska-Ilina *et al.* (2011); Sooriyaarachchi *et al.* (2015) e Lehr *et al.* (2016) apontaram que empregos em economias de baixa emissão estão distribuídos em diversas atividades e com diferentes níveis de qualificação. Além disso, o esverdeamento da economia abre espaço para novos mercados, além do barateamento da energia, geração de empregos indiretos, conforme apontou Pollin, Heintz e Garrett-Peltier (2009) e Simas e Pacca (2014) e novas oportunidades (PNUMA *et al.*, 2008; ILO, 2011a, STRIETSKA-ILINA *et al.*, 2011).

Entretanto, ainda que existam novas oportunidades de trabalho, o processo de transformação de uma economia afeta a demanda por habilidades de três maneiras distintas. A primeira delas refere-se à reestruturação da economia verde, acontecendo no nível industrial e alterando a composição da demanda por qualificação de mão de obra, podendo, inclusive, demandar novas qualidades não existentes até então. A segunda diz respeito a novas ocupações, que derivam dessa dinâmica econômica que introduz novos regulamentos e uso de novas tecnologias. A última é o esverdeamento dos empregos, relacionado a novas habilidades necessárias para trabalhadores que já estão inseridos nas atividades (STRIETSKA-ILINA *et al.*, 2011).

Strietska-Ilina *et al.* (2011) lembram ainda que é preciso verificar o impacto que legislações ambientais causam no emprego e identificar qual a qualificação necessária para

atender a demanda por empregos em uma economia com baixa emissão. Na análise da dinâmica do mercado de trabalho, quando há excesso de oferta de mão de obra, ou seja, pessoas desempregadas em busca de emprego, significa que os investimentos em educação estão subutilizados. Por outro lado, quando há excesso de demanda e escassez de mão de obra, o crescimento econômico pode ser prejudicado (SCHNEIDER, MARQUETTI e SPEROTTO, 2014). Em ambos os casos, conhecer a demanda por ocupações é de extrema importância para antever a necessidade de trabalhadores que devem ser formados para atender novas demandas.

Blanco e Rodrigues (2009); Nhamo (2013); Schneider, Marquetti e Sperotto (2014); Gonzalez *et al.* (2014) e Gonzalez *et al.* (2015) concordam com Strietska-Ilina *et al.* (2011) e concluem que trabalhos que se analisem o mercado de trabalho possibilitam o acesso a informações que racionalizem o planejamento educacional voltado para o tipo de ocupação que será demandada por uma determinada economia.

Uma das metodologias quantitativas que possibilitam estudar como choques de políticas repercutem por toda a economia são modelos de equilíbrio geral computável (ECG). Tais resultados, passíveis de serem estudados sob diversas óticas, como produtos ou indústrias, fornecem rico material de análise de possíveis desdobramentos de políticas a serem implementadas, o que é uma ferramanta analítica importante, visto que a transição para economias de baixo carbono trarão atividades e ocupações ainda não conhecidas, como mostram Ahokas, Honkatuki e Marttila (2010). Tais autores, que utilizaram a metodologia proposta por Meagher, Adams e Horridge (2000), a partir do modelo VATTAGE(modelo MONASH adaptado para a Finlândia), para estudar demanda por trabalho, frisaram a importância desse tipo de trabalho para identificar desafios para o mercado de trabalho e sistema educacional. Nana *et al.* (2009), Richardson e Tan (2007) e Boeters e Savard (2011) são outros autores que modelaram o mercado de trabalho através de modelos ECG, para projetar a necessidade futura de demanda por mão de obra. Boeters e Savard (2011), inclusive, prospectaram a substituição entre diferentes tipos de trabalho

2.2. Geração de empregos no setor de energias renováveis e a demanda por novas habilidades

Em termos gerais, a literatura converge para o fato de que a produção de energias renováveis é intensiva em capital humano e que investimentos nesses setores tendem a aumentar os empregos da economia, direta ou indiretamente (LEHR *et al.*, 2008; MORENO e LOPEZ, 2008; TOURKOLIAS e MIRASGEDIS, 2011; LEHR, LUTZ e EDLER, 2012;

MARKAKI *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2013; BLYTH, SPEIRS e GROSS, 2014; HOGAN e ROBERTS, 2015; LEHR *et al.*, 2016; DAI *et al.*, 2016; INSTITUTO ESCOLHAS, 2016; KOLSUZ e YELDAN, 2017). Além disso, existe uma relativa facilidade de modelagem quantitativa dessas atividades, quando comparado a outras mais informais ou com menos dados estruturados. O setor energético também é estratégico para as economias e, como mostrou EPE (2017), recebe muitos investimentos de longo prazo.

A transição para uma economia de baixa emissão, mesmo com a geração de novas atividades e, com isso, novos tipos de emprego, é complexa porque não é simples prever de antemão, com acurácia, como será essa mudança, que deve ser diferente tanto entre países como entre atividades dentro de uma mesma economia. Segundo o relatório ILO (2011a), existem diversas metodologias que podem ser utilizadas para o estudo da transição para economias de baixo carbono, podendo ser de caráter qualitativo ou quantitativo. Maciente (2014), Gonzalez *et al.* (2014), Gonzalez *et al.* (2015) e Sooriyaarachchi *et al.* (2015) são exemplos de trabalhos que tratam o tema qualitativamente.

Algumas questões, de fato, podem ser respondidas apenas qualitativamente, como é o caso de mudanças nas ocupações, envolvendo diferentes tipos de formação. Entretanto, a maioria dos casos, necessitam de uma abordagem quantitativa, demandando um volume extenso de dados, o que é um gargalo em países em desenvolvimento, onde há maior carência de estatísticas disponíveis. Modelos econômicos estimam impactos no emprego como resposta a mudanças de políticas ou a adaptação a diferentes cenários, como é o caso de uma economia de baixo carbono. Dentre os modelos que podem fazer tais estudos, estão os de equilíbrio geral computável (EGC) (ILO, 2011a).

Entretanto, é importante frisar, por um lado, as dificuldades intrínsecas ao processo de se projetar demanda por mão de obra, e, por outro, a importância de tais estudos para elaboração de políticas públicas voltadas para educação. Esse é o argumento do trabalho de Richardson e Tan (2007) que mostraram, com seu estudo elaborado para a Austrália, a importância de antecipar necessidades de habilidades,, para que a demanda por trabalho qualificado não seja um gargalo e que não haja desemprego desse tipo de mão de obra. Os autores apontaram as dificuldades de prever como será a demanda, devido às incertezas intrínsecas a economias complexas e dinâmicas como as atuais. Ao analisar tecnologias, cenários macroeconômicos domésticos e de parceiros comerciais, investimentos entre as indústrias, políticas governamentais e a interação desses fatores, é possível antecipar algumas tendências. Na Austrália, por exemplo, o modelo mais utilizado para previsão de habilidades é o MONASH, um modelo de equilíbrio geral computável.

Richardson e Tan (2007) apontaram duas tendências principais que, entre outras, envolvem cenários de políticas macroeconômicas e dificultam a previsão de demanda por habilidades. Em primeiro lugar está a questão das mudanças tecnológicas, que demandam diferentes habilidades por parte dos trabalhadores. Em segundo, há mudança estrutural das economias, cuja parcela do emprego no setor de serviços aumenta em detrimento dos setores agrícolas e industriais, além do envelhecimento da população.

Da mesma forma que Richardson e Tan (2007), Pollin, Heintz e Garrett-Peltier (2009) lembram das dificuldades de se mensurar tais efeitos, principalmente os indiretos e induzidos gerados pelos investimentos em energias limpas, a partir de um estudo de políticas energéticas nos Estados Unidos e seus desdobramentos sobre o emprego, à luz de um modelo de insumo-produto. Entretanto, enfatizam a importância desses estudos, em especial quando há elevadas taxas de desemprego na economia, fato que caracteriza a existência de um grande número de pessoas dispostas a aceitar novas oportunidades de empregos. Os autores calculam que o investimento em energias renováveis nos Estados Unidos gera aproximadamente 3,2 vezes mais o número de empregos do que investir a mesma quantia em combustíveis fósseis.

Tanto Markandya *et al.* (2016), como Blyth, Speirs e Gross (2014), lembram dos efeitos indiretos e de transbordamento de tais políticas energéticas, que ocorrem tanto via aumento de empregos de outros setores, como via aumento na produção de outros setores que são acionadas pela demanda aquecida no setor energético e pela própria geração de empregos. Os autores analisaram a geração de empregos na União Europeia, a partir de um modelo de insumo produto, para os anos de 1995 e 2009, quando a região passou por mudanças significativas do uso de fontes de energia intensivas em carbono para energias renováveis. O emprego líquido estimado foi de 530 mil (0,24% do emprego total de 2009).

Mesmo concordando que investimento em energias renováveis geram empregos, direta, indiretamente e de forma induzida, autores como Rutovitz e Atherton (2009); Sastresa *et al.* (2010); Lambert e Silva (2012); Böhringer, Keller e Werf (2013); Rivers (2013); Llera *et al.* (2013); Blyth, Speirs e Gross (2014); Sooriyaarachchi *et al.* (2015) e Franco *et al.* (2016) são mais comedidos em suas análises e ponderam outras variáveis que devem ser levadas em conta no processo de transição para o uso dessas fontes de energia.

Rutovitz e Atherton (2009), que apresentaram uma análise global da possível geração de empregos em 2030, calculando o emprego direto associado a produção energética, mostraram um elevado aumento nos empregos nas energias renováveis, frente a gradual substituição do uso de energias fósseis. Contudo, os autores apontaram que, em um primeiro momento, deve haver uma retração no emprego das economias, devido a transição tecnológica

e o período de adaptação dos trabalhadores. Além disso, os autores sugeriram a existência de um “fator de declínio”, que determina que, quando estabelecida uma tecnologia, o aumento na produtividade da mão de obra tende a diminuir a própria intensidade do trabalho, gerando desemprego.

Sastresa *et al.* (2010), que elaboraram uma metodologia para avaliar a geração de empregos da energia renovável, através fontes primárias de dados na Espanha, por seu turno, chamam a atenção para a dispersão e dinamismo desses empregos, surgindo a necessidade de investigar também a qualidade dos empregos oferecidos, além da especificidade de cada região.

Lambert e Silva (2012) assumiram que, dentre as reinvindicações das energias renováveis, a segurança energética e a mitigação de mudanças climáticas são sempre aceitas, entretanto, no tocante a criação de empregos, julgaram que podem parecem conjecturas muito otimistas. Uma das críticas a tal otimismo é o fato de empregos aumentarem no período de instalação e construção e depois decaírem. Simas e Pacca (2014) discutiram os impactos nos empregos de investimentos na energia eólica no Brasil, e observaram que a maior elevação na geração de empregos estava na fase de construção, concordando com o ponto de Lambert e Silva (2012). Porém, apesar da seguida redução, o emprego deve permanecer relativamente estável no período de operação e manutenção.

Böhringer, Keller e Werf (2013) foram além e mostraram que o modo da transição e a forma de financiamento dessas políticas são decisivas para mensurar os resultados. Ademais, vale notar que na prática existem rigidezes no mercado de trabalho e a transição não é imediata. O trabalho de Rivers (2013) convergiu com o apresentado por Böhringer, Keller e Werf (2013), chamando a atenção para formuladores de políticas que buscam em energias renováveis a solução para resolver o problema de desemprego e ambiental simultaneamente. Entre as conclusões do autor, há o fato de que essas políticas podem reduzir o desemprego, mas têm alcance limitado, condicionado às possibilidades de substituição entre capital e trabalho e com mobilidade de capital internacional restrita.

Llera *et al.* (2013), por sua vez, apresentaram um estudo do impacto socioeconômico das fontes de energia renováveis, e a primeira observação dos autores é que o alto grau de desenvolvimento aliado a maturidade tecnológica, com economia de escala, influência na demanda por recursos humanos. Apesar de mostrarem alguns trabalhos que apontam que energia renováveis aumentam custos em outros setores, os autores defendem que comunidades rurais, por exemplo, tendem a ganhar com esse tipo de energia, visto que parques eólicos e bioenergia tendem a gerar empregos locais. Mesmo concordando com o potencial de geração de empregos levantados pelos autores pesquisados, Llera *et al.* (2013) enfatizam ainda que não

se deve negligenciar a existência de perdas de empregos associadas à produção de energias renováveis, nem tampouco os ganhos devido ao aumento de atividades correlacionadas, via efeito multiplicador.

Blyth, Speirs e Gross (2014) estudaram impactos no emprego de investimentos em energia renovável e eficiência energética, em termos globais e no Reino Unido, e chamaram a atenção para os efeitos no preço da energia e no consumo das famílias no longo prazo, quando os empregos tendem a não ser tão elevados como na implementação dos projetos.

Sooriyaarachchi *et al.* (2015) forneceram uma visão geral sobre o potencial de criação de empregos, componente importante dos efeitos macroeconômicos associados a políticas de desenvolvimento, das tecnologias de energia renovável e promoção de eficiência energética. Os autores apontaram, após revisão de literatura, que apesar de alguns pesquisadores acreditarem na perda líquida de empregos com a implementação de energias renováveis, a maioria deles prevê que haverá aumento no saldo de empregos. É claro que durante a transição deverá haver perda de empregos no setor de energia convencional, bem como de empregos indiretos associados a essa atividade, além da diminuição do poder de compra do consumir, devido a preços mais elevados de energia. Entretanto, à medida que novos investimentos são alocados no setor de renováveis, esse cenário deve ser revertido.

Franco *et al.* (2016) simularam, utilizando um modelo de EGC, o BeGreen, os possíveis impactos econômicos decorrentes da transição para uma economia de baixa emissão, a partir das metas de redução de carbono com as quais o Brasil se comprometeu na COP-21, para o ano de 2025. Como resultado de seu trabalho, os autores perceberam que as metas de redução de emissões levaram ao aumento dos custos de produção, com três desdobramentos. O primeiro foi a elevação do preço de bens, com a redução do consumo das famílias. Em segundo lugar, houve a redução da produção, o que acarretou diminuição na demanda por trabalho e queda do salário real. E, por último, a redução das exportações. Os três efeitos levaram a redução do PIB. Os autores também estudaram o impacto das reduções de emissões no consumo das famílias por faixas de renda e notaram que famílias nos decis de renda mais baixa foram relativamente mais prejudicadas dos que as famílias intermediárias.

Muitos autores, além de considerarem o potencial de geração de empregos nas fontes de energias renováveis, levam em conta a importância de trabalhos que estimem essa demanda. O motivo dessa preocupação é respaldar políticas públicas e educacionais que preparem a mão de obra a ser demandada por essas atividades em ascensão, notadamente demandantes de trabalho qualificado. Além disso, é importante frisar que novas tecnologias demandam novas competências por parte dos trabalhadores, daí a necessidade de investimentos em educação e

qualificação profissional (KUSTER *et al.*, 2007; HATFIELD-DODDS, TURNER e SCHANDL, 2008; BLANCO e RODRIGUES, 2009; BOETERS e LEEUWEN, 2010; AHOKAS, HONKATUKIA e MARTTILA, 2010; ÇETIN e EĞRICAN, 2011; SOUZA e DOMINGUES, 2014; GONZALEZ *et al.*, 2014; GONZALEZ *et al.* ,2015; ACAR e YELDAN, 2015; CONSOLI *et al.*, 2016).

Blanco e Rodrigues (2009) estimaram efeitos diretos do emprego da energia eólica nos países da União Europeia, mostrando que a implementação desse tipo de produção energética gera um número significativo de novos empregos. Além da escassez de profissionais qualificados disponíveis, o estudo verificou que mesmo entre os universitários recém-formados havia a necessidade de uma especialização específica para seguir algumas carreiras.

Ahokas, Honkatukia e Marttila (2010) utilizaram um modelo dinâmico de EGC, o VATTAGE, para prever mudanças estruturais na economia da Finlândia até 2025 e, consequentemente, antever implicações do envelhecimento da população no mercado de trabalho. Esse tipo de trabalho, segundo os autores, é de extrema importância para prever situações de gargalo educacional no mercado de trabalho, sendo que trabalho qualificado é essencial para o desenvolvido de uma economia, concordando com o que apontou Blanco e Rodrigues (2009) e Acar e Yeldan (2015), acerca da necessidade de políticas educacionais para suprir a escassez de profissionais especializados para algumas funções. Também convergem com esse argumento os trabalhos de Caruso (2010), Maciente e Araújo (2011) e de Souza e Domingues (2014), em estudos feitos para o Brasil. Apesar de os autores concordarem com a necessidade do investimento em educação, estudos que apontam para quais tipos de trabalhadores/ocupações serão mais demandados em cenários de renováveis, ainda são escassos, mesmo sendo essenciais para respaldar tais políticas.

Caruso (2010) considerou o Brasil um país que caminhava a passos avançados rumo a transição para uma economia de baixo carbono, com uma legislação ambiental bem estruturada. Dentre as ocupações que identificou como as mais impactadas pelas novas tecnologias estão: profissionais de engenharia, de áreas administrativas, técnicos em ciências físicas, trabalhadores de fabricação, agrícolas, florestais e pescadores. Caruso (2010) apontou ainda para possíveis futuros desequilíbrios entre oferta e demanda por mão de obra e habilidades especificas, o que justifica estudos que amparem políticas educacionais, que desenvolvam habilidades em resposta ao esverdeamento da economia. Em relação a desarranjos entre demanda e disponibilidade de mão de obra para certas qualificações e ocupações, Giesecke, Tran e Meagher (2011), que estudou mercado de trabalho vietnamita, através do modelo de

equilíbrio geral computável VNET, baseado no ORANI-G, tem opinião semelhante à de Caruso (2010).

Maciente e Araújo (2011) prospectaram a necessidade futura de engenheiros no mercado formal, frente a determinados cenários de crescimento, lembrando a essencialidade desses profissionais no setor de extração e refino de petróleo e gás e setores de infraestrutura, incluindo transporte e armazenagem, serviços industriais de utilidade pública como produção e distribuição de energia e água, o que remete a conclusão do trabalho de Caruso (2010). Por seu turno, Souza e Domingues (2014) abordaram a ampliação da demanda por trabalho qualificado, bem como a importância de antever a demanda por tal fator de produção primário. Os autores discutiram a demanda crescente por pessoal especializado na economia brasileira, também destacando a necessidade por engenheiros, o que aponta para a importância do planejamento educacional de longo prazo.

Gonzalez *et al.* (2014) buscaram definir competências necessárias aos trabalhadores para preencher cargos no setor energético no sudoeste da Pensilvânia, segundo maior estado gerador de eletricidade dos Estados Unidos e maior exportador líquido de energia elétrica, até 2020, com entrevistas com indústrias locais, especialistas e pesquisadores da área. O objetivo era fornecer informações necessárias para adaptar a qualificação da força de trabalho para suprir a demanda do setor de energia. O foco do trabalho é em mão de obra semi-especializada, que exige ao menos o ensino médio, e em empregos que exigem diploma de bacharel. O projeto mostrou a necessidade de explorar como o ensino pode ser fortalecido, visto que novas tecnologias requerem mudanças curriculares. Dentre as sugestões do estudo, estavam questões educacionais com oportunidades complementares de aprendizagem entre sala de aula e local de trabalho, além de instrutores que tivessem a experiência prática na atividade.

Os mesmos autores também apontaram que o setor de energia é fortemente dependente de mudanças tecnológicas e inovações, que, portanto, deve vir a demandar novos tipos de ocupações. Como o aumento de produtividade nesses setores energéticos é estratégico, a demanda por profissionais com conhecimentos em geologia, hidrologia e engenharia, tecnologia da informação e construções inteligentes é de suma importância, além de profissionais técnicos que possam operar tais tecnologias. Os entrevistados por Gonzalez *et al.* (2014) admitiram que não é simples antever as necessidades para o mercado futuro, em termos de capacitação e habilidades necessárias, mas é unânime a opinião de que trabalhadores precisam ser flexíveis a treinamentos e mudanças.

Gonzalez *et al.* (2015) promoveram um estudo, a partir de entrevistas e dados do *Bureau of Labour Statistics* (BLS), dos Estados Unidos, caracterizando ocupações relevantes para o

setor energético (como um todo, não apenas renováveis) estadunidense, com foco no estado de Virgínia Ocidental, através do levantamento de habilidades demandadas pelo setor. Notaram, em sua pesquisa, a escassez de mão de obra especializada nas área de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. De todas as ocupações cuja demanda cresceu no período entre 2006 e 2012, 28% exigiu diploma de bacharel e 27% de ensino médio. De todas as ocupações no setor de energia cuja demanda cresceu no período entre 2006 e 2012, 11% exigiu diploma de bacharel e 56% de ensino médio. Dentre os conhecimentos mais importantes exigidos estavam: mecânica, conhecimentos de matemática, o bom uso do idioma inglês, administrativos e gerencial e segurança pública. Dentre as habilidades listadas destacaram-se pensamento crítico, escuta ativa, gerenciamento, monitoramento de operação e oratória. Tal levantamento é importante para um país, conforme apontaram Gonzalez *et al.* (2015) devido a necessidade de o governo investir em programas de educação e treinamento e ter o conhecimento necessário das áreas que precisam receber tais recursos para suprir futuras demandas.

Consoli *et al.* (2016), utilizando dados da economia estadunidense, elaboraram um estudo para detectar diferenças das características do emprego verde em relação a trabalhos tradicionais e o resultado foi a percepção de que tais atividades demandam habilidades cognitivas e interpessoais de modo mais intensivo, além de mais elevado capital humano, em termos de educação formal, experiência profissional e treinamento no próprio trabalho, que surge como necessidade para adaptar à nova demanda.

Por outro lado, tais resultados advieram de pesquisas em países desenvolvidos e a situação pode não ser tão favorável para países em desenvolvimento que precisam importar tecnologias. Desse modo, Lehr *et al.* (2016) projetam que, com o Plano de Energia Solar, a Tunísia geraria mais de 10 mil empregos, refletindo investimentos e aumento da produtividade. Em um segundo cenário, que partia da integração da energia solar com a eólica, o número de novos empregos chegava a 12 mil, o que mostra que estratégias de integração podem ser bem sucedidas, enfatizando a necessidade de prospectar a demanda por trabalho, para que países em desenvolvimento não tenham na falta de profissionais qualificados um gargalo para o crescimento econômico e que os trabalhadores não padeçam frente ao desemprego.

ILO (2011b) fez um levantamento específico do mercado de trabalho e demanda por habilidades em setores de energia renovável, apontando para o fato de que economias mais verdes demandam novas habilidades, o que remete, como estudos já citados, para a importância de conhecer habilidades necessárias demandadas. O aumento de energias renováveis em todo mundo tende a elevar o nível de empregos, enquanto fontes fósseis tende a diminuir a demanda por trabalho. O estudo também constatou que setores de energias renováveis já sofriam por

escassez de mão de obra, tanto em funções técnicas específicas, como em questões mais gerais como as relacionadas ao processo de vendas. Uma questão importante a ser analisada na demanda por emprego do setor é a alta demanda no momento da implementação, seguida por uma queda quando já está operando e só necessita de manutenção. É na fase de investimentos, construção e instalações dos projetos de energias renováveis que o maior número de pessoas é empregado. Posteriormente, o número de empregados é relativamente pequeno durante o período de manutenção e operação. Já nos projetos de biomassa, o emprego só é menor quando a energia é produzida de algum resíduo, senão é grande o número de empregados durante o cultivo, processamento e transporte, pela própria natureza desse tipo de fonte de energia.

ILO (2011b) perceberam que em países com alto nível de desemprego, seja em uma situação fruto de crise econômica seja como um problema de longo prazo, a geração de energia a partir de fontes renováveis são políticas geradoras de oportunidades de trabalho. Além disso, o estudo também chamou a atenção para o fato de que para as empresas produtoras de energias renováveis o melhor cenário é que a transição seja gradual, para que exista tempo para qualificação da mão de obra necessária e que não exista seja um investimento imediato, visto as dificuldades de encontrar força de trabalho qualificada a princípio. Após a implantação da tecnologia, a operação e manutenção demanda trabalho de maneira estável, que tende a surgir em saltos apenas com o aumento de investimento nas instalações, com exceção à biomassa, cujo aumento na demanda por emprego tende aumentar via produtividade.

O relatório ILO (2011b) mostrou também que, com exceção da energia hidrelétrica, os demais processos de produção de energias renováveis ainda não estão maduros e ainda tendem a passar por evolução tecnológica, que impacta diretamente o mercado de trabalho. Os países desenvolvidos tendem a sofrer menos com mudanças na transição devido à alta qualificação da população. Nesses casos, para um trabalhador migrar de setor há a necessidade apenas de treinamentos específicos, o que não ocorre em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, onde pode haver escassez de mão de obra qualificada e desemprego da população de baixa qualificação. ILO (2011b) ressaltou, ainda, a importância de estudos que antecipem a necessidade de mão de obra na economia como um todo, visto que os ganhos em energia renovável são compensados pela perda de emprego em outros setores que compensam parte do aumento dos gastos do consumidor.

Barros, Schutte e Pinto (2012) analisaram implicações políticas e econômicas das transformações do cenário energético brasileiro, bem como sua inserção internacional. O etanol brasileiro desperta cada vez mais interesse no cenário internacional devido a preocupações ambientais, mas também a questões geopolíticas e busca de fontes renováveis de energia. Além

disso, a produção de etanol é uma política de geração de emprego e renda no campo. Os autores lembraram que não há meio de produção energético totalmente limpo, a questão é que as energias renováveis, além de não serem predatórias, emitem menos gases de efeito estufa do que combustíveis fósseis, como já havia observado ILO (2011b).

Caruso (2014) elaborou um estudo com o objetivo de relacionar ocupações dos trabalhadores do setor de metalurgia, suas competências, necessárias ao processo produtivo, e inovações. O objetivo do autor foi identificar como a indústria metalúrgica brasileira aproveitou ocupações inovadoras – tidas como aquelas que geram conhecimento e inovações durante o processo produtivo – no período de 2006 e 2011, a partir de dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A conclusão foi que a estratégia utilizada para ampliar eficiência produtiva era utilizar ocupações de profissionais de nível superior e de técnicos e da manutenção de operadores experientes, que acumulavam conhecimentos. É importante notar, conforme apontou Caruso (2014), que as relações entre trabalho e tecnologias, tornaram-se mais complexas ao longo do tempo, bem como o processo de inovação, que passou a ter forte ligação com alguns tipos de ocupação.

Schneider, Marquetti e Sperotto (2014), que promoveram um estudo na região metropolitana de Porto Alegre, investigando quais ocupações eram subqualificadas na região, tinham por objetivo principal orientar investimentos em qualificação profissional. Vale lembrar, que como todos os mercados, o de trabalho apresenta suas falhas, mas os retornos de escala na educação são vistos, em cenários otimistas, apenas em médio prazo. Esses autores constataram, ao pesquisarem outros autores, que apesar das limitações que a variável escolaridade impõe no estudo de qualificação profissional, a falta de outros dados mais específicos no Brasil, ainda faz com que essa variável seja a mais adequada para esse tipo de análise. Como resultado, Schneider, Marquetti e Sperotto (2014) observaram que, mesmo com crescimento tecnológico, a estrutura produtiva não é capaz de absorver toda a mão de obra com maior nível de escolaridade, o que leva a conclusão de que políticas públicas voltadas para a educação são urgentes.

Maciente (2014) comparou habilidades e competências entre as ocupações brasileiras e estadunidenses, através da compatibilização dos dados do *Occupational Information Network* (ONET) com os do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A qualificação dos trabalhadores vem sendo classificada, de forma canônica, utilizando como *proxy* os anos de estudo ou grau de escolaridade. Desse modo, o autor propôs uma abordagem alternativa, a partir de levantamento de estudos que apontaram para o fato de que a escolaridade não mede nível da

qualificação nem as carências e que o aumento no número de anos de escolaridade não reflete, necessariamente, aumento na qualidade da educação do trabalhador.

Para Maciente (2014) ficou claro que a qualificação dos trabalhadores estava atrelada ao desenvolvimento tecnológico, visto que habilidades eram necessárias para o aumento da produtividade e o repasse de aprendizado. O autor citou, inclusive, um estudo que mostrava a correlação entre anos de estudos e qualificação, mas chamou a atenção para as diferenças entre trajetórias de desenvolvimentos do sistema educacional e de próprias questões demográficas. Desse modo, defendeu que estudar as habilidades dos trabalhadores inseridos nas ocupações por eles desempenhadas pode ser um método mais realista de qualificar habilidades do que simplesmente considerar para escolaridade.

Instituto Escolhas (2017) utilizou um modelo de EGC híbrido, o IMACLIM-R BR, para calcular impactos de uma matriz elétrica com zero emissões de gases de efeito estuda em 2050, para a economia brasileira. Esse trabalho apontou para uma instabilidade que deve ser levada em conta e que é difícil modelar: a produção de energias renováveis também é afetada por mudanças climáticas e configura-se como uma variável adicional de incerteza futura. Em relação aos empregos, em ambos os cenários, a taxa de desemprego apresenta redução. Vale notar que nos períodos entre 2030 e 2050 há uma diminuição nos postos de trabalho da economia, fruto da contração da população em idade ativa e do aumento da produtividade do trabalho.

Neves Jr., Azzoni e Chagas (2019) discutiram a extensão da relação entre trabalhadores e salários, conforme a ocupação do trabalhador e as habilidades necessárias ao seu desempenho, e o prêmio salarial urbano, isto é, o ganho do trabalhador por estar inserido em um meio que pode ser mais produtivo pelo fato de que seus habitantes são mais produtivos. Para tal, os autores utilizaram dados do trabalho formal da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), e da base de habilidades desenvolvida por Maciente (2013). Como resultado, encontraram um padrão segundo o qual a importância de habilidades crescia com o aumento das aglomerações, havendo um estímulo econômico frente aos congestionamentos dos grandes centros. Entretanto, vale mencionar que economias de aglomeração podem aumentar a produtividade dos agentes econômicos. Por outro lado, não são todos os trabalhadores que usufruem igualmente dos benefícios dessa situação, visto que ela está relacionada ao capital humano. Os autores concluíram, por fim, que as habilidades dos trabalhadores e das firmas determinam efeitos aglomerativos, havendo um prêmio de habilidade cognitiva, ligadas ao conhecimento, e que estudar ocupações pode revelar como os indivíduos utilizam conhecimento na prática.

O estudo de Reis e Aguas (2019) também percebeu que alguns conhecimentos importantes para o desempenho de determinada ocupação não eram de fato ensinados no sistema formal de ensino. Os autores mostraram que, controlando para escolaridade formal e algumas características individuais, os rendimentos dos trabalhadores que completaram programas de qualificação profissional eram 8,4% maiores. Já em relação ao curso técnico de nível médio, sua finalização tendia a aumentar o rendimento do trabalhador em 15,2% por hora. Essa conclusão converge com a opinião de muitos outros estudos, acerca da importância de se conhecer o mercado de trabalho e a demanda por habilidades, apontando para necessidade de se investir em políticas educacionais.

Em suma, a literatura, de forma geral, enfatiza a importância de estudar impactos decorrentes de energias renováveis devido a benefícios que vão além da questão ambiental. Há um consenso de que fontes de energias renováveis geram mais empregos do que fontes fósseis, considerando efeitos indiretos e possíveis oscilações, além da questão da segurança energética e redução da dependência (ILO, 2011b; SIMAS e PACCA, 2013; LEHR *et al.*, 2008; MORENO e LOPEZ, 2008; ÇETIN e EĞRICAN, 2011; LEHR, LUTZ e EDLER, 2012; ACAR e YELDAN, 2015; LEHR *et al.*, 2016; DAI *et al.*, 2016).

Além disso, é importante frisar que, apesar de existirem diversos estudos abordando o mercado de trabalho na geração de energias renováveis, ainda há escassez de trabalhos que se debrucem sobre a necessidade de profissionais específicos para exercerem determinadas funções. Alguns trabalhos (CARUSO, 2010; MACIENTE e ARAÚJO, 2011; ILO, 2011b; CARUSO, 2014; GONZALEZ *et al.*, 2014; GONZALEZ *et al.*, 2015; CONSOLI *et al.*, 2016) deixam claro em suas conclusões a preocupação acerca da demanda por profissionais de alta qualificação, prospectando conjunturas futuras. Engenheiros e profissionais de nível técnico e superior são exemplos citados nesses trabalhos. Os demais trabalhadores de baixa qualificação, entretanto, não são especificados em nenhum desses trabalhos, mas não se deve negligenciar a importância de se conhecer a estrutura das ocupações do mercado de trabalho, pois em um país em desenvolvimento como o Brasil, são esses os trabalhadores que devem ser contemplados por políticas educacionais em períodos de transição tecnológica.

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos por esse trabalho foi utilizado o modelo TERM-BR, de tradição australiana, adaptado para o Brasil (FERREIRA FILHO, 2013, 2014a; FERREIRA FILHO e HORRIDGE, 2014b; FERREIRA FILHO, RIBEIRA E HORRIDGE, 2016; SANTOS et al., 2017). O uso desse modelo é apropriado para economias com características regionais peculiares, como é o caso brasileiro, pois pode tratar choques que não afetam a economia de modo homogêneo (HORRIDGE, MADDEN e WITTWER, 2005).

Os pressupostos básicos de modelos de equilíbrio geral computável (EGC) são baseados na teoria neoclássica, segundo a qual, famílias e firmas respondem a variações nos preços de modo a otimizar decisões. Tais modelos utilizam uma série de elasticidades que descrevem o modo como a demanda reage a essas variações de preços, sob restrições e condições que garantem o equilíbrio dos mercados (ILO, 2011a).

Uma limitação de tais modelos, no estudo do mercado de trabalho, é não conseguir estabelecer um vínculo direto entre demanda por emprego e a demanda por habilidades específicas, sendo necessárias análises adicionais para fazer essa ligação. Entretanto, já existe um uso bastante difundido do uso desses modelos para previsões no mercado de trabalho, como mostrado no trabalho seminal de Meagher, Adams e Horridge (2000). ILO (2011a) também apontam para a complexidade dos modelos de equilíbrio geral computável, que dificultam, por vezes, explicar detalhes de sua operacionalização, e, portanto, resultados.

Como mostra Ferreira Filho (2014a), dentre as diversas aplicações dos modelos EGC associados ao mercado de trabalho, recentemente, está a projeção de demanda por trabalho e por tipos de trabalho, possibilitando especificar informações relativas à qualificação da mão de obra e a diversos tipos de ocupação, incorporando, inclusive, variáveis microeconômicas. Deve-se lembrar, entretanto, que esses modelos não são apropriados para projeções no sentido econométrico do termo, visto que são modelos calibrados e não estimados, o que não permite a estimativa de intervalos de confiança para os parâmetros. Em contrapartida, possibilitam grande desagregação dos dados, tanto de emprego, quanto regionais e por setores de atividades, além da interação de todas essas informações com as demais variáveis contidas no modelo, referentes a diversos mercados e agentes econômicos de comportamento otimizador. Em tais modelos, é possível a separação da oferta e da demanda por trabalho: enquanto a primeira surge das famílias, que ofertam força de trabalho, a segunda é fruto da produção.

Segundo Meagher, Adams e Horridge (2000), a demanda por trabalho depende de muitos fatores, como a saúde macroeconômica do país e das economias parceiras, investimentos

em capital e a divisão desses investimentos entre as diversas indústrias, questões tecnológicas e mudanças de políticas públicas. Além disso, é necessário estabelecer cuidadosamente cenários para as simulações, que considerem hipóteses mais realistas possíveis. Nota-se, ainda, que o fator de produção trabalho é uma composição de diversos tipos de trabalhos (FERREIRA FILHO, 2014a).

3.1. Modelo TERM-BR

O modelo utilizado neste trabalho, o TERM-BR10, versão mais recente do TERM-BR para o Brasil, calibrado para a matriz de insumo-produto de 2010, foi utilizado por Diniz (2019), para avaliar os impactos macroeconômicos e regionais dos investimentos em geração de energia elétrica no Brasil. É um modelo regional do tipo *bottom-up*, que trata cada uma das 27 unidades da federação (26 estados e o Distrito Federal) como uma economia separada e, a partir da interação dessas economias, simula o comportamento do país. Especificamente, será utilizado uma adaptação do TERM-BR, com o objetivo de prospectar demanda por agrupamentos de ocupações, seguindo o que mostra o estudo de Meagher, Adams e Horridge (2000).

Horridge (2012) descreve detalhadamente o funcionamento do modelo TERM, como o preparo da base de dados e a regionalização e estimação da matriz de comércio. É pela matriz de comércio inter-regional de produtos, que ocorre a interligação regional do modelo, via mobilidade de fatores entre as regiões, de acordo com o seu preço relativo.

Os bens e serviços produzidos pelas firmas da economia podem ser consumidos por cada uma delas, sob a forma de bens intermediários, ou pela demanda final. No modelo TERM-BR são quatro os usuários finais: i) as famílias, que maximizam a função utilidade sujeita a uma restrição orçamentária[2]; ii) as exportações para o "resto do mundo", que variam com os preços; iii) os investimentos e iv) os gastos do governo.

Segundo a estrutura da demanda do modelo, cada família, escolhe o bem que irá consumir a partir de uma função elasticidade de substituição constante (CES), associada à escolha entre um bem nacional, que pode ser produzido em qualquer região do modelo, e um bem importado. A substituição entre os bens intermediários domésticos e a combinação de insumos intermediários também é modelada por uma CES, o que implica sempre a escolha do

[2] A função das famílias é do tipo Klein-Rubin, também conhecida de Stone-Geary. A maximização dessas funções leva a um sistema linear de dispêndio, demanda por bem é função linear dos preços de todos os bens e da renda.

menor custo relativo. Já as margens de transporte e comércio são combinadas em proporções fixas, respondendo à uma função de Leontief.

Cada indústria da economia pode produzir um único bem, o que gera uma matriz de produção diagonal, ou pode produzir mais de um bem, gerando uma matriz multiproduto. Neste caso, o processo produtivo é modelado por uma função elasticidade de transformação constante (CET), fazendo com que a firma priorize a produção do bem de preço relativo mais elevado (Ferreira Filho e Horridge, 2009).

A combinação entre insumos intermediários e fatores primários é feita em uma proporção fixa, sob a função de Leontief. Os fatores primários do modelo são capital, terra e trabalho. Em termos metodológicos, o avanço e contribuição do presente trabalho em relação ao trabalho elaborado por Diniz (2019) consiste na desagregação do fator trabalho. Originalmente, o modelo trabalha com dez tipos de ocupações, orientadas por faixas de renda. Neste trabalho, as ocupações serão desagregadas por tipos de ocupação, visto que o objetivo é estudar quais delas serão mais demandas nos cenários propostos. O detalhamento sobre as ocupações será feito na seção seguinte.

Vale lembrar que o modelo TERM-BR10 é um modelo de dinâmica-recursiva, com três mecanismos intertemporais básicos:

i. há uma relação entre investimento e estoque de capital, pela qual o investimento em um período *t*, torna-se capital no período *t+1*;

ii. há uma taxa positiva entre investimento e a taxa de retorno;

iii. há uma relação entre a variação do salário real e a oferta de mão de obra regional.

Já a dinâmica do mercado de trabalho é orientada pelo salário real, determinado, regionalmente, pela demanda e oferta de trabalho, sendo esta, por sua vez, afetada pela força de trabalho e pela migração entre as regiões. A migração dos trabalhadores é função positiva do salário real (WITTWER, 2012).

3.2. Base de dados

Para cumprir o objetivo deste trabalho, o fator de produção “trabalho” foi representado por diversas categorias de ocupação, distribuídas entre as atividades produtivas do país. Tais dados foram levantados a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). O objetivo é verificar o comportamento da demanda pelas diversas ocupações na economia, em cenários com diferentes tipos de investimentos em fontes de energia renováveis, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2026), apresentado por EPE (2017).

Neste trabalho, será utilizado a versão dinâmica recursiva do modelo TERM-BR (FERREIRA FILHO, 2010), calibrado para o ano de 2010, atualizada para o ano de 2015, com desagregação do setor energético sob as diversas fontes de produção alternativas. Tal desagregação da matriz energética torna possível modelar as diferentes fontes de energia renováveis contidas no PDE 2026, e, consequentemente, prospectar as alterações na demanda por ocupações, conforme os cenários estudados.

A desagregação do setor de geração de eletricidade, entre transmissão e distribuição e diversas fontes de produção de energia foi realizada por Cunha (2017)[3] e os parâmetros utilizados encontram-se descritos com detalhes em Diniz (2019). Para tanto, Cunha (2017) desagregou, a partir dos dados do Balanço Energético Nacional de 2016, o setor/produto "eletricidade, gás e outras utilidades" em doze setores/produtos sendo um de distribuição de gás, um de transmissão e distribuição de eletricidade e dez tipos de geração, a saber: eólica, solar, hidrelétrica, térmica à biomassa – açúcar e etanol, óleo combustível, diesel, carvão, gás natural e outros tipos de geração.Além disso, o setor/produto "petróleo, gás natural e serviços de apoio" também foi desagregado em dois setores/produtos: petróleo e gás natural. Após a desagregação da MIP 2010, a bases de dados passou a contar com 136 produtos e 76 setores e, após a diagonalização, a matriz final foi de 136 produtos por 136 setores.

Em relação a agregação, as 27 unidades da federação foram agregadas em 11 regiões (Tabela 3), de acordo com a importância da alocação de investimentos em produção de eletricidade. A geração de eletricidade térmica a óleo combustível e a diesel foi agregada em um único setor/produto, pelo fato de o Brasil não planejar investir em novos contratos de geração dessa natureza no horizonte do PDE 2026. Os produtos da geração da biomassa de etanol e de açúcar também foram agregados em um só produto. Há um único caso de multiprodução no modelo: tanto as indústrias de açúcar quanto as de etanol produzem a eletricidade "GerBagaco", além de seus respectivos produtos. Já o setor de biomassa de açúcar foi agregado ao de açúcar e o setor de biomassa de etanol ao de etanol. Desse modo, a base de dados passa a ter, após as devidas agregações, 40 produtos e 39 indústrias (Tabela 4).

As elasticidades utilizadas no modelo TERM-BR10 foram retiradas de literatura especializada, da base de dados do GTAP (*Global Trade Analysis Project*) e da versão anterior do modelo, conforme mostra Diniz (2019)[4]. A distribuição dos investimentos no ano base por

[3] Cunha (2017) é um trabalho não publicado, obtido em comunicação pessoal com o autor por Diniz (2019) durante a elaboração de seu trabalho.
[4] Para detalhes das demais elasticidades utilizadas no modelo ver Diniz (2019).

setor energético foi feita de acordo com o proposto por Diniz (2019) e está discriminado na Tabela 16, conforme apresentada no apêndice.

Tabela 3. Agregação das regiões do modelo TERM-BR10

Região	Unidades da Federação
RestNO	Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá e Tocantins
Para	Pará
MaranPiaui	Maranhão e Piauí
CearaRGNorte	Ceará e Rio Grande do Norte
PEparaibAL	Paraíba, Pernambuco e Alagoas
BahiaSE	Bahia e Sergipe
RestSE	Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro
SaoPaulo	São Paulo
RestSUL	Paraná e Santa Catarina
RGSul	Rio Grande do Sul
CentroOest	Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal

Fonte: elaboração própria, a partir de Diniz (2019)

Tabela 4. Produtos e indústria do modelo TERM-BR10, após agregação

1 Agricultura	11 AlimentBebid	21 Eletronicos	31 GerHidro
2 CanaDeAcucar	12 TextilCouro	22 Automoveis	32 GerFotovolt
3 Pecuaria	13 MadCelulose	23 MaqExtConst	33 TeDEletric
4 PescaAcq	14 OutCombust	24 Gas	34 AguaEsgRes
5 Mineracao	15 OleoComb	25 GerTermoOut	35 Construcao
6 GasNat	16 DieselBiodis	26 GerEolica	36 Comercio
7 Petro	17 EtanolCombus	27 GerDiesOil	37 Transporte
8 CarnesPeixes	18 Quimicos	28 GerTermoCarv	38 Servicos
9 Laticinios	19 OutManuf	29 GerBagaco*	39 SevPesqDesn
10 Acucar	20 Metalurgia	30 GerTermoGas	40 SevArquiEng

Fonte: elaboração própria, a partir de Diniz (2019)
* GerBagaco é apenas um produto

3.3. Classificação do trabalho por tipos de ocupação

Como mostra Ferreira Filho (2014a), a caracterização de mercados de trabalho em modelos EGC não seguem um consenso e é feita conforme a especificidade do problema de pesquisa. Neste trabalho, para a classificação de categorias de trabalho sob a forma de diferentes tipos de ocupações na economia, foram utilizados dados da PNAD como opção ao levantamento oficial elaborado pelo Ministério do Trabalho. O motivo dessa escolha deve-se ao fato de que ao levantar dados de emprego apenas de fontes formais, não se leva em conta atividades sem

carteira assinada, sendo que diversos setores empregam considerável número de trabalhadores informais.

Essa seção dedica-se à análise dos dados de ocupação utilizados no banco de dados do modelo TERM-BR, utilizado neste trabalho. Todos os dados apresentados a seguir foram extraídos dos microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), para o ano de 2011, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Apesar de a pesquisa mais recente ter por base o ano de 2015, optou-se por utilizar os dados de 2011 por serem mais próximos ao ano-base da matriz do modelo utilizado no trabalho, referente a matriz Insumo-Produto de 2010. Como em 2010 a PNAD não foi realizada, devido à realização do Censo Demográfico, optou pela escolha desse ano.

A partir do Anexo I da PNAD (IBGE, 2011), que mostra a composição dos grupamentos ocupacionais da economia brasileira, foram estabelecidos 54 tipos de ocupação pré-selecionadas de forma textual. A Tabela 17 (apêndice) lista as 54 novas ocupações e os códigos referentes a composição dos grupamentos ocupacionais da PNAD. Para facilitar a análise, essas 54 categoriais de ocupação foram posteriormente, ainda, agregadas em 15 grupos, conforme Tabela 5. Para essa agregação foram utilizados critérios baseados em semelhanças entre os tipos de ocupação, como as atividades nas quais estão distribuídas, anos de estudo e rendimentos.

Tabela 5. Agregação dos tipos de ocupação da PNAD (continua)

Código da ocupação	Ocupação agregada	Grupos de ocupações	Descrição da ocupação
1	Adm	Adm, AdmGer, AdmPub, Tlmkt	Trabalhadores de serviços administrativos; administradores (públicos e privados); operadores de telemarketing
2	Alim	Alim	Trabalhadores da fabricação de alimentos, bebidas e fumo
3	Com	Com	Trabalhadores do comércio
4	EnAgua	EnAgua	Operadores de produção e distribuição de energia e captação, tratamento e distribuição de água
5	JurHumFin	ComArtRel, Fin, Hum, Jur, Mkt, ProfSup	Comunicadores, artistas e religiosos; profissionais ligados às finanças, às ciências sociais, humanas e jurídicas; profissionais de marketing e professores com ensino superior
6	MalDef	MalDef	Trabalhadores com ocupações mal definidas no processo de coleta da PNAD

Tabela 5. Agregação dos tipos de ocupação da PNAD (continuação)

Código da ocupação	Ocupação agregada	Grupos de ocupações	Descrição da ocupação
7	Metalurg	Civil, EletElIntJ, Ext, Sider, TransfMet	Trabalhadores da construção civil; da indústria eletroeletrônica, montadores de instrumentos de precisão e musicais, joalheiros, ceramistas e afins; da indústria extrativa; da siderurgia e da transformação de metais e compósitos
8	Mil	Mil	Militares
9	MobPapText	Mob, Papel, Text	Trabalhadores da indústria de madeira e mobiliário; de celulose e papel; têxtil e de artes gráficas
10	OutIndRepar	OutInd, Repar	Trabalhadores de outra funções e de reparação e manutenção
11	ProdAgro	ProdAgro	Produtores na agropecuária
12	Sci	Agron, Bio, Comp, Eng, Geo, Sci	Agrônomos; profissionais da biotecnologia, ciências biológicas e saúde; engenheiros e especialistas em computação; geólogos e geofísicos; matemáticos e estatísticos
13	ServTrans	Catador, Serv, ServHosp, ServTran, TranDiv, TranMerc	Catadores de sucata; trabalhadores do setor e serviços (inclusive transporte, turismo, hotelaria, administração de edifícios); condutores de transporte coletivo e de mercadorias
14	Tec	ProfM, SegTrab, Tec, TecAdm, TecAmb, TecBio, TecCiv, TecEl, TecGeo, TecHum, TecMec, TecPet, TecTran	Professores leigos e com ensino médio; técnicos de segurança do trabalho; técnicos em geral
15	TrabAgroPesc	MecAgro, Pesc, TrabAgro	Trabalhadores da agropecuária e da mecanização agropecuária e florestal; pescadores, caçadores e extrativistas

Fonte: elaboração própria

A partir dos dados da PNAD, foram calculadas, por atividade produtiva, o percentual de trabalhadores alocados em cada tipo de ocupação, regionalmente. Essas participações foram então utilizadas para separar os dados de emprego por atividade e região do modelo em uma dimensão adicional, caracterizando ocupação. Obtém-se, desta forma, a variável relativa à demanda por ocupações por cada atividade do modelo, por região. Essa composição do trabalho, sob o ponto de vista das parcelas das ocupações é mostrado na Figura 2, que compara as parcelas dos 15 tipos de ocupação no total dos empregos do país, nos anos de 2011 e 2015.

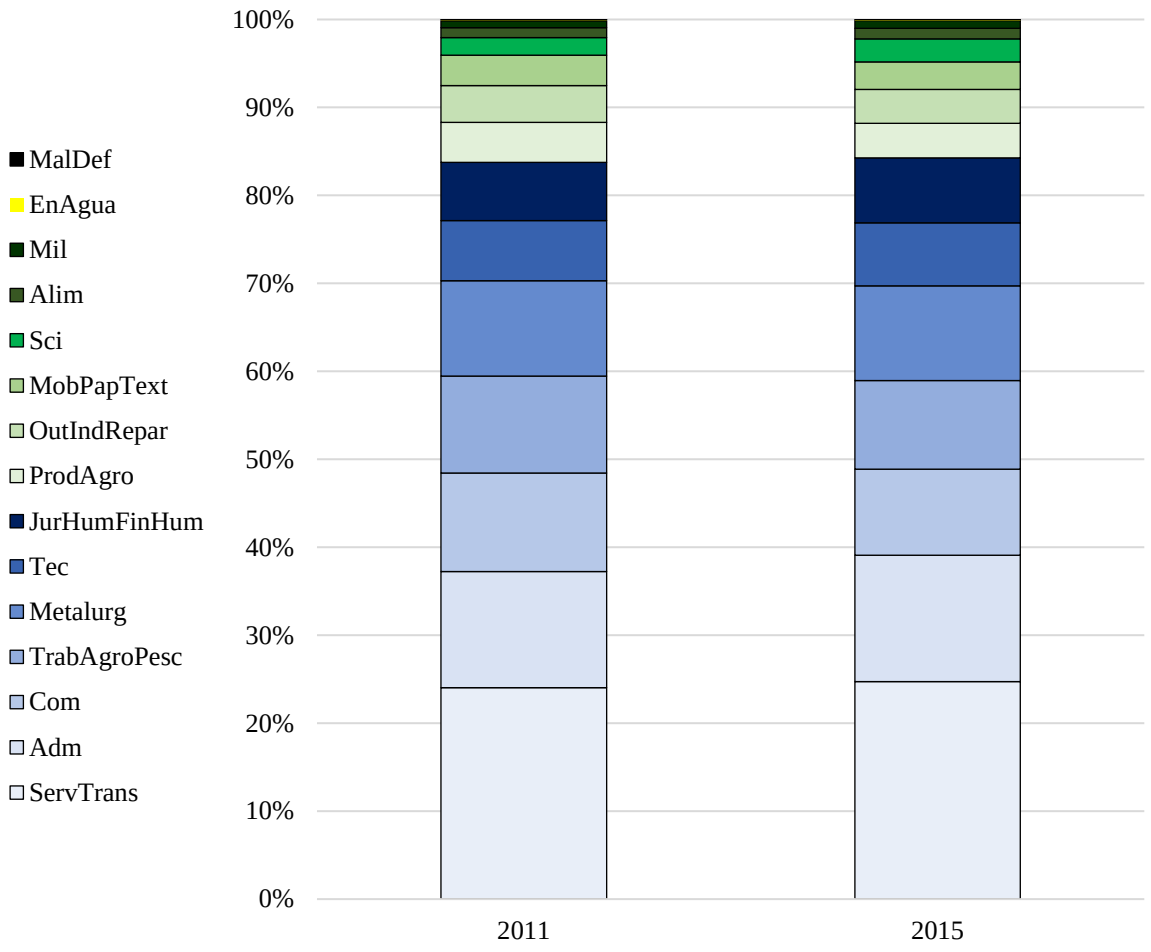

Figura 2. Participação dos tipos de ocupação no total de pessoas ocupadas, nos anos de 2011 e 2015
Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2011 e 2015

Para analisar os diversos tipos de ocupação extraídos dos microdados da PNAD, as atividades produtivas/setores da economia serão divididas em 10 categorias (Tabela 6), que não correspondem a agregação exata utilizada no modelo (Tabela 4), que conta com 39 indústrias. Essa diferença é um artificio didático utilizado para simplificar a análise dos dados da PNAD, visto que o excesso de categorias de atividades dificultaria a caracterização dos dados.

Tabela 6. Classificação de atividades da PNAD-2011 (continua)

Código	Descrição da atividade
1	Agropecuária, pesca e silvicultura
2	Extração
3	Alimentos, bebidas e fumo
4	Transformação
5	Transmissão e distribuição de eletricidade
6	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos
7	Construção

Tabela 6. Classificação de atividades da PNAD-2011 (continuação)

Código	Descrição da atividade
8	Comércio
9	Transporte
10	Serviços

Fonte: elaboração própria

3.3.1. Análise dos dados: estrutura das ocupações do mercado de trabalho brasileiro em 2011

Todos os dados apresentados nessa seção foram extraídos dos microdados da PNAD de 2011 (IBGE,2011). As exceções estão devidamente citadas. A Tabela 7 mostra como os tipos de ocupação estavam alocadas em cada um dos setores produtivos da economia brasileira, para o ano de 2011. Na economia como um todo, trabalhadores do setor de serviços e transportes representavam 24% do total de ocupações naquele ano, seguido pelos trabalhadores que exerciam ocupações administrativas (13,2%) e no comércio (11,2%).

De acordo com o IBGE (2019), o setor de serviços como um todo representou, em 2011, 57,6% do PIB brasileiro, sendo que apenas o comércio (respondeu por 19% dos serviços), gerou 10,9% do PIB. Em relação a representatividade dos prestadores de serviço, é algo explicado pela própria dinâmica de economias modernas, sendo que atividades industriais demandam cada vez mais serviços complementares aos seus produtos. Vale notar também que se trata de um setor com baixa intensidade de capital e intensivo em mão de obra, o que faz crescer tanto a disponibilidade de empregos no setor como o valor agregado de sua produção (SILVA, 2006; SILVA, DE NEGRI e KUBOTA, 2006).

A agropecuária respondeu por 4,3% do PIB naquele ano. Como aponta Mattei (2015), é sabido que a mecanização da produção rural alterou a dinâmica da geração de empregos no campo, com a agroindústria ditando esse movimento e a intensificação do movimento migratório para as cidades. Dentre os trabalhadores totais em 2011, 11,1% estavam em ocupações relacionadas ao trabalho agropecuário e pesca.

Na Tabela 8 são apresentados o número de trabalhadores por tipo de ocupação em cada uma das regiões do Brasil. A tabela também indica como as ocupações estavam distribuídas em cada uma das regiões do país, mostrando a composição do trabalho regional. O Sudeste é a região que mais empregava no país, com 43,2% dos postos de trabalho. Trabalhadores de serviços e transportes seguiam a tendência nacional e eram os mais numerosos em todas as regiões.

Tabela 7.Participação das ocupações na composição do trabalho, por atividade (em %), e total de trabalhadores ocupados, por atividade (milhares de pessoas)

Ocupações	Atividades[1]										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Total**
Adm	0,7	12,7	14,7	14,4	24,8	17,6	5,1	14,6	8,5	19,5	13,2
Alim	0,0	0,1	37,4	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,3	1,1
Com	0,0	0,6	3,3	1,5	1,4	0,5	5,6	56,9	0,2	2,1	11,2
EnAgua	0,0	0,2	0,9	0,3	5,3	5,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
JurHumFin	0,0	5,5	1,3	7,1	5,5	1,3	0,3	0,5	0,5	14,2	6,6
Metalurg	0,1	46,4	3,5	20,4	15,4	8,3	78,8	1,6	0,4	1,5	10,8
Mil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,8
MobPapText	0,0	0,3	0,2	30,5	0,0	0,0	0,2	1,7	0,0	0,1	3,5
OutIndRepar	0,2	7,8	11,9	10,6	6,8	3,6	4,0	11,7	3,1	0,6	4,2
ProdAgro	28,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
Sci	0,1	3,0	1,4	1,5	4,8	4,3	0,9	0,5	0,4	3,9	2,0
ServTrans	0,9	11,9	16,6	4,9	12,7	45,4	3,2	6,5	83,7	44,2	24,0
Tec	0,2	10,8	6,6	7,9	21,4	12,0	1,7	4,9	2,2	11,5	6,8
TrabAgroPesc	69,0	0,1	2,1	0,8	1,6	1,1	0,1	0,0	1,0	0,1	11,1
Total (%)[2]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total (mil pessoas)	14.888	684	1.968	9.689	200	280	8.889	15.916	4.129	38.119	94.763

Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)
Nota) [1] Atividades: 1 Agropecuária, pesca e silvicultura, 2 Extração, 3 Alimentos, bebidas e fumo, 4 Transformação, 5 Transmissão e distribuição de eletricidade, 6 Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos, 7 Construção, 8 Comércio, 9 Transporte, 10 Serviços. [2] Algumas colunas não somam 100, segundo os dados da tabela. A diferença refere-se as ocupações "mal definidas", retiradas da tabela.

Na região Norte, trabalhadores da agropecuária e pesca representavam 16,8% das ocupações totais e na região Nordeste, 19,8%, ocupando as segundas posições de ocupações mais representativas nas regiões. Mattei (2015) alerta para as diferenças na geração do emprego rural entre as regiões, o que permite vislumbrar um panorama acerca da qualificação das condições de trabalho locais. Na região Norte, a expansão agrícola ocorreu por meio da introdução de lavouras em escala, em especial milho e soja. No Centro-Oeste, incorporou-se a produção em escala de milho e soja, em detrimento da produção de outros alimentos como arroz e feijão e da pecuária extensiva. Na região Nordeste, foram formados polos frutíferos de alto nível tecnológico. O Sudeste destaca-se como a região de maior industrialização no campo, enquanto o Sul conta ainda com uma produção mais diversa e com agricultura familiar representativa. Essa análise histórica é importante, porque elucida a própria composição do trabalho, mostrada pelos dados.

Tabela 8. Ocupações por regiões do Brasil, em milhares de trabalhadores, e composição regional do trabalho, por tipo de ocupação (%)

Ocupações	Norte		Nordeste		Sudeste		Sul		Centro-Oeste		Brasil
	Mil	**%**	**Mil**	**%**	**Mil**	**%**	**Mil**	**%**	**Mil**	**%**	**Mil**
Adm	703	9,5	2.293	9,5	6.289	15,4	2.133	14,2	1.119	15,3	12.536
Alim	168	2,3	217	0,9	358	0,9	231	1,5	96	1,3	1.070
Com	897	12,1	2.894	12,0	4.463	10,9	1.468	9,8	869	11,8	10.591
EnAgua	6	0,1	20	0,1	46	0,1	21	0,1	12	0,2	106
JurHumFin	417	5,6	1.323	5,5	2.992	7,3	1.017	6,8	544	7,4	6.293
Metalurg	776	10,5	2.265	9,4	4.729	11,6	1.708	11,4	777	10,6	10.255
Mil	68	0,9	153	0,6	305	0,7	104	0,7	91	1,2	722
MobPapText	156	2,1	774	3,2	1.394	3,4	733	4,9	220	3,0	3.277
OutIndRepar	235	3,2	761	3,2	1.921	4,7	721	4,8	312	4,3	3.949
ProdAgro	602	8,1	1.912	7,9	743	1,8	803	5,3	237	3,2	4.297
Sci	78	1,1	237	1,0	1.126	2,8	298	2,0	158	2,2	1.898
ServTrans	1.616	21,8	5.205	21,6	10.902	26,6	3.174	21,1	1.868	25,5	22.765
Tec	439	5,9	1.273	5,3	3.269	8,0	1.053	7,0	440	6,0	6.475
TrabAgroPesc	1.246	16,8	4.760	19,8	2.341	5,7	1.542	10,3	583	8,0	10.471
Total	7.409	100,0	24.090	100,0	40.907	100,0	15.026	100,0	7.330	100,0	94.763,2

Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)

Trabalhadores dos serviços e transportes, atividades administrativas e comércio, somados, representavam 48,4% das ocupações nacionais, com mais da metade das ocupações nas regiões Sudeste (52,9%) e Centro-Oeste (52,6%). Pelos dados pode-se notar, portanto, que o Brasil pode ser considerado uma economia intensiva em serviços, então é importante caracterizar o trabalhador que ocupa essas funções.

No agregado nacional, de acordo com a PNAD 2011 (IBGE, 2011), 57,1% das ocupações de serviços e transportes eram ocupadas por trabalhadores não brancos, sendo que no setor extrativista esse número chegava a 65,2% e a 62,9% no setor de construção civil, o que já caracterizava uma importante diferença étnica nas distribuições de empregos do país. Para elucidar a disparidade,75,6% das ocupações classificadas como “Sci” eram ocupadas por pessoas brancas, com renda média de R$ 4.836,00 e 82,7% dos trabalhadores dessas ocupações tinham 16 anos de estudos. Em 2011, o salário mínimo era de R$ 545 e o rendimento médio mensal do trabalho era de R$ 1.233,23. No setor de serviços e transportes, o rendimento médio mensal era de R$ 832,00 e apenas 27,8% trabalhadores tinham 12 anos de estudo, sendo que

4,4% desses trabalhadores não eram alfabetizados. A participação feminina nessas ocupações também era maior que na média nacional. Enquanto, 42,2% de todos os trabalhadores ocupados eram mulheres, nas ocupações de serviços e transportes esse percentual era de 54,8%.

As ocupações administrativas, que concentravam 13,2% da mão de obra nacional, também tinham maior participação feminina, com 52,3% do mercado, sendo que 62,2% dos trabalhadores que exerciam essas ocupações eram pessoas brancas. O rendimento médio mensal dessas ocupações era de R$ 2.017, sendo que 43% dos trabalhadores tinham 12 anos de estudo.

O terceiro grupo de ocupações de destaque era os de profissões ligadas ao comércio, empregando 11,2% dos trabalhadores, em 2011. Desses profissionais, 42,3% tinham pelo menos 12 anos de estudo, 50,5% eram brancos, percentual mais equilibrado que os outros setores já mencionados, mas com um rendimento médio mensal de R$ 951.

Os dois próximos grupos de ocupações eram trabalhadores agropecuários e pescadores, que representavam 11,1% de todas as ocupações, em 2011, e trabalhadores classificados como “Metalurg”, que agregavam profissionais da construção civil, da extração mineral, da indústria eletroeletrônica, siderúrgica e transformação de metais, e representavam 10,8% dos trabalhadores ocupados.

Dentre as ocupações “TrabAgroPesc”, 65,5% das pessoas eram não brancas (desses, 98,2% de pardos e negros), com rendimento médio mensal de R$ 292 e 26,1% tinham apenas 1 ano de escolaridade (22,4% declaravam-se não alfabetizados). Desses trabalhadores, 65,1% eram do sexo masculino. Vale lembrar que “TrabAgroPesc” é uma categoria diferente de “ProdAgro”, que são ocupações relacionadas a produtores agropecuários. Esse grupo de trabalhadores eram também majoritariamente masculino (81,4%), com 55,6% de pessoas não brancas (97,4% pardos e negros). Do total, 29,3% também declararam apenas 1 ano de estudo (24,4% eram não alfabetizados), mas o rendimento médio mensal era de R$ 912. Enquanto 10,5 milhões de trabalhadores estavam ocupados na categoria “TrabAgroPesc”, apenas 4,3 milhões declaravam-se como produtores rurais. Dentre os trabalhadores agropecuários, o rendimento mais elevado declarado, lembrando que existe trabalho altamente mecanizado no campo, que demanda mão de obra mais qualificada, foi de R$ 34 mil, enquanto entre os produtores, foi de R$ 100 mil, grupo composto desde pequenos agricultores familiares a grandes empresários do campo.

Dentre as ocupações com maior nível de escolaridade, além do grupo “Sci” já mencionado, está “JurHumFin”, que agrega ocupações relacionadas a comunicadores, artistas, religiosos, atividades financeiras profissionais das ciências sociais e humanas, ciências jurídicas, profissionais de marketing e publicidade e professores com ensino superior. Do grupo

como um todo, que representou 6,6% das ocupações do país em 2011, 63,6% tinham pelo menos 16 anos de escolaridade, 63,5% eram brancos, 65,4% do sexo feminino. O rendimento médio mensal dessas ocupações era de R$ 2.534, atrás apenas das ocupações classificadas com “Sci” e dos militares.

Desagregando as ocupações que compõem o grupo “JurHumFin”, notam-se diferenças que valem ser consideradas. Primeiramente, os professores com ensino superior e os profissionais das ciências socias e humanas tinham maior parcela de mulheres – 78,9% e 77,7%, respectivamente. Dentre os profissionais de marketing e publicidade, 60,1% eram homens e 59,7% dos que atuavam nas ciências jurídicas também eram do sexo masculino.

Em relação a cor, a categoria de ocupações “JurHumFin", 77,6% dos cientistas jurídicos e 73,2% dos trabalhadores ligados a finanças eram brancos. O grupo mais equilibrado entre brancos (55,4%) e não brancos era o de comunicadores, artistas, religiosos. Ambos os grupos, com maior número de trabalhadores brancos também eram os de maior escolaridade da categoria de ocupação. Entre os profissionais dedicados as ciências jurídicas, 91,2% possuíam 16 anos de estudo e os entre os dedicados à área financeira, 77,3% estudaram o mesmo período de tempo. Como é esperado, essas características refletiam em salários mais elevados, sendo o rendimento médio de ambas as ocupações, respectivamente, de R$ 5.561 e R$ 3,794, para o ano de 2011 (IBGE, 2011).

A observância da escolaridade de uma população pode dizer muito sobre questões sociais daquela sociedade, distribuição no mercado de trabalho, além da necessidade de políticas voltadas para educação a fim de desenvolver novas habilidades, como já mencionado em diversos trabalhos no capítulo 2. Vale notar, entretanto, que escolaridade normalmente é medida a partir da variável anos de estudo, que não traz nenhum critério capaz de mensurar qualidade do ensino. O trabalho de Reis e Machado (2015) mostra que trabalhadores com idade entre 25 e 65 anos, com nível superior, concentram-se nas áreas de comércio e administração (22%), da educação (20,4%) e da saúde (20,4%). Dentre aqueles que concluíram mestrado, 15% estão na área da saúde, 13% nas engenharias, 12,9% na administração, 12,6% nas ciências, matemática e computação. A parcela com doutorado não é diferente, concentrando-se 23% na saúde e 19,6% nas ciências, matemática e computação, lembrando que de todos os profissionais ocupados com nível superior, apenas 4% cursaram mestrado e 2% doutorado.

Reis e Machado (2015) apontaram também para desigualdade explícita nas escolhas profissionais entre homens e mulheres, a partir de um estudo dos dados do Censo de 2010. Na área de educação, 81,4% dos trabalhadores eram do sexo feminino. Já nas engenharias, havia apenas 22,4% de mulheres atuando. Do total de mulheres ocupadas, 18,1% estavam nas áreas

de comércio e administração e 14,7% na saúde. Já entre os homens, 27,4% são da área de comércio e administração e 12,4% da área do direito

A Tabela 9 resume as principais características dos grupamentos ocupacionais expostos nesta seção do trabalho. Além do discutido, a tabela mostra dados sobre trabalho formal, considerado aqui a relação trabalhista com carteira de trabalho assinada. Na média nacional, 41% dos trabalhadores, em 2011, tinham carteira de trabalho assinada, entretanto, a informalidade era bastante elevada em algumas ocupações, chegando a 77,5% entre os trabalhadores agropecuários e pescadores, 34,2% entre os prestadores de serviços e transporte e 22,5% entre profissionais dedicados a produção de alimentos, bebidas e fumo.

Tabela 9. Características gerais dos grupamentos de ocupações no Brasil, em 2011

Ocupações	Brancos (%)	Mulheres (%)	Rendimento médio mensal (R$)	Não alfabetizados (%)	Pelo menos 12 anos de estudo (%)	Formais (%)
Adm	62,2	52,3	2.017	0,3	43,0	58,2
Alim	43,5	37,3	769	5,9	27,2	57,8
Com	50,5	52,2	951	2,3	42,3	46,1
EnAgua	49,5	5,1	1.322	2,0	37,9	85,2
JurHumFin	63,5	65,4	2.534	0,5	11,5[1]	32,0
Metalurg	39,5	2,9	1.047	6,4	22,1	42,0
Mil	47,9	6,2	2.616	0,0	52,9	13,8
MobPapText	53,2	58,1	802	2,6	31,3	48,6
OutIndRepar	48,7	9,9	1.152	2,0	36,0	59,6
ProdAgro	44,4	18,6	912	24,4	7,7	0,1
Sci	75,6	45,7	4.836	0,0	4,9[2]	48,1
ServTrans	42,9	54,8	832	4,4	27,8	43,7
Tec	56,2	44,4	1.746	0,3	51,2	48,1
TrabAgroPesc	34,5	34,9	292	22,4	7,5	14,9
Total	48,7	42,2	1.233	5,9	28,4	41,0

Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)
[1] 63,3% das ocupações de JurHumFin possuem 16 anos de estudo
[2] 82,7% das ocupações de Sci possuem 16 anos de estudo

A informalidade não se destacava entre os produtores agropecuários, visto que 85,6% deles declaravam-se como trabalhadores por conta própria, bem como 35,7% dos trabalhadores ligados ao comércio. No “ServTrans” 34,2% de trabalhadores declararam que suas ocupações eram informais. Entretanto, essa média sofria influência do grau de informalidade entre os prestadores de serviços (46,8% trabalham informalmente), uma das ocupações que compõem “ServTrans” (ver Tabela 5). Por outro lado, 15,6% dessas ocupações também eram exercidas por pessoas que declararam trabalhar por conta própria. Dentre eles, 76,8% eram catadores, que podem ser considerados prestadores de serviços às empresas de reciclagem, mas é um trabalho

de baixa remuneração (rendimento médio de R$ 418, perdendo apenas de trabalhadores agropecuários), exercido em sua maioria por homens (62,8%), de baixa escolaridade (29,4% tinham apenas 1 ano de estudo e 24,2% não foram alfabetizados) e não brancos (65,9%). Essas informações mais detalhadas encontram-se na Tabela 18, do apêndice.

Regionalmente, o Sudeste abrigava 49,4% dos trabalhadores brancos, mas também tinham a maior parcela nacional da distribuição dos não brancos (37,3%). A região Norte é a que tem a menor parcela de trabalhadores brancos (3,7%) e a maior participação de trabalhadores de origem indígena (2,3%).

Dentre os trabalhadores ocupados, em 2011, que se declararam não alfabetizados, 59,8% estavam na região Nordeste. Todas as ocupações estavam mais concentradas na região Sudeste, exceto trabalhadores agropecuários e pescadores e produtores agropecuários, cujas concentrações são maiores no Nordeste, com 45,5% e 44,5% dos trabalhadores respectivamente. A região do país com maior participação relativa de trabalhadores homens era o Norte (61,4%) e a com mais mulheres, o Sul (43,7%).

Em termos regionais, a diferença entre o rendimento médio mensal das ocupações era bastante díspar. A Figura 3 mostra a distribuição dos trabalhadores, em 2011, de acordo com o rendimento médio mensal dos trabalhos, por regiões do país e ocupações. Dentre as 15 ocupações classificadas, nove delas apresentavam salários mais elevados na região Centro-Oeste. As exceções eram os profissionais do comércio, da indústria mobiliária, de produção de papéis e têxtil e de serviços e transportes, cujos maiores salários estavam no Sul; os trabalhadores da ocupação “Metalurg” e de outras indústrias de reparação, que ganhavam mais no Sudeste; e os profissionais de “EnAgua” (operadores de produção e distribuição de energia e captação, tratamento e distribuição de água), cuja remuneração mais elevada estava no Norte. Já entre os salários mais baixos, o destaque era para região Nordeste, cujo rendimento médio mensal do trabalho de todas as ocupações era menor do que no restante do país, com exceção apenas de militares e trabalhadores que produziam alimentos, bebidas e fumo, que ganhavam menos no Norte.

Figura 3. Distribuição do rendimento médio mensal dos trabalhadores, por ocupação e região
Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)
Nota: 1 Adm, 2 Alim, 3 Com, 4 EnAgua, 5 JurHumFin, 6 MalDef (retirado), 7 Metalurg, 8 Mil, 9 MobPapText, 10 OutIndRepar, 11 ProdAgro, 12 Sci, 13 ServTrans, 14 Tec, 15 TrabAgroPesc

A Figura 4 mostra como estava alocado o trabalho formal, com carteira assinada, em cada um dos grupamentos de ocupações estudados, por região, enquanto a Figura 5 retrata a composição do trabalho informal.

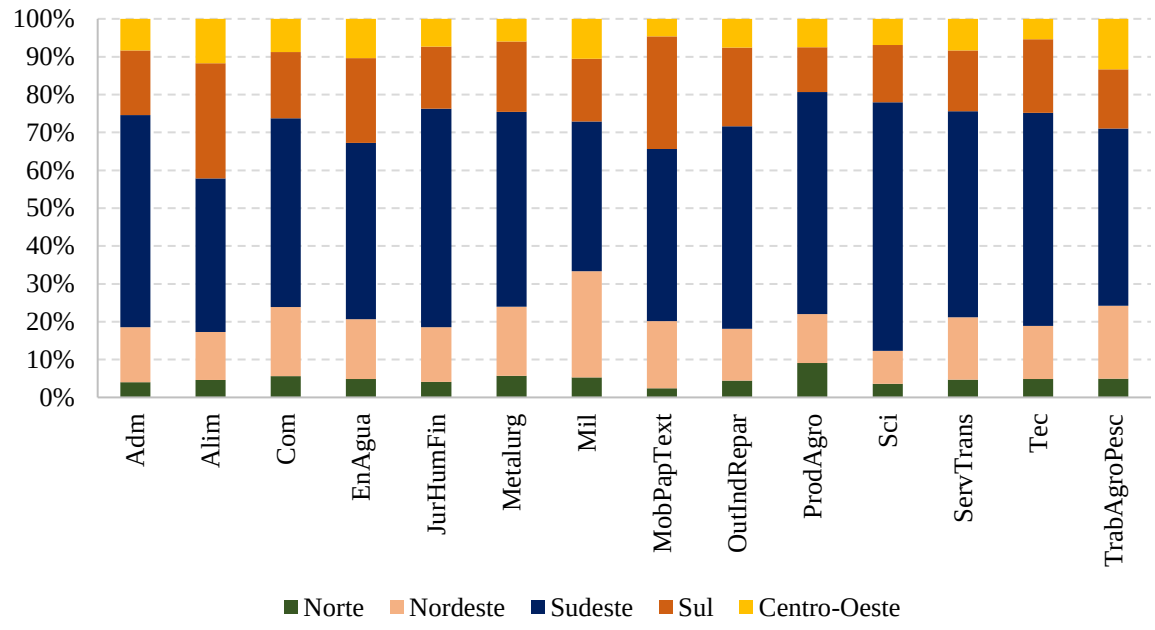

Figura 4. Distribuição do trabalho formal por ocupação e por região
Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)

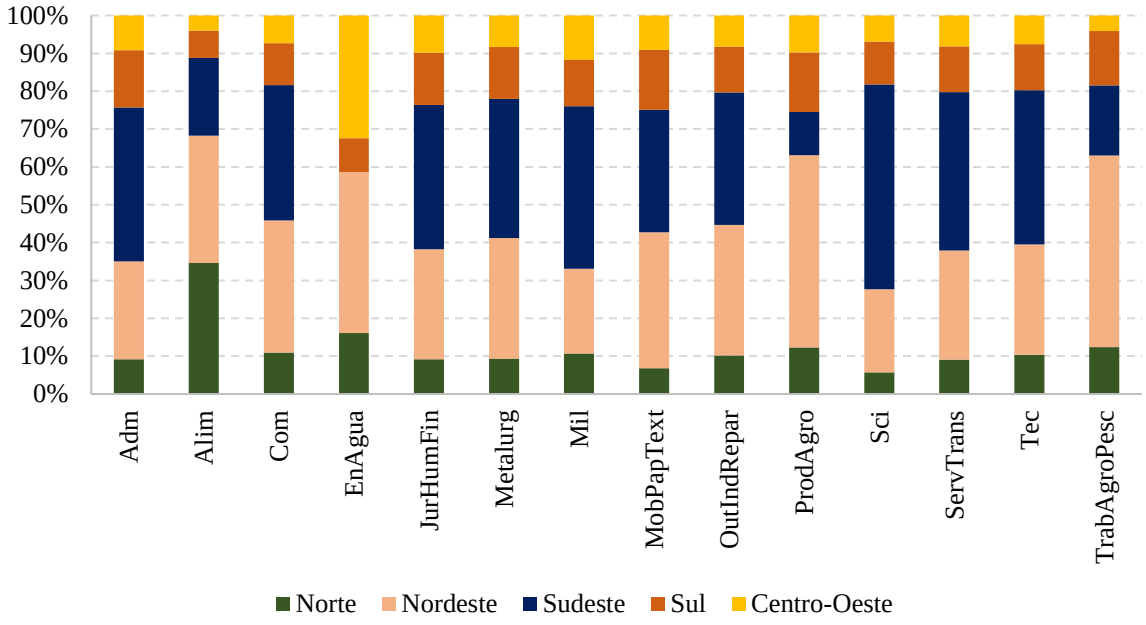

Figura 5. Distribuição do trabalho informal por ocupação e por região
Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)

Cabe ressaltar que os dados apresentados nesse capítulo têm por objetivo caracterizar o trabalhador brasileiro, porém, o modelo utilizado, cujos resutados serão apresentados adiante, calculou a demanda pelos diversos tipos de ocupação, sem utilizar demais caracterissticas do trabalhador. Entrentanto, informações como etnia, sexo, escolaridade e formalidade foram apresentados para que se tenha uma fotografia do mercado de trabalho e do tipo de trabalhador alocado em cada atividade.

Também é importante fazer uma consideração acerca do trabalho infantil. Segundo Brasil (2004), é considerado trabalho infantil quando o indivíduo possui menos de 16 anos. Entretanto, entre 14 e 16 anos pode ocorrer o chamado trabalho de aprendiz, quando formalizado. Pelas regras da Organização Internacional do Trabalho (OIT), quando o adolescente tem 14 ou 15 anos e tem carteira de trabalho assinada, o trabalho é considerado aprendiz. Se o menor tiver mais de 16 anos e registro em carteira, é considerado trabalho protegido. Qualquer trabalho de menor com idade inferior a 14 é considerado trabalho infantil.

De acordo com os dados da PNAD (IBGE, 2011), em 2011, havia 622,4 mil crianças com idade entre 10 e 13 anos trabalhando (0,7% do total de pessoas ocupadas). Desse total, 48,3 crianças trabalhavam no Nordeste, principalmente em ocupações agropecuárias e de pesca (198,5 mil), no comércio (30,8 mil) e em serviços e transportes (30,3 mil).

Dentre os adolescentes, entre 14 e 17 anos, 3,01 milhões estavam ocupados em 2011, sendo apenas 16% formalizados, protegidos por lei (82% nas regiões Sul e Sudeste e apenas

3% no Norte e 4,7% no Nordeste). Dentre os 2,3 milhões de jovens em situação informal, 36,7% estavam no Nordeste, grande parte no campo.

3.4. Tipos de ocupação nos setores de energia elétrica

Conforme mencionado anteriormente, a desagregação do setor/produto "eletricidade, gás e outras utilidades" foi necessário para este trabalho, que estuda a demanda por ocupações em cenários de investimentos alternativos de energia elétrica. Entretanto, em termos práticos, não existem dados sobre ocupações desagregados disponíveis para os setores de geração de eletricidade, nem nas bases de emprego formal do Ministério do Trabalho, nem em pesquisas amostrais, como na PNAD. Desse modo, adotou-se um critério para mensurar o número de ocupações desses setores. As limitações dessa desagregação são consideradas na análise, mas pela falta de informações disponíveis foi necessária essa decisão.

Maciente (2014), conforme já mencionado, propôs uma nova forma de analisar ocupações via estudo de habilidades necessárias, comparando dados do Brasil e dos Estados Unidos. Apesar de seu trabalho ter sido utilizado como referência importante para este, não foi possível utilizar sua metodologia na desagregação dos dados para a base de dados do modelo, pelo caráter qualitativo da análise e pela demanda por dados quantitativos deste trabalho.

Primeiramente, como não existem dados de ocupações para cada um dos setores de energias do modelo, optou-se por utilizar estatísticas de ocupações dos Estados Unidos, disponíveis no *Bureau of Labour Statistics* (BLS)[5], para o ano de 2017. Para a economia estadunidense, havia ocupações desagregadas para os setores de biomassa, éolica, fósseis, solar e hidrelétrica, que já contabilizam as ocupações referentes a transmissão e distribuição. Mesmo sabendo das diferenças entre as economias brasileira e estadunidense, optou-se pela utilização desses dados pelo fato de que as tecnologias que produzem cada uma das energias são similares (com exceção a biomassa brasileira, que tem suas especificidades), podendo-se admitir que a demanda por ocupações que operem cada uma delas siga a mesma lógica.

Desse modo, foram analisadas as ocupações listadas no *Standard Occupational Classification*, documento que seria o equivalente ao dicionário de ocupações da PNAD, para os setores de produção e distribuição de energia, a partir das características textuais e das

[5] Dados disponíveis em https://www.bls.gov/oes/current/oessrci.htm. No momento em que os dados foram coletados para o trabalho, os dados de 2017 eram os mais atuais disponíveis no site.

atividades na quais estavam alocadas. Concluída essa primeira etapa, cada uma das ocupações foram atribuídas a ocupações similares presentes no setor "TeDEletric" da PNAD.

Após, portanto, estabelecer essa equivalência entre ocupações de "TeDEletric" da PNAD em 2011, para o Brasil, e dos setores de produção de energia do BLS, para os Estados Unidos, a seguinte sequência de operações foram realizadas para a desagregação do trabalho nos setores de energia no Brasil:

a) Foram calculados como o total de pessoas ocupadas em cada setor de energia estadunidense se distribuía pelas diferentes ocupações listadas no BLS;
b) Foi calculada a participação relativa de cada uma das ocupações dentro do setor "TeDEletric" da PNAD;
c) Utilizou-se o resultado descrito no item (b) para ponderar os dados calculados em (a);
d) Foi calculado como se distribuía o total de empregos de uma ocupação do BLS pelos diferentes setores de produção de energia;
e) Os dados de (d) foram reponderados utilizando o total do emprego dos setores de energia da Matriz Insumo Produto, calculada por Cunha (2017);
f) Para regionalizar esses dados de emprego, foram utilizadas parcelas da matriz de produção do modelo TERM-BR10.

A limitação de trabalhar com esse critério para a classificação dos dados é reconhecida aqui, e deve ser levada em conta no momento de analisar os efeitos em cada um dos setores de energia, mas considerando a falta desses dados, foi uma solução escolhida para possibilitar uma primeira abordagem do assunto, como a que está sendo feita nesse trabalho. É, portanto, importante observar criticamente os dados, considerando as diferenças estruturais entre ambos os países no setor em questão.

A Figura 6 mostra como as ocupações estão distribuídas no setor de geração, transmissão e distribuição de energia como um todo, enquanto a Figura 7 mostra a participação de cada um dos setores no total de emprego da produção de eletricidade no país. O destaque é para ocupações administrativas, trabalhadores agropecuários e da pesca e profissionais técnicos de diversas áreas.

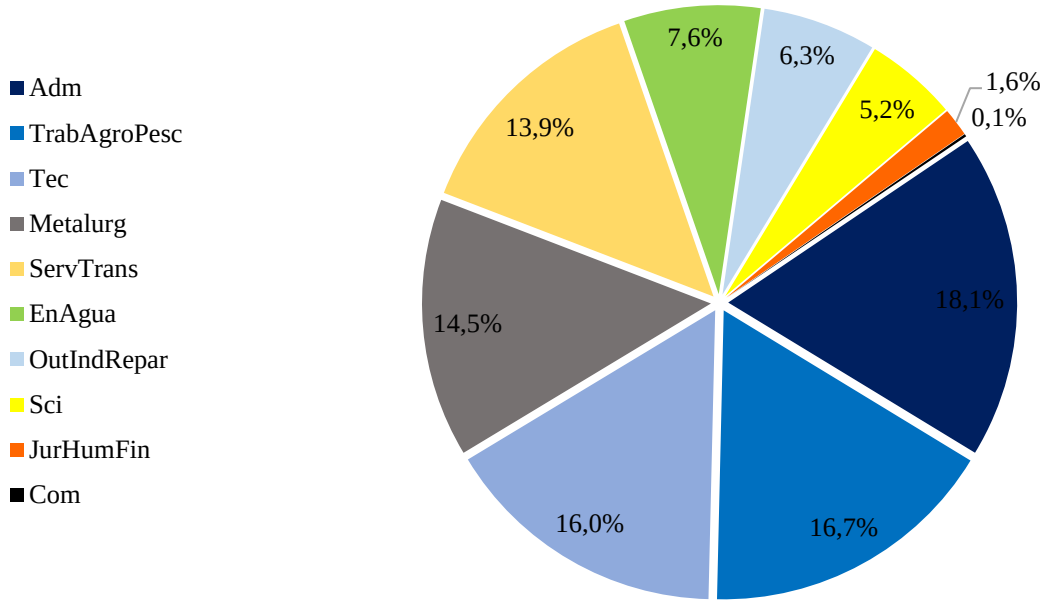

Figura 6. Distribuição das ocupações na geração, transmissão e distribuição de eletricidade
Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011) e dados do BLS (2017).

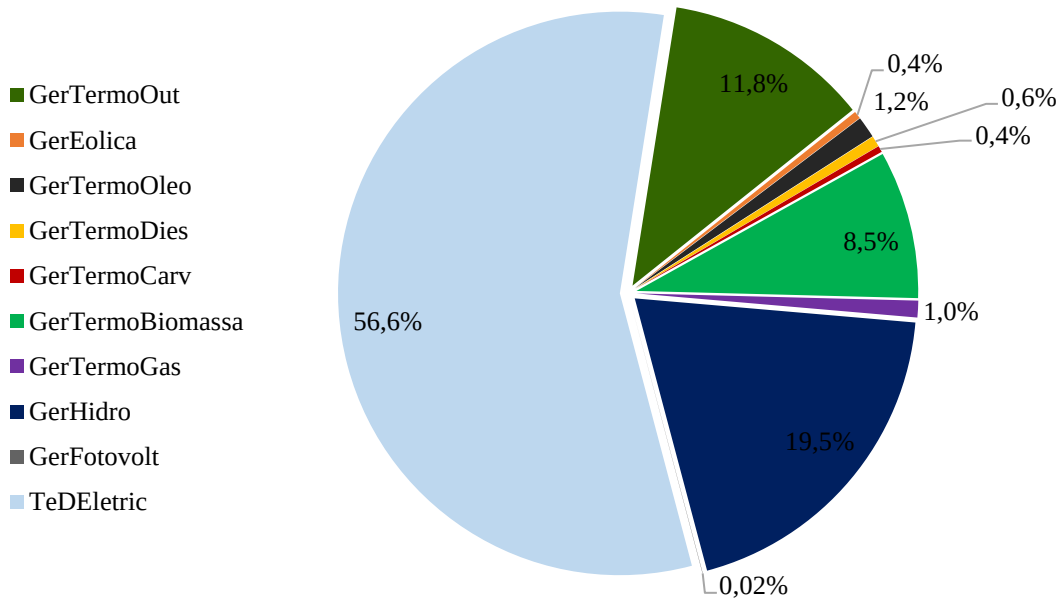

Figura 7. Participação dos setores de geração, transmissão e distribuição de eletricidade na demanda por ocupações
Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011) e dados do BLS (2017).

4. SIMULAÇÕES

4.1. Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE

O PDE (EPE, 2017) é um plano de periodicidade anual, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de informar a sociedade, agentes e investidores das decisões e planejamento públicos em relação a políticas energéticas. O Plano tem um horizonte temporal de dez anos e, portanto, é um indicativo de cenários, não tendo caráter determinístico, devido às incertezas. Para o presente trabalho, que utilizou os cenários propostos por Diniz (2019) foi utilizado o PDE 2026, cuja base de planejamento é o período entre os anos de 2017 e 2026. Vale lembrar que o PDE 2027 foi lançado no final de 2018, mas o trabalho de Diniz (2019) já estava finalizado[6], bem como a base de dados para o presente trabalho.

O PDE é pautado em três dimensões. Pela dimensão econômica, a pauta é a promoção do desenvolvimento econômico e a competitividade do país. Na dimensão estratégica, a partir de um estudo regional, o PDE promove a integração do território nacional, a médio e longo prazo, para o uso eficiente de recursos energéticos. A última dimensão, trata da questão social, que considera o acesso da população às fontes de energia e questões de impactos socioambientais.

Dentre as condicionantes gerais assumidas no plano, está o crescimento econômico mundial médio de 3,8% ao ano, para a próxima década, com destaque para o desempenho dos Estados Unidos, entre os desenvolvidos, e da China, entre os emergentes, mesmo que seja esperada um arrefecimento dessa economia. Ainda no contexto internacional, espera-se um crescimento do comércio mundial de 4%, no mesmo período.

Para o Brasil, o cenário é de retomada, frente a um melhor desempenho da economia mundial e da capacidade ociosa do país. Nesse cenário, com crescimento econômico e industrial, a demanda energética tende aumentar e precisa ser garantida para que não se torne um gargalo ao crescimento do país. O crescimento do PIB, entretanto, deverá ser pouco abaixo da média internacional, projetando uma média de crescimento anual de 2,5%, para o período de 2017 a 2026.

Em relação ao cenário sociodemográfico adotado pelo plano, espera-se que a população cresça a uma taxa média de 0,6% ao ano, visto que as taxas de crescimento estão cada vez menores, estimando-se, em 2026, uma população de 220 milhões de habitantes, com aumento

[6] A fase inicial deste trabalho – atualização da base de dados – foi feita em conjunto com Diniz (2019).

de cerca de 13 milhões de pessoas. A Figura 8 mostra a evolução demográfica regional entre os anos de 2016 e 2026. Vale notar que os maiores crescimentos populacionais projetados são para as regiões Centro-Oeste (12,3%) e Norte (11,1%), mas a maior parte da população continuará concentrada no Sudeste (41,6%) e no Nordeste (14,2%).

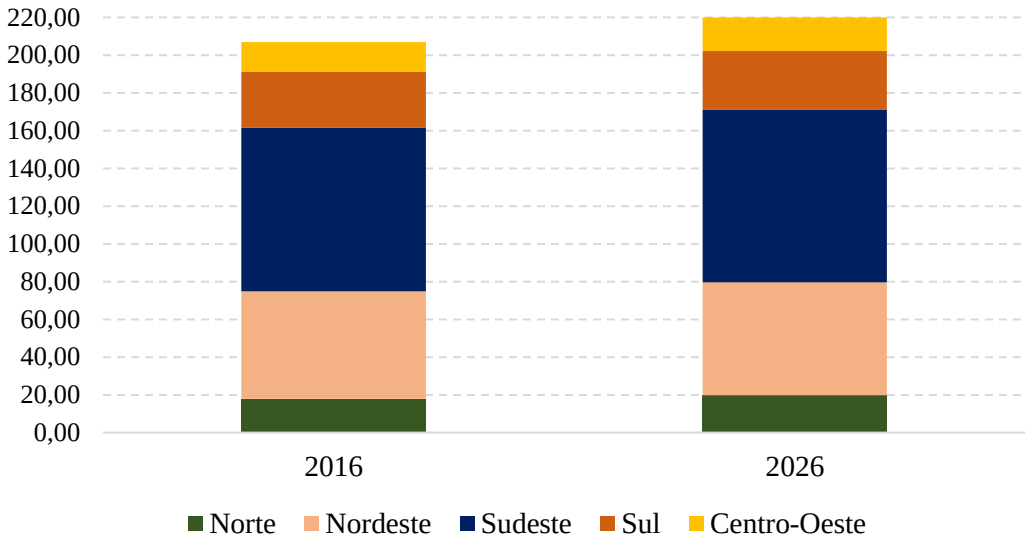

Figura 8. Evolução da população brasileira, por regiões, em milhões de pessoas
Fonte: retirado de EPE (2017), p.20

4.1.1. Cenários de energia elétrica de acordo com PDE

Os cenários – chamados "casos" no PDE – de demanda e oferta por eletricidade partem das premissas macroeconômicas adotadas pelo plano. Em termos gerais, a projeção é que o consumo por eletricidade cresça 3,7%, em média, ao ano. A inovação trazida pelo plano foi a utilização de um Modelo de Decisão de Investimentos, que otimiza a expansão de projetos planejados pelo PDE, a partir de uma carteira de custo mínimo, com uma restrição de confiabilidade.

No PDE, são construídos sete casos alternativos, com diferentes graus de incerteza, sendo que apenas quatro deles foram utilizados nesse trabalho:

i) Caso 1 – cenário de expansão eólica e solar[7];

ii) Caso 4 – cenário com redução no custo da fonte solar;

iii) Caso 5 – cenário que não contempla novas usinas hidrelétricas (UHE);

[7] No PDE, bem como em Diniz (2019), o caso 1 é chamado de cenário de referência. A nomenclatura aqui, entretanto, foi alterada, para não causar ambiguidade em relação ao caso 8, utilizado como cenário de referência para este trabalho.

iv) Caso 8 – cenário de expansão dirigida, com a menos intervenção governamental possível, utilizado como cenário de referência neste trabalho. O papel de políticas energéticas, nesse caso, é de guiar para que as expansões sejam de menor custo possível, evitando, porém, a produção concentrada em uma única fonte

A escolha desses cenários dentre os sete apresentados no plano deu-se por de partilharem as mesmas premissas exógenas da fase de planejamento, fato que torna esses cenários comparáveis em termos metodológicos. Entre as tais premissas estão:

i) Crescimento médio do PIB de 2,5% ao ano entre 2017 e 2026;

ii) Janeiro de 2026: início da operação da usina nuclear Angra 3;

iii) Contratos de usinas térmicas à diesel e à óleo combustíveis, cujos vencimentos ocorrerão até 2026, não serão renovados;

iv) Energia eólica: expansão uniforme a partir de 2021, sendo 80% no Nordeste e o restante na região Sul;

v) Biomassa: expansão uniforme a partir de 2021, conforme disponibilidade de cana-de-açúcar;

vi) Térmicas à biomassa florestal: expansão limitada a 100 MW, a partir de 2023.

Além disso, os “casos” estão diretamente ligados à questão ambiental, como a escassez de recursos hidrológicos, e a necessidade de investimento em fontes alternativas de produção energética, o que vai ao encontro da discussão levantada pelos autores citados na revisão de literatura deste trabalho, acerca da geração de empregos.

O aumento da capacidade instalada para expansão da oferta até 2020, em todos os cenários, conta com projetos já contratados, predominantemente hidrelétricos, eólicos e térmicos. Para o período entre 2020 e 2026, fontes e empreendimentos podem ser diferentes conforme cada um dos “casos”, que se diferenciam, portanto, em relação a expansão planejada ainda não contratada. Conforme sumariza Diniz (2019), seguem tais especificidades, mostradas na Figura 9.

Vale destacar que, ainda que a composição da capacidade instalada seja pensada para atender à mesma demanda, ela é distinta entre os “casos” devido as características das fontes que compõem cada uma das matrizes energéticas planejadas, culminando, também, em diferentes investimentos, conforme descritos (expansão por fonte e investimentos) na Tabela 10.

Caso 1 Expansão eólica e solar	**Caso 4** Redução no custo da fonte solar	**Caso 5** Não contempla novas hidrelétricas	**Caso 8** Expansão dirigida
i) expansão de energia eólica em 2020: 800 MW no Nordeste e 200 MW no Sul; ii) expansão de energia solar em 2020: 1000 MW; iii) instalação de usina térmica a gás no Nordeste em 2023.	i) 40% de redução no custo de investimento da geração de energia solar a partir de 2023; ii) expansão da energia solar superior ao mínimo estabelecido, após 2023; iii) redução de energia eólica, devido a similaridade.	i) não considera construção de novas hidrelétricas, além das contratadas, sob alegação de atrasos de licenciamentos e questões ambientais; ii) expansão de energia térmica à carvão.	i) processo de otimização sem restrição gera expansão concentrada em única fonte (caso 7[8] do PDE); ii) torna o caso sem restrições factível, inserindo premissas e diretrizes gerais no processo de otimização.

Figura 9. Premissas de políticas para "casos" selecionados
Fonte: Diniz (2019), p.46

Tabela 10. Expansão planejada (MW) e investimento estimado, para 2020-2026, nos cenários selecionados do PDE 2026

	Caso 1	**Caso 4**	**Caso 5**	**Caso 8**
Hidrelétrica	2.631	2.631	-	2.631
PCH e CGH	1.500	1.500	1.500	1.500
Biomassa	2.804	2.804	2.804	2.804
Biomassa Florestal	400	400	400	400
Eólica (Sul)	2.365	2.006	2.187	2.790
Eólica (Nordeste)	9.460	8.024	8.749	11.159
Fotovoltaica	7.000	10.508	7.000	6.000
Gás Natural[1] (Sudeste)	112	-	995	83
Gás Natural[1](Sul)	1.054	1.198	-	1.459
Gás Natural[1] (Nordeste)	1.500	1.500	1.500	-
Alternativa de Ponta[2] (Sul)	3.070	4.049	368	4.181
Alternativa de Ponta[2] (Nordeste)	184	1.436	-	939
Alternativa de Ponta[2] (Sudeste)	8.944	7.117	12.457	7.686
Carvão Nacional	-	-	2.000	-
TOTAL (MW)	41.024	43.173	39.960	41.633
Investimento estimado (R$ milhões)	174.480	180.853	167.468	179.227

Fonte: Diniz (2019), p.47
[1] Para essas usinas foi adotado o gás natural do tipo ciclo combinado
[2] Alternativa de ponta refere-se as fontes e/ou instalações que estão sendo consideradas para atender a demanda nos horários de maior utilização. Seguindo a NT DEA 015/17, assume-se usinas a gás natural como alternativas de ponta

[8] Caso 7, não utilizado no presente trabalho, faz escolha de uma única fonte de produção de energia elétrica, a partir da minimização de custos de investimentos e operação ao longo do horizonte de planejamento. Tal cenário contempla investimentos significativos em energia eólica, com redução de termelétricas.

4.2. Estratégias de simulação

O PDE 2026 (EPE, 2017) apresenta planos de expansão regionais, mas não detalha os locais dos empreendimentos planejados. Desta forma, foram necessários critérios para distribuir esses investimentos entre as 27 regiões do modelo TERM-BR10. Para tanto, foi utilizada a WEBMAP, disponibilizada pela EPE, ferramenta que apresenta informações detalhadas sobre projetos, como a capacidade instalada (MW), a localização e o ano de início da operação[9].

O trabalho parte de uma linha de base, que simula a trajetória natural da economia e da oferta de eletricidade e cenários alternativos, os "casos" mencionados. Os efeitos das diretrizes políticas serão, portanto, os desvios entre os resultados dos cenários apresentados e os resultados da linha de base.

A simulação acontece em três etapas. Primeiramente, a base de dados é atualizada para o ano de 2015, uma vez que o modelo está calibrado para o ano de 2010, com base na evolução de indicadores macroeconômicos. A segunda etapa corresponde ao período de investimento (etapa de investimento) do PDE, de 2016 a 2025. Por fim, a terceira acontece a partir de 2026 até 2035, com o objetivo de captar os desdobramentos desses investimentos, ou seja, a etapa dos benefícios.

Vale lembrar que a trajetória econômica simulada por modelos dinâmicos, em especial os que projetam o longo prazo, sofre forte influência da disponibilidade de fatores primários e da produtividade. Em relação aos fatores primários, eles assumem as seguintes trajetórias:

i) Trabalho: tanto para a linha de base quanto nas simulações de política, a oferta de mão de obra segue projeções regionais de força de trabalho, considerando a população de 15 a 64 anos, tendo por base dados do IBGE. Os trabalhadores podem movimentar-se regionalmente, de acordo com variações salários relativos. A composição das ocupações dentro de cada atividade, contudo, é sempre a coeficientes fixos, ou seja, a proporção das ocupações dentro de cada atividade é constante.

ii) Capital: variável endógena, associada ao investimento, descontando a depreciação. O investimento setorial, segundo Horridge (2002), tem relação positiva com a taxa de retorno. A exceção é o investimento nos setores de geração de eletricidade que está sendo controlado para efeito de simulação, para efeito da realização dos choques de política.

iii) Terra: grande parte do fator terra é alocado entre agricultura e pecuária. Entretanto, os setores de mineração, petróleo, gás natural e geração hidrelétrica também fazem uso de

[9] Para detalhes, ver Diniz (2019).

pequenas quantidades desse fator. Para o período entre 2016 e 2035, estima-se que a taxa de expansão agrícola regional será uniforme, sendo de aproximadamente um quarto do observado entre os anos de 2010 e 2015. As exceções são a região RestNO, para a qual não há expansão agrícola, e ao setor de cana-de-açúcar, que não permite ter sua área expandida nas regiões Sul e Sudeste. Não se considera área de expansão para pecuária.

Ademais, no que tange progresso tecnológico, considera-se um crescimento médio anual de 2% para a produtividade da terra em todos os setores na linha de base, bem como de de 0,5% para o setor de transmissão e distribuição de eletricidade. Pode-se considerar como aumento da produtividade a redução das perdas do Sistema Interligado Nacional (SIN), para o qual o PDE2026 planeja reduzir 19,6% das perdas registradas em 2016, para 18,7% em 2026.

Sob a ótica da demanda, projeta-se um aumento anual de 2,5% nas exportações. Para o PIB, adota-se o projetado pelo PDE2026 para o período entre 2017 e 2026 (2,5%), e um crescimento médio de 3% ao ano, para o período de 2027 e 2035. Os gastos do governo, do mesmo modo que o consumo das famílias, são determinados endogenamente.

4.3. Fechamento do modelo

Do ponto de vista matemático, para ocorrer a determinação do equilíbrio do modelo, o número de incógnitas deve ser o mesmo de equações. Entretanto, no geral, os modelos EGC são sobredeterminados, isto é, o número de variáveis é superior ao de equações, tornando necessário escolher quais variáveis serão determinadas de forma endógena e quais serão exógenas, processo este chamado de fechamento (FERREIRA FILHO, 2010).

Para este trabalho, o horizonte temporal escolhido foi o de longo prazo, no qual, em geral, considera-se a possibilidade de expansão de fatores – não há rigidezes de curto prazo, como dotação fixa de capital e terra por atividade econômica – e mudanças de tecnologia. O estoque total de terras na agricultura se expande à taxa média observada no período 2010-2015, por estado. Além das variáveis exógenas mencionadas, assume-se que os investimentos planejados serão financiados via poupança externa. Em outras palavras, a balança comercial como proporção do PIB passa a ser determinada de modo endógeno.

5. RESULTADOS

Os resultados do modelo expressam a variação acumulada dos cenários – caso 1, caso 4 e caso 5, mencionados – em relação ao cenário de referência – caso 8, em termos percentuais no período que abrange os anos de 2016 a 2035. Portanto, os resultados estão apresentados como um crescimento relativo em relação ao cenário base. Os resultados serão analisados em dois períodos distintos: de 2016 a 2025, período de investimentos (P1); e de 2026 a 2035, período de captar os desdobramentos dos investimentos (P2) na economia. Para obter a variação acumulada em todo o período simulado (2016-2035), basta somar os valores de ambos os períodos apresentados.

Optou-se por analisar os dados nesses dois períodos – de investimentos (P1), entre 2016 e 2025, e de benefícios do investimento (P2), entre 2026 e 2035 – pelo fato de a literatura já ter apontado diferenças a serem notadas entre a geração de empregos no período de instalação de novas fontes de produção de energias renováveis, com posterior queda no período de operação (RUTOVITZ e ATHERTON, 2009; ILO, 2011b; LAMBERT e SILVA, 2012; SIMAS e PACCA, 2014; BLYTH, SPEIRS e GROSS, 2014; SOORIYAARACHCHI, 2015).

Na Tabela 11 estão listados os principais agregados macroeconômicos do modelo. Os dados mostram que as diretrizes do PDE2026 (EPE, 2017), em termos gerais, projetam resultados positivos para a economia. Deve-se enfatizar, contudo, que tais resultados, são diretamente relacionados a escolha do fechamento utilizado, que culmina em apreciação cambial, devido a investimentos financiados via poupança externa.

A variação do PIB real é positiva em todas as simulações, lembrando que o ajuste macroeconômico nos três casos é dado via endividamento externo. Em P2 (2026-2035), o PIB cresce mais do que no primeiro período (2016-2025) em todos os cenários. No cenário 4, o crescimento do PIB é mais elevado em ambos os períodos analisados, em relação aos demais cenários, fruto do maior investimento de R$ 180, 85 bilhões, estimado pelo PDE. O segundo maior crescimento do PIB foi do cenário 1, cujo investimento estimado foi de R$ 174, 48 bilhões e, por fim, o cenário 5, aponta para um crescimento de 0,07% do PIB (2016-2035), sob um investimento estimado de R$ 167,47 bilhões.

Observando o investimento agregado, o movimento é similar, quando analisado o período total (2016-2035), o que faz sentido, visto que o investimento é uma variável componente do PIB, e tem espaço para crescer, uma vez que o ajuste do modelo é feito via recursos externos. Entretanto, ao desmembrar os períodos, o investimento cresce nos três cenários apenas em P1, que de fato é o período de investimentos, com destaque para o cenário

4, quem recebeu o maior montante em termos monetários. Já em P2, a variação nos investimentos é negativa, o que não quer dizer que não houve ampliação de formação bruta de capital fixo no período, mas sim que a taxa de crescimento foi menor do que no período anterior.

Tabela 11. Agregados macroeconômicos, desvio acumulado em relação ao cenário de referência (%)

	Cenário 1 Eólica e Solar		**Cenário 4 Solar**		**Cenário 5 sem UHE**	
	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35
PIB	0,03	0,08	0,18	0,27	0,01	0,06
Consumo das famílias	0,08	0,06	0,42	0,10	0,03	0,06
Investimentos	0,51	-0,12	2,93	-1,50	0,24	0,00
Estoque de capital	0,04	0,23	0,27	0,84	0,00	0,18
Exportações	-0,96	0,14	-5,32	2,74	-0,44	-0,03
Importações	0,44	-0,07	2,50	-1,29	0,25	-0,01
Taxa de câmbio	-0,37	0,13	-2,01	1,26	-0,21	0,07
Salários reais	0,14	0,04	0,71	-0,09	0,07	0,06

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

As exportações caem, no acumulado entre 2016-2035, em todos os cenários e de forma mais acentuada naqueles com maior investimento projetado, mas apresenta uma retomada no período entre 2026-2035, nos cenários 1 e 4. Já as importações crescem em todos os cenários, no período acumulado total, mostrando a deterioração da balança comercial. Entretanto, esse crescimento é puxado pela variação em P1, principalmente no cenário 4. No período subsequente, as importações apresentam taxas negativas de crescimento. Para equilibrar o déficit comercial, tanto no acumulado entre os anos de 2016-2035, quanto em P1, a conta capital deve apresentar um sinal positivo, considerando o aumento da poupança externa do país. Essa situação também é observada pela apreciação cambial, cuja situação inverte em P2.

O consumo das famílias, como outro agregado macroeconômico componente do PIB, também cresce em todas as simulações, variável que mantém relação direta com aumentos reais nos salários, também com variação positiva, em todo o período. Nos cenários 1 e 4, o crescimento do consumo das famílias é maior em P1 (2016-2025), período no qual a variação dos salários reais também é maior. A exceção é o cenário 5, cujo consumo aumenta no período entre 2026-2035, e os salários reais apresentam variação similar entre P1 e P2.

É importante notar, conforme observou Diniz (2019) na análise de seus resultados que, os desdobramentos dos valores dos investimentos iniciais dos investimentos ocorrem de forma diferente ao longo das cadeias de cada uma das fontes de produção de energia. A Tabela 16

(apêndice) mostra como foram distribuídos os investimentos ao longo da cadeia produtiva de cada uma das fontes de energias, o que gera, inclusive, o primeiro esboço do tipo de ocupação que deve ser demandado pelo modelo.

Analisando a produção das indústrias, mostradas na Tabela 12, verifica-se que no cenário 1, em P1, grande parte dos setores apresenta variação negativa. Uma das exceções é a geração de energia fotovoltaica, que cresce mais em P1 do que no segundo período, o que já pode ser consequência da expansão de energia solar nesse cenário até 2020. A geração termelétrica de gás também se destaca em P1, mas é maior entre os anos de 2026-2035, o que se deve a instalação de uma usina térmica a gás no Nordeste em 2023. Já a produção eólica, que também recebe investimentos nesse cenário, tem sua produção negativa em ambos os períodos, pelo fato de que o investimento em eólicas é menor nos cenários analisados do que no cenário base de referência, especialmente no Nordeste. No período de investimentos (2016-2025), o setor de eletrônicos, construção e de pesquisa e desenvolvimento também crescem, visto que são setores que produzem bens de investimentos, o que também é percebido nos cenários 4 e 5.

No período entre 2026-2035, a pecuária é um setor de destaque em todos os cenários o que pode ser explicado pelo aumento do consumo das famílias nas regiões mais pobres do país. Sabe-se, pela lei de Engel, que quanto mais pobre é a família, maior é a parcela de gastos com alimentos. Além disso, na MIP2010, a formação bruta de capital fixo (vetor de investimentos) utilizado no modelo, é composto por 30 dos 127 bens que compõem a MIP original. Entres esses bens de investimento, a pecuária aparece com uma pequena participação.

Cabe ressaltar a importância do setor de construção civil, em especial nas construções de hidrelétricas. Em todos os cenários, o setor cresce positivamente entre 2016-2025, até mesmo no cenário 5, onde não há previsão de construção de novas UHEs. Esse crescimento pode ser explicado pela construção de térmicas a carvão e de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), como compensação.

É importante lembrar, conforme já mostrou PNUMA *et al.* (2008), da importância do setor de construção civil, que pode ser considerado estratégico por dois motivos. Em primeiro lugar, é intensivo em mão de obra de baixa qualificação, o que amplia oportunidade de trabalho. Em segundo, em uma economia de baixa emissão, é um setor de elevado potencial para geração de empregos, visto que edificações são responsáveis por 30% a 40% do consumo de energia, de emissões de gases de efeito estufa e de geração de resíduos. Além desses fatores, tais ocupações tendem a ser preenchidas por trabalhadores já inseridos na atividade, sendo necessário apenas capacitação.

Tabela 12. Produção setorial, desvio acumulado em relação ao cenário de referência (%)

	Cenário 1 Eólica e Solar		**Cenário 4 Solar**		**Cenário 5 sem UHE**	
	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35
1 Agricultura	-0,22	0,11	-1,34	1,09	-0,06	0,01
2 CanaDeAcucar	-0,30	0,12	-1,42	1,01	-0,22	0,06
3 Pecuaria	-0,14	1,06	-0,80	4,87	-0,05	0,53
4 PescaAcq	-0,20	-0,03	-1,04	0,12	-0,13	0,01
5 Mineracao	-0,23	-0,06	-1,27	0,23	-0,09	-0,01
6 GasNat	0,03	0,79	-1,78	0,33	0,58	0,63
7 Petro	-0,16	0,03	-0,89	0,52	-0,09	-0,05
8 CarnesPeixes	-0,22	0,01	-1,31	0,71	-0,02	-0,01
9 Laticinios	0,00	0,02	0,01	0,17	0,01	0,03
10 Acucar	-0,66	0,09	-3,03	1,66	-0,46	-0,02
11 AlimentBebid	-0,13	0,10	-0,70	0,69	-0,04	0,04
12 TextilCouro	-0,07	0,09	-0,36	0,45	-0,03	0,05
13 MadCelulose	-0,12	0,10	-0,68	0,68	-0,03	0,04
14 OutCombust	0,03	0,02	0,19	0,04	-0,01	0,01
15 OleoComb	-0,40	0,05	-2,40	1,34	-0,26	0,00
16 DieselBiodis	-0,09	0,04	-0,48	0,41	-0,04	0,01
17 EtanolCombus	-0,12	0,10	-0,49	0,49	-0,11	0,07
18 Quimicos	-0,10	0,11	-0,54	0,65	-0,05	0,05
19 OutManuf	0,12	-0,07	0,73	-0,58	0,02	0,01
20 Metalurgia	-0,10	0,13	-0,48	0,60	-0,08	0,10
21 Eletronicos	0,38	-0,12	2,20	-1,05	0,32	-0,11
22 Automoveis	-0,11	0,18	-0,54	0,87	-0,04	0,09
23 MaqExtConst	0,12	-0,39	0,91	-2,10	-0,07	-0,13
24 Gas	0,00	0,06	0,12	0,38	-0,02	0,13
25 GerTermoOut	-0,22	-0,01	-0,45	0,03	-0,22	-0,05
26 GerEolica	-6,46	-0,35	-12,86	-0,63	-9,11	-0,50
27 GerDiesOil	-1,55	0,21	-8,00	1,36	0,02	0,15
28 GerTermoCarv	-1,31	0,75	-5,66	1,70	23,89	12,11
29 GerTermoGas	1,01	2,48	-3,60	1,43	4,01	5,19
30 GerHidro	-0,04	-0,03	-0,11	0,01	-2,40	-0,25
31 GerFotovolt	7,99	0,20	46,12	0,92	7,92	0,19
32 TeDEletric	0,29	0,72	0,96	1,92	0,20	0,90
33 AguaEsgRes	-0,01	0,15	-0,02	0,54	-0,03	0,12
34 Construcao	0,41	-0,13	2,29	-1,45	0,16	0,01
35 Comercio	0,05	0,04	0,31	0,08	0,05	0,02
36 Transporte	-0,17	0,04	-0,93	0,59	-0,07	-0,01
37 Servicos	0,00	0,08	0,01	0,30	-0,01	0,06
38 SevPesqDesn	0,27	-0,04	1,67	-0,76	0,17	0,03
39 SevArquiEng	-0,10	0,06	-0,46	0,48	-0,10	0,05

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

Em termos regionais, no cenário 1, os destaques são os crescimentos do PIB das economias do Nordeste – PEparaibAl (0,36%), MaranPiaui (0,26%), CearaRGNorte (0,20%), no período de investimentos, que unidas receberam o maior montante em investimentos para expansão em fontes alternativas de energia. Já a região Centro-Sul apresenta taxas de crescimento em torno de zero. No período subsequente, todas as regiões tiveram crescimento no PIB, com destaque para Norte e Nordeste.

Ainda em relação ao PIB, no cenário 4, onde o Nordeste é o maior receptor de investimentos voltados a produção de energia fotovoltaica, à exceção de Para (-0,11%), RestSUL (0,0%) e RGSul (-0,08%), todas as regiões cresceram no primeiro período. No período 2, no qual ocorrem os desdobramentos de investimentos, as taxas de crescimento de PIB são as mais elevadas de todas as simulações. No cenário 5, o PIB da região Norte tem uma retração, bem como da região Sul, em P1. No segundo período, apenas RestSUL(-0,06%) e RGSul (-0,02%) não crescem a taxas positivas, mas a variação é muito próxima a zero (Tabela 19, do apêndice).

O movimento do consumo das famílias, em termos regionais, segue lógica parecida, conforme os dados apresentados na Figura 10. Entre os anos de investimentos (P1), o consumo nas regiões PEparaibAL (0,89%), MaranPiaui (0,55%) e CearaRGNorte (0,42%) são os que mais crescem, sendo que o das demais regiões apresentação pouca variação. São as mesmas regiões que se destacam nos demais cenários, sendo o cenário 4, com variações mais expressivas.

No período entre 2026-2035, o consumo apresenta queda nessas regiões, o que pode ser apenas uma estabilização. Entretanto, em termos gerais, conforme mostra Figura 11, as taxas de crescimento do consumo das famílias são mais estáveis e com mais resultados positivo, entretanto, são mais próximas do zero, o que mostra estabilização.

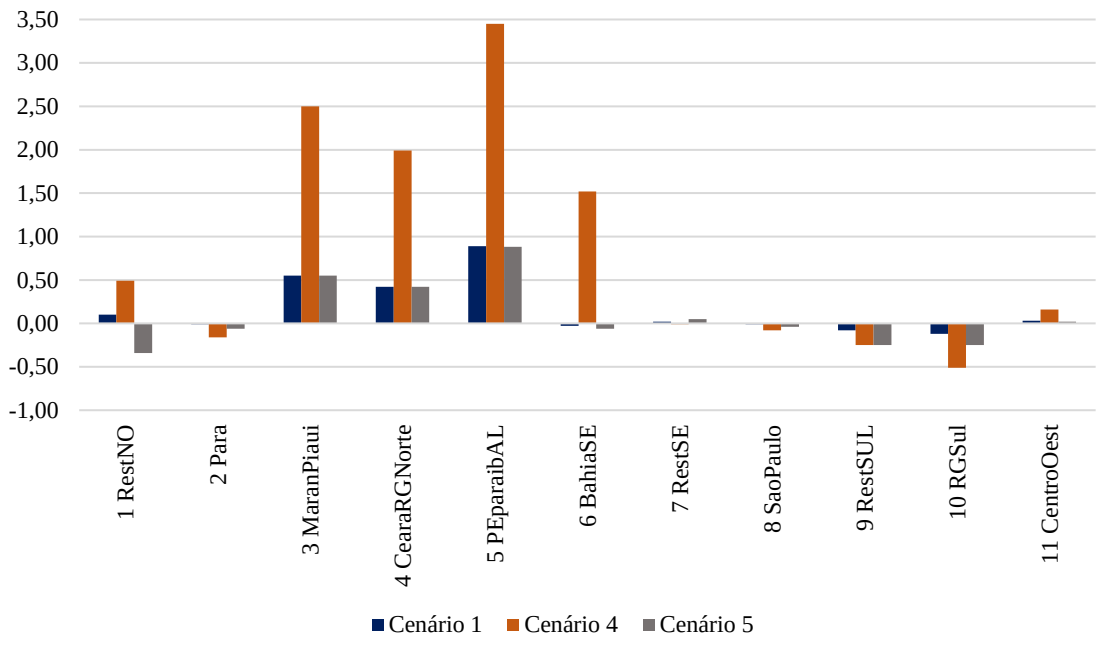

Figura 10. Consumo regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

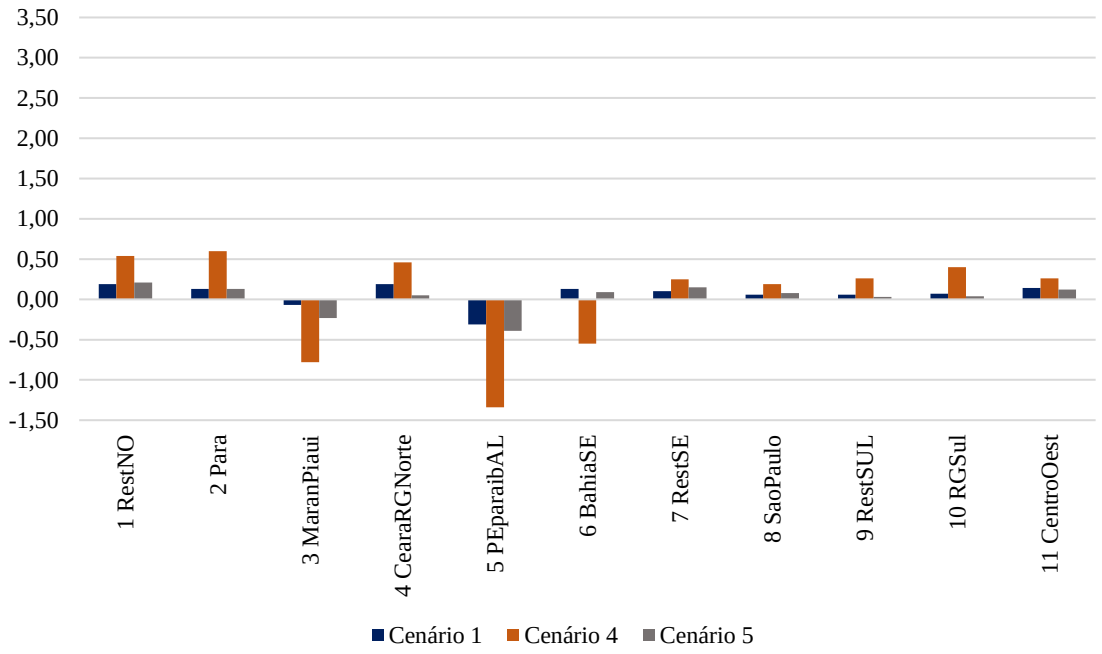

Figura 11. Consumo regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

5.1. Mercado de trabalho

Como a projeção de população e de força de trabalho é a mesma para todas as simulações, o emprego agregado, conforme esperado, não apresentou variação, ainda que outras variáveis macroeconômicas como PIB, consumo e salários tenham variado em termos agregados. Entretanto, as variações relativas regionais dos empregos são consideráveis, conforme mostradas na Figura 12 (2016-2025) e na Figura 13 (2026-2035).

No período de investimento (P1), os empregos nos cenários 1 e 5 variam muito próximos a zero, com exceção a PEparaibAL, enquanto, nitidamente, o cenário 4 apresenta o maior impacto na geração de empregos, em especial na região Nordeste do país, em detrimento das mais ricas.

Analisando o período entre 2026-2035, as variações no emprego regional acontecem de forma mais acentuada apenas no cenário 4, com os demais resultados próximos a zero. Tais resultados que mostram a variação de emprego, seguem lógica parecida com a variação do consumo das famílias, conforme mostrada anteriormente.

Mesmo com as taxas negativas na geração de empregos nas regiões Sul e Sudeste, no período de investimentos, não se pode avaliar de modo negativo tais políticas, pelo fato de o modelo trabalhar com pleno emprego, o que faz com que os trabalhadores sejam realocados entre as ocupações. Isso implica, portanto, que com o crescimento regional do PIB nas regiões Norte e Nordeste, e, consequentemente, do emprego, os trabalhadores das regiões ao sul do país devem migrar para onde a mão de obra está sendo demandada, isto é, para as regiões que estão recebendo mais investimentos para a geração de energia elétrica.

Como se pode ver, as variações percentuais são muito pequenas. Entretanto, ao se mensurar de fato o mercado de trabalho, percebe-se o impacto dessas políticas em termos sociais, lembrando que a força de trabalho para 2035, foi estimada em 153,9 milhões de pessoas. Para ilustrar, a Tabela 13 e a Tabela 14 mostram a variação na demanda por trabalho e do salário real a partir das políticas de investimentos dos três cenários, comparados ao cenário base. Em termos gerais, as regiões com maiores variações nos salários foram as que mais atraíram mão de obra. Nota-se, novamente, o maior número de empregos nas regiões mais receptoras de investimentos, entre 2016-2025.

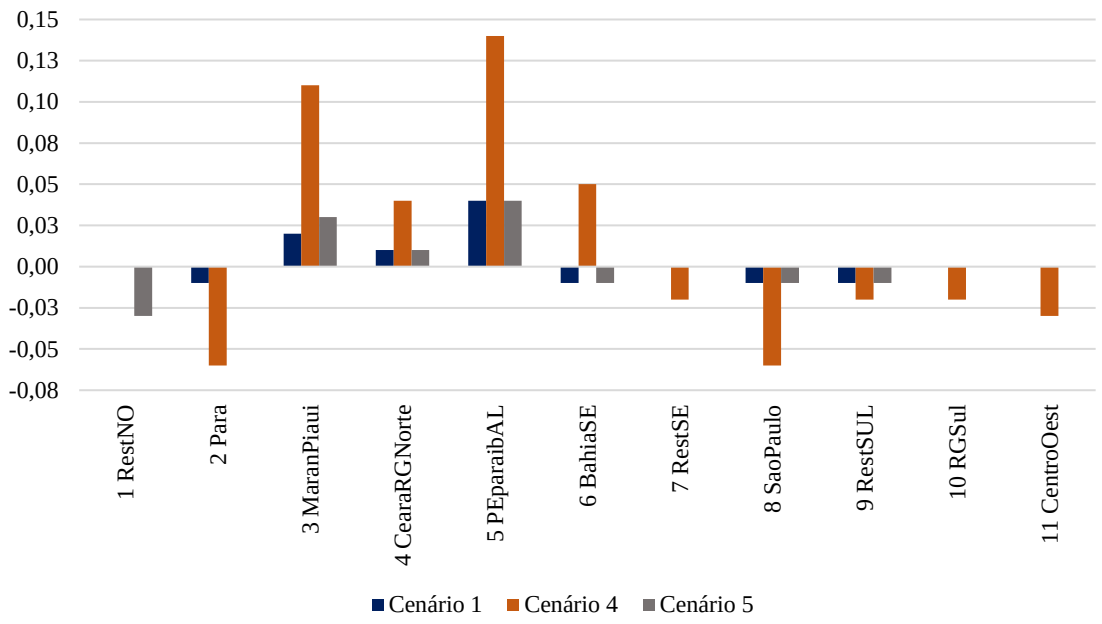

Figura 12. Emprego regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

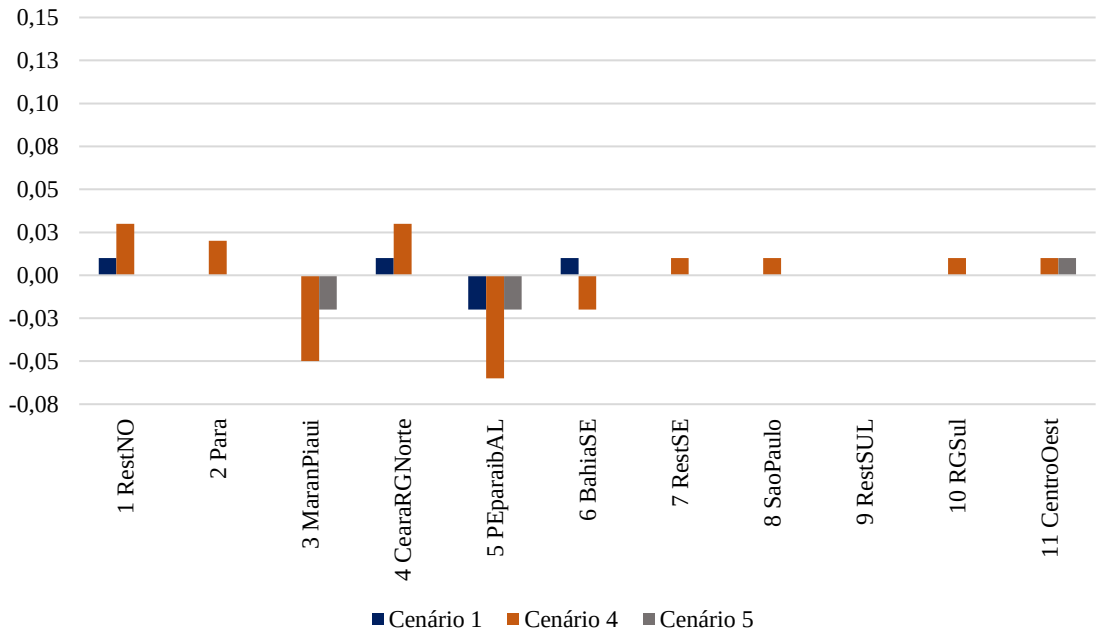

Figura 13. Emprego regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

Tabela 13. Variação na demanda por trabalho regional (unidades de pessoas), desvio acumulado em relação ao cenário de referência, nos períodos de 2016-2025 e 2026-2035

	Cenário 1 Eólica e Solar		**Cenário 4 Solar**		**Cenário 5 Sem UHE**	
	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35
1 RestNO	0	812	0	2.437	-2.437	0
2 Para	-676	0	-4.055	1.352	0	0
3 MaranPiaui	1.483	0	8.154	-3.706	2.224	-1.483
4 CearaRGNorte	934	934	3.737	2.803	934	0
5 PEparaibAL	4.971	-2.485	17.397	-7.456	4.971	-2.485
6 BahiaSE	-1.272	1.272	6.358	-2.543	-1.272	0
7 RestSE	0	0	-5.947	2.973	0	0
8 SaoPaulo	-3.301	0	-19.806	3.301	-3.301	0
9 RestSUL	-1.375	0	-2.749	0	-1.375	0
10 RGSul	0	0	-1.485	743	0	0
11 CentroOest	0	0	-3.956	1.319	0	1.319

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

Tabela 14. Variação dos salários reais (%), desvio acumulado em relação ao cenário de referência, nos períodos de 2016-2025 e 2026-2035

	Cenário 1 Eólica e Solar		**Cenário 4 Solar**		**Cenário 5 Sem UHE**	
	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35
1 RestNO	0,18	0,16	0,91	0,29	-0,24	0,18
2 Para	0,08	0,11	0,33	0,36	0,01	0,11
3 MaranPiaui	0,61	-0,09	2,83	-0,96	0,59	-0,24
4 CearaRGNorte	0,50	0,15	2,38	0,21	0,47	0,04
5 PEparaibAL	0,93	-0,31	3,75	-1,51	0,90	-0,38
6 BahiaSE	0,06	0,11	1,90	-0,75	0,01	0,07
7 RestSE	0,11	0,07	0,44	0,02	0,11	0,13
8 SaoPaulo	0,08	0,04	0,40	-0,03	0,03	0,06
9 RestSUL	0,01	0,04	0,20	0,04	-0,18	0,01
10 RGSul	-0,03	0,05	-0,07	0,18	-0,18	0,02
11 CentroOest	0,12	0,11	0,61	0,04	0,08	0,10

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

ILO (2011b) comentam que estudos na Espanha e Alemanha mostraram que o nível de qualificação dos trabalhadores envolvidos em setores de energia renovável é maior que o nível médio da força de trabalho, o que pode ser uma *proxy*, inclusive, para explicar salários mais altos pagos no setor em algumas partes do mundo. Apesar disso, a Figura 14 mostra que os maiores ganhos nos salários reaisforam nas faixas de renda mais baixas da economia, ocupadas por trabalhadores de menor qualificação profissional, durante o período de investimentos. A

variável OCC refere-se a unidade de renda do modelo, composta por dez classes de salários reais, considerando o salário mínimo real (no caso, como utilizou a PNAD de 2011 para o banco de dados, R$545). A saber:

- OCC1: de zero até meio salário mínimo;
- OCC2: mais de meio salário mínimo até um salário mínimo;
- OCC3: mais de um salário mínimo até dois salários mínimos;
- OCC4: mais de dois salários mínimos até três salários mínimos;
- OCC5: mais de três salários mínimos até quatro salários mínimos;
- OCC6: mais de quatro salários mínimos até cinco salários mínimos;
- OCC7: mais de cinco salários mínimos até seis salários mínimos;
- OCC8: mais de seis salários mínimos até oito salários mínimos;
- OCC9: mais de oito salários mínimos até dez salários mínimos;
- OCC10: mais de dez salários mínimos.

Esse movimento pode ser explicado pelos efeitos encadeados dos investimentos nos cenários simulados, que repercutem ganhos em diversos outros setores econômicos. Além disso, esse aumento vem também do aumento do nível de emprego nas regiões mais pobres do país, que foram as mais beneficiadas por tais investimentos. ILO (2011b) também lembram que algumas energias renováveis empregam trabalhadores com baixa qualificação, que, consequentemente, ganham salários baixos, como é o caso de trabalhadores envolvidos na construção das plantas de produção e trabalhadores agrícolas que produzem bioenergia.

A Figura 15 mostra os mesmos dados de variação dos salários reais no período entre 2026-2035. O destaque é para os aumentos dos salários nas duas faixas de renda mais baixa da economia, em especial no cenário 4, o que mostra os efeitos positivos dos desdobramentos dos investimentos nesse período para pessoas mais pobres, o que contraria a percepção de que apenas trabalhadores com elevada escolaridade teriam ganhos com investimentos em energias renováveis.

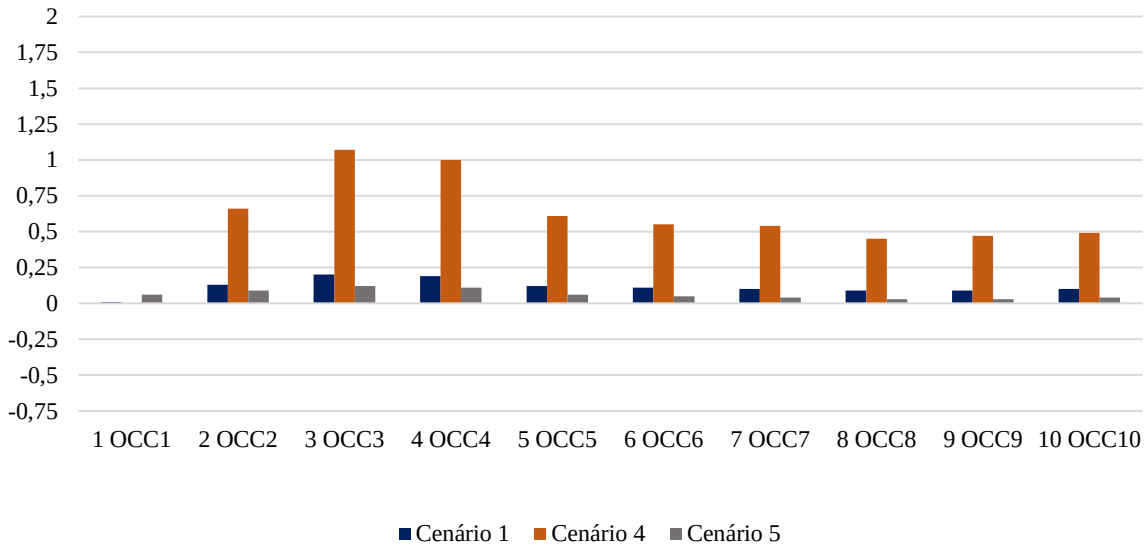

Figura 14. Salário real por faixa salarial, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

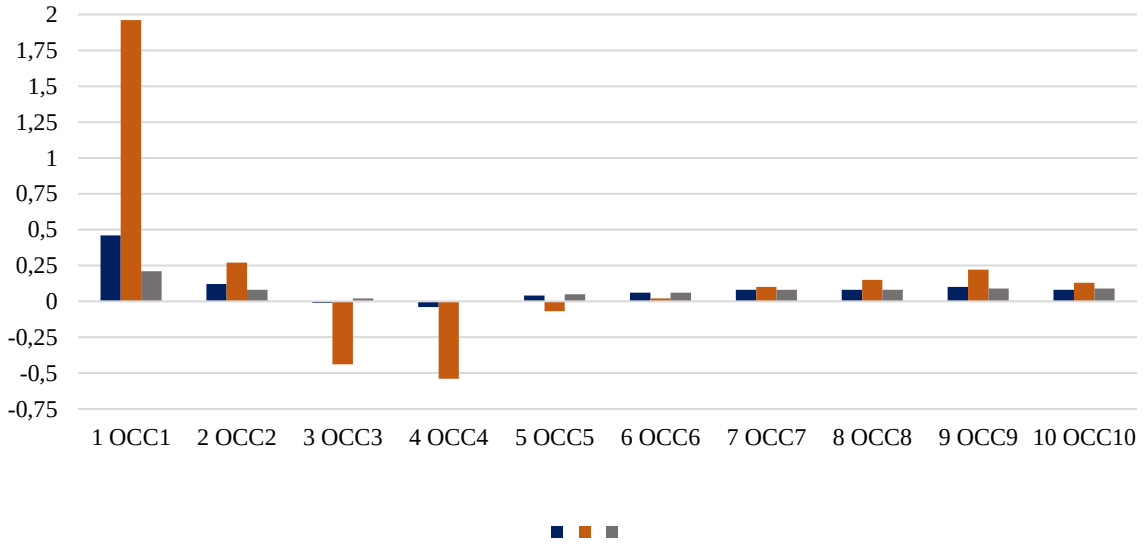

Figura 15. Salário real por faixa salarial, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

A Figura 16 e a Figura 17 mostram situação semelhante, na qual famílias mais pobres tiveram maiores incrementos no consumo. Em P1, o destaque é para os resultados do cenário 4, o que já era esperado, considerando os resultados já apresentados até anteriormente. Nos cenários 1 e 5, a variação de consumo das famílias mais ricas é próxima a zero. A variável POF refere-se a unidade de consumo do modelo, via dados de dispêndio familiar obtidos na Pesquisa de Orçamento Familiar de 2008-2009. O resultado é composto por dez categorias, conforme

seu nível de consumo, considerando o salário mínimo real (no caso, para dados da POF 2008-2009, R$415). A saber:

- POF1: de zero até um salário mínimo;
- POF2: mais de um salário mínimo até dois salários mínimos;
- POF3: mais de dois salários mínimos até três salários mínimos;
- POF4: mais de três salários mínimos até quatro salários mínimos;
- POF5: mais de quatro salários mínimos até cinco salários mínimos;
- POF6: mais de cinco salários mínimos até seis salários mínimos;
- POF7: mais de seis salários mínimos até sete salários mínimos;
- POF8: mais de sete salários mínimos até oito salários mínimos;
- POF9: mais de oito salários mínimos até nove salários mínimos;
- POF10: mais de nove salários mínimos.

Já em P2, nos cenários 1 e 5, a taxa de crescimento do consumo das famílias de renda mais elevada é maior, o que mostra efeitos de desdobramentos dos investimentos sobre essas famílias. Tais resultados mostram que em um primeiro momento, as famílias mais pobres são mais beneficiadas, o que encontra justificativa inclusive no crescimento da produção do setor de construção civil (Tabela 12), que emprega mão de obra de baixa qualificação. No período de maturação de investimentos, entretanto, as famílias mais ricas tendem a colher mais benefícios.

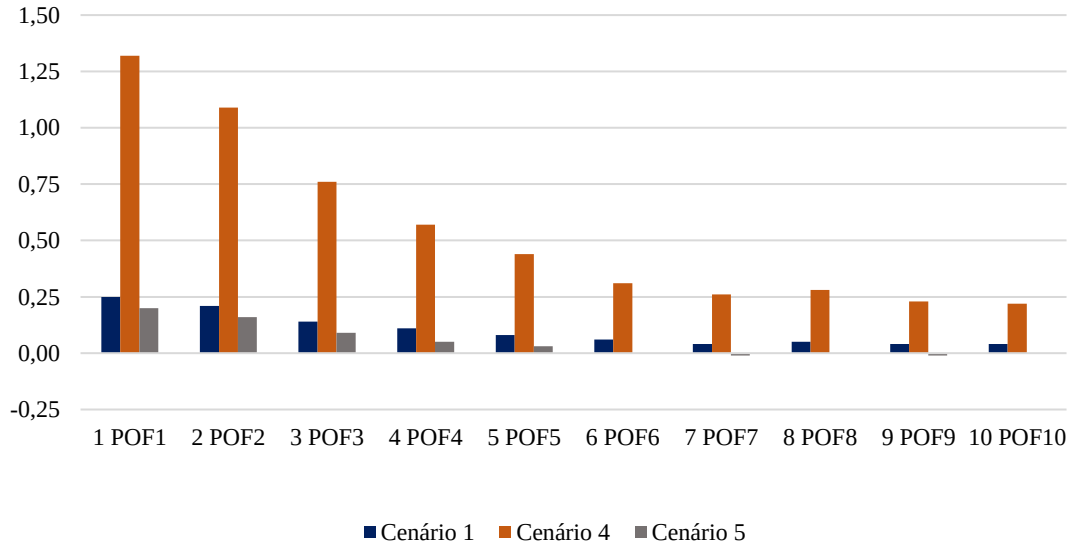

Figura 16. Consumo das famílias por faixa de renda, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2016-2025 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

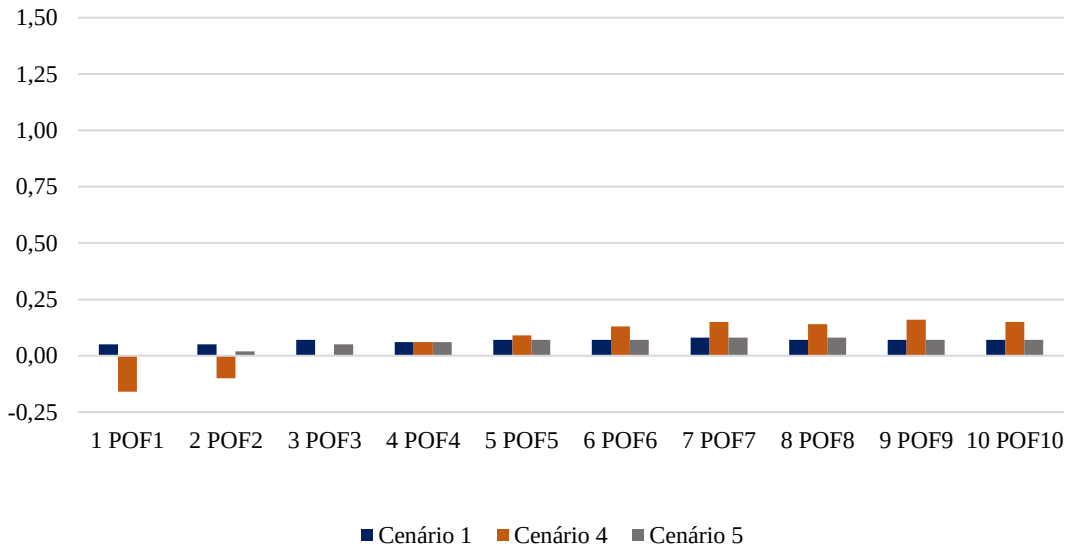

Figura 17. Consumo das famílias por faixa de renda, desvio acumulado em relação ao cenário de referência no período 2026-2035 (%)
Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

5.1.1. Ocupações

Ao analisar a geração de empregos por tipo de ocupação, no período acumulado entre 2016 e 2035, nota-se que todas elas foram beneficiadas pelos cenários de investimentos, com exceção das pequenas variações negativas para os trabalhadores ligados à produção de alimentos, bebidas e fumo (-0,04%) e de serviços e transportes (-0,01%), no cenário 1, porém muito próximas a zero (Tabela 20, no apêndice).

Em relação a geração total de empregos, também é importante lembrar da observação já feita por ILO (2011b), segundo o qual os empregos em produção de energias renováveis não se restringem apenas aos setores geradores. A cadeia de valor de energia renovável abrange manufatura e distribuição, com a instalação de equipamentos; desenvolvimento de projetos; trabalhos de construção e instalação associados ao desenvolvimento de fontes renováveis; operação e manutenção das instalações; além de uma série de outras atividades transversais que contribuem para um ou mais dos estágios da cadeia de valor. O setor de bioenergia, inclusive, pode ser acrescido com um estágio adicional em sua cadeia de valor: o de crescimento e de colheita de biomassa.

Os dados apresentados na Tabela 15 mostram as variações percentuais na demanda por tipo de ocupação nos três cenários e em ambos períodos analisados, P1 (de 2016 a 2025) e P2

(de 2026 a 2035).Dentre os 14 grupos de ocupação analisados[10], 9 delas crescem nos três cenários, no período de investimentos, sendo que os resultados do cenário 4 são mais expressivos.

Tabela 15. Variação na demanda por trabalho, por tipo de ocupação (%)

	Cenário 1 Eólica e Solar		**Cenário 4 Solar**		**Cenário 5 sem UHE**	
	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35
1 Adm	0,02	-0,01	0,13	-0,06	0,02	-0,01
2 Sci	0,13	0,03	0,74	0,16	0,13	0,04
3 Alim	-0,12	0,08	-0,62	0,73	0,00	0,04
4 ServTrans	-0,03	0,02	-0,14	0,14	-0,01	0,01
5 Metalurg	0,29	-0,22	1,50	-1,36	0,15	-0,10
6 Com	0,07	-0,05	0,40	-0,33	0,06	-0,03
7 JurHumFin	0,03	0,01	0,16	0,07	0,03	0,02
8 EnAgua	0,32	0,06	1,67	0,57	0,35	0,06
10 Mil	0,06	0,02	0,34	0,11	0,06	0,03
11 MobPapText	-0,01	0,04	-0,02	0,27	0,04	0,03
12 OutIndRepar	0,07	-0,05	0,42	-0,33	0,06	-0,03
13 TrabAgroPesc	-0,25	0,66	-1,39	3,14	-0,11	0,29
14 ProdAgro	-0,22	0,79	-1,28	3,64	-0,06	0,33
15 Tec	0,09	0,01	0,48	0,12	0,10	0,02

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas

No período de investimento (P1), o destaque é para o crescimento na demanda por ocupações classificadas como “EnAgua”, o que era esperado visto que é uma categoria que abriga os operadores de produção e distribuição de energia. A maior parte dessas ocupações estão alocadas no setor de transformação (30,1%), alimentos, bebidas e fumo (16,2%) e água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos (15,8%). Essa distribuição deve-se a composição da categoria “EnAgua” (Tabela 17, no apêndice), que agrupa os seguintes trabalhadores:

i) supervisores de instalações de produção e distribuição de energia, utilidades, captação, tratamento e distribuição de água (0,9% dos trabalhadores de “EnAgua”)

ii) operadores de instalações de geração de energia térmica, elétrica e nuclear (7,3% dos trabalhadores de “EnAgua”)

[10] A análise não considera o grupo de ocupações “MalDef”, considerando que não agregam nenhuma informação ao estudo, portanto apenas 14 ocupações serão apresentadas nessa seção.

iii) operadores de instalações de distribuição de energia térmica, elétrica e nuclear (6,0% dos trabalhadores de “EnAgua”)

iv) operadores de máquinas a vapor e caldeiras (35,2% dos trabalhadores de “EnAgua”)

v) operadores de instalações de captação e distribuição de águas (29,1% dos trabalhadores de “EnAgua”)

vi) operadores de instalações de captação e tratamento de esgotos (6,4% dos trabalhadores de “EnAgua”)

vii) operadores de instalações de captação, engarrafamento e distribuição de gases (1,6% dos trabalhadores de “EnAgua”)

viii) operadores de instalações de refrigeração e ar condicionado (13,5% dos trabalhadores de “EnAgua”).

Em termos gerais, essas ocupações remuneram de forma bastante distinta, sendo que a amplitude de variação dos rendimentos declarados em 2011 foi entre R$ 102 e R$12 mil. As ocupações com menor rendimento médio mensal, são as dos operadores de instalações de refrigeração e ar condicionado (R$ 876). Já as ocupações de maiores rendimentos médios são as dos supervisores de instalações de produção e distribuição de energia, utilidades, captação, tratamento e distribuição de água (R$ 5.492), dos operadores de instalações de distribuição de energia térmica, elétrica e nuclear (R$ 2.376) e dos operadores de máquinas a vapor e caldeiras (R$ 2.017), sendo essas as ocupações que também apresentam maior diferença entre os rendimentos pagos aos trabalhadores.

Tais dados refletem as diferenças educacionais dentro do agrupamento “EnAgua”[11], visto que a maioria do grupo possui 12 anos de estudo (37,9%), enquanto alguns desses trabalhadores chegam a 16 anos de estudo (5,8%). Outros, ainda, declaram ter estudado apenas 1 ano (4,3%). Supervisores de instalações de produção e distribuição de energia, utilidades, captação, tratamento e distribuição de água são os que apresentam maior tempo de estudo (16 anos), enquanto os operadores de instalações de refrigeração e ar condicionado são os que tem menor diferença entre anos de estudo (o mínimo são 7 anos e o máximo, 12). Os demais trabalhadores possuem escolaridade muito diversa, o que reflete nas diferenças salariais de cada uma das ocupações.

[11] A categoria de ocupações “EnAgua” utilizada neste trabalho é a mesma apresentadao pela PNAD como “operadores de instalações de produção e distribuição de energia, utilidades, captação, tratamento e distribuição de água”, não sendo possível trabalhar com um nível maior de desagregação dessas ocupações. Mesmo sendo ocupações bastantes correlatas, dentro do mesmo setor, o grupo considera diversos tipos de ocupação com suas especifidades (como rendimentos e qualificação). Considerando o nível de agregação utilizada neste trabalho, optou-se por manter a mesma classificação.

O segundo grupo de ocupações que cresce em todos os cenários, em P1, é “Metalurg”, grupo composto por trabalhadores da construção civil (68,7%), da indústria eletroeletrônica montadores de instrumentos de precisão e musicais, joalheiros, ceramistas e afins (4,1%), da indústria extrativa (5,6%), da siderurgia (2,3%) e da transformação de matérias e compósitos (19,2%).

Dentre os trabalhadores da construção civil, de maior representatividade no grupo, 90,2% trabalham na atividade “ConstEdif”, e possuem um rendimento médio mensal de R$ 915 em 2011. A escolaridade do grupo é baixa, sendo que 15,2% desses trabalhadores estudaram 9 anos e 14,5% deles declaram apenas 1 ano de estudo. A informalidade também é elevada (26,2%), bem como os trabalhadores por conta própria (42,7%), o que caracteriza um grupo não ampara por leis trabalhistas.

Outro destaque do grupo “Metalurg” são os trabalhadores da transformação de matérias e compósitos, que se concentram nas atividades de “ProduMetal” (19,5%), “ConstEdif” (10,6%), “Automoveis” (10,1%), “OutMaqEquip” (9,5%) e “Comercio” (8,5%). O rendimento médio mensal de “TransfMet” era de R$ 1.309, mas o máximo declarado atingiu R$40.000, o que mostra um grupo de trabalhadores diversos, reflexo da escolaridade também diversa, sendo que 42,7% tinham 12 anos de estudo, enquanto 7,1% tinham apenas 5 e 1,9% tinham estudo 16 anos. A taxa de formalidade dessa ocupação era elevada, com 76,1% trabalhando com carteira assinada, de acordo com a PNAD de 2011.

Esses dados mostram que ocupações de baixa qualificação também serão demandadas em cenários de investimento em energias renováveis. Autores como Muçouçah (2009) e Strietska-Ilina *et al.* (2011) já haviam demonstrado preocupações com desequilíbrios no mercado de trabalho, elevando o custo social.

O terceiro grupo de destaque na Tabela 15 é “Sci”, grupo composto por “Agron” (2,3%), “Bio” (55,1%), “Comp” (15,9%), “Eng” (24,1%), “Geo” (0,3%) e “Sci” (2,3%), sendo 70% desses trabalhadores concentram nas atividades de “SaudePrivada”, “SaudePublica” “SevArquiEng” “ManutRepPC” e “ServAdmPub”. Os rendimentos médios desse grupo de ocupações também era elevado, de acordo com os dados da PNAD, de 2011, com pouca variação entre as ocupações, sendo o menor deles de R$ 3.214 (“Sci”) e o maior, R$ 5.253 (“Geo”), bem como a escolaridade, sendo que 82,7% desses trabalhadores completaram 16 anos de estudo.

O quarto grupo de destaque são “Tec”, grupo que engloba professores leigos e com ensino médio (13,6%) e todos os profissionais de nível técnico (86,4%), das diversas atividades da economia, sendo que esses concentram-se nas atividades de “Comercio”, “SaudePublica” e

“ServAdmPub” (32,2%). O menor rendimento médio do grupo “Tec” era dos professores (R$ 945) e o mais elevado era dos técnicos petroquímicos (R$ 4.777). Dentre todos os esses profissionais, 51,2% declaram 12 anos de estudo e 17%, completaram 16 anos.

O quinto grupo cuja demanda cresce em todos os cenários é “OutIndRepar” é composto por trabalhadores que executam diversas funções transversais (35,8%) e trabalhadores de conservação, reparação e manutenção (64,2%). O rendimento médio mensal dessas ocupações é equilibrado – R$1.046 para “OutInd” e R$ 1.211 para “Repar”, mas a variação salarial entre os trabalhadores é muito discrepante, sendo que o salário mais elevado declarado em 2011 foi de R$ 18 mil. Essa distribuição também ocorre na escolaridade desses profissionais: 36% completaram 12 anos de estudo, enquanto 5,6% estudaram apenas 1 ano e 2,5% chegaram a completar 16 anos de estudo, de acordo com a PNAD 2011 (IBGE, 2011).

Dentre os profissionais de “Com”, 85,5% trabalhavam no comércio, 4,9% em “SevAliment” e 4,6% “SevEspConst”. Conforme já abordado anteriormente no estudo dos dados da PNAD 2011 (IBGE, 2011), a taxa de informalidade (17,7%) e de trabalhadores por conta própria (35,7%) é bastante elevada, representando mais da metade dessas ocupações. O rendimento médio mensal em 2011 era de R$951 e 42,3% declararam ter 12 anos de estudo. A escolaridade desse grupo é bastante desigual, o que reflete nas diferenças salariais.

O grupo de militares também se destaca com crescimento positivo em todos os cenários, mas não deve ser analisado da mesma forma que as demais ocupações por não seguir uma dinâmica economica de crescimento.

O grupo “JurHumFinHum” é composto por “ComArtRel” (15,0%), “Fin” (11,3%), “Hum” (6,7%), “Jur” (10,3%), “Mkt” (6,8%) e “ProfSup” (50,0%). Trata-se de um grupo de ocupações representada por trabalhadores com rendimento médio mensal elevado, segundo dados da PNAD 2011 (IBGE, 2011), cuja média era de R$ 2.534, alavancada pelos rendimentos dos profissionais de ciências jurídicas (R$ 5.561) e dos ligados a finanças (R$ 3.794), reflexo da elevada escolaridade, visto que 63,3% desses profissionais completaram 16 anos de estudo.

O agrupamento de ocupações classificado como “Adm” tem 63,2% de seus trabalhadores alocados em serviços administrativos, com rendimento médio mensal de R$ 1.194, em 2011. Já os administradores, tanto da esfera privada (31,7%), quando do poder público (2,0%) apresentavam rendimentos mais elevados – R$ 3.735 e R$ 3.558, respectivamente. Os operadores telemarketing que correspondiam a 3,2% das ocupações de “Adm”, tinham o salário mais baixo do grupo (R$ 772), bem como o nível de escolaridade (74% completaram 12 anos de estudo), junto com os prestadores de serviços administrativos (47,2%). Entre os “AdmPub”, 47,4% estudaram 16 anos e entre os “AdmGer”, 32,8%.

O crescimento de ocupações relacionadas a atividades administrativas (Adm) é esperado, pois caracterizam um tipo de trabalho que demanda atividades secretariais, o que é bastante representativo no Brasil, conforme aponta estudo de Maciente (2014). O autor já mostrou a importância da administração pública (computados em “Adm”), da construção civil (computados em “Metalurg”) e do ensino (computados em “JurHumFin”) na geração de empregos no país, atividades que representavam cerca de metade de empregos formais.

Ao analisar a variação na demanda por ocupações no período de desdobramentos dos investimentos, entre 2026 e 2035, percebe-se uma mudança nas categorias de trabalhadores que passam a ser mais demandados. Entretanto, as maiores taxas de crescimento continuam sendo no cenário 4. A demanda por produtores e os trabalhadores na agropecuária, que no período de investimento caiu, é destaque em P2, o que está em conformidade com o aumento na demanda por alimentos nesse segundo período, bem como efeitos dos investimentos no bem de investimento de produtos da pecuária. Esse aumento na demanda por profissionais do campo é benéfico em termos sociais, visto que atividades rurais são as que mais concentram pobreza (PNUMA *et al.*, 2008). Além disso, esse aumento deve-se a expansão uniforme da biomassa em todos os cenários. ILO (2011b), ao pesquisar sobre as cadeias produtivas das energias renováveis, explica que a produção de bioenergia é intensiva em trabalho, demandando mão de obra em toda a cadeia. Além disso, é uma fonte de produção energética que gera muitos empregos indiretos

O terceiro destaque nesse período, é a demanda por trabalhadores da fabricação de alimentos, bebidas e fumo. As três categorias de ocupações, conforme já discutido anteriormente (ver Tabela 9) são caracterizadas por baixos rendimentos e por trabalhadores de pouca qualificação, o que mostra um impacto positivo para esses profissionais em um segundo período, o que corrobora os dados mostrados na Figura 15 e na Figura 17.

Em relação ao funcionamento da cadeia de produção da energia eólica, conforme ocorre no cenário 1, empresas envolvidas na fabricação e instalação dos parques eólicos demandam trabalho de alta qualificação, devido a tecnologia envolvida, como engenheiros mecânicos, elétricos, de pesquisa e desenvolvimento, de software, além dos sistemas de controle. Na fase de desenvolvimento do projeto, as empresas tendem a ter poucos funcionários próprios, terceirizando serviços através de contrato com outras empresas, que, portanto, envolvem-se indiretamente com o processo de geração de energia eólica. Na fase de construção e instalação, as empresas também contratam terceiros, mas ainda sim mantém uma ampla folha de pagamento com profissionais qualificados para a tarefa. Na fase de operação e manutenção, as empresas que desenvolveram o parque eólico tanto podem gerenciar ou passar a investidores

(ILO, 2011b). Essa demanda no período de investimentos por trabalhadores mais qualificados e, posteriormente, uma disseminação desses resultados por outras categorias de ocupações é corroborada pelos resultados do modelo.

A cadeira de valor da energia solar, cerne do cenário 4, envolve a produção e instalação de energia solar fotovoltaica e solar térmica, sendo que os projetos solares variam conforme a escala de produção podendo ser desde instalação para abastecer uma única residência como uma fazenda inteira de painéis fotovoltaicos. Já a natureza de empregos voltados a instalação, operação e manutenção dessa fonte de energia é local, o que tende a oferecer desenvolvimento para a mão de obra local.

As empresas que operam na fase de fabricação e distribuição da cadeira produtiva de energia solar desenvolvem, fabricam e vendem os equipamentos necessários, demandando alto nível de qualificação de mão de obra, tanto para o processo de inovação e fabril quanto para habilidades em vendas internacionais. Na fase de desenvolvimento do projeto, a qualificação da mão de obra depende do tamanho do projeto, visto que conforme mencionado, pode haver projetos solares em uma única residência. No caso de grandes fazendas, o processo é semelhante ao que ocorre em projetos eólicos, demandando outras empresas, além de serviços governamentais. Para a construção e instalação desses grandes projetos, as empresas normalmente contratam outras empresas além de programas de comissionamento.

Os resultados gerais apresentados mostram que no período de investimentos trabalho qualificado é essencial, conforme já apontado na literatura, pela necessidade de pesquisa e desenvolvimento, estudos locais de onde serão implementados os projetos, gestão de investimentos, custos e pessoal. Entretanto, os investimentos em energias alternativas repercute por diversas categorias de ocupação, demandando também profissionais menos qualificados, mas igualmente essenciais para a construção das plantas de produção e trabalhos de manutenção. Desse modo, os resultados do modelo corroboram o que a literatura já descrevia.

Em termos regionais, no cenário 1, o destaque é para a “MaranPiaui”, cujo aumento na demanda é generalizado por todos os tipos de ocupações, com exceção de “TrabAgroPesc” (-0,28%) e “ProdAgro” (-0,24%), no período de investimentos. Conforme apresentado na Tabela 21 (apêndice), as regiões que impulsionam o aumento nacional por demanda por ocupações são “MaranPiaui”, “CearaRGNorte”, “PEparaibAL”. No período de desdobramentos de investimentos, as maiores variações na demanda por ocupações ocorrem nessas mesmas regiões. Entretanto, o aumento na demanda por trabalho no campo é observado em todas as regiões, ainda que de modo mais significativo no Norte, Nordeste e Centro-Oeste e mais discreto nas regiões Sul e Sudeste (Tabela 24 do apêndice). Os resultados do cenário 4 seguem

a mesma tendência, mudando apenas os percentuais, que são mais elevados por ser um cenário de maior captação de investimentos (Tabela 22 e Tabela 25, no apêndice). A movimentação, de modo geral, também segue a mesma lógica no cenário 5, porém as taxas de crescimento positivas são mais tímidas, em especial no segundo período, o que se deve ao fato de ser o cenário com menor montante de recursos investidos (Tabela 23 e Tabela 26, no apêndice).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho realizou uma avaliação da variação na demanda por ocupações em cenários alternativos de investimentos em geração de energia elétrica, tendo por base o planejamento previsto pelo Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2026). Para tanto, pariu-se de uma caracterização do mercado de trabalho brasileiro, em termos de ocupações, a partir dos microdados da PNAD, para o ano de 2011,. Para obter tais resultados, utilizou-se um modelo dinâmico de equilíbrio geral computável, o TERM-BR10, que contém um módulo específico para simulações no setor elétrico.

Os investimentos descritos no cenário 1 do PDE 2026 são aqueles que o país deverá, oficialmente, buscar atingir. Mesmo com resultados positivos, em termos gerais, para as variáveis macroeconômicas, os impactos previstos pelos investimentos do cenário 4 são ainda melhores, devido ao montante de investimentos desses projetos. Os resultados para a região Nordeste são os mais promissores, o que reflete uma externalidade positiva de tais políticas para uma região do país que apresenta vulnerabilidade socioeconômicas. Em relação ao cenário 5, ainda que com variações mais tímidas, não deve ser considerado um cenário negativo para a economia como um todo. Vale lembrar que a matriz energética brasileira é majoritariamente baseada em energia hidrelétrica e esse cenário mostra que pode haver mudanças estruturais, sem a expansão de grandes usinas de geração hidrelétrica, e ainda sim haver resultados positivos no agregado.

Analisando o mercado de trabalho, os resultados mostram que, como resultado dos investimentos em energia, surge um fluxo migratório das regiões Sul e Sudeste para o Nordeste, devido ao aumento de salários reais e emprego na região, mais beneficiada pelos investimentos planejados pelo PDE, no período entre os anos de 2016 e 2025.

No que tange a análise por demanda de ocupações, objetivo central do trabalho, os três cenários mostram resultados similares, com diferenças apenas na amplitude da variação, visto que o cenário 4 apresentou os melhores resultados. No primeiro período analisado, de 2016 a 2025, cujos investimentos estão ocorrendo, percebe-se que a demanda por ocupações é bem diversa, abrindo oportunidades de trabalho para mão de obra de todo tipo de qualificação, com ênfase para as mais qualificadas, como era esperado. Autores como ILO (2011b) e Simas e Pacca (2014) já anteciparam que o maior números de empregos gerados acontece na fase de investimentos em energias renováveis, corroborando os resultados obtidos, que verificaram maior demanda por ocupações que exigem trabalho qualificado, na fase de implementação dos projetos.

Essa diversidade deve-se pela demanda por trabalhadores para construção civil, setores da indústria de transformação, comércio e trabalhadores de manutenção e reparos, cuja escolaridade ainda é baixa, refletindo também em baixa remuneração. Os desdobramentos econômicos são consideravelmente positivos por darem oportunidades para esses grupos de trabalhadores. Entretanto, nesse período de investimentos, a maior demanda por trabalho, conforme previa a literatura, é, de fato, por trabalhadores com um nível de escolaridade mais elevado, considerando a demanda por engenheiros, administradores e técnicos.

No período entre os anos 2026 e 2035, de desdobramentos de investimento, porém, a situação se inverte, há uma acomodação na variação na demanda por trabalho, mas a demanda por trabalhadores no campo aumenta, bem como por trabalhadores voltados a fabricação de alimentos, bebidas e fumo. Essas ocupações são assumidas, em sua maioria, por profissionais de pouca escolaridade e baixa renda, o que é um desdobramento social importante dos investimentos feitos no primeiro período.

Regionalmente, a demanda por ocupações segue a mesma lógica que em termos nacionais, com destaque para o Nordeste, quem impulsiona a demanda por trabalho em todos os cenários. Novamente, um resultado importante em termos socioeconômicos.

Dentre as limitações do trabalho, está o fato de o modelo não computar características da mão de obra, apenas a quantidade de trabalhadores em cada ocupação. Além disso, o primeiro tratamento relacionado ao setor de energia pode ser melhorado, com dados futuros, talvez já desagregados, ou sob novas perspectivas.

Cabe ressaltar que os resultados foram apresentados de maneira descritiva como opção para caracterizar o trabalhador brasileiro, de acordo com dados da PNAD. Como contribuição, o trabalho propôs uma primeira abordagem acerca da demanda por ocupações, em cenários de renováveis. Sugere-se, para futuros trabalhos, novos critérios de agregação das ocupações nos setores de geração, como forma de se analisar a estabilidade dos resultados obtidos. Pesquisas que foquem em apenas um setor também podem trabalhar com um nível desagregado de ocupações, que deve captar melhor variações. Da mesma forma, novos fechamentos macroeconômicos também podem trazer resultados distintos e devem ser incluídos na agenda de pesquisas sobre a demanda por ocupações trazidas por políticas ligadas à descarbonização da economia.

REFERÊNCIAS

ACAR, S.; YELDAN, A. E. Environmental impacts of coal subsidies in Turkey: A general equilibrium analysis. **Energy Policy**, v. 90, p. 1–15, mar. 2016.

AHOKAS, J.; HONKATUKI, J.; MARTTILA, K. Forecasting demand for labour and sillswith and AGE-model in Finland. **GTAP Resource 3328**, Government Institute for Economic Research, 2010.

BARROS, P. S.; SCHUTTE, G. R.; PINTO, L. F. S. **Além da autossuficiência: o Brasil como protagonista no setor energético**. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1.725)

BLANCO, M. I.; RODRIGUES, G. Direct employment in the wind energy sector: An EU study. **Energy Policy**, v. 37, issue 8, p.2847-2857, ago. 2009.

BLYTH, W., SPEIRS, J., GROSS, R. **Low carbon jobs**: the evidence for net job creation from policy support for energy efficiency and renewable energy. UKERC Technology & Policy Assessment Function. REF UKERC/RR/TPA/2014/002. p. 69, November 2014 v.2.

BOETERS, S; LEEUWEN, N. V. **A Labour market extension for WorldScan Modelling Labour Supply, wage bargaining and unemployment in a CGE framework**. CPB Document. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. 2010.

BOETERS, S; SAVARD, L. **The labor market in CGE Models**. CPB Discussion Paper 201. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. 2011.

BÖHRINGER, C.; KELLER, A.; WERF, E. VAN DER. Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts of renewable energy promotion. **Energy Economics**, v. 36, p. 277–285, mar. 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Prevenção e Erradicação do Trabalho Infantil e Proteção ao Trabalhador Adolescente**. Prevenção e erradicação do trabalho infantil e proteção ao trabalhador adolescente. Brasília, Ministério do Trabalho e Emprego, Secretaria de Inspeção do Trabalho, 2004. 82 p.

CARUSO, L. A. C. **Skills for green jobs in Brazil** : unedited background country study. International Labour Office, Skills and Employability Department. Geneva: ILO, 2010.

_____. Retenção, depreciação e renovação de conhecimentos na indústria metalúrgica: uma análise exploratória. In: Marina Pires de Oliveira; Paulo A. Meyer M. Nascimento; Aguinaldo Nogueira Maciente; Luis Antonio Caruso;; Eduardo Miguel Scheneider. (Org.). **Rede de Pesquisa Formação e Mercado de Trabalho**. 1ed.Brasília: IPEA, 2014, v. 2, p. 97-120.

ÇETIN, M.; EĞRICAN, N. Employment impacts of solar energy in Turkey. **Energy Policy**, v. 39, n. 11, p. 7184–7190, nov. 2011.

CONSOLI, D.; MARIN, G.; MARZUCCHI, A.; VONA, F. Do green jobs differ from non-green jobs in terms of skills and human capital? **Research Policy**, v. 45, issue 5, p.1046-1060, jun. 2016.

DAI, H.; XIE, X.; XIE, Y.; LIU, J.; MASUI, T. Green growth: The economic impacts of large-scale renewable energy development in China. **Applied Energy**, v. 162, p. 435–449, jan. 2016.

DINIZ., T. B. **Impactos econômicos e regionais dos investimentos em geração de energia elétrica no Brasil**. 2019. 103 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. PLANO DECENAL DE ENERGIA). **PDE 2026**. EPE, 2017.

FERREIRA FILHO, J.B.S. Introdução aos modelos de equilíbrio geral: conceitos, teoria e aplicações. 2010. 31 p. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010. Disponível em: http://www.economia.esalq.usp.br/~jbsferre.

_____. Food security, the labor market, and poverty in the Brazilian bio-economy. Agricultural Economics, Malden, v. 44, p. 1-9, 2013. Disponível em: http://onlinelibrary.wiley.com/pdf.

_____. A prospecção da demanda por trabalho através da utilização de modelos de equilíbrio geral computável. In: Marina Pires de Oliveira; Paulo A. Meyer M. Nascimento; Aguinaldo Nogueira Maciente; Luis Antonio Caruso;; Eduardo Miguel Scheneider. (Org.). **Rede de Pesquisa Formação e Mercado de Trabalho**. 1ed.Brasília: IPEA, 2014, v. 2, p. 187-211.

FERREIRA FILHO, J.B.S.; HORRIDGE, M.J. The world increase in ethanol demand and poverty in Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL TRADE ANALYSIS, 12., 2009, Santiago. **Proceedings**... Santiago: GTAP Events, 2009. p. 1-27.

_____. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. **Lande Use Policy**, v.36, p.595-604, 2014.

FERREIRA FILHO, J.B.S.; RIBEIRA, L.; HORRIDGE, M.J. Deforestation Control and agricultural supply in Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, v.97, p.589-601, 2015.

FRANCO, M. P. V.; CARVALHO, M. M. de; LOMBARDI FILHO, S. C.; MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, E. P. Simulação dos impactos econômicos da proposta brasileira na COP21: uma abordagem de equilíbrio geral computável. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 19., 2016, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis.: ANPEC, 2016. p. 1-20.

GIESECKE, J. A.; TRAN, N. H.; MEAGHER, G. A. **Growth and change in the Vietnamese labour market**: a decomposition and forecast trends in employment over 2010-2020. Centre of Policy Studies. Monash University, 2011. (General Paper G-216).

GONZALEZ, G. C.; ROBSON, S.; PHILLIPS, A.; HUNTER, G. P.; ORTIZ, D. S. **Energy-Sector Workforce Development in West Virginia**: Aligning Community College Education and Training with Needed Skills. RAND Corporation, Santa Monica, Calif, 2015. 194p.

GONZALEZ, G. C.; SINGH, R.; KARAM, R.; ORTIZ, D. S. **Energy-Sector Workforce Development in Southwestern Pennsylvania**: Aligning Education and Training with Innovation and Needed Skills. RAND Corporation, Santa Monica, Calif, 2014. 79p.

HATFIELD-DODDS, S., TURNER, G.; SCHANDL, H.; Doss, T. **Growing the green collar economy**: Skills and labour challenges in reducing our greenhouse emissions and national environmental footprint. Report to the Dusseldorp Skills Forum, jun, 2008. CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra.

HOGAN, A.; ROBERTS, B. Occupational Employment Projections to 2024. **Monthly Labor Review**, 2015. Disponível em: www.jstor.org/stable/monthlylaborrev.2015.12.003.

HORRIDGE, M. **ORANIGRD**: a Recursive Dynamic version of ORANIG. Fev, 2002. Disponível em: https://www.copsmodels.com/ftp/oranig/oranigrd.zip.

_____. The TERM Model and Its Database. In: WITTWER, G. (Ed.). **Economic Modeling of Water. Dordrecht**: Springer Netherlands, 2012. v. 3p. 13–35.

HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITTWER, G.; The impact of the 2002–03 drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**. 27:285–308, 2005.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Contas Nacionais**, 2019. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pib-vol-val_201804_8.shtm.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Documentação dos microdados. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**, 2011. https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/19897-sintese-de-indicadores-pnad2.html?edicao=20748&t=microdados

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). **IEA Energy Atlas**. Disponível em: http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1076250891.

ILO (INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION). **Comparative analysis of methods of identifcation of skill needs on the labour market in transition to the low carbon economy**. International Labour Office, ILO Skills and Employability Department. Geneva: ILO, 2011a.

_____. **Study of occupational and skill needs in renewable energy**. International Labour Office, ILO Skills and Occupational Needs in Renewable Energy. Geneva: ILO, 2011b.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Impactos de mudanças na matriz elétrica brasileira**. 83p. São Paulo, 2016. Disponível em: http://escolhas.org/wp-content/uploads/2016/10/Impacto-Matriz-Eletrica-RelatorioFinal-Escolhas.pdf.

_____. **Quanto custa zerar as emissões da geração de eletricidade no brasil até 2050?** 88p. São Paulo, 2017. Disponível em: http://escolhas.org/wp-content/uploads/2017/09/171020_Relatório-Completo_revisão-final1.pdf.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 169 p.

IRENA (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY). **Renewable Energy and Jobs**: Annual review 2018. 28p.

KOLSUZ, G.; YELDAN, A. E. Economics of climate change and green employment: A general equilibrium investigation for Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 1240–1250, abr. 2017.

KÜSTER, R.; ELLERSDORFER, I. R.; FAHL, U. **A CGE-Analysis of Energy Policies Considering Labor Market Imperfections and Technology Specifications**. SSRN Electronic Journal, 2007.

LAMBERT, R. S.; SILVA, P. P. The challenges of determining the employment effects of renewable energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, issue 7, p.4667-4674, set. 2012.

LEHR, U.; MÖNNIG, A.; MISSAOUI, R.; MARROUKI, S.; SALEM, G. B. Employment from renewable energy and energy efficiency in Tunisia – new insights, new results. **Energy Procedia**, v. 96, p. 223-228, 2016.

LEHR, U.; NITSCH, J.; KRATZAT, M.; LUTZ, C.; EDLER, D. Renewable energy and employment in Germany. **Energy Policy**, v. 36, n. 1, p. 108–117, jan. 2008.

LEHR, U.; LUTZ, C.; EDLER, D. Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. **Energy Policy**, v. 47, p. 358–364, ago. 2012.

LLERA, E.; SCARPELLINI, S.; ARANDA, A.; ZABALZA, I. Forecasting job creation from renewable energy deployment through a value-chain approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 21, p.262-271, mai. 2013.

MACIENTE, A. N. Competências e habilidades ocupacionais no Brasil. In: Marina Pires de Oliveira; Paulo A. Meyer M. Nascimento; Aguinaldo Nogueira Maciente; Luis Antonio Caruso;; Eduardo Miguel Scheneider. (Org.). **Rede de Pesquisa Formação e Mercado de Trabalho**. 1ed.Brasília: IPEA, 2014, v. 2, p. 17-45.

_____. **The determinants of agglomeration in Brazil: input-output, labor and knowledge externalities**. PhD Dissertation, University of Illinois at UrbanaChampaign, 2013.

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T.C. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. **Radar, Brasília**, n. 12, mar. 2011.

MARKAKI, M. et al. The impact of clean energy investments on the Greek economy: An input–output analysis (2010–2020). **Energy Policy**, v. 57, p. 263–275, jun. 2013.

MARKANDYA, A.; ARTO, I.; GONZÁLEZ-EGUINO, M.; ROMÁN, M. V. Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. **Applied Energy**, v. 179, p. 1342-1350, out. 2016.

MATTEI, L. Emprego agrícola: cenários e tendências. **Estudos Avançados**, v. 29 (85), 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ea/v29n85/0103-4014-ea-29-85-00035.pdf.

MEAGHER, G. A.; ADAMS, P. D.; HORRIDGE, J. M. **Applied general equilibrium modelling and labour market forecasting**. Centre or Policy Studies, Monash University, Dec. 2000. (Preliminary Working Paper n. IP-76).

MORENO, B.; LÓPEZ, A. J. The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain). Renewable and Sustainable **Energy Reviews**, v. 12, n. 3, p. 732–751, abr. 2008.

MUÇOUÇAH, P. S. **Empregos Verdes no Brasil : quantos são, onde estão e como evoluirão nos próximos anos**. Organização Internacional do Trabalho. Brasil: OIT, 2009.

NANA, G.; SANDERSON, K.; STOKES, F.; WEBSTER, M. **Projections for a skilled and productive New Zealand**. The Industry Training Federation, mar. 2009.

NEVES JR., E. C.; AZZONI, C. R.; CHAGAS, A. **Habilidades e prêmio salarial urbano.** NEREUS, Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, set. 2019. 34 p.

NHAMO, G. Massive Open Online Courses (MOOCs) and Green Economy Transition: Feasibility Assessment for African Higher Education. **Journal of Higher Education in Africa**, v. 11, n. 1-2 (2013), p. 101-119.

PEREIRA, A. O. et al. Perspectives for the expansion of new renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 49–59, jul. 2013.

PNUD (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTONO BRASIL). **Os objetivos de Desenvolvimento sustentável**: dos ODM aos ODS. Disponível em: < http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015.html>. Acesso em: 19 jan. 2017.

PNUMA (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE), OIT (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO), OIE (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE EMPREGADORES), CSI (CONFEDERAÇÃO SINDICAL INTERNACIONAL). **Empregos Verdes**: Trabalho decente em um mundo sustentável e com baixas emissões de carbono. 2008. Disponível em: http://www.oit.org.br/sites/default/files/topic/green_job/pub/empregos_verdes_rumos_257.pdf.

POLLIN, R.; HEINTZ, J.; GARRETT-PELTIER, H. **The Economic Benefits of Investing in Clean Energy**. p. 69, 2009.

REIS, M. C.; AGUAS, M. **Educação profissional, exigências da ocupação e rendimentos do trabalho no Brasil**. Brasília: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n. 2.446)

REIS, M. C.; MACHADO, D. C. Uma análise dos rendimentos do trabalho entre indivíduos com ensino superior no Brasil. Brasília: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 2.110)

RICHARDSON, S.; TAN, Y. Forecasting future demands: what we can and cannot know. National Institute of Labour Studies, Flinders University, 2007.

RIVERS, N. Renewable energy and unemployment: A general equilibrium analysis. Resource and Energy Economics, v. 35, n. 4, p. 467–485, nov. 2013.

RUTOVITZ, J.; ATHERTON, A. Energy sector jobs to 2030: a global analysis. Prepared for Greenpeace International by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, 2009.

SANTOS, M. A. DOS; FERREIRA FILHO, J. B. S.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; YWATA, A. X. C. **Setor agropecuário brasileiro pós novo Código Florestal: um simulação de impactos econõmicos**. Brasília: Ipea, 2017. (Texto para Discussão, n. 2.320)

SASTRESA, E.L. et al. Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study**. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 2, p. 679–690, fev. 2010.

SCHNEIDER, E. M.; MARQUETTI, A. A.; SPEROTTO, A. P. Q. Identificação das necessidades de qualificação profissional na região metropolitana de Porto Alegre a partir da Pesquisa de Emprego e Desemprego. In: Marina Pires de Oliveira; Paulo A. Meyer M. Nascimento; Aguinaldo Nogueira Maciente; Luis Antonio Caruso; Eduardo Miguel Scheneider. (Org.). **Rede de Pesquisa Formação e Mercado de Trabalho**. 1ed. Brasília: IPEA, 2014, v. 2, p. 123-145.

SILVA, A. M. Dinâmica da produtividade do setor de serviços no Brasil: uma abordagem microeconômica. In: João Alberto De Negri, Luis Claudio Kubota. (Org.) **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Brasília: IPEA, 2006. p. 73-105.

SILVA, A. M.; DE NEGRI, J. A. de; KUBOTA, L. C. Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil. In: João Alberto De Negri, Luis Claudio Kubota. (Org.) **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil. Brasília**: IPEA, 2006. p. 15-34.

SIMAS, M.; PACCA, S. Socio-economic Benefits of Wind Power in Brazil. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 1, n. 1, p. 27–40, mar. 2013.

_____. Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p. 83–90, mar. 2014.

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

SOUZA, K. B.; DOMINGUES, E. P. Mapeamento e projeção da demanda por engenheiros por categoria, setor e microrregiões brasileiras. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 44, n. 2, ago. 2014. p. 373-404.

STRIETSKA-ILINA, O; HOFMANN, C.; HARO, M.D.; JEON, S. **Skills for green jobs**: a global view: synthesis report based on 21 country studies; International Labour Office, Skills and Employability Department, Job Creation and Enterprise Development Department. - Geneva: ILO, 2011. Disponível em: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_159585.pdf.

TOURKOLIAS, C.; MIRASGEDIS, S. Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, p. 2876–2886, ago. 2011.

UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME). **Uncovering pathways towards na inclusive green economy**: a summary for leaders. 2015.

WITTWER, G. **Economic modeling of water: the Australian CGE experience. Dordrecht**: Springer, 2012.

APÊNDICES

Tabela 16. Distribuição dos investimentos por indústria de geração de eletricidade, em 2010

	Ger TermoOut	Ger Eolica	Ger TermoOleo	Ger TermoDies	Ger TermoCarv	BagAcucar	BagEtanol	Ger TermoGas	Ger Hidro	Ger Fotovolt
1 Laranja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 CafeGrao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 OutPrLavPerm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 BovOutrAnim	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
5 Suinos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 AvesOvos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 ExplFlorSilv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Petro	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
9 ProdMadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 ProduMetal	0,044	0,115	0,044	0,044	0,044	0,043	0,043	0,044	0,018	0,003
11 MaqEscEquInf	0,017	0,019	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,022
12 MatEletrCom	0,009	0,061	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,017	0,186
13 EqMedContOpt	0,041	0,003	0,041	0,041	0,041	0,040	0,040	0,041	0,040	0,003
14 MaqApaEquEle	0,023	0,141	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,183
15 Eletrodome	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 TratMaqAgric	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003	0,005
17 MaqExtConst	0,043	0,011	0,043	0,043	0,043	0,042	0,042	0,043	0,021	0,013
18 OutMaqEquip	0,345	0,160	0,345	0,345	0,345	0,211	0,211	0,345	0,088	0,191
19 Automoveis	0,012	0,013	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,015
20 CaminhOnib	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005
21 OutrEquTran	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005
22 Moveis	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004
23 OutAtivIndst	0,072	0,081	0,072	0,072	0,072	0,036	0,036	0,072	0,022	0,047
24 ManRepMaqEqp	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,042	0,042	0,002	0,018	0,002
25 ConstEdif	0,096	0,108	0,096	0,096	0,096	0,095	0,095	0,096	0,094	0,123
26 ConstInfra	0,136	0,111	0,136	0,136	0,136	0,318	0,318	0,136	0,514	0,079
27 SevEspConst	0,085	0,096	0,085	0,085	0,085	0,060	0,060	0,085	0,059	0,031
28 DesenSistOut	0,009	0,010	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,012
29 SevPesqDesn	0,009	0,029	0,009	0,009	0,009	0,008	0,008	0,009	0,008	0,045
30 SevArquiEng	0,037	0,017	0,037	0,037	0,037	0,015	0,015	0,037	0,022	0,019
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: elaboração própria, a partir de Diniz (2019)

Tabela 17. Classificação de ocupações proposta com as respectivas correspondências dos códigos da composição de grupamentos ocupacionais da PNAD (continua)

Código da ocupação	Tipo de ocupação	Descrição da ocupação	Códigos da PNAD
1	Adm	Serviços administrativos	4101-4152, 4201-4222, 4231-4241
2	AdmGer	Administradores (exceto do poder público)	1210-1320
3	AdmPub	Administradores do poder público	1111-1140
4	Agron	Agrônomos	2221
5	Alim	Trabalhadores da fabricação de alimentos, bebidas e fumo	8401-8493
6	Bio	Profissionais da biotecnologia e ciências biológicas e da saúde	2011, 2211, 2231-2237
7	Catador	Catadores de sucata	5192
8	Civil	Trabalhadores da construção civil	7151-7170
9	Com	Trabalhadores do comércio	5102-5243
10	ComArtRel	Comunicadores, artistas e religiosos	2611-2631
11	Comp	Engenheiros e especialistas em computação	2121-2125
12	EletElIntJ	Trabalhadores da indústria eletroeletrônica, montadores de instrumentos de precisão e musicais, joalheiros, ceramistas e afins	7301-7321, 7401-7421, 7501-7524
13	EnAgua	Operadores de produção e distribuição de energia e captação, tratamento e distribuição de água	8601-8625
14	Eng	Engenheiros	2021, 2140-2149
15	Ext	Trabalhadores da indústria extrativa	7101-7122
16	Fin	Profissionais ligados a finanças	2521-2525, 3531-3532
17	Geo	Geólogos e geofísicos	2133-2134
18	Hum	Profissionais das ciências sociais e humanas	2511-2516
19	Jur	Profissionais das ciências jurídicas	2410-2423
20	MalDef	Ocupações maldefinidas	9988
21	MecAgro	Trablhadores da mecanização agropecuária e florestal	6410-6430
22	Mil	Militares	0100 - 0513
23	Mkt	Profissionais de marketing	2531, 7660-7664
24	Mob	Trabalhadores da indústria de madeira e mobiliário	7701-7772
25	OutInd	Trabalhadores de outras funções	7801-7823, 7841-7842, 8101-8181, 8711
26	Papel	Trabalhadores da indústria de celulose e papel	8301-8339
27	Pesc	Pescadores, caçadores e extrativistas florestais	6301-6329
28	ProdAgro	Produtores na agropecuária	6110-6139
29	ProfM	Professores leigos e com ensino médio	3311-3341
30	ProfSup	Professores com ensino superior	2311-2394
31	Repar	Trabalhadores de reparação e manutenção	9101-9193, 9501-9543, 9911-9922
32	Sci	Matemáticos e estatísticos	2012, 2111-2112, 2151-2153

Tabela 17. Classificação de ocupações proposta com as respectivas correspondências dos códigos da composição de grupamentos ocupacionais da PNAD (continuação)

Código da ocupação	Tipo de ocupação	Descrição da ocupação	Códigos da PNAD
33	SegTrab	Técnicos de segurança no trabalho	3516, 3525
34	Serv	Trabalhadores do setor de serviços	5102-5103,5121, 5131, 5151-5191, 5198-5199
35	ServHosp	Trabalhadores do setor de transporte, turismo, hotelaria e administração de edifícios	5101, 5114, 5132-5142
36	ServTran	Trabalhadores de transportes de passageiros	5111-5112
37	Sider	Trabalhadores da siderurgia	8201-8281
38	Tec	Técnicos	3001-3012, 3111, 3113-3114,3116-3117,3171-3192, 3911-3912
39	TecAdm	Técnicos em ciências administrativas	3511-3515, 3517-3524,3541-3548
40	TecAmb	Técnicos ambientais	3115
41	TecBio	Técnicos em ciências biológicas e saúde	3201-3281
42	TecCiv	Técnicos em construção civil	3121-3123
43	TecEl	Técnicos em eletrecidade, eletrônica e telecomunicações	3131-3137
44	TecGeo	Técnicos em geologia, geofísica e mineração	3161-3163
45	TecHum	Técnicos em serviçs culturais, comunicação e desportos	3711-3773
46	TecMec	Técnicos mecânicos e em metalurgia	3141-3147
47	TecPet	Técnicos petroquímicos	3112
48	TecTran	Técnicos em serviços de transporte	3411-3426
49	Text	Trabalhores da indústria têxtil e artes gráficas	7601-7654, 7681-7687
50	Tlmkt	Operadores de telemarketing	4223
51	TrabAgro	Trabalhadores na agropecuária	6201-6239, 7828
52	TranDiv	Condutores de transporte coletivo	7824, 7826, 7827, 7831
53	TranMerc	Condutores de transporte de mercadorias	7825,783
54	TransfMet	Trabalhadores da transformação de metais e compósitos	7201-7257

Fonte: elaboração própria

Tabela 18. Características gerais dos grupamentos de ocupações no Brasil, em 2011 (continua)

Ocupações	Brancos (%)	Mulheres (%)	Rendimento médio mensal (R$)	Não alfabetizados (%)	Pelo menos 12 anos de estudo (%)	Formais (%)
Adm	58,4	59,6	1.194	0,2	47,2	68,3
AdmGer	70,8	35,8	3.735	0,7	32,4	36,4
AdmPub	66,5	45,7	3.558	0,3	26,4	23,2
Agron	76,9	20,6	4.706	0,0	0,5	42,8
Alim	43,5	37,3	769	5,9	27,2	57,8
Bio	75,0	64,7	4.943	0,0	3,2	35,9
Catador	34,1	37,2	418	24,2	9,7	7,6
Civil	35,4	1,0	915	8,1	14,4	28,4

Tabela18. Características gerais dos grupamentos de ocupações no Brasil, em 2011 (continua)

Ocupações	Brancos (%)	Mulheres (%)	Rendimento médio mensal (R$)	Não alfabetizados (%)	Pelo menos 12 anos de estudo (%)	Formais (%)
Com	50,5	52,2	951	2,3	42,3	46,1
ComArtRel	55,4	55,4	1.299	2,8	27,8	17,3
Comp	75,2	20,6	3.863	0,0	12,7	72,1
EletElIntJ	51,0	23,2	1.187	1,7	45,5	71,3
EnAgua	49,5	5,1	1.322	2,0	37,9	85,2
Eng	76,9	22,2	5.417	0,0	1,9	58,0
Ext	45,7	2,5	1.697	5,2	26,4	56,4
Fin	73,2	50,2	3.794	0,0	6,7	60,3
Geo	69,0	26,3	5.253	0,0	3,4	25,1
Hum	67,7	77,7	2.720	0,0	16,2	43,2
Jur	77,6	40,3	5.561	0,0	1,5	15,2
MecAgro	47,7	1,3	1.060	8,1	18,9	72,8
Mil	47,9	6,2	2.616	0,0	52,9	13,8
Mkt	64,5	39,9	1.916	0,5	35,9	52,4
Mob	49,5	7,1	1.049	4,9	27,8	49,6
OutInd	50,5	25,0	1.046	1,3	41,0	83,7
Papel	51,1	33,5	1.250	0,0	47,6	80,8
Pesc	24,8	26,5	428	25,9	7,2	8,3
ProdAgro	44,4	18,6	912	24,4	7,7	0,1
ProfM	50,5	76,6	945	0,0	59,2	29,6
ProfSup	60,1	78,9	2.108	0,0	5,8	29,2
Repar	47,7	1,5	1.211	2,3	33,1	46,1
Sci	76,7	38,8	3.214	0,0	26,9	80,7
SegTrab	49,9	22,3	2.028	0,0	64,3	81,3
Serv	40,7	70,1	708	5,0	26,7	36,2
ServHosp	43,0	62,9	744	4,0	28,4	52,7
ServTran	43,9	24,2	990	0,4	51,0	90,0
Sider	42,3	5,5	991	7,2	30,4	75,2
Tec	64,5	27,9	1.603	0,4	45,7	72,5
TecAdm	59,9	42,6	2.311	0,3	44,9	35,2
TecAmb	46,2	26,2	2.231	0,0	31,3	62,7
TecBio	50,9	75,3	1.397	0,1	67,4	55,3
TecCiv	48,8	13,1	1.977	0,4	45,9	64,1
TecEl	54,5	5,8	1.559	0,8	50,5	66,9
TecGeo	55,4	7,2	2.851	0,0	61,5	95,4
TecHum	57,0	23,4	1.615	0,3	35,2	26,8
TecMec	50,0	6,4	1.808	0,4	59,7	82,4
TecPet	43,2	25,3	4.777	0,0	45,9	73,4
TecTran	51,4	14,4	2.731	1,7	39,0	72,7
Text	54,3	72,3	723	2,0	31,7	47,3
Tlmkt	50,9	75,9	772	0,0	74,0	96,9
TrabAgro	34,9	36,8	255	22,6	7,1	13,5
TranDiv	49,1	2,8	1.363	1,6	35,3	40,2

Tabela18. Características gerais dos grupamentos de ocupações no Brasil, em 2011 (continuação)

Ocupações	Brancos (%)	Mulheres (%)	Rendimento médio mensal (R$)	Não alfabetizados (%)	Pelo menos 12 anos de estudo (%)	Formais (%)
TranMerc	48,9	1,4	1.298	3,3	25,5	58,1
TransfMet	49,3	5,3	1.309	1,3	42,7	76,1
Total	48,7	42,2	1.233	5,9	28,4	41,0

Fonte: elaboração própria a partir de microdados da PNAD-2011 (IBGE, 2011)
Nota: a ocupação classificada como "MalDef" foi retirada das tabelas

Tabela 19. Variação no PIB regional, desvio acumulado em relação ao cenário de referência, nos períodos entre 2016-2025 e 2026-2035

	Cenário 1 Eólica e Solar		Cenário 4 Solar		Cenário 5 Sem UHE	
	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35	2016-25	2026-35
1 RestNO	0,04	0,17	0,20	0,62	-0,34	0,15
2 Para	-0,01	0,10	-0,11	0,46	-0,01	0,07
3 MaranPiaui	0,26	0,14	1,17	0,45	0,26	0,03
4 CearaRGNorte	0,20	0,25	0,98	0,79	0,20	0,15
5 PEparaibAL	0,36	0,18	1,51	0,64	0,36	0,11
6 BahiaSE	-0,04	0,11	0,64	0,21	-0,05	0,06
7 RestSE	0,02	0,08	0,07	0,22	0,03	0,14
8 SaoPaulo	0,01	0,05	0,03	0,19	0,00	0,05
9 RestSUL	-0,02	0,03	0,00	0,11	-0,11	-0,06
10 RGSul	-0,02	0,02	-0,08	0,14	-0,13	-0,02
11 CentroOest	0,02	0,09	0,08	0,29	0,01	0,06

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo

Tabela 20. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação, desvio acumulado em relação ao cenário de referência, no período entre 2016-2035

	Cenário 1 Eólica e Solar	**Cenário 4 Solar**	**Cenário 5 sem UHE**
1 Adm	0,01	0,07	0,01
2 Sci	0,16	0,90	0,17
3 Alim	-0,04	0,11	0,04
4 ServTrans	-0,01	0,00	0,00
5 Metalurg	0,07	0,14	0,05
6 Com	0,02	0,07	0,03
7 JurHumFinHum	0,04	0,23	0,05
8 EnAgua	0,38	2,24	0,41
10 Mil	0,08	0,45	0,09
11 MobPapText	0,03	0,25	0,07
12 OutIndRepar	0,02	0,09	0,03
13 TrabAgroPesc	0,41	1,75	0,18
14 ProdAgro	0,57	2,36	0,27
15 Tec	0,10	0,60	0,12

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como "MalDef" foi retirada das tabelas.

Tabela 21. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 1, no período de investimentos (2016-2025)

	1 RestNO	2 Para	3 MaranPiaui	4 CearaRGNorte	5 PEparaibAL	6 BahiaSE	7 RestSE	8 SaoPaulo	9 RestSUL	10 RGSul	11 CentroOest
1 Adm	0,02	0	0,77	0,09	0,1	-0,02	0,05	-0,01	0	0	0
2 Sci	0,04	-0,01	5,63	0,91	0,28	-0,41	0,1	0,01	-0,01	0	0,01
3 Alim	-0,19	0,14	0,61	-0,45	-1,18	-0,09	0,01	-0,1	-0,12	-0,06	-0,05
4 ServTrans	-0,05	-0,01	0,33	-0,1	-0,24	-0,03	-0,02	-0,03	0	0	-0,02
5 Metalurg	0,15	0,13	1,99	1,25	1,79	0,05	0,22	0,15	-0,02	0	0,19
6 Com	0,09	0,01	0,53	0,37	0,63	-0,03	0,06	0,02	-0,03	-0,05	0,06
7 JurHumFinHum	-0,03	0	1,41	0,06	-0,14	-0,07	0,03	-0,01	0,01	0,02	0,03
8 EnAgua	-0,16	0,01	6,32	0,97	1,35	-0,57	0,48	0	-0,13	-0,03	-0,06
10 Mil	-0,03	0	1,93	0,26	-0,09	-0,16	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03
11 MobPapText	-0,08	-0,04	3,32	-0,6	-0,91	-0,06	0,01	-0,02	0,14	0,12	-0,08
12 OutIndRepar	0,08	0,12	1,38	0,55	0,41	-0,02	0,13	-0,01	0	0,01	0,04
13 TrabAgroPesc	-0,26	-0,43	-0,28	-0,29	-1,14	-0,26	-0,16	-0,25	-0,15	-0,15	-0,23
14 ProdAgro	-0,26	-0,43	-0,24	-0,14	-0,96	-0,25	-0,13	-0,21	-0,16	-0,15	-0,23
15 Tec	0	0,03	2,54	0,41	0,04	-0,19	0,08	0	0,02	0,02	0,01

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas

Tabela 22. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 4, no período de investimentos (2016-2025)

	1 RestNO	2 Para	3 MaranPiaui	4 CearaRGNorte	5 PEparaibAL	6 BahiaSE	7 RestSE	8 SaoPaulo	9 RestSUL	10 RGSul	11 CentroOest
1 Adm	0,12	0,01	3,43	0,41	0,47	0,58	0,23	-0,05	0,05	0,04	-0,04
2 Sci	0,24	-0,04	24,94	4	1,4	2,23	0,48	0,03	-0,07	-0,02	0,06
3 Alim	-0,94	0,78	2,68	-2,14	-4,46	-0,51	0,2	-0,54	-1,02	-0,5	-0,28
4 ServTrans	-0,23	-0,06	1,43	-0,5	-0,9	-0,2	-0,06	-0,16	-0,11	-0,05	-0,12
5 Metalurg	0,79	0,59	8,98	5,86	7,11	2,99	0,9	0,7	0,49	0,35	0,97
6 Com	0,5	0,06	2,4	1,74	2,68	1	0,28	0,11	0,05	-0,11	0,27
7 JurHumFinHum	-0,13	0,02	6,25	0,21	-0,47	0,28	0,2	-0,04	0,03	0,1	0,15
8 EnAgua	-0,73	0,15	28	4,31	5,07	2,75	2,01	-0,15	-0,65	-0,23	-0,23
10 Mil	-0,12	0,01	8,53	1,08	-0,26	0,79	0,27	0,03	0	0,02	0,15
11 MobPapText	-0,34	-0,08	14,77	-2,76	-3,08	-0,68	0,26	-0,11	0,56	0,52	-0,36
12 OutIndRepar	0,44	0,6	6,18	2,56	1,8	1,52	0,56	-0,05	0,14	0,15	0,15
13 TrabAgroPesc	-1,4	-2,23	-1,47	-1,51	-4,63	-2,07	-0,8	-1,33	-1,1	-0,97	-1,28
14 ProdAgro	-1,37	-2,25	-1,25	-0,84	-3,87	-2,03	-0,64	-1,18	-1,15	-0,99	-1,29
15 Tec	0,06	0,16	11,23	1,78	0,34	0,87	0,4	-0,01	0,07	0,1	0,04

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas

Tabela 23. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 5, no período de investimentos (2016-2025)

	1 RestNO	2 Para	3 MaranPiaui	4 CearaRGNorte	5 PEparaibAL	6 BahiaSE	7 RestSE	8 SaoPaulo	9 RestSUL	10 RGSul	11 CentroOest
1 Adm	-0,01	0,03	0,78	0,08	0,1	-0,03	0,04	-0,01	-0,03	0	0
2 Sci	0,16	0,01	5,71	0,92	0,28	-0,4	0,07	0	-0,01	0,01	0,02
3 Alim	0,31	0,21	0,61	-0,41	-1,14	-0,06	-0,06	-0,06	0,28	0,19	-0,05
4 ServTrans	0,08	0,02	0,34	-0,08	-0,23	-0,01	-0,03	-0,02	0,08	0,06	-0,01
5 Metalurg	-0,67	-0,12	1,96	1,21	1,71	-0,04	0,22	0,07	-0,62	-0,45	0,13
6 Com	0	0	0,53	0,37	0,62	-0,04	0,08	0,02	-0,14	-0,08	0,11
7 JurHumFinHum	0,09	0,02	1,43	0,06	-0,14	-0,07	0,01	-0,01	0,06	0,06	0,01
8 EnAgua	-0,26	-0,1	6,45	0,94	1,34	-0,56	0,57	0,11	-0,26	-0,01	-0,05
10 Mil	0,08	0,02	1,96	0,26	-0,09	-0,15	0,03	0	0,05	0,04	0,01
11 MobPapText	0,33	0,07	3,33	-0,62	-0,93	-0,07	-0,09	-0,04	0,32	0,29	-0,13
12 OutIndRepar	-0,1	-0,03	1,38	0,53	0,39	-0,06	0,13	0	-0,07	-0,06	0,08
13 TrabAgroPesc	0,06	-0,18	-0,2	-0,23	-1,04	-0,16	-0,12	-0,14	0,14	0,05	-0,13
14 ProdAgro	0,08	-0,18	-0,17	-0,08	-0,89	-0,15	-0,11	-0,11	0,14	0,06	-0,13
15 Tec	0,14	0,04	2,58	0,42	0,05	-0,18	0,06	0	0,06	0,05	0,01

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas

Tabela 24. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 1, no período de desdobramentos de investimentos (2026-2035)

	1 RestNO	2 Para	3 MaranPiaui	4 CearaRGNorte	5 PEparaibAL	6 BahiaSE	7 RestSE	8 SaoPaulo	9 RestSUL	10 RGSul	11 CentroOest
1 Adm	-0,09	0,00	0,03	-0,02	-0,08	-0,04	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
2 Sci	-0,22	0,01	0,63	0,15	0,16	-0,18	0,02	0,01	0,00	-0,01	-0,05
3 Alim	-0,06	-0,20	0,86	0,31	1,10	-0,19	0,09	0,04	0,02	0,04	-0,11
4 ServTrans	-0,02	-0,01	0,15	-0,01	0,22	-0,03	0,01	0,02	0,00	-0,01	-0,02
5 Metalurg	-0,21	-0,11	-0,76	-0,82	-1,79	-0,18	-0,14	-0,11	-0,01	0,01	0,02
6 Com	-0,05	0,00	-0,26	-0,21	-0,54	0,00	-0,05	-0,03	0,00	0,03	0,04
7 JurHumFinHum	-0,08	-0,02	0,36	0,00	0,20	-0,08	0,01	0,02	0,00	-0,01	-0,08
8 EnAgua	-0,16	-0,25	0,79	0,11	0,29	-0,21	0,08	0,01	-0,14	-0,03	0,05
10 Mil	-0,07	-0,01	0,43	0,06	0,21	-0,09	0,01	0,01	0,00	0,00	-0,07
11 MobPapText	-0,28	-0,08	0,74	0,07	1,07	-0,18	0,05	0,04	-0,01	-0,05	-0,08
12 OutIndRepar	-0,15	-0,08	-0,18	-0,35	-0,41	-0,11	-0,09	-0,02	-0,01	-0,02	0,00
13 TrabAgroPesc	1,27	0,82	1,35	2,43	1,75	1,19	0,23	0,11	0,11	0,14	0,56
14 ProdAgro	1,41	0,80	1,71	2,92	1,90	1,48	0,28	0,17	0,13	0,14	0,68
15 Tec	-0,13	-0,04	0,49	0,05	0,18	-0,10	0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,04

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas

Tabela 25. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 4, no período de desdobramentos de investimentos (2026-2035)

	1 RestNO	2 Para	3 MaranPiaui	4 CearaRGNorte	5 PEparaibAL	6 BahiaSE	7 RestSE	8 SaoPaulo	9 RestSUL	10 RGSul	11 CentroOest
1 Adm	-0,39	-0,01	0,22	-0,12	-0,38	-0,33	-0,15	0,02	-0,06	-0,04	0,06
2 Sci	-0,85	0,03	3,57	0,45	0,63	0,30	0,09	0,06	0,02	-0,02	-0,14
3 Alim	0,21	-1,09	4,76	1,75	4,35	1,23	0,37	0,45	0,70	0,42	0,31
4 ServTrans	-0,04	-0,03	0,84	-0,04	0,86	0,28	0,08	0,12	0,07	0,00	0,10
5 Metalurg	-1,15	-0,61	-3,72	-4,11	-7,53	-3,03	-0,75	-0,74	-0,50	-0,22	-1,15
6 Com	-0,34	-0,06	-1,20	-1,01	-2,30	-0,75	-0,24	-0,15	-0,08	0,09	-0,19
7 JurHumFinHum	-0,28	-0,12	1,85	-0,06	0,78	0,20	0,00	0,06	-0,04	-0,11	-0,21
8 EnAgua	-0,22	-0,84	4,33	0,38	1,98	0,28	0,27	0,29	0,05	0,05	-0,03
10 Mil	-0,24	-0,10	2,27	0,16	0,80	0,26	0,02	0,04	-0,01	-0,04	-0,18
11 MobPapText	-0,94	-0,33	4,10	0,50	4,12	1,48	0,22	0,24	-0,16	-0,32	0,06
12 OutIndRepar	-0,73	-0,51	-0,77	-1,69	-1,77	-1,32	-0,43	-0,02	-0,13	-0,13	-0,27
13 TrabAgroPesc	5,57	4,21	5,89	11,21	7,58	5,38	1,15	1,00	0,92	0,91	2,61
14 ProdAgro	6,09	4,14	7,11	13,36	8,23	6,28	1,22	1,10	0,99	0,93	3,02
15 Tec	-0,47	-0,22	2,57	0,11	0,69	0,30	0,03	0,05	-0,06	-0,09	-0,11

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas

Tabela 26. Variação na demanda por trabalho por tipo de ocupação e região, no cenário 5, no período de desdobramentos de investimentos (2026-2035)

	1 RestNO	2 Para	3 MaranPiaui	4 CearaRGNorte	5 PEparaibAL	6 BahiaSE	7 RestSE	8 SaoPaulo	9 RestSUL	10 RGSul	11 CentroOest
1 Adm	-0,01	-0,02	0,07	0,00	-0,06	-0,03	-0,02	0,00	0,03	0,02	-0,01
2 Sci	-0,21	-0,01	0,66	0,16	0,18	-0,17	0,05	0,02	-0,01	-0,01	-0,03
3 Alim	-0,31	-0,24	1,25	0,35	1,21	-0,15	0,03	0,02	-0,09	-0,08	-0,15
4 ServTrans	-0,08	-0,02	0,20	0,03	0,24	-0,03	0,01	0,01	-0,02	-0,02	-0,05
5 Metalurg	0,49	0,13	-0,70	-0,81	-1,68	-0,05	-0,14	-0,03	0,32	0,30	0,23
6 Com	0,04	0,02	-0,27	-0,22	-0,53	0,01	-0,08	-0,02	0,10	0,09	0,05
7 JurHumFinHum	-0,10	-0,02	0,40	0,06	0,23	-0,05	0,02	0,01	-0,02	-0,03	-0,06
8 EnAgua	-0,29	-0,10	0,77	0,22	0,28	-0,20	0,26	-0,02	-0,38	-0,10	0,09
10 Mil	-0,10	-0,01	0,47	0,10	0,23	-0,09	0,03	0,01	-0,02	-0,02	-0,06
11 MobPapText	-0,31	-0,12	0,90	0,23	1,11	-0,15	0,06	0,04	-0,09	-0,13	-0,06
12 OutIndRepar	0,07	0,06	-0,14	-0,32	-0,36	-0,04	-0,10	-0,01	0,07	0,06	0,04
13 TrabAgroPesc	0,62	0,35	0,53	1,66	0,83	0,51	0,11	0,03	-0,04	-0,03	0,16
14 ProdAgro	0,69	0,34	0,53	1,93	0,69	0,62	0,13	0,06	-0,02	-0,02	0,22
15 Tec	-0,15	-0,03	0,51	0,09	0,19	-0,09	0,02	0,01	-0,02	-0,02	-0,03

Fonte: elaboração própria a partir de resultados do modelo
Nota: a ocupação classificada como “MalDef” foi retirada das tabelas.