



Potencial de empregos gerados na área de Eficiência Energética no Brasil de 2018 até 2030

FEVEREIRO 2019

SUMÁRIO

Prefácio	4
Abstract	5
Resumo Executivo	11
Lista de Figuras	19
Lista de Tabelas	20
Lista de Siglas	21
1 Introdução	23
1.1 Objetivos.....	23
1.2 Escopo e Definições	24
1.2.1 Definição do Setor de Eficiência Energética e Empregos	24
1.2.2 Medição de empregos no tempo: FTE.....	26
1.2.3 Nível de formação	27
1.2.4 Empregos Brutos e Líquidos.....	27
1.3 Limitações.....	28
2 Revisão bibliográfica	29
2.1 Fontes da literatura brasileira.....	29
2.2 Cases internacionais: metodologias e resultados.....	31
2.3 Conclusão da revisão bibliográfica	32
3 Metodologia	33
3.1 Método <i>bottom-up</i>	34
3.1.1 Entrevistas e questionários.....	34
3.1.2 Quantificação de empregos atuais	35
3.1.3 Projeção futura de geração de empregos.....	36
3.2 Método <i>top-down</i>	41
3.2.1 Matriz de Insumo-Produto (MIP).....	41
3.2.2 Choques de Produção na MIP: Empregos atuais	44
3.2.3 Projeção futura de geração de empregos.....	46
4 Resultados: Empregos atuais	47
4.1 Empregos Diretos, Indiretos e Induzidos para Produção de Bens e Serviços de EE	49
4.2 Empregos em Atividades e Projetos de EE	52
5 Resultados: Projeções	55
5.1 Empregos Diretos, Indiretos e Induzidos para Produção de Bens e Serviços de EE	55
5.2 Empregos em Atividades e Projetos de EE	57
6 Conclusões e recomendações	61
6.1 Resumo das Conclusões.....	61
6.2 Resultados Consolidados: Quantificação atual e cenários futuros.....	62
6.3 Plano de Ação de Eficiência Energética	63
6.4 Desafios	63
6.5 Lições aprendidas para o setor brasileiro de EE.....	64
6.6 Recomendações para estudos futuros	65
Referências bibliográficas	66
Agradecimentos	70

PREFÁCIO

Este inédito estudo sobre o mercado de trabalho na área de eficiência energética vem em momento oportuno para o desenvolvimento econômico do Brasil, pois sinaliza o crescimento potencial para o setor energético, com foco em eficiência energética, até 2030.

Para sustentar o crescimento econômico, o país precisa garantir a oferta de energia, diversificando suas fontes de energias renováveis. Ações para redução do consumo energético, aumentando a eficiência de equipamentos e edificações, também são importantes e trazem resultados positivos para a economia do país, ao mesmo tempo que suportam questões ambientais e auxiliam o Brasil a atingir suas metas estabelecidas no Acordo de Paris, em 2015. No setor de energia, uma das metas que o país se colocou foi alcançar 10% de ganhos em eficiência energética no setor elétrico até 2030.

Ao desenvolver esforços para atingir essa meta, o setor de eficiência energética tende a se expandir, gerando oportunidades para qualificação profissional e novos empregos. Diante deste cenário de oportunidades, o projeto Sistemas de Energia do Futuro* contratou um estudo com o objetivo de quantificar a geração de empregos neste setor, tendo em vista a necessidade de profissionais com diferentes habilidades e conhecimentos para suprir toda a cadeia produtiva de equipamentos e edifícios energeticamente mais eficientes.

O presente estudo apresenta uma metodologia inédita, que associa um modelo macroeconômico (top-down) com uma pesquisa de mercado (bottom-up). Com essa metodologia, os autores chegaram aos primeiros números de potencial de empregos diretos, indiretos e induzidos para este setor no país observando-se três cenários. Considerou-se o principal deles: como ficará o mercado se a meta acordada em Paris for atingida.

Os resultados aqui apresentados apontam que, para atingir a meta, o país precisará ter cinco vezes mais pessoas trabalhando diretamente com eficiência energética em 2030, se comparado com hoje. Essa constatação reforça o fato de que esse setor tende a crescer muito nos próximos anos e que profissionais que se qualificarem para atuar nesse ramo terão melhores oportunidades no mercado de trabalho.

Espera-se, com esse estudo, motivar os setores público, privado e de educação a tomarem ações para que o Brasil atinja sua meta, alavancando o desenvolvimento econômico da nação.

* O projeto Sistemas de Energia do Futuro é uma cooperação técnica entre o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, no âmbito da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, cujo objetivo principal é apoiar a melhor integração das energias renováveis e eficiência energética no sistema brasileiro de energia. Além dos parceiros supracitados, o projeto atua juntamente com a ANEEL, EPE, SETEC/MEC, SENAI, entre outras instituições e associações dos setores de energia e educação.

ABSTRACT:

ENERGY EFFICIENCY JOB CREATION POTENTIAL IN BRAZIL: 2018 TO 2030

Contractor: GIZ. **Authors:** Mitsidi Projetos and IEI Brasil.

INTRODUCTION

A research project was carried out between December 2017 and June 2018 to map and quantify existing and future jobs related to the Energy Efficiency (EE) sector in Brazil. The project used a hybrid methodology that combines two different and complementary approaches: a bottom-up study based on interviews and field research, and a top-down macroeconomic analysis using Brazil's Input/Output (I/O) Model reflecting the interactions among the diverse sectors of the Brazilian economy.

The goal of the bottom-up approach was to provide a first estimate of the number of jobs **directly** involved in EE activities in Brazil, as well as to establish a methodology that would allow the results to be further refined in future studies. The objective of the top-down approach was to provide an estimate of **direct, indirect and induced jobs** in the entire economy resulting from the growth of the EE sector. All results were presented in terms of both current jobs and future job projections through 2030 based on EE insertion scenarios established by the Brazilian Energy Research Office (EPE) in its 2050 Calculator (2013).

BOUNDARIES AND DEFINITIONS

This project focused on EE mainly in the **buildings and industry sectors**. Other sectors, such as transportation, infrastructure, agriculture, power generation and transmission, and oil and gas, were not included. Solar heating was considered for the purposes of this study, but renewable energy for electricity generation was not.

Direct jobs are defined as those directly related to the production of goods and services by the segments that constitute the EE sector, ranging from the manufacture of energy-efficient equipment through the installation and execution of EE projects at the end user. Note that planning, engineering, consulting, and financing are all included within this definition. **Indirect jobs** are those related to the segments that manufacture and supply inputs to the EE sector further up the value chain. For instance, a plant that produces efficient motors holds direct jobs, while a steel factory that provides raw steel to it holds indirect jobs. **Induced jobs** are those generated in any sector of the economy as a result of greater circulation of wealth, such as new jobs in a grocery store due to increased wages for professionals working in the EE sector.

METHODOLOGY AND RESULTS

Bottom-up approach

The bottom-up approach consisted of 31 interviews with public or private organizations or professionals from the following areas: industry (9), buildings (4), consultancies and ESCO's (5), sector associations (6) and others (7). Interviewees included energy end-users (industries, buildings and facility management firms), utility companies, EE consultancies, umbrella organizations, government bodies and public institutions, education institutes, energy-efficient equipment manufacturers, construction companies, sector associations,

among others. Interviews were complemented by extensive literature review, online research, and surveys sent to members of ABESCO¹ and to LEED®-accredited professionals through GBC Brasil, yielding a total of 37 responses.

The information collected was mapped and put together to provide an estimate of the sector breakdown and total number of current EE jobs directly involved in EE activities.

Jobs in 2018 directly involved in EE activities within each sector.

Sector	Total People Employed in EE	Total FTE Jobs in EE ²
Total	33,362 to 61,739	10,581
Industry (O&M ³)	17,130	2,730
Buildings (O&M)	9,234	1,220
Construction companies	287	25
Utility companies (PEE ⁴)	190	136
Public sector (federal)	56	52
Financing	60	13
EE Consulting	3,252	3,252
Design & implementation of EEM's ⁵	3,153 to 31,530	3,153

It is worth noting that the construction sector has very few EE jobs contained within it because almost all activities related to EE in new construction are outsourced and would therefore fall under EE Consulting or Design & implementation of EEM's, which includes engineering. It is also interesting to observe that while many EE jobs can be found within industries and buildings, these jobs are seldom dedicated exclusively to EE. On the contrary, the relationship between People Employed and FTE Jobs indicates that, on average, an O&M professional in these two sectors who has EE as a part of his responsibilities tends to spend only 13 to 16% of his time actually performing EE activities.

Interview and survey respondents also provided employment and energy savings details on actual projects, which were used to calculate Brazil-specific Job Creation Indicators (jobs created per GWh saved) for various energy end-uses. The project team then applied these indicators to EPE's EE insertion scenarios in order to calculate EE job projections through 2030. The graph below portrays yearly projections of jobs necessary to reach the so-called Level 3 Scenario, which is in line with Brazil's Nationally Determined Contributions (NDC's).

¹ Brazilian Association of Energy Service Companies (ESCO's).

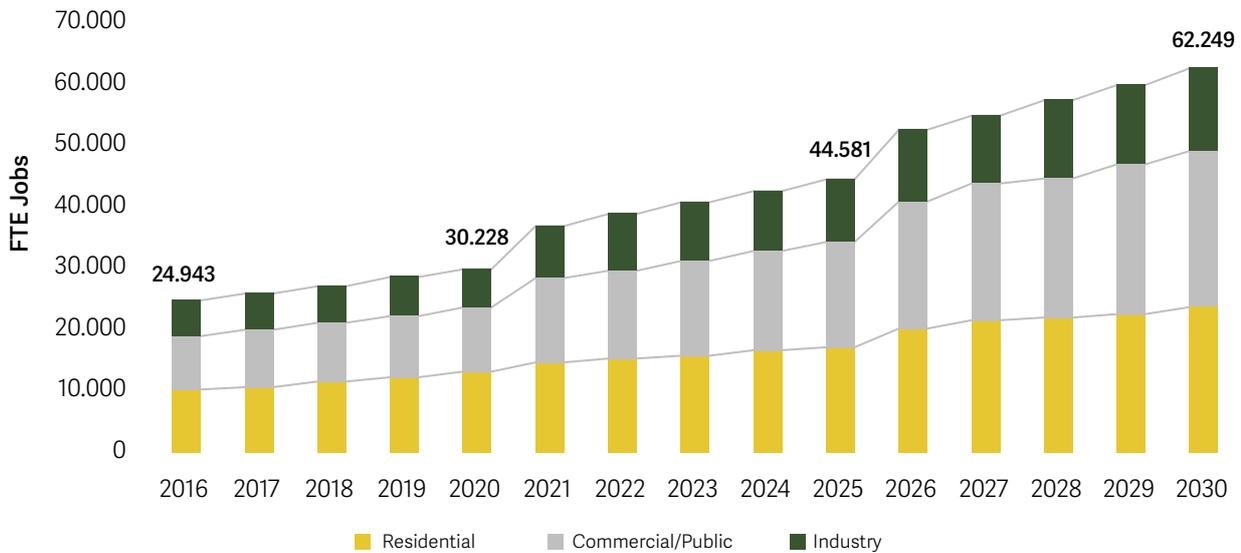
² An FTE (Full-time Equivalent) Job is the equivalent of one regular full-time job over one year. For example, in a segment where full-time jobs are usually 8 hours per day, two different people working daily 4-hour shifts for a year are counted as two people employed, but as one single FTE. Similarly, a full-time job that lasts 6 months is equivalent to 0.5 FTE, and so on. Since jobs have varying durations, FTE is the way to normalize jobs over time. In the EE field, most EE jobs are not dedicated exclusively to EE, thus yielding fractions of FTE jobs, resulting in large differences between People Employed and FTE Jobs in some sectors.

³ Operations & Maintenance.

⁴ PEE (Energy Efficiency Program) is the mandatory utility program run by the National Electrical Energy Agency (ANEEL), by which all power utilities must invest a portion of their earnings in EE projects.

⁵ Jobs under the category "Design & implementation of EEM's (Energy Efficiency Measures)" could not be calculated using the bottom-up approach, but estimated results were obtained from the top-down method.

Direct Jobs in EE Activities Level 3 Scenario



Top-down approach

The top-down approach employed the I/O Model, which evaluates and quantifies the macroeconomic impact of any given sector (in this case, the EE sector) on all other sectors of the economy. The model provides results for each sector in terms of production of goods and services (valued at monetary units), added value, taxes collected, number of jobs and total wages.

The I/O Model is based on a matrix that represents the production and inter-sectorial relationships in the national economy in a given year. This matrix is called Input-Output Matrix (MIP, in Portuguese) and is published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The most recent matrix at the time of this study represents the 2010 Brazilian economy.

The methodology of the top-down approach consisted of the following steps:

1. Defining the Energy Efficiency sector

First, the segments of the economy that potentially compose the EE sector were defined. Next, each sector in the original I/O Model was decomposed into its sub-sectors to make it possible to relate the selected EE segments to those in the model. Finally, the EE-related portions of the decomposed sectors were grouped together to form the EE sector in the model.

2. Establishing the current production of the EE sector

The National Classification of Economic Activity (CNAE), as well as the classification used by the I/O Model, are not decomposed to a level which could accurately allow for a clear breakdown of EE-related and non-EE-related portions for each sub-segment. Therefore, each sub-segment is defined as either within or outside the EE sector. In order to overcome this issue, an assumption was made that all sub-segments that partially or fully fall into the EE sector will reach their full EE potential by 2050. Thus, the EE sector is assumed to be an evolving sector that will reach its full production capacity (represented by the sum of the production of all its segments, which is a known value provided by the I/O Model) in 2050.

EPE's 2050 Calculator sets forth four EE insertion scenarios, estimating the level of energy saved in 2050 for each, where Level 1 represents a very pessimistic scenario; Level 2, a slightly better possibility; Level 3 is in line with the Brazilian NDC's; and Level 4 is the most optimistic scenario, maximizing

industrial EE. Using the calculator’s Level 3 scenario, which is in line with the Brazilian NDC’s, a factor of **0.62 TWh per billion BRL** was established as the relationship between energy saved and economic activity of the EE sector.

Assuming this factor as a constant, it was then applied to the estimated amount of energy saved in 2016 according to the same calculator. The result was a current production (in 2016) of goods and services related to the EE sector of 52.8 billion BRL, composed mainly of the construction sector (76%), followed by service, commerce and industry (17%) and thermal solar energy (7%).

3. Determining the current impacts of the EE sector on other sectors of the economy

When a sector increases its economic activity, it will affect sectors upstream in the value chain – which will be expected to increase their output in order to meet the increasing demand – and will also unleash a positive chain reaction in the economy due to higher employment rates and income, and subsequent spending. This impact, known as “multiplier effect”, can be measured in jobs, average wage, added-value and tax collection, within the sector itself (direct effect), adjacent sectors (indirect effect) and through increased income (induced effect).

The I/O Model establishes multipliers for each segment, indicating its direct, indirect and induced impacts on each other segment of the economy. For the custom EE sector, methodology proposed by Na-berg and Vieira (1996) was followed to determine its multipliers and the effect over all other segments.

Thus, the 52.8-billion-BRL economic activity of the EE sector in 2016 was found to result in an overall creation of **413,000 FTE jobs in the economy**. This means that based on the assumptions made, EE activity in 2016 was expected to be responsible for the existence of **128,000 direct FTE jobs, 237,000 indirect FTE jobs and 48,000 induced FTE jobs**, spanning all sectors of the economy. Of the entire set of jobs created due to EE, 35% (145,000) are in the EE sector itself.

FTE Jobs created in 2016 due to activity in the EE sector

	Total	Direct Jobs	Indirect Jobs	Induced Jobs
Total Jobs (all sectors)	413,108	128,099	236,717	48,291
Jobs in the EE Sector	145,469	128,099	15,122	2,248
Jobs in other sectors	267,639	0	221,596	46,043

4. Projecting job growth potential through 2030

In order to project future economic activity of the EE sector and, consequently, future EE-related jobs, it was first necessary to establish projected energy savings.

First, EPE’s 2050 Calculator was consulted to establish scenarios of projected energy savings through 2030 due to EE activity. Next, the previously calculated factor of 0.62 TWh/bi BRL was applied to the projected energy savings in 2030, yielding projected economic activity of the EE sector in 2030. Finally, the I/O Model and its multipliers were used to determine direct, indirect and induced jobs created due to activity of the EE sector.

The table below depicts the projections of direct, indirect, induced, and total FTE jobs in 2030 in the entire economy due to the production of goods and services in the EE sector, for each of the four EE scenarios presented by EPE.

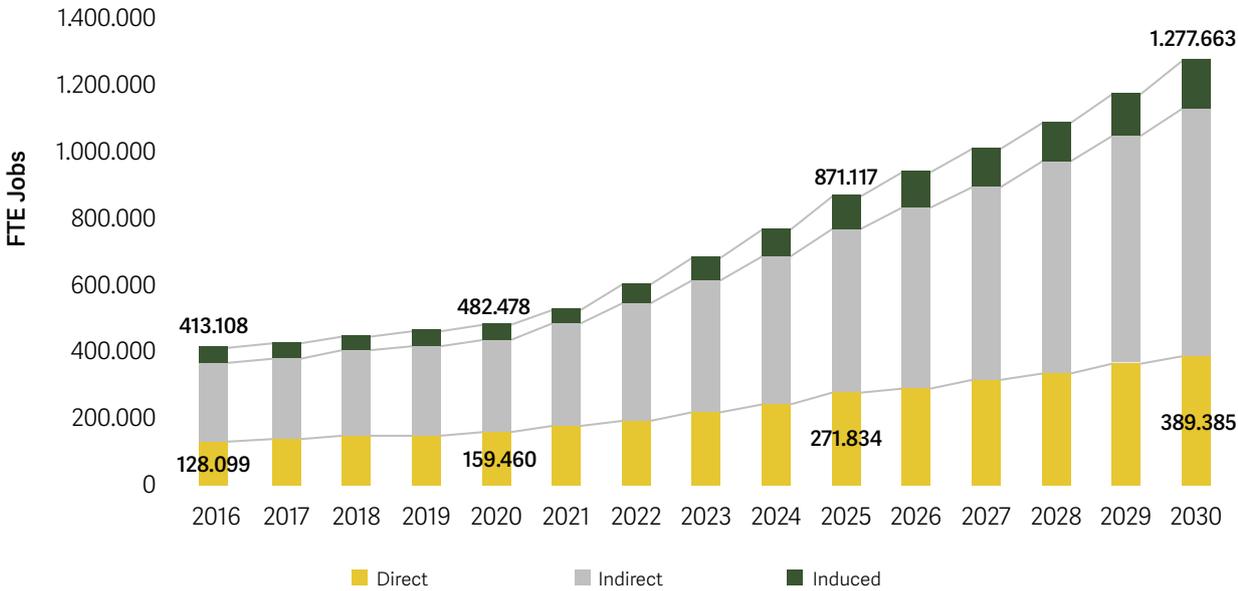
Projection of FTE Jobs in 2030 created due to activity in the EE Sector. Source of energy savings: EPE.

FTE Jobs in 2030

EPE 2050 Calculator EE Insertion Scenario	Total	Direct	Indirect	Induced
Level 1	121,510	38,571	69,613	13,326
Level 2	766,330	241,535	439,925	84,870
Level 3	1,277,663	389,385	740,405	147,873
Level 4	1,447,385	441,110	838,759	167,516

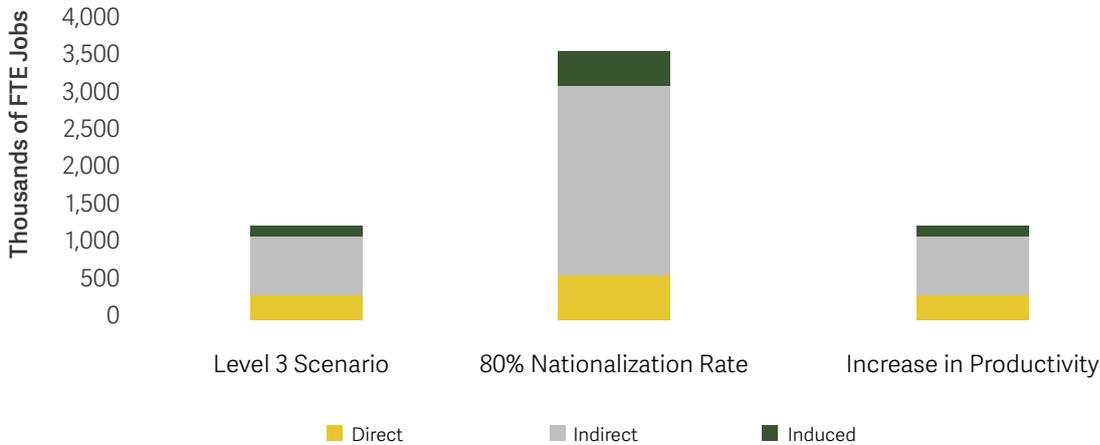
It is worth noting that the calculated jobs in 2016 already outweigh the pessimistic Level 1 projection for 2030, but are far below the quantity necessary in order to reach savings compatible with the NDC's (Level 3).

Jobs created due to the Production of Goods and Services by the EE Sector Level 3 Scenario



Further simulations were made to the Level 3 scenario, inserting assumptions with regards to changes in the rates of importation and productivity through 2030. One simulation considered an unlikely 80% reduction of importation, in order to hypothetically convey the strong potential effects on EE-related job creation of an aggressive nationalization policy by the Brazilian government. Another simulation considered a probable increase in job productivity, based on experience from past years, slightly reducing job creation, meaning that in the future, less jobs would be necessary to achieve similar economic production (and thus similar energy savings) in the EE sector.

Jobs in 2030 created due to activity in the EE Sector Importation & Productivity Simulations



CONCLUSIONS

Brazil's workforce currently includes **30 to 60 thousand professionals** with direct EE-related activities, equivalent to roughly **11,000 FTE jobs**. These numbers are significant for the planning of capacity building and education programs.

However, the impact of EE on the economy is much wider, such that the EE sector currently employs around **145,000 FTE jobs** in all sorts of activities, ranging from manufacturing, sales and delivery of EE products and equipment to design and implementation of EE projects, also including supporting roles (such as cleaning or security) within EE sector companies. A further 237,000 FTE jobs created through indirect effects and 48,000 FTE jobs through induced effects can be attributed to EE.

In order to achieve its EE goals compatible with the NDC's by 2030 (equivalent to EPE's Level 3 Scenario), Brazil should currently have approximately **27,000 FTE jobs** in EE-related activities, much higher than the actual 11,000, which is closer to the Level 2 Scenario. This means that the country must expand its programs, policies and incentives in order to accelerate demand for, training of and hiring of new EE specialists, if it intends to accomplish its EE targets.

In fact, if concrete action is taken and Brazil does evolve in the direction of reaching its NDC goals by 2030, EE can be expected to create thousands of jobs in the coming decade. In this scenario, the EE sector will have to employ in 2030 over **three times** as many jobs as in 2016, generating 261,000 **new** direct FTE jobs in the sector. In total, this would lead to **1.28 million FTE jobs** in 2030 in the entire Brazilian economy created due to EE, of which **389,000** in the EE sector itself, and **62,000 FTE jobs** actually performing EE-related activities.

Finally, the study highlights the lack of organized information concerning EE projects, employment, and actual energy savings in Brazil. It concludes by suggesting that both existing programs – such as the PEE – and new programs – such as the systematic collection of data for the establishment of relevant indicators – be created and adapted in order to monitor progress both in EE itself and in EE job creation. Such monitoring is crucial so that the country's need for qualified professionals in all areas of EE can be planned for and met.

RESUMO EXECUTIVO

Os múltiplos benefícios da eficiência energética (EE) para a sociedade e a economia vêm sendo reconhecidos e incorporados nas agendas e políticas energéticas de diversos países. Um desses benefícios refere-se aos efeitos da EE na geração de empregos frente a outras opções no setor de energia. O interesse em entender e mensurar esses efeitos vem se refletindo na crescente publicação de trabalhos internacionais na área, estimulados seja por altos e persistentes índices de desemprego, seja para justificar investimentos públicos em programas, políticas ou projetos.

No Brasil, estudos dos impactos da EE têm se limitado historicamente à energia economizada e aos investimentos evitados, sendo as emissões de gases de efeito estufa mais recentemente incorporadas. Não houve até o momento um esforço de levantamento dos empregos gerados por investimentos em EE que partisse da própria realidade brasileira.

Essa necessidade se torna ainda mais premente pelo crescente papel atribuído à EE nos planos de expansão de médio prazo e na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira frente ao Acordo de Paris, o que demandará a formação e capacitação de recursos humanos para atuar na área e capacidade de antecipação do setor público e privado.

Apresenta-se aqui o primeiro estudo dessa natureza para o Brasil e espera-se que seja um ponto de partida conceitual, metodológico e de resultados para incorporar a dimensão da geração de empregos nas agendas dos agentes públicos e privados.

Sendo assim, o presente estudo objetivou realizar uma primeira tentativa de quantificar o número de empregos na área de EE, com enfoque nos setores de **Indústria e Edificações**, levantando **número e nível de formação** dos **empregos atuais diretos, indiretos e induzidos** e projetando cenários **futuros** (até 2030, horizonte do Acordo de Paris), para servir de insumo para tomadas de decisão sobre **futuras capacitações e outras formas de planejamento e investimento** na área de EE.

Para tanto, buscaram-se responder as seguintes perguntas:

1. Quantas pessoas atualmente dedicam parcial ou totalmente seu tempo de trabalho diretamente em atividades de planejamento e execução de projetos de EE no Brasil? E quantas serão até 2030?
2. Quantos empregos são gerados em todos os setores da economia brasileira como resultado de investimentos em EE atualmente e até 2030?
3. Quantos desses empregos são gerados no próprio setor de EE (empregos diretos) e quantos em outros setores via efeitos indiretos atualmente e até 2030?
4. Qual é o perfil de formação dos profissionais que atuam no setor de EE?

Para responder a estas perguntas, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica nacional e internacional, que demonstrou a variedade de metodologias utilizadas em cada país e contexto, tornando-se clara a necessidade de criação de uma metodologia própria para o Brasil, com a geração de indicadores nacionais.

Foi adotado neste estudo uma metodologia híbrida que combina modelos *bottom-up* e *top-down*, uma combinação que traz benefícios mutuamente complementares ao reduzir as limitações de cada modelo quando aplicado separadamente¹.

¹ BELL et al., *Verifying Energy Efficiency Job Creation: Current Practices and Recommendations*; ACEEE, 2015.

- O modelo *bottom-up* baseou-se na realização de entrevistas, questionários e pesquisas, com o objetivo de mapear e quantificar os empregos diretamente envolvidos em atividades de EE, e, a partir disso, construir um cenário nacional.
- O modelo *top-down* teve como objetivo avaliar os impactos macroeconômicos da EE em termos de empregos gerados em todos os setores da economia como consequência das atividades de produção de bens e serviços de EE². Este modelo baseou-se na utilização da Matriz de Insumo-Produto (MIP) do IBGE, que reflete as relações entre os setores da economia brasileira. Ao definir-se o setor de EE, foi possível avaliar os impactos da EE na geração de empregos dentro do próprio setor de EE e em outros setores.

Em seguida, foi necessário definir as fronteiras do estudo. Foram considerados os empregos diretos e indiretos dentro dos setores apresentados na Figura 1, ou seja, com foco na implantação de medidas de EE (MEE) em consumidores **industriais** e **prediais** e na **construção** de edificações energeticamente eficientes. Não fazem parte desta pesquisa os setores de transporte, agropecuário, energias renováveis, óleo e gás e geração e transmissão de energia elétrica. O setor de aquecimento solar de água foi incluído.

Aplicando-se a metodologia híbrida, foi estimada a quantidade de empregos existentes atualmente na área de EE, apresentada na Tabela 1. Os empregos são expressos em FTE (full-time equivalent, ou postos de trabalho anualizados em tempo integral), e são classificados em três categorias:

- **Diretos:** aqueles relacionados diretamente às atividades dos segmentos que compõem o **setor de EE**, desde a **fabricação, venda e transporte** de equipamentos, sistemas e componentes eficientes até o **planejamento, investigação, projeto, instalação, gestão, operação e manutenção** de projetos de EE, incluindo **financiamento e consultoria**.
- **Indiretos:** aqueles relacionados às atividades dos setores que **fornece insumos** para o setor de EE.
 - Por exemplo, os empregos em uma fábrica de cobre, visto que ela fornece insumos para a indústria de motores eficientes, que pertencem ao setor de EE.
- **Induzidos:** postos de trabalho gerados em outros setores da economia por conta de uma maior circulação de renda. Também conhecidos como empregos por efeito de renda.
 - Por exemplo, maior renda no setor de EE faz com que as pessoas deste setor façam mais compras, gerando mais postos de trabalho em lojas e supermercados.

Devido à combinação de duas metodologias distintas para compor estes resultados, alguns empregos podem estar contabilizados em duas linhas (indústria ou edifícios e fabricantes). Apesar de estes representarem uma parcela pequena em relação ao total de empregos (menos de 1%), deve-se ter cuidado ao somar as linhas para tentar obter um quantitativo total. Com as devidas ressalvas, estima-se que os empregos diretos totalizem entre 130 e 140 mil atualmente, sendo aproximadamente 11 mil postos de trabalho integrais existentes em atividades diretamente relacionadas a planejamento e execução de projetos de EE.

² Note-se que produção aqui é entendida como o valor monetário resultante da fabricação de bens ou execução de serviços e não se refere a unidades produzidas, por exemplo.



Figura 1. Fluxograma de empregos diretos e indiretos relacionados ao setor de Eficiência Energética no Brasil. Fonte: elaboração própria.

Setor	Classificação dos Empregos	Resultado compilado (Número de FTE)
Público (Federal)	Empregos Diretos	52
Distribuidoras (PEE)*		136
Indústrias (O&M)		2.730
Edifícios (O&M)		1.220
Construtoras		25
Consultoria de EE em Projeto e Operação		6.405
Projeto e Execução de MEEs		
Financiamento		115
Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes		121.579
Fabricação de insumos para fabricantes de equipamentos eficientes		Empregos Indiretos
Outros setores da economia	Empregos Induzidos	48.291

Tabela 1. Resultados de empregos equivalentes (FTE) de EE atuais existentes.

* Empregos dentro das distribuidoras de energia elétrica, envolvidos na gestão e execução do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE). Fonte: elaboração própria.

O modelo *top-down* permitiu estimar em 413 mil a quantidade de postos de trabalho na economia brasileira como um todo existentes em 2016 devido às atividades do setor de EE (Figura 2), dos quais 31% representam empregos diretos, 57% indiretos e 12% induzidos. Desses postos de trabalho, 35% são gerados no próprio Setor de EE, enquanto os 65% restantes são gerados em qualquer outro setor da economia, por efeitos indiretos e induzidos. Ou seja, a cada três empregos gerados pela EE, menos de um é gerado diretamente dentro do setor de EE, o que demonstra a forte interação que este setor tem com os outros setores da economia.

Empregos em 2016 resultantes de atividades do Setor de EE	Total	Diretos	Indiretos	Induzidos (Efeito Renda)
Empregos totais	413.108	128.099	236.717	48.291
Empregos no setor de EE	145.469	128.099	15.122	2.248
Empregos em outros setores	267.639	-	221.596	46.043

Empregos em 2016 resultantes das atividades do setor de EE

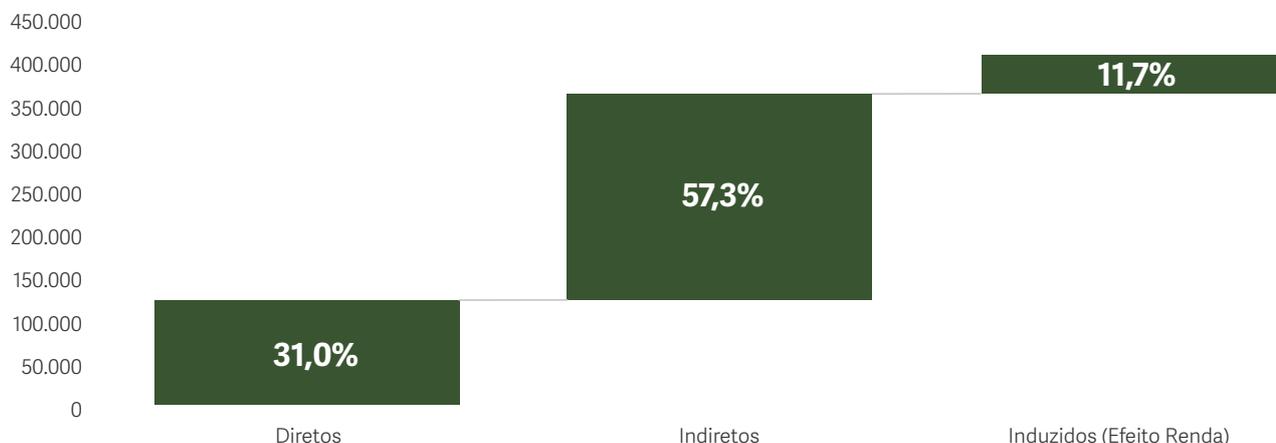


Figura 2. Empregos diretos, indiretos e induzidos em 2016 resultantes de atividades do setor de EE, calculados pelo método *top-down*. Fonte: elaboração própria.

Dos 145 mil empregos dentro do setor de EE, a maioria (76%) está no setor da construção civil (Figura 3), referindo-se a todos os empregos envolvidos na construção de edificações eficientes, e 17% nos setores de indústria, comércio e serviços. A maior parte (58%) possui formação de nível médio, e destaca-se que 18% possui formação superior completa (23 mil empregos). Os tipos de empregos gerados são muito variados, porém há predominância de cargos administrativos e de manutenção predial. Cabe lembrar que em se tratando de uma análise macroeconômica de empregabilidade, são contabilizados todos os empregos gerados na construção de um edifício eficiente ou numa fábrica de produtos eficientes, por exemplo, e não apenas aqueles que de fato exercem atividades de EE.

Empregos gerados no setor de EE em 2016

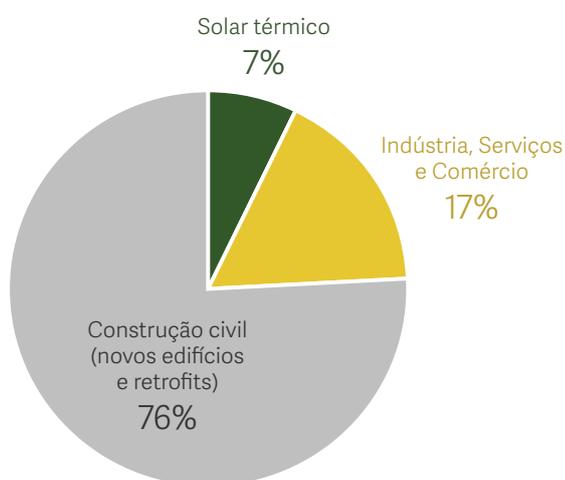


Figura 3. Repartição dos empregos atuais no Setor de EE, calculados pelo método *top-down*. Fonte: elaboração própria.

O modelo *bottom-up*, por sua vez, permitiu analisar especificamente os empregos essencialmente envolvidos em atividades de EE, seja em tempo integral ou parcial, uma análise interessante para previsão de demanda de capacitação na área. Foi calculado que entre **30 e 60 mil pessoas** atuam nessas atividades atualmente (em 2018), correspondendo a aproximadamente **11 mil FTE** (empregos integrais anuais). Em alguns casos, foi possível distinguir empregos de nível técnico dos de nível superior. Os resultados estratificados encontram-se na Tabela 2.

Setor	Total		Nível Superior		Nível Técnico	
	Total pessoas	Empregos FTE	Total pessoas	Empregos FTE	Total pessoas	Empregos FTE
TOTAL (sem projeto e execução de MEEs)**	30.209	7.428	14.626*	4.309*	6.349*	1.899*
TOTAL (com projeto e execução de MEEs)**	33.362 a 61.739	10.581	14.626*	4.309*	6.349*	1.899*
Indústria (O&M)	17.130	2.730	11.567	1.617	5.563	1.113
Edifícios (O&M)	9.234	1.220	*	*	*	*
Construtoras de edifícios	287	25	287	25	0	0
Distribuidoras (PEE)	190	136				
Público (Federal)	56	52	56	52	0	0
Setor de Financiamento	60	13	60	13	0	0
Consultoria de EE	3.252	3.252	2.466	2.466	786	786
Projeto e execução de MEEs**	3.153 a 31.530	3.153	-	-	-	-

Tabela 2. Empregos diretos atuais efetivamente relacionados às atividades e projetos de EE, calculados pelo método *bottom-up*.

* Não foi possível distinguir os empregos na área de Edifícios (O&M) por nível de formação. Sendo assim, nas linhas de TOTAL, a soma das colunas de Nível Superior e Nível Técnico não equivalem às colunas de Total.

** Os empregos de projeto e execução de MEEs não foram quantificados no método *bottom-up*. Portanto, foi utilizada aqui uma aproximação proveniente dos resultados do método *top-down* para complementar os resultados. Fonte: elaboração própria.

A maior quantidade de pessoas diretamente envolvidas em atividades de EE está nas indústrias, seguidas pelas edificações existentes e as empresas de consultoria, com boa parcela atuando em cargos de nível superior (Figura 4), demonstrando que o setor de EE demanda uma mão-de-obra com um alto nível de formação. Essa demanda por capacitação e especialização pode ser encarada como uma oportunidade para formar profissionais de alto nível no País.

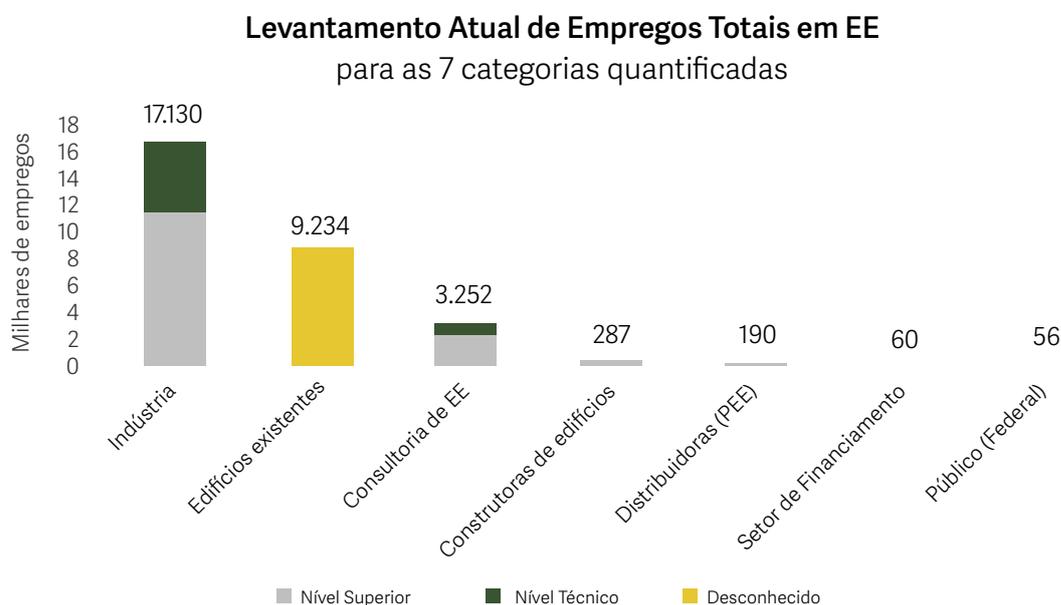


Figura 4. Empregos diretos atuais em atividades de EE, indicando número total de pessoas empregadas por setor e por nível de formação. Fonte: elaboração própria.

É interessante observar na Figura 5 que, com exceção dos cargos de consultoria de EE e de planejamento e articulação do setor, os empregos não tendem a ser dedicados à EE. Pelo contrário, em indústrias e edifícios, as atividades de EE ocupam, em média, apenas 16% e 13%, respectivamente, do tempo de trabalho dos profissionais que possuem atividades de EE dentre as suas atribuições.

Dedicação de tempo em atividades de EE pelos profissionais que atuam com EE em cada setor

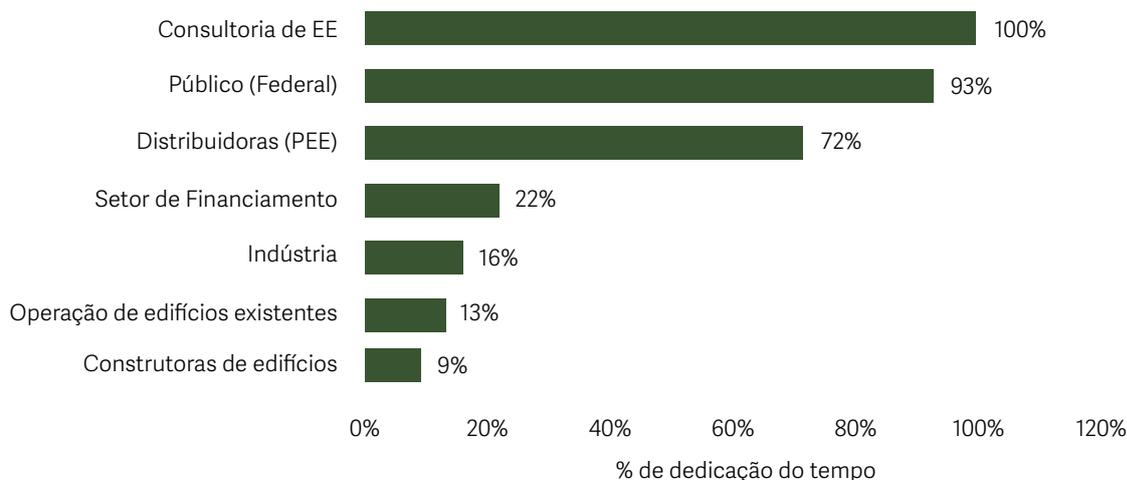


Figura 5. Dedicação média em EE dos empregos de EE, por setor. Fonte: elaboração própria.

As projeções de empregos até 2030 na área de EE foram feitas para 4 cenários de inserção de EE baseados na Calculadora 2050³ da EPE, que projeta níveis de economia de energia em comparação com um cenário-base (sem inserção de EE), tendo 2013 como ano-base. O cenário nível 3 representa o cenário alvo, correspondente ao nível adotado pela EPE para atingir a meta da NDC brasileira.

A Figura 6 demonstra que para atingir as metas da NDC (nível 3), a quantidade de empregos gerados deve triplicar entre 2016 e 2030.

Geração de Empregos Brutos para Produção de Bens e Serviços de EE Cenário Nível 3

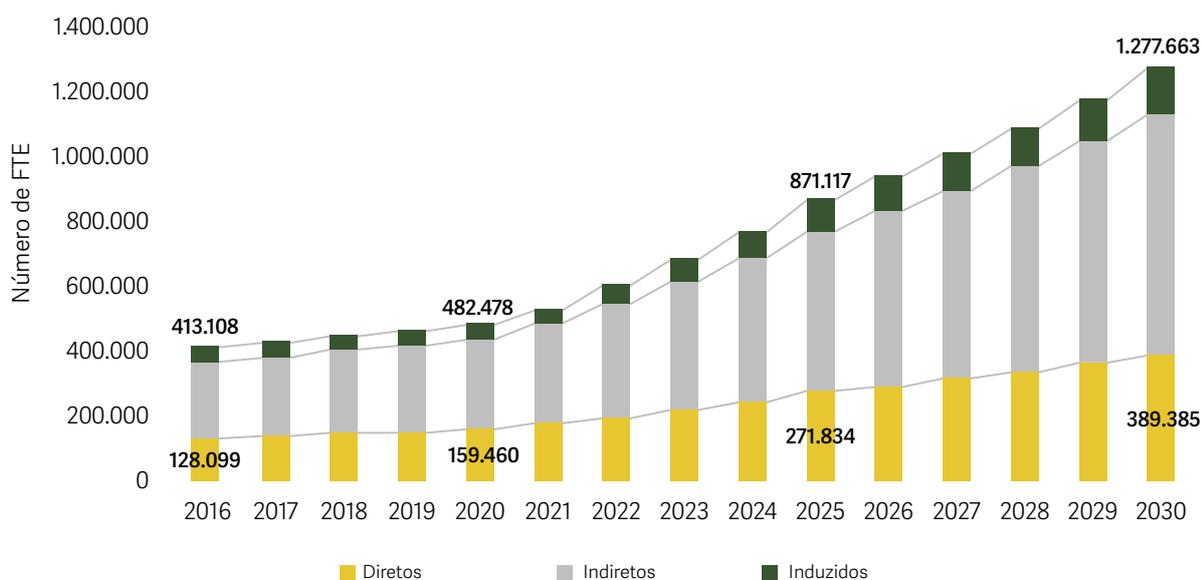


Figura 6. Geração de empregos brutos na economia brasileira para atender a demanda de produção de bens e serviços de EE. Projeção até 2030 para atender a NDC brasileira. Fonte: elaboração própria.

³ Aplicativo disponível na página de internet da EPE. Disponível em: <http://calculadora2050brasil.epe.gov.br/>

Olhando apenas para os empregos diretamente envolvidos no planejamento e execução de atividades de EE (Figura 7), a quantidade deve mais do que dobrar até 2030 para que o Brasil possa atingir os níveis de economia de energia compatíveis com a NDC.⁴

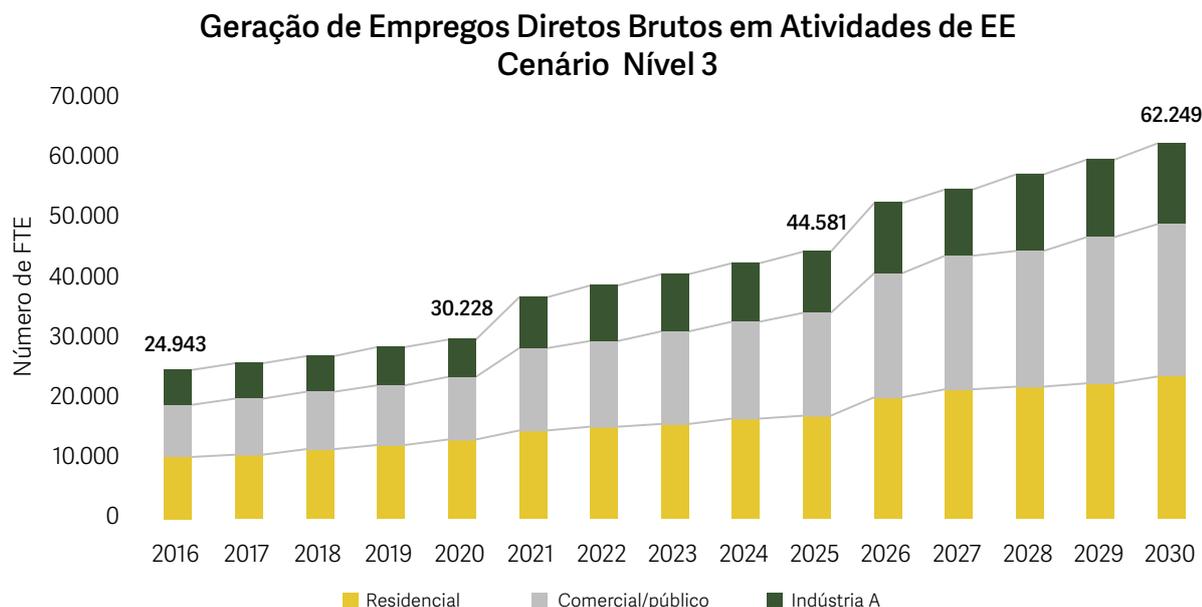


Figura 7. Projeção até 2030 de empregos brutos dedicados a atividades de EE necessários para atender a NDC brasileira. Fonte: elaboração própria.

Dois conjuntos de indicadores relevantes foram gerados ao longo da execução do estudo. O primeiro indicador buscou correlacionar a produção (em R\$) do setor de EE com a economia de energia alcançada: **0,62 TWh / R\$ bilhão**, ou seja, 0,62 TWh economizados por bilhão de R\$ produzido pelo setor. O segundo conjunto, denominado Fator de Geração de Empregos (FGE), estabeleceu a quantidade de empregos integrais anuais (FTE) necessários para economizar um GWh, para projetos de EE relacionados a diferentes usos finais de energia (Tabela 3). Os FGE foram calculados com base em dados de 20 projetos de EE, e estão em ordem de grandeza compatível com resultados encontrados em outros estudos internacionais.

Categoria	FGE
	FTE/GWh
Ar Comprimido	0,334
Ar Condicionado	0,621
Força Motriz	0,226
Iluminação	0,342
Aquecimento	0,125
Aquecimento Solar	0,485

Tabela 3. Fatores de geração de empregos por GWh de energia economizada para cada uso final. Fonte: elaboração própria.

⁴ Nota-se no gráfico da Figura 7 a existência do termo “Indústria A”, que é o perfil padrão adotado pela EPE na Calculadora 2050 para representar o setor industrial brasileiro. A “Indústria A” representa o conjunto de indústrias “que tem o consumo de energia puxado pelos segmentos energo-intensivos, em especial papel e celulose” (Calculadora 2050).

CONCLUSÕES

A demanda por **capacitação** em EE pode ser estimada em **30 a 60 mil profissionais** atualmente, correspondendo a **11 mil postos de trabalho** (FTE). As maiores oportunidades de capacitação estão nas indústrias e edificações, sendo no mínimo **25% com nível superior** completo.

No entanto, o impacto da EE na geração de empregos vai muito além dos empregos efetivamente em projetos de EE, incluindo **122 mil FTE** em empresas de **fabricação, transporte e venda** de produtos eficientes, **237 mil FTE** gerados por efeitos **indiretos** e **48 mil** por efeitos **induzidos**.

A quantidade atual calculada de empregos em atividades e projetos de EE é abaixo do esperado para atingir a NDC. Para atingi-la (cenário nível 3), o Brasil deveria ter, em 2018, **27 mil FTE** em atividades e projetos de EE, porém tem apenas **11 mil**, o que está **em linha com o nível 2**, que demanda 12 mil FTE em 2018. Isso significa que o Brasil precisa ampliar incentivos e programas para acelerar a criação de demanda, contratação e capacitação de novos profissionais de EE para estar alinhado com as metas da NDC.

Se o Brasil tem atualmente 130 a 140 mil empregos diretos (FTE) no setor de EE, sendo 11 mil em atividades específicas de planejamento a execução de projetos de EE, precisaria ter, em 2030, para atingir a NDC brasileira, 450 mil empregos diretos (FTE), sendo 62 mil capacitados no planejamento até execução de atividades de EE. Isso significa que a demanda por profissionais qualificados em EE pode aumentar numa ordem de **5 a 6 vezes** nos próximos 12 anos em relação ao nível atual. Considerando os empregos em toda a economia, a tendência é que para atingir a NDC, a demanda deve **triplicar entre 2016 e 2030**. Ou seja, políticas efetivas para promover a EE visando a NDC têm alto potencial de gerar empregos.

A quantidade de pessoas gerenciando os programas de EE em nível nacional é muito pequena comparada com a quantidade de empregos executando esses projetos (1 a 2,5%). Esse dado é um ponto de partida para discussões sobre a necessidade de aumentar o número de pessoas criando, dirigindo e impulsionando as estratégias de EE do País.

Um importante instrumento que poderia ser utilizado para coletar dados de projetos que permitam aprimorar e acompanhar a evolução dos indicadores de empregos é o **Programa de Eficiência Energética (PEE)** da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Trata-se da iniciativa nacional mais organizada em termos de projetos de EE, porém os dados registrados e disponibilizados ainda são insuficientes para esse tipo de estudo.

É importante destacar que, se por um lado os resultados deste estudo não possuem poder estatístico para representar a realidade nacional, por outro, este trabalho representa um esforço de sistematizar e propor uma metodologia (e instrumentos) capaz de estimar o número de empregos em EE no Brasil e realizar exercícios de projeção. Recomenda-se ampliar estudos de geração de empregos com pesquisas em grande escala e criar programas para aprimorar e acompanhar indicadores, como o FGE. Espera-se que as maiores contribuições deste estudo sejam de **impulsionar a discussão sobre empregos de EE** no País, bem como **estruturar a metodologia híbrida** (*bottom-up* e macroeconômica) que possa abrir o caminho para futuras pesquisas na área em mais ampla escala.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de empregos diretos e indiretos relacionados ao setor de Eficiência Energética no Brasil	13
Figura 2. Empregos diretos, indiretos e induzidos em 2016 resultantes de atividades do setor de EE, calculados pelo método <i>top-down</i>	14
Figura 3. Repartição dos empregos atuais no Setor de EE, calculados pelo método <i>top-down</i>	14
Figura 4. Empregos diretos atuais em atividades de EE, indicando número total de pessoas empregadas por setor e por nível de formação	15
Figura 5. Dedicção média em EE dos empregos de EE, por setor. Fonte: elaboração própria	16
Figura 6. Geração de empregos brutos na economia brasileira para atender a demanda de produção de bens e serviços de EE. Projeção até 2030 para atender a NDC brasileira	16
Figura 7. Projeção até 2030 de empregos brutos dedicados a atividades de EE necessários para atender a NDC brasileira.....	17
Figura 8. Fluxograma de empregos diretos e indiretos relacionados ao setor de Eficiência Energética no Brasil	26
Figura 9. Organização dos empregos de EE nos conjuntos de resultados obtidos a partir do método híbrido de quantificação de empregos de EE.....	47
Figura 10. Resultados compilados de empregos e FTE em EE atuais existentes.....	49
Figura 11. Gráfico com a distribuição do grau de escolaridade dos empregos diretos no setor de EE em 2016.....	51
Figura 12. Quantidade de empregos atuais levantados pelo método <i>bottom-up</i>	53
Figura 13. Gráfico de resultados do levantamento atual de empregos diretos (total de pessoas atuando) em atividades e projetos de EE, indicando número total de pessoas empregadas.....	53
Figura 14. Gráfico de resultados do levantamento atual de empregos diretos em atividades e projetos de EE, indicando FTE.....	54
Figura 15. Dedicção média em EE dos empregos levantados por setor	54
Figura 16. Gráficos com o número de empregos anuais acumulados em cada período de 5 anos do horizonte de análise (2016 a 2030), para os níveis 1 a 4.....	56
Figura 17. Geração de empregos brutos totais na economia brasileira previstos a cada ano para atender a demanda de produção de bens e serviços de EE.....	56
Figura 18. Empregos totais em 2030 para distintas hipóteses com base no cenário Nível 3.....	57
Figura 19. Gráficos com o número de empregos integrais anuais (FTE) brutos acumulados em cada período de 5 anos do horizonte de análise (2016 a 2030), para os níveis 1 a 4.....	58
Figura 20. Gráficos com o número de empregos integrais anuais (FTE) líquidos acumulados em cada período de 5 anos do horizonte de análise (2016 a 2030), para os níveis 1 a 4.....	59
Figura 21. Projeção até 2030 de empregos diretos brutos dedicados a atividades de EE necessários para atender o Cenário Alvo (Nível 3), representados em FTE previstos a cada ano.....	59
Figura 22. Projeção até 2030 de empregos diretos líquidos dedicados a atividades de EE necessários para atender o Cenário Alvo (Nível 3), representados em FTE previstos a cada ano.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados de empregos equivalentes (FTE) de EE atuais existentes	13
Tabela 2. Empregos diretos atuais efetivamente relacionados às atividades e projetos de EE, calculados pelo método <i>bottom-up</i>	15
Tabela 3. Fatores de geração de empregos por GWh de energia economizada para cada uso final	17
Tabela 4. Descrição dos subsetores e grupos de atividades inclusos nas fronteiras do estudo	24
Tabela 5. Descrição dos subsetores e grupos de atividades excluídos das fronteiras do estudo e justificativas para exclusão	25
Tabela 6. Setor de Eficiência Energética considerado no estudo, e classificação de empregos diretos, indiretos e induzidos.....	26
Tabela 7. Geração de empregos por unidade de energia produzida ou evitada (postos de trabalhos por GWh)	29
Tabela 8. Fatores de empregos utilizados na literatura nacional	30
Tabela 9. Resumo de casos internacionais em geração de empregos através de ações de eficiência energética.....	31
Tabela 10. Entrevistas realizadas por setor para mapeamento dos empregos de eficiência energética	34
Tabela 11. Definição dos quatro cenários de inserção de EE usados pela Calculadora 2050	37
Tabela 12. Cenário-base do consumo de eletricidade por setor de 2015 a 2030 segundo a Calculadora 2050 (TWh/ano).....	37
Tabela 13. Taxas de inserção de EE por setor para os cenários níveis 1 a 4 da Calculadora 2050 (EPE, 2016)	37
Tabela 14. Energia economizada em cada setor em cada cenário níveis 1 a 4, em TWh, acumulada em cada período de 5 anos	38
Tabela 15. Fatores de geração de empregos por GWh e por MW médio de energia economizada para cada uso final	39
Tabela 16. Desagregação de consumo por uso final para cada uma das classes de consumo	40
Tabela 17. Fatores de geração de empregos por MW médio de energia economizada para cada classe.....	40
Tabela 18. Fatores de geração de empregos por MW de energia economizada para cada setor	41
Tabela 19. Resultados de empregos equivalentes (FTE) de EE atuais existentes.....	48
Tabela 20. Impactos Diretos, Indiretos e Renda da MIP em 2016.....	50
Tabela 21. Empregos no setor de EE e impactos sobre o restante da economia, em 2016	50
Tabela 22. Participação de grupos de ocupação nos empregos diretos no setor de EE, em 2016.....	51
Tabela 23. Tabela de resultados do levantamento atual de empregos diretos efetivamente relacionados às atividades e projetos de EE, calculados pelo método <i>bottom-up</i>	52
Tabela 24. Energia Economizada em 2030 (TWh)	55
Tabela 25. Projeção de Emprego FTE em 2030.....	55
Tabela 26. Empregos FTE até 2020 compatíveis com as trajetórias de EE dos Níveis 1 a 4.....	62

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ACEEE	<i>American Council for an Energy-Efficient Economy</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAU/BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEMPRE	Cadastro Central de Empresas
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
COP	Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
DASOL	Departamento Nacional de Aquecimento Solar
EE	Eficiência Energética
EEA	Energia Economizada Anual em GWh
EEC	Energia Total Economizada para um dado ano por uma determinada Classe
EG	Empregos Gerados
Eleq	Quantidade de empregos integrais equivalentes (8 horas por dia) durante um período determinado, por exemplo, período de execução de um projeto
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Empresa de Serviços de Conservação de Energia, ou <i>Energy Services Company</i>
EUA	Estados Unidos da América
FGE	Fator de Geração de Emprego
FGEC	FGE para cada classe ou setor
FTE	<i>Full-Time Equivalent</i>
FV	Energia Solar Fotovoltaica
GBC Brasil	<i>Green Building Council Brasil</i>
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GN	Gás Natural
GTP	<i>Green Technologies and Practices</i>

I/O	<i>Input-output</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ILO	<i>International Labour Organization</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDO	Mão-de-obra
MEC	Ministério da Educação
MGE	Modelo de Geração de Empregos do BNDES
MIP	Matriz de Insumo-Produto
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i> (Contribuição Nacionalmente Determinada)
NoPa	Novas Parcerias (programa de cooperação da GlZ)
NWPCC	<i>Northwest Power and Conservation Council</i>
O&M	Operação e Manutenção
OIT	Organização Internacional do Trabalho
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAC	Pesquisa Anual de Comércio
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
PAS	Pesquisa Anual de Serviço
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética da ANEEL
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PNAD Contínua	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
PP	Período de Execução do Projeto em meses
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ProEESA	Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECOVI	Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIDRA	Sistema IGBE de Recuperação Automática
SindusCon	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SPE	Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da ANEEL
UE	União Europeia
VFD	<i>Variable Frequency Drive</i> (Variador de Frequência)
VU	Vida Útil da Ação de Eficiência Energética Empregada

1 INTRODUÇÃO

A eficiência energética (EE) possui múltiplos benefícios, e esforços importantes têm sido feitos em diversos países ao menos nos últimos 20 anos para avaliar o impacto de políticas públicas e programas de EE não limitados apenas às economias de eletricidade, mas também na geração de empregos e no crescimento da atividade econômica (Blyth *et al.*, 2014; Laitner & McKinney, 2008; Kaiser *et al.*, 2005; Paul *et al.*, 2010).

No Brasil, as avaliações de impacto em EE têm se restringido às economias de eletricidade, redução da demanda na ponta e das emissões de gases de efeito estufa. São ainda poucos os trabalhos realizados no país para identificar o impacto dessas ações na geração de empregos (Pacheco *et al.*, 2013; Pica *et al.*, 2014; Vaca, 2016; Jannuzzi *et al.*). Mesmo assim, entre estes estudos as metodologias adotadas são variadas, o que dificulta a comparabilidade dos resultados entre eles e entre estudos internacionais.

Nenhum destes trabalhos realizados para o Brasil (Pacheco *et al.*, 2013; Pica *et al.*, 2014; Vaca, 2016; Jannuzzi *et al.*), entretanto, levantou dados primários ou secundários do número de empregos existentes na área de EE ou do número de empregos diretos gerados por energia economizada que reflitam a realidade local. Adicionalmente, não há, até onde alcança o conhecimento dos autores deste estudo, nenhum estudo brasileiro que avalie os impactos de ações de EE em termos de geração de empregos.

Para analisar o potencial de geração de empregos de determinado setor, diferentes metodologias podem ser utilizadas. A combinação de modelos *bottom-up* e *top-down* traz benefícios complementares que reduzem as limitações de cada modelo quando aplicado separadamente (BELL *et al.*, *Verifying Energy Efficiency Job Creation: Current Practices and Recommendations*; ACEEE, 2015). Por se tratar de um estudo inédito para o Brasil, a “Pesquisa sobre o potencial de empregos gerados na área de eficiência energética no Brasil de 2018 a 2030” apresentada neste relatório foi realizada seguindo uma metodologia híbrida, que engloba o desenvolvimento de ambos os modelos, e visa assim fornecer, além dos primeiros resultados sobre a geração de empregos nesse setor, uma base metodológica consistente para novos estudos e avaliações futuras na área.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo é de estruturar, gerar e apresentar informações sobre a quantidade de empregos existentes no Brasil na área de EE atualmente, bem como projetar o potencial de geração de empregos nessa área até 2030 com base em, no mínimo, três cenários. Visto que tais dados ainda são inexistentes no Brasil, até onde alcança o conhecimento dos autores do estudo, foi importante elaborar uma metodologia para levantamento e sistematização das informações. São objetivos específicos deste estudo:

- Estruturar e apresentar uma metodologia capaz de estimar o número de empregos gerados no setor de EE no Brasil e de projetar cenários futuros.
- Levantar informações a respeito dos empregos na área de EE, de modo que estas informações sirvam de insumo para planejamento de órgãos e instituições governamentais, tais como para dimensionar capacitações de profissionais na área de EE;
- Avaliar o impacto macroeconômico em termos de empregos **diretos, indiretos e derivados do efeito renda** (induzidos) que resultam do crescimento do setor de EE, seja organicamente, seja por meio de políticas públicas voltadas para o aumento da produção doméstica de EE. Como resultados secundários, o estudo avalia também o impacto macroeconômico do setor de EE em termos de produção de bens e serviços (em R\$), valor adicionado e arrecadação de impostos.

1.2 ESCOPO E DEFINIÇÕES

O setor de EE é consideravelmente amplo e engloba segmentos que discutem e implementam políticas públicas, bem como consultoria de projeto e operação, instalação e execução de projetos de eficiência, fabricação de equipamentos, construção de edifícios, financiamento e comércio. Por esta razão, a definição do setor e dos empregos a serem considerados, bem como dos principais conceitos estudados, é fundamental para o desenvolvimento do trabalho.

1.2.1 DEFINIÇÃO DO SETOR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EMPREGOS

O primeiro passo para o desenvolvimento do estudo envolveu uma definição clara de quais segmentos econômicos compõem o setor de EE, e de como ele é estruturado. A Tabela 4 descreve em detalhes cada uma das áreas da economia consideradas no estudo. A Tabela 5, por sua vez, apresenta uma descrição e justificativa das principais áreas não estudadas na quantificação de empregos.

O foco da pesquisa foi na eficiência pelo lado da demanda (usuário final), e não pelo lado da oferta (geração), de energia. A divisão utilizada para definir as fronteiras do setor de EE no contexto deste estudo não distingue diferentes usos finais ou formas de energia, visto que é considerado que a EE predial e, principalmente, a EE industrial, engloba a otimização do uso de energia elétrica bem como térmica. No entanto, no Brasil existe ainda uma grande lacuna na oferta de bens e serviços na área de eficiência de processos térmicos (LCBA, 2016). Por isto, foi possível obter poucos dados nessa área, e, conseqüentemente, os resultados deste estudo baseiam-se em informações associadas primordialmente à eficiência no uso da energia elétrica.

O setor de saneamento foi consultado ao longo da coleta de dados na etapa de entrevistas. Porém, decidiu-se considerá-lo como uma tipologia / usuário final de energia receptora de ações de EE por equipes externas, e não como uma área que contém, por si mesma, empregos de EE internos.

O setor de energia solar térmica foi incluído apenas na análise macroeconômica pelo método *top-down*, mas não na análise com fontes primárias e secundárias pelo método *bottom-up*. Além disso, são apresentados nas notas metodológicas os resultados de um estudo que apresenta alguns números de empregos do setor, a título de informação.

Grupos inclusos no estudo	Descrição dos empregos de EE considerados
SETOR DE EE (EMPREGOS DIRETOS)	
Público (Federal)	Empregos envolvidos na elaboração de programas e políticas de EE em órgãos e instituições públicas e associações setoriais em nível federal, tais como MME, Procel / Eletrobras, EPE, MMA, ANEEL, INMETRO, ABDI e CNI.
Financiamento	Empregos envolvidos no financiamento de projetos de EE, incluindo consultorias especializadas em green finance bem como linhas de EE em agências de fomento, bancos e outras instituições financeiras brasileiras.
Distribuidoras (PEE)	Empregos dentro das distribuidoras de energia elétrica, envolvidos na gestão e execução do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE).
Construtoras	Empregos diretos dentro das empresas de construção de edifícios comerciais, residenciais e públicos, que visem à eficientização dos edifícios a serem construídos.
Indústrias (O&M)	Empregos diretos perenes dentro das indústrias de todos os segmentos industriais, que possuam dentre as suas atribuições a gestão de energia ou a identificação, supervisão e execução de medidas de EE ⁵ .
Edifícios existentes (O&M)	Empregos diretos perenes de gestão, operação e manutenção predial, que possuam dentre as suas atribuições a gestão de energia ou a identificação, supervisão e execução de medidas de EE, dentro dos edifícios.

⁵ Os setores industrial e de edifícios existentes não incluem empregos terceirizados ou para execução de projetos pontuais, os quais se enquadram nas categorias de "projeto e execução" ou "consultoria". Englobam apenas aqueles empregos de EE perenes, que independam da existência de projetos pontuais de EE.

Grupos inclusos no estudo	Descrição dos empregos de EE considerados
Consultoria de Eficiência Energética (Projeto e Operação)	Empregos envolvidos na prestação de serviços de consultoria em eficiência energética, tanto na área de construções novas e reformas (projeto e construção eficientes), quanto na área de edificações e indústrias existentes (otimização de desempenho operacional), incluindo o setor de certificações e etiquetagens de sustentabilidade bem como diagnósticos energéticos. Empregos fixos em ESCOs estão inclusos neste grupo, mas empregos terceirizados por ESCOs para execução de projetos pontuais não estão.
Projeto e execução de medidas de EE	Empregos diretamente relacionados ao projeto e execução / instalação de medidas de EE, principalmente no âmbito predial e industrial. A existência destes empregos depende diretamente de haver projetos de EE. Podem ser associados a diversos usos finais e classes de consumo. Dentre os usos finais de energia considerados nos projetos de EE, são incluídos Ar Condicionado / Refrigeração, Iluminação, Força motriz, Ar Comprimido, e Aquecimento e Processos térmicos. A Cogeração qualificada também é considerada como um uso final de EE para fins deste estudo.
Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes	Empregos relacionados à fabricação de bens de EE, como equipamentos eficientes, considerando também os cargos não relacionados à EE, como cargos administrativos e de suporte. Inclui também empregos relacionados à venda, transporte e entrega de tais bens. O setor de energia solar térmica foi incluído nesta categoria.
FORA DO SETOR DE EE (EMPREGOS INDIRETOS)	
Fabricação de insumos para fabricantes de equipamentos eficientes	Empregos relacionados a fabricação de insumos para os fabricantes de bens e serviços de EE, considerando também os cargos não relacionados à EE, como cargos administrativos e de suporte. Os empregos desta categoria se enquadram como empregos indiretos.

Tabela 4. Descrição dos subsetores e grupos de atividades inclusos nas fronteiras do estudo.

Fonte: elaboração própria.

Grupos excluídos do estudo	Descrição e justificativa para exclusão
Público (estadual e municipal)	A capilaridade dos níveis estadual e municipal é muito grande para que fossem avaliados neste estudo. No entanto, acredita-se que haja poucos empregos nesses níveis dedicados à questão da EE.
Transportes	A EE no setor de transportes é geralmente abordada de forma separada dos setores industrial e predial, devido às características muito distintas dos programas e medidas de EE desse setor. Por isso, a quantificação não inclui nenhum tipo de transporte, seja ele metroviário, ferroviário, rodoviário, aéreo ou aquático.
Infraestrutura	Apenas os empregos de EE nas empresas de construção predial foram incluídos. Empregos em construtoras e empreiteiras com foco em infraestrutura, como estradas, por exemplo, não foram contabilizados.
Agropecuário	O setor agropecuário é muito extenso e pulverizado, e possui características muito diferentes dos setores industrial e predial. Além disso, não é esperado que haja muitos empregos de EE dentro do setor agrícola em si, visto que eventuais projetos de eficiência nesse setor tendem a ser executados por empresas terceirizadas, algumas com foco exclusivo no setor agrícola, que não foram entrevistadas, e outras com atividades transversais englobando também os segmentos industrial e predial e, assim, inclusas no subsetor de "Projeto e execução de medidas de EE".
Energias renováveis (elétrica)	O setor de energias renováveis para geração de energia elétrica foi excluído do estudo pois há estudos específicos que tratam desse assunto, e visto que não se tratam de ações de eficiência do uso de energia, mas, sim, de substituição de fontes energéticas. Note-se que apenas a fonte solar térmica, para aquecimento de água, foi incluída no cálculo de empregos.
Eficientização de combustíveis	Empregos envolvidos em pesquisas e projetos relacionados ao aumento de rendimento de combustíveis não estão dentro das fronteiras deste estudo.
Energia primária – Geração e transmissão de energia elétrica	Visto que o foco do estudo foi a EE pelo lado do uso final, não foram contabilizados empregos relacionados ao aumento de rendimento de usinas de geração de energia, como termelétricas e hidrelétricas, por exemplo, e de linhas de transmissão. Segundo algumas fontes entrevistadas, tais atividades sempre buscaram a otimização energética visto que a energia elétrica é o seu produto principal, sem que isso recebesse o nome de EE, sendo, portanto, difícil identificar quais seriam empregos considerados de EE.
Óleo e Gás	Toda a cadeia de óleo e gás, no que tange à efficientização pelo lado da oferta e da distribuição, estão fora do escopo deste estudo.

Tabela 5. Descrição dos subsetores e grupos de atividades excluídos das fronteiras do estudo e justificativas para exclusão.

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 6 apresenta os subsetores relacionados à EE e a classificação dos empregos adotada neste estudo. A Figura 8 apresenta as relações entre os setores considerados.

Setor	Classificação dos Empregos
Público (Federal)	Empregos Diretos
Distribuidoras (PEE)	
Indústrias (O&M)	
Edifícios (O&M)	
Construtoras	
Consultoria de EE em Projeto e Operação	
Projeto e Execução de MEEs	
Financiamento	
Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes	
Fabricação de insumos para fabricantes de equipamentos eficientes	Empregos Indiretos
Outros setores da economia	Empregos Induzidos (Efeito Renda)

Tabela 6. Setor de Eficiência Energética considerado no estudo, e classificação de empregos diretos, indiretos e induzidos. Fonte: elaboração própria.



Figura 8. Fluxograma de empregos diretos e indiretos relacionados ao setor de Eficiência Energética no Brasil. Fonte: elaboração própria.

1.2.2 MEDIÇÃO DE EMPREGOS NO TEMPO: FTE

Ao desenvolver trabalhos sobre o potencial de geração de empregos de uma determinada área é fundamental normalizar as projeções por uma unidade de tempo. Por exemplo, é diferente afirmar que foi gerado 1 emprego integral que durou 1 ano (a) ou 1 emprego integral que durou 5 anos (b). Da mesma forma, se duas pessoas trabalham 20 horas por semana durante 1 ano, existiram duas pessoas trabalhando, mas o mesmo trabalho poderia ter sido executado por uma única pessoa trabalhando em tempo integral (c).

Uma definição importante, portanto, é a de “*Full-time Equivalent Job*” (FTE – Emprego equivalente de jornada integral), também conhecido como um “*job-year*” (um “emprego-ano”), que representa a normalização dos empregos no tempo para que **1 FTE seja um emprego a tempo integral, durante um ano** (Wei, Patadia e Kammen, 2010b). Geralmente, “tempo integral” significa 8 horas por dia, porém pode variar de acordo com o subsetor considerado. Nos exemplos do parágrafo acima, haveria 1 FTE no caso (a) e 5 FTE no caso (b). No caso (c), há 2 pessoas a tempo parcial, mas um único FTE.

Em outro exemplo, se são necessários 50 empregos com duração de um ano para instalar uma tecnologia eficiente que tem vida útil de 10 anos, diz-se que foram gerados 50 FTE, ou uma média de 5 FTE por ano ao longo de 10 anos. Na projeção de empregos, é considerado que existiram 5 FTE por ano ao longo de 10 anos, ou seja, que os empregos continuam existindo enquanto as economias continuam sendo geradas. Para tal, foram gerados indicadores em empregos por MW médio de economia. Esta consideração supõe que novos projetos de EE são implantados constantemente. Os diferentes tipos de emprego devem ser normalizados desta forma, para levar em conta o fato de que há empregos gerados pontualmente (construção e instalação).

Neste estudo, os termos “FTE”, “Emprego FTE” e “posto de trabalho” serão utilizados sem distinção. Em alguns casos apresentados no capítulo de Revisão Bibliográfica o termo “emprego-ano” ou “*job-year*” é utilizado pois são as definições atribuídas pelos autores dos estudos.

Na quantificação de empregos atuais, sempre que possível foi levantado o **número total de pessoas** que atuam com EE, mesmo que essa atuação seja apenas *part-time*, e também a quantidade de **empregos FTE** em EE, representando a equivalência de postos de trabalho existentes em tempo integral. Na projeção futura, todos os dados são informados em **FTE**.

1.2.3 NÍVEL DE FORMAÇÃO

Na etapa de quantificação de empregos atuais, sempre que possível foi feita a distinção entre empregos de nível superior e de nível técnico, e entre níveis de formação. Esta distinção foi realizada com o objetivo de fornecer insumos para o planejamento de capacitação de profissionais na área.

Por meio das entrevistas e pesquisas, destaca-se que a maioria dos empregos de EE de nível superior são de engenheiros e arquitetos. Em geral, os cargos gerenciais são ocupados por profissionais com formação superior, enquanto os cargos de supervisão e execução em campo são ocupados tanto por profissionais com formação superior quanto por profissionais com formação técnica.

1.2.4 EMPREGOS BRUTOS E LÍQUIDOS

Empregos brutos são aqueles existentes ou gerados em determinado setor, sem comparação com outros setores ou fontes que poderiam suprir a mesma necessidade – neste caso, demanda de energia elétrica. Empregos líquidos são os empregos resultantes ao se considerar que a geração de empregos em determinado setor pode ocasionar a perda de empregos em outros setores ou a transferência de empregos entre setores.

O investimento em uma fonte de energia gera empregos que deixam de ser gerados na fonte substituída, por exemplo. Se a criação de 5 empregos por EE causa uma perda de 3 empregos em uma usina termelétrica, o resultado é a criação de 5 empregos brutos ou 2 empregos líquidos. Neste estudo, seriam contabilizados 5 empregos brutos.

O presente estudo calcula principalmente os **empregos brutos** no setor de EE. A projeção de empregos para as atividades diretamente relacionadas à implantação de medidas de EE também é apresentada em termo de empregos líquidos, descontando assim os empregos que seriam gerados caso a mesma quantidade de energia economizada fosse gerada por usinas termelétricas a gás natural, opção mais provável para a realidade brasileira. Foram utilizados para esta comparação os indicadores de empregos em usinas a gás natural fornecidos por WEI *et al.* (2010).

1.3 LIMITAÇÕES

Este estudo pretende dar o primeiro passo rumo à quantificação de empregos na área de EE no Brasil. Os resultados devem ser discutidos e aprimorados através de futuros estudos.

A metodologia utilizada na quantificação de empregos pelo modelo *bottom-up* foi a realização de um número limitado de entrevistas e questionários. As informações obtidas foram então utilizadas para extrapolar a quantificação de empregos para o Brasil inteiro. Ressalta-se então que a amostra analisada é muito pequena para representar uma relevância estatística adequada às dimensões e diversidades do país.

A metodologia *top-down* adotada possui duas limitações intrínsecas: a versão mais atualizada da Matriz de Insumo-Produto (MIP) na época da elaboração do estudo reflete as relações entre os setores da economia brasileira em 2010, e os setores da MIP não são estruturados de forma a facilmente identificar até que profundidade cada um pode conter atividades de EE. Além disso, diversas hipóteses e premissas tiveram que ser adotadas, devido à falta de dados e estudos na área. Cabe mencionar, também, que a MIP calcula, inerentemente, dados monetários relacionados à produção, importação e impostos. As informações de empregos são obtidas por multiplicadores.

A própria junção dos métodos *top-down* e *bottom-up*, embora complementares, também possui limitações, já que é difícil comparar e somar resultados gerados por meio de metodologias com abordagens tão distintas.

Portanto, enfatiza-se que os resultados numéricos devem ser interpretados com cautela e considerados como uma **primeira aproximação**, e que um dos objetivos importantes do trabalho é **estruturar a metodologia** por meio da qual a pesquisa possa ser repetida e aprofundada futuramente.

A projeção de empregos futuros pretende apresentar a quantidade de postos de trabalho em EE que podem ser gerados caso o Brasil tenha um determinado crescimento econômico e caso determinados cenários de inserção de eficiência energética na economia sejam realizados. O presente estudo não tem a pretensão de prever o crescimento econômico brasileiro nem os cenários de inserção de EE; ao invés disso, utiliza previsões oficiais da EPE (2016).

A interpretação dos resultados deve levar em conta também as fronteiras e definições do estudo, apresentadas no início deste capítulo.

Finalmente, este estudo não pretende comparar os impactos empregatícios do setor de EE com os de outros setores, como os de geração de energia por fontes renováveis ou fontes fósseis. O intuito é informar sobre a dimensão atual e demanda futura do setor de EE, para apoiar na elaboração de estratégias para impulsionar o setor com vistas a alcançar as metas de EE estabelecidas pelo governo brasileiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existem diversas terminologias e metodologias utilizadas em estimativas de geração de empregos no setor de eficiência energética (EE), que produzem uma variedade de resultados (Bell, Barrett e Mcnerney, 2015), nem sempre comparáveis entre si. Entretanto, entre as diversas referências consultadas, há um consenso sobre a evidência de que empregos em eficiência energética são, em geral, mais intensivos por unidade de energia “evitada” do que por unidade de energia gerada em usinas termoelétricas. (As fontes consultadas não permitiram chegar a uma conclusão na comparação com fontes renováveis). Em outras palavras, pode-se dizer que há geração líquida positiva de empregos quando se compara empregos gerados por EE com empregos envolvidos na geração de energia a partir de fontes fósseis. A magnitude desta diferença é estimada em 1 emprego por GWh produzido, aproximadamente (Blyth *et al.*, 2014).

Um dos principais estudos de referência desta área é o estudo analítico da geração de empregos relacionados à eficiência energética, energias renováveis, captura e armazenamento de carbono, e energia nuclear nos EUA (Wei, Patadia e Kammen, 2010b), que geraram indicadores de geração de emprego por GWh produzido ou evitado, mostrados na Tabela 7 abaixo.

EMPREGOS	Eficiência Energética (EE) ¹	Energia Fotovoltaica (FV) ²	Gás Natural (GN) ²
DIRETO	0,38	0,87	0,11
INDIRETO	3,42	0,78	0,099
TOTAL	3,80	1,65	0,21

Tabela 7. Geração de empregos por unidade de energia produzida ou evitada (postos de trabalhos por GWh).

Notas: ¹Wei, Patadia e Kammen (2010) consideram que os empregos diretos gerados por eficiência energética constituem 10% do total de empregos gerados. ²Também consideram que os empregos indiretos gerados por FV ou GN correspondem a 90% dos empregos diretos por geração de energia. Fonte: Elaboração própria a partir de (Wei, Patadia e Kammen, 2010a).

Outros dois estudos geraram indicadores de quantidade de empregos diretos por GWh evitados (ACEEE, 2008; Goldemberg, 2009 apud Wei, Patadia e Kammen, 2010), e as conclusões, dentre outras, indicam que o setor das energias renováveis e eficiência energética geram mais empregos do que o setor de combustíveis fósseis, e que, com uma inserção agressiva de eficiência energética (0,74% menos consumo de energia do que no cenário “*business as usual*”), e de energia renováveis (30% a mais), seria possível gerar mais de 4 milhões de empregos até 2030 comparados aos 500 mil empregos gerados pelo cenário “*business as usual*” até o mesmo ano.

Utilizar indicadores de empregos indiretos de outros países exige, entretanto, um cuidado especial, pois eles podem não corresponder com a realidade local estudada devido a diferenças nas definições de empregos diretos e indiretos. Estas definições variam de um lugar ao outro, pois dependem das características da cadeia de suprimento de cada país. Conclui-se, portanto, que os fatores de geração de emprego podem ser muito diferentes e dependem, basicamente:

- Da definição adotada para empregos diretos e indiretos;
- Da realidade e contexto de cada país e de sua cadeia de suprimento (indústria local, importação, etc.).

2.1 FONTES DA LITERATURA BRASILEIRA

São ainda poucos os trabalhos realizados no Brasil para identificar o impacto de ações de eficiência energética na geração de empregos (Pacheco *et al.*, 2013; Pica *et al.*, 2014; Vaca, 2016). Mesmo assim, entre eles as metodologias adotadas são variadas, ora utilizando fatores de estudos internacionais (Pica *et al.*, 2014; Vaca, 2016), ora utilizando estimativas de associações locais (Pacheco *et al.*, 2013). A Tabela 8 resume os fatores de geração de empregos utilizados por estes trabalhos, por tipo de emprego gerado (direto, indireto, total, induzido), e as fontes utilizadas.

Estudo	Setor	Fator de geração de empregos	Tipo	Fonte utilizada	Empregos gerados (ano)
Vaca (2016)	Industrial (SP)	0,27 emprego/GWh e 0,12 emprego/GWh no 15º ano.	Líquido direto ¹	Cambridge Econometrics (2015)	58 mil (2030)
Pica <i>et al.</i> (2014)	Brasil	Não informado	Total	Não informada	301 mil; 254 mil; 364 mil (2025) ²
Pacheco <i>et al.</i> (2013)	Edificação (certificação)	0,5% do total de empregos na área de edificações.	Não informado	SindusCon e estimativa própria	8 mil (2021)

Tabela 8. Fatores de empregos utilizados na literatura nacional.

Notas: ¹Embora a fonte utilizada (Cambridge Econometrics, 2015) tenha usado um fator de geração de empregos diretos líquidos, Vaca (2016) apresenta os resultados como empregos diretos e indiretos (figura 4.6, p. 65); ²Respectivamente, cenário base, pessimista e otimista (autores consideraram que 80% desses empregos são diretos).

Fonte: Elaboração própria a partir de Vaca (2016), Pica *et al.* (2014) e Pacheco *et al.* (2013).

Vaca (2016) utiliza o fator de geração de empregos (líquidos diretos) por eletricidade economizada adotada por um estudo europeu para o setor industrial (Cambridge Econometrics, 2015). Além de utilizar uma referência internacional para estimar o potencial de geração de empregos, o trabalho de Vaca (2016) é regional (considera o Estado de São Paulo, apenas) e setorial (subsetores da indústria). O objetivo principal de seu trabalho é propor uma metodologia para dimensionar tipo e escala de programas de formação e capacitação de profissionais para atuar na área de eficiência energética até o ano de 2030.

Pica *et al.* (2014) também empregaram fatores de geração de emprego de trabalhos internacionais, mas não informaram qual fator e a fonte de referência, seja para ações de eficiência energética, seja para as fontes renováveis avaliadas. Não é possível assim estimar o fator utilizado porque os autores não disponibilizaram os potenciais de economia para os cenários adotados. Para estimar os empregos diretos, consideraram que estes correspondem a 80% do total. Diferentemente de Vaca (2016), Pica *et al.* (2014) consideram a eficiência energética abrangendo o país como um todo e todos os setores agregadamente.

Já Pacheco *et al.* (2013) estimaram um fator de emprego após entrevista com equipe técnica do SindusCon para o setor de edificações que envolvem ações adicionais de eficiência energética (edificações com certificação de boas práticas). Maiores detalhes de como se chegou a esta estimativa não foram informados, e também não fica claro se a estimativa se refere a empregos totais ou diretos. Diferentemente dos outros dois trabalhos mencionados anteriormente, o fator de geração de empregos é um percentual sobre os empregos totais da área de construção de edificações: 0,5% dos empregos totais, com base em 2012, são para a área de eficiência energética (certificação).

É importante mencionar que bancos de dados oficiais brasileiros não apresentam dados desagregados para setores que atuam com eficiência energética ou fontes renováveis de energia. É o que Pica *et al.* (2014, p. 3) constataram ao tentarem trabalhar com os bancos de dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística):

“Cabe destacar que bancos de dados como o RAIS e o IBGE não puderam ser muito usados nesse trabalho, pois nessas bases de dados, as informações de RE+EE encontram-se agrupadas com dados de outros setores.”

As metodologias, abordagens e perguntas que os estudos citados buscaram responder diferem das utilizadas no presente estudo, portanto, os resultados não podem ser diretamente comparados. Vaca (2016) considera empregos acumulados, sem utilizar o conceito de FTE. Pica (2014) considera empregos totais (diretos e indiretos) mas não disponibiliza a fonte utilizada. Pacheco *et al.* (2014) trata apenas do setor da construção, e considera empregos adicionais de todos os tipos necessários para construção de edifícios sustentáveis em comparação a edifícios comuns.

2.2 CASES INTERNACIONAIS: METODOLOGIAS E RESULTADOS

A seguir são apresentados alguns casos internacionais considerados como relevantes para ilustrar metodologias, abordagens e resultados de estudos de impacto de medidas e ações em eficiência energética na geração de empregos. A Tabela 9 apresenta alguns pontos de destaque destes casos relacionados ao escopo deste estudo e as fontes utilizadas.

O Apêndice 6, nas Notas Metodológicas, contém uma descrição mais detalhada de cada um desses casos.

País	Fonte	Pontos de destaque	Resultados
EUA	"Energy Efficiency Jobs in America" (E2 e E4TheFuture, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Bottom-up: > 20.000 surveys • Quantidade existente de empregos EE • Características dos empregos e empresas de EE 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,9 milhão de empregos em EE em 2015, em 165.000 empresas
EUA	"The long-term EE potential: what the evidence suggests" (Laitner <i>et al.</i> , 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Top-down: Modelagem insumo-produto (MIP) • Empregos/USD investido em EE 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,54 empregos/milhão USD (cenário de investimento 1) até 2050. • 0,36 empregos/milhão USD (cenário de investimento 2) até 2050.
Alemanha	"Towards a green economy in Germany? The role of EE policies" (Ringel <i>et al.</i> , 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Top-down: Modelagem insumo-produto (MIP) • Empregos/Euro investido em EE e por GWh economizado • Distribuição setorial dos empregos gerados até 2020 • Retrofit e novas construções de edifícios 	<ul style="list-style-type: none"> • Empregos/GWh economizado por ano: 54 em projetos de retrofit e 934 em novas construções. • Resultados não consideram a vida útil dos projetos. • 0,60 empregos/GWh economizado (Dupressoir <i>et al.</i> 2007). • 0,48 empregos/mi EUR investidos.
Grécia	"A Methodological framework for assessing the employment effects associated with EE interventions in buildings" (Mirasgedis <i>et al.</i> , 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Valor presente líquido da geração de empregos por MEE • Empregos gerados totais e por USD investido (diretos/indiretos) para 3 medidas comuns de EE na Grécia (em 1.000 edifícios) 	<ul style="list-style-type: none"> • Empregos por milhão de dólares investidos: • Retrofit de fachadas: 14,7 diretos e 3,6 indiretos • Troca de vidro duplo ou triplo: 6,9 diretos e 4,8 indiretos • Troca de aquecedores antigos: 18 diretos e 1 indireto
Reino Unido	"Low carbon jobs: The evidence for net job creation from policy support for EE and renewable energy" (UKERC, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplicadores de geração de empregos indiretos de EE para 27 países da Europa • Revisão bibliográfica. Não desenvolve metodologia ou resultados próprios 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,25 direto / GWh econ. (Jaccard 1991). • 0,4 direto / GWh econ. (Wei <i>et al.</i> 2010). • 0,5 direto e 0,1 indireto / GWh econ. no setor residencial (Ruth <i>et al.</i> 2010).

País	Fonte	Pontos de destaque	Resultados
Europa	"Assessing the employment and social impact of EE final report" (Cambridge Econometrics, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Quantificação empregos atuais. • Adaptação dos resultados dos EUA para a Europa. • Indicadores de empregos/GWh economizado por ano. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,9 mi empregos de EE em 2010 na Europa (1% do total de empregos) • 56% fabricação, 31% setor construção • 0,23 líquido direto/GWh economizado (2010), 0,15 (2020) e 0,13 (2030)

Tabela 9. Resumo de casos internacionais em geração de empregos através de ações de eficiência energética.

Fonte: elaboração própria

2.3 CONCLUSÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As referências internacionais consultadas são fontes importantes de metodologias e reflexões acerca da avaliação de impacto de atividades de EE na geração de empregos. A diversidade das metodologias utilizadas por outros países, seus resultados bastante distintos e contextos específicos de países e regiões torna necessário ao Brasil elaborar a própria metodologia para levantar os próprios dados no seu próprio contexto. Isso porque os poucos trabalhos realizados no país para quantificar o número de empregos existentes em EE e os fatores de geração de postos de trabalho por energia economizada, embora bem-vindos ao que se propuseram, não fizeram um levantamento de dados do mercado brasileiro, apoiando-se em indicadores de outros países (Pica *et al.*, 2014; Vaca, 2016) ou utilizando uma estimativa sem pesquisa de campo (Pacheco *et al.*, 2013).

Desta forma, é importante para o Brasil incorporar outras dimensões dos benefícios trazidos pela EE, como a da geração de empregos, objetivo deste trabalho, além das tradicionalmente consideradas - economia de energia, redução da demanda na ponta e de emissões de gases de efeito estufa.

3 METODOLOGIA

Existem basicamente três métodos para quantificar empregos em atividades no setor de eficiência energética: *bottom-up*, *top-down* e híbrido.

A metodologia *bottom-up* envolve a compilação de informação desagregada por setor e por programas sobre a quantidade de postos de trabalho, por contagem, de cada um. Bancos de dados e questionários são exemplos de métodos usados para compilar esta contagem (Bell, Barrett e Mcnerney, 2015). Estimativas de crescimento de empregos de cada setor são então realizadas. Com esta metodologia é possível estimar uma parte dos empregos diretos, mas dificilmente os empregos indiretos e induzidos. Para tentar estimar os empregos indiretos através deste método, podem ser usados “multiplicadores”, que funcionam como fatores a serem aplicados a cada emprego direto. Há tabelas de multiplicadores para estimar os empregos diretos e indiretos para 28 países da Europa considerando ações em eficiência energética e energia renovável (Blyth *et al.*, 2014).

A metodologia *top-down*, por sua vez, conta com uma modelagem da economia inteira de um país ou região, que consegue incluir os efeitos macroeconômicos das interações de atividades em diferentes setores e assim prever também os empregos indiretos e induzidos. Na modelagem *top-down* existem também diversos métodos, cada um usado extensivamente na literatura, mostrando assim que não há muito consenso nessa área (Wei, Patadia e Kammen, 2010). Os tipos de modelos mais usados na metodologia “*top-down*” são a matriz de insumo-produto (em inglês, “*input-output model*” ou I/O model), o modelo de equilíbrio geral (do inglês “*Computable General Equilibrium Model*” ou CGE), e o econométrico (Bell, Barrett e Mcnerney, 2015). Estes modelos resultam na criação de um “multiplicador” que traduz as mudanças macroeconômicas, investimento e economias de energia em quantidades de empregos (Bell, Barrett e Mcnerney, 2015). O valor deste multiplicador depende do mercado em questão.

O método híbrido é uma composição destes dois métodos a fim de tirar vantagem dos benefícios de cada um: possibilidade de maior desagregação de subsetores e atividades (*bottom-up*) e identificação dos desdobramentos na cadeia de produtos e serviços associados, como nos empregos indiretos e induzidos (*top-down*).

A dificuldade de análises do tipo *bottom-up* é a necessidade de realizar levantamentos extensivos junto a indústrias manufatureiras, de construção, mineração, firmas de engenharia, consultoria e vendas de equipamento, por exemplo. A criação e manutenção de bancos de dados que agregam informações desta natureza são fundamentais, embora custosos⁶. Questionários e levantamentos bem elaborados e implantados, com poder estatístico representativo, fornecem informações importantes para análises macroeconômicas do tipo *top-down*. Por outro lado, as dificuldades de análises do tipo *top-down* são justamente o nível de desagregação em que se consegue chegar com as informações oficiais existentes.

O presente trabalho utiliza como metodologia o método híbrido, e foi então realizado em duas fases principais: uma contemplando o levantamento de informações segundo o método *bottom-up*, e a segunda complementando os resultados encontrados com a análise macroeconômica e avaliação dos impactos do setor de eficiência energética em termos de geração de empregos através do método *top-down*. As seções a seguir detalham cada um dos métodos adotados.

⁶ Exemplos de bancos de dados e levantamentos incluem o banco de dados do *Clean Energy Works* nos EUA, o banco de dados do GTP (“*Green Technologies and Practices*”) e o “*Brookings-Battelle database*”. Os dois últimos levantamentos citados acima representam a melhor informação disponível de desagregação de emprego em eficiência energética e serviram para estimar as quantidades de empregos em outros países, por exemplo na Europa (*Cambridge Econometrics*, 2015b). O GTP, descontinuado em 2013 (*Cambridge Econometrics*, 2015b), fazia levantamentos por questionários das pessoas que trabalham com práticas de sustentabilidade, desagregadas em atividades, sendo uma delas a eficiência energética. O “*Brookings-Battelle Database*” conta com um levantamento sistemático de empregos relacionados à eficiência energética, também nos EUA.

3.1 MÉTODO *BOTTOM-UP*

Para a primeira fase deste trabalho utilizou-se a abordagem *bottom-up* para identificar empregos diretos ligados diretamente ao planejamento, gerenciamento e execução de atividades e medidas de eficiência energética. Esta abordagem permite identificar a quantidade de empregos atuais na área de eficiência energética no Brasil e, a partir desse “retrato” por setor e por uso final, elaborar indicadores de geração de emprego por energia economizada, aqui chamado de fator de geração de empregos (FGE). O uso deste fator permite projetar uma estimativa de empregos gerados por ações de eficiência energética até 2030.

A metodologia “*bottom-up*” baseou-se nos seguintes instrumentos de coleta de informações:

- Revisão bibliográfica e *benchmarking*;
- Entrevistas, questionários e pesquisas complementares.

Estes instrumentos foram elaborados e utilizados de forma a permitir a realização das seguintes estimativas:

- Quantificação de empregos atuais;
- Projeção futura de geração de empregos.

É importante destacar que, dado o alcance do método, sabia-se de antemão que, se por um lado os resultados não possuem poder estatístico para representar a realidade nacional, por outro eles representam um esforço de sistematizar e propor uma metodologia (e seus instrumentos) capaz de estimar o número de empregos em EE no Brasil e de calcular fatores de geração de empregos diretos brutos por energia economizada. Sendo assim, o estudo traz números preliminares e fornece ferramentas que auxiliarão estudos futuros.

3.1.1 ENTREVISTAS E QUESTIONÁRIOS

Com o objetivo de investigar a necessidade atual e futura de mão-de-obra no setor de eficiência energética (EE), além de fornecer dados e experiências concretas do mercado, foram realizadas 31 entrevistas com especialistas das áreas incluídas na fronteira do estudo, conforme apresentado na Tabela 10, no período entre 17 de janeiro e 9 de março de 2018. As entrevistas foram conduzidas no formato de perguntas semiestruturadas, utilizando perguntas abertas previamente elaboradas a fim de compreender as demandas atuais e futuras de mão-de-obra especializada em EE. O roteiro das entrevistas semiestruturadas foi desenvolvido para cada um dos setores analisados, e adaptado para cada especialista a ser entrevistado.

Posteriormente à entrevista, foi enviada uma tabela para preenchimento pelo entrevistado, para os casos de executores ou gestores, com informações quantitativas de ações de EE realizadas. Essas informações auxiliariam na formação dos indicadores.

Setor	Entrevistas realizadas
Indústria	Total: 9 entrevistas realizadas <ul style="list-style-type: none">• CNI, SENAI-SP, SENAI-DN, SEBRAE, ABNT;• Indústria automobilística de grande porte;• Indústria automobilística certificada com ABNT ISO 50.001;• Indústria de componentes automotivos certificada com ABNT ISO 50.001;• Indústria química de grande porte.
Edifícios	Total: 4 entrevistas realizadas <ul style="list-style-type: none">• 2 empresas de gestão de facilities;• 1 empresa de construção civil;• 1 complexo de edifícios corporativos com ações de EE realizadas.

Setor	Entrevistas realizadas
Empresas de Consultoria	Total: 5 entrevistas realizadas <ul style="list-style-type: none"> • 3 ESCOs; • 2 empresas de consultoria de EE em projeto e construção e em operação.
Associações Empresariais e Setoriais	Total: 6 entrevistas realizadas <ul style="list-style-type: none"> • ABESCO e GBC Brasil; • SindusCon-SP; • Procel e EPE; • ProEESA.
Outros	Total: 7 entrevistas realizadas <ul style="list-style-type: none"> • 1 empresa do setor financeiro; • 2 distribuidoras de energia; • ABRADDEE; • 1 empresa de comercialização de energia; • 1 fabricante de equipamentos de refrigeração; • 1 empresa de soluções de cogeração.

Tabela 10. Entrevistas realizadas por setor para mapeamento dos empregos de eficiência energética

Fonte: elaboração própria

Para ampliar a base de dados tanto para a estimativa dos empregos atuais quanto para a formação do indicador de geração de empregos, foram criados questionários para preenchimento online (*surveys*) enviados para as listas de contatos da ABESCO e do GBC Brasil. A aplicação deste instrumento de pesquisa também teve o intuito de identificar percepções e previsões de crescimento do mercado. Foram recebidas respostas de 15 empresas associadas à ABESCO, no período de 2 a 23 de fevereiro de 2018, e 22 contribuições de profissionais acreditados LEED®.

Com o objetivo de extrair mais dados sobre os projetos do Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL, em entrevista com a ABRADDEE foi solicitado seu apoio institucional para disponibilização dos dados de projetos de PEE das distribuidoras de energia elétrica. Apesar de sua boa vontade, no entanto, não foi possível coletar dados de projetos com nenhuma distribuidora de energia, e foram recebidas informações apenas de uma empresa que atua com PEE junto a uma distribuidora e que também contribuiu ao questionário via ABESCO.

3.1.2 QUANTIFICAÇÃO DE EMPREGOS ATUAIS

De maneira complementar às entrevistas e questionários realizados, foram levantados dados de mercados específicos a fim de caracterizar o universo de empregos no Brasil que tenham intersecção com o setor de eficiência energética e estabelecer ordens de grandeza quando na validação dos dados gerados na etapa de quantificação atual de empregos. As principais bases de dados utilizadas foram pesquisas do IBGE, CBIC, CONFEA e CAU/BR.

Fontes oficiais de dados de empresas, indústrias e do mercado de construção civil foram levantadas a partir do Sistema IBGE de Recuperação Automática⁷ (SIDRA) e do banco de dados do Câmara Brasileira da Indústria da Construção⁸ (CBIC). As seguintes pesquisas do IBGE foram utilizadas para quantificação atual de empregos: Cadastro Central de Empresas 2015⁹ (CEMPRE), Pesquisa Industrial Anual – PIA Empresa¹⁰ 2015, e Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2015¹¹ (PAIC).

⁷ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcsm>

⁸ Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/home/>

⁹ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/quadros/brasil/2015>

¹⁰ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-empresa/quadros/brasil/2015>

¹¹ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/paic/quadros/brasil/2015>

De forma adicional aos números levantados, realizaram-se também buscas simples na plataforma LinkedIn com diferentes palavras chaves, em português e inglês, para tentar quantificar quantos profissionais trabalham na área de EE.

Com base nas informações coletadas por meio das pesquisas, questionários e entrevistas, estimou-se o número de empregos atuais convertidos em empregos em tempo integral (FTE) por setor e por uso final. Nem todas as funções de diversos cargos são inteiramente dedicadas à eficiência energética, sendo esta a razão de dimensionar o equivalente a um emprego integral.

Os instrumentos de pesquisa utilizados buscaram coletar essa “fatia” dedicada à eficiência energética para cada respondente, distribuída por tipo de atividade (gestão, projeto, execução, instalação) e de perfil de formação (superior e técnico).

A diversidade de atividades, setores e funções e os formatos das respostas coletadas requereram premissas e cálculos específicos que são apresentados caso a caso no apêndice 2, nas Notas Metodológicas. Os cálculos realizados para a quantificação atual de empregos foram desenvolvidos para os seguintes setores:

- a. Indústria;
- b. Consultoria especializada de EE em projeto;
- c. Consultoria especializada de EE em operação;
- d. Construtoras;
- e. Operação de edifícios existentes;
- f. Distribuidoras (PEE);
- g. Poder público;
- h. Setor financeiro;
- i. Projeto e execução de Medidas de Eficiência Energética (MEEs);
- j. Outros.

3.1.3 PROJEÇÃO FUTURA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS

A projeção dos empregos futuros de EE baseou-se em quatro cenários de inserção de eficiência energética projetados pela EPE em sua Calculadora 2050¹², que adota 2013 como ano-base, e que prevê, para cada cenário, um nível de economia de energia elétrica, em GWh/ano. Estes cenários são apresentados pela EPE na nota técnica DEA 13-15 Demanda de Energia 2050 (EPE, 2016).

Os empregos calculados complementam então os resultados do próprio estudo oficial da EPE. O cenário nível 3 é o cenário “alvo”, correspondente às economias necessárias para atingir as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) brasileiras. Os empregos gerados são apresentados para os setores residencial, comercial / público e industrial¹³, como resultados acumulados em períodos de cinco anos e, para o cenário nível 3, também como resultados anuais. A Tabela 11 resume o nível médio de inserção de EE em 2030 para cada cenário.

¹² Aplicativo disponível na página de internet da EPE. Disponível em: <http://calculadora2050brasil.epe.gov.br/>

¹³ Para representar o setor industrial, o perfil padrão adotado pela EPE na Calculadora 2050 chama-se “Indústria A”, que representa o conjunto de indústrias “que tem o consumo de energia puxado pelos segmentos energo-intensivos, em especial papel e celulose” (Calculadora 2050).

Cenário da Calculadora 2050	Nível médio de inserção de EE em 2030
Nível 1	1%
Nível 2	5%
Nível 3 (Cenário Alvo)	11%
Nível 4	16%

Tabela 11. Definição dos quatro cenários de inserção de EE usados pela Calculadora 2050.
Fonte: elaboração própria a partir da Calculadora 2050 da EPE.

O nível de inserção de EE projetado pela EPE difere para cada setor. O cenário-base utilizado considera zero inserção de EE, e é simplesmente o conjunto de valores projetados de consumo setorial de eletricidade no horizonte de 2015 a 2030 da Calculadora 2050 da EPE, com todas as economias em 0%, conforme apresentados na Tabela 12.

Consumo de eletricidade (TWh/ano)	2015	2020	2025	2030
Transporte	2,0	2,3	2,7	3,3
Residencial	125,9	170,3	206,7	251,0
Comercial / Público	136,8	167,3	219,8	282,4
Indústria A ¹⁴	201,9	242,7	299,9	358,7
Agropecuária	27,1	33,3	40,6	47,5
Setor energético	36,1	44,3	51,5	58,2
Total	529,7	660,2	821,2	1.001,2

Tabela 12. Cenário-base do consumo de eletricidade por setor de 2015 a 2030 segunda a Calculadora 2050 (TWh/ano).
Fonte: elaboração própria a partir da Calculadora 2050 da EPE.

A economia de energia para cada cenário foi calculada dentro da própria calculadora 2050 da EPE (2016), multiplicando o consumo de energia projetado de cada setor (cenário-base) pelos percentuais de inserção de EE definidos em cada um dos quatro níveis na calculadora e apresentados na Tabela 13 apenas para os setores residencial, comercial e industrial, que são os focos deste estudo.

Setores/Níveis	2015	2020	2025	2030
Residencial				
Nível 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Nível 2	0,65%	2,27%	3,89%	5,51%
Nível 3	1,41%	4,92%	8,43%	11,95%
Comercial				
Nível 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Nível 2	0,65%	2,27%	3,89%	5,51%
Nível 3	1,38%	4,82%	8,27%	11,72%
Indústria A				
Nível 1	0,30%	1,00%	1,70%	2,40%
Nível 2	0,38%	1,32%	2,27%	3,22%
Nível 3	1,07%	3,75%	6,42%	9,10%
Nível 4	6,00%	12,00%	18,00%	24,00%

Tabela 13. Taxas de inserção de EE por setor para os cenários níveis 1 a 4 da Calculadora 2050 (EPE, 2016).
Fonte: EPE, 2016

¹⁴ Para representar o setor industrial, o perfil padrão adotado pela EPE na Calculadora 2050 chama-se "Indústria A", que representa o conjunto de indústrias "que tem o consumo de energia puxado pelos segmentos energo-intensivos, em especial papel e celulose" (Calculadora 2050).

Nota-se que o nível 4 da Calculadora 2050 da EPE aplica-se apenas no setor industrial, para o qual se estabelece uma eficiência máxima. Logo, o cenário nível 4 considera o nível 4 de eficiência energética na indústria e mantém os demais setores com o nível 3.

Os valores de energia economizada para estes cenários são apresentados na Tabela 14.

Setores/Níveis	Economia no período (TWh em 5 anos)		
	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Residencial			
Nível 1	0,000	0,000	0,000
Nível 2	3,051	4,178	5,796
Nível 3	6,609	9,052	12,558
Comercial			
Nível 1	0,000	0,000	0,000
Nível 2	2,912	4,754	7,019
Nível 3	6,187	10,102	14,915
Indústria A			
Nível 1	1,821	2,672	3,510
Nível 2	2,450	3,595	4,727
Nível 3	6,931	10,169	13,370
Nível 4	17,011	24,862	32,097

Tabela 14. Energia economizada em cada setor em cada cenário níveis 1 a 4, em TWh, acumulada em cada período de 5 anos. Fonte: EPE, 2016

A partir das projeções de economia de energia, a metodologia adotada para estimar a projeção futura de empregos foi a criação de um indicador de “empregos-anos necessários para economizar um GWh”, chamado de Fator de Geração de Empregos (FGE), expresso em FTE por GWh; e então multiplicar este indicador pela economia energética projetada pela EPE, resultando assim no número de empregos FTE gerados a cada ano.

Os FGE foram estimados para diferentes usos finais de energia a partir dos diversos levantamentos e entrevistas realizados pela equipe. Para calcular a projeção dos empregos gerados, foi construída uma ferramenta em planilha eletrônica, aqui chamada de simulador. Os dados de entrada para a ferramenta construída para calcular os empregos gerados pela inserção da EE são os seguintes:

- Valores de consumo de energia por setor e classe em 2016, em TWh/ano;
- Taxas de crescimento de consumo de cada setor e classe ao longo do período de análise (2018 a 2030), em %;
- Taxas anuais de inserção de EE definidas na Calculadora 2050, em %; e
- Fatores de Geração de Empregos por Classe (FGEC), em FTE/MW.

Para levantar os valores do fator de geração de empregos (FGE), diversos projetos de EE identificados na etapa de entrevistas e questionários foram analisados e desagregados por uso final. Foram recebidos 17 projetos através das entrevistas e 15 pelo questionário online ABESCO, totalizando 32 projetos de EE. Os dados de projetos foram tratados e normalizados para apresentarem coerência entre si e servirem como base válida para cálculo de fatores de geração de empregos. Uma das limitações do projeto é a falta de mais dados para validade estatística. Foram solicitadas junto à ANEEL informações de projetos no âmbito do PEE, que configuram hoje uma das bases de dados mais organizadas de projetos de EE – no entanto, os dados

coletados pela ANEEL das distribuidoras de energia não contemplam o número de pessoas envolvidas no projeto de eficiência.

As seguintes premissas foram utilizadas no tratamento dos dados:

- Foram priorizados projetos em que a fase de execução foi realizada e a economia final medida e verificada;
- Foram considerados apenas projetos com informações de empregos discriminadas por uso final;
- Para projetos em que a vida útil da ação de EE não foi informada pela empresa responsável, considerou-se a média de vida útil indicadas por outros projetos. No caso de iluminação LED, considerou-se 10,8 anos, conforme catálogos de fabricantes;
- Para o cálculo dos FTEs, considerou-se o fator 0,25 para dedicação *part-time* inferior a 50% das horas trabalhadas ao longo da duração do projeto, 0,75 para dedicação *part-time* superior a 50%, e 1,00 para dedicação *full-time*.

Após o tratamento dos dados, foram utilizados 20 projetos dos 32 recebidos, apresentados em tabela nas Notas Metodológicas. O FGE, expresso em empregos FTE por GWh, é calculado então segundo a Equação 1.

$$FGE = \frac{Eleq \cdot PP}{12 \cdot EEA \cdot VU} \quad (1)$$

Em que:

- **Eleq** é a quantidade equivalente de empregos integrais (8 horas diárias);
- **PP** é o período de execução do projeto em meses (divide-se por 12 para obter-se o equivalente anual);
- **EEA** é a energia economizada anual, em GWh/ano;
- **VU** é a vida útil da ação de eficiência energética empregada, em anos.

Os fatores de geração de empregos diretos médios calculados para cada uso final são apresentados na Tabela 15. O cálculo do FGE médio, expresso em FTE/MW_{médio}, considera que a economia gerada é constante, na média, ao longo do tempo de vida útil das medidas de EE.

Categoria	FGE	Vida Útil	FGE médio
	FTE/GWh	Anos	FTE/MW _{médio}
Ar Comprimido	0,334	10	29,21
Ar Condicionado	0,621	20	108,78
Força Motriz	0,226	20	39,55
Iluminação	0,342	10	29,99
Aquecimento	0,125	15	16,43
Aquecimento Solar	0,485	20	84,99
Média simples			51,49

Tabela 15. Fatores de geração de empregos por GWh e por MW_{médio} de energia economizada para cada uso final.

Fonte: elaboração própria.

Para calcular os empregos gerados (EG) em um dado ano, foi necessário definir um FGE para cada classe ou setor, aqui representado por FGEC. Para isto, os valores de FGE foram aplicados a cada classe de acordo com uma média ponderada pela participação de cada uso final de energia, definida da seguinte forma:

- **Classe residencial:** foi estimada com os dados da nota técnica DEA 13-15 Demanda de Energia 2050 (EPE, 2016);
- **Classe industrial:** conforme dados do Balanço de Energia Útil (BEU) de 2005;
- **Classes comercial e poder público:** consideraram-se os dados do BEU 2005 para o setor comercial, porém, a participação da iluminação, que representava 40% do consumo comercial, foi reduzida pela metade e distribuída proporcionalmente nos demais usos finais;
- **Classe de iluminação pública:** foi considerado apenas o FGE de projetos de Iluminação;
- **Classe de serviços públicos:** considerou-se apenas o FGE de projetos de Força Motriz.

A desagregação por uso final de cada uma das classes de consumo é apresentada na Tabela 16. Para a categoria "Outros", foi utilizada a média simples do FGE de todos os usos finais.

Uso final	Residencial	Comercial	Industrial	Poder Público	Iluminação pública	Serviços públicos
Iluminação	10,8%	20,0%	3,5%	20,0%	100,0%	-
Climatização / Refrigeração	49,1%	45,0%	6,3%	45,0%	-	-
Aquecimento	-	12,0%	15,8%	12,0%	-	-
Força Motriz	-	20,0%	65,9%	20,0%	-	100,0%
Outros	40,1%	3,0%	8,5%	3,0%	-	-
Setor energético	36,1	44,3	51,5	58,2		

Tabela 16. Desagregação de consumo por uso final para cada uma das classes de consumo.

Fonte: elaboração própria, adaptada de EPE

O FGEC é expresso em FTE por MW. Portanto, os EG (empregos gerados), em FTE, são calculados segundo a Equação 2.

$$EG = \frac{(EEC \cdot FGEC \cdot 1000)}{8760} \quad (2)$$

Em que:

- **EEC** é a energia total economizada para um dado ano ou período, por uma determinada classe ou setor, em GWh.
- **FGEC** é o FGE de cada uso final vezes sua vida útil, ponderado pela participação do uso final na classe ou setor, em FTE/MW_{médio}.

A partir dos FGE por uso final, e considerando os usos finais para cada classe de consumo, foram calculados os fatores de geração de empregos para cada classe (FGEC), apresentados na Tabela 17.

Categoria	FGEC Brutos	FGEC Líquidos
	FTE/MW _{médio}	FTE/MW _{médio}
Residencial	77,30	65,74
Comercial, Serviços e Outras	66,37	54,81
Industrial	40,94	29,37
Iluminação Pública	29,99	18,43
Poder Público	66,37	54,81
Serviço Público	39,55	27,99

Tabela 17. Fatores de geração de empregos por MW_{médio} de energia economizada para cada classe.

Fonte: elaboração própria.

Estes FGECs foram calculados de forma bruta, considerando o total de empregos gerados pelas ações de EE, e de forma líquida, descontando os empregos que seriam gerados caso a mesma quantidade de energia economizada pelas ações de EE fosse gerada por usinas termelétricas a gás natural. Este fator de geração de empregos foi utilizado conforme na referência do Wei *et al.* (2014), ou seja, de 11,56 FTE/MW para gás natural.

A partir dos valores da Tabela 17, foram determinados os FGEC para os setores utilizados no estudo, apresentados na Tabela 18.

Categoria	FGEC Brutos	FGEC Líquidos
	FTE/MW _{médio}	FTE/MW _{médio}
Residencial	77,30	65,74
Comercial/ público	66,37	54,81
Indústria A	40,94	29,37

Tabela 18. Fatores de geração de empregos por MW de energia economizada para cada setor. Fonte: elaboração própria.

Cabe destacar que o FGE representa apenas os empregos diretamente envolvidos na implantação de determinada medida de EE, não englobando, portanto, empregos diretos nas áreas de fabricação e comercialização de produtos eficientes, por exemplo.

3.2 MÉTODO *TOP-DOWN*

A metodologia adotada para esta fase do trabalho consistiu na construção da Matriz de Insumo-Produto (MIP) para a economia brasileira e sua utilização para determinação dos níveis de produção, valor adicionado e empregos gerados por conta de investimentos na área de Eficiência Energética. A partir da MIP e dos cenários previamente definidos no método *bottom-up*, foram desenvolvidas as seguintes estimativas:

- Quantificação de empregos em 2016, a partir de choques de produção;
- Projeção futura de geração de empregos.

3.2.1 MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO (MIP)

A MIP é uma representação de todas as relações de compra e venda entre setores da economia brasileira, no nível nacional. Se somadas todas as trocas entre setores na economia, em termos de valor agregado (R\$), resulta-se no Produto Interno Bruto (PIB) da economia. Ou seja, a MIP é uma decomposição do PIB, incluindo todos os valores intermediários (troca entre setores).

A MIP é divulgada periodicamente pelo IBGE e é composta por um conjunto de 67 setores e suas relações intersetoriais, além de 127 produtos. As matrizes básicas indicam a oferta e a demanda de bens e serviços. A partir desta matriz básica é possível calcular os chamados efeitos multiplicadores, que indicam o quanto cada setor impacta os demais setores da economia em termos de geração de valor e emprego¹⁵. A MIP utilizada neste trabalho é a mais recente disponibilizada pelo IBGE no momento de elaboração do estudo, referente ao ano de 2010.

¹⁵ GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimção da Matriz Insumo-Produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. *Economia Aplicada* 9(1), abr-jun, 2005. NAJBERG, S.; VIEIRA, S. P. Modelos de geração de emprego aplicados à economia brasileira: 1985/95. *Revista do BNDES* 3(5), jun, 1996.

A MIP pode ser utilizada para determinar os impactos de um determinado setor sobre os demais setores da economia. Ao se aumentar a produção de um determinado setor, é esperado que os setores fornecedores de insumo também aumentem sua produção para atender o setor em análise. Além disso, novos empregos são gerados tanto no setor em análise (empregos diretos), quanto nos setores fornecedores (empregos indiretos). Estes novos empregos, além do próprio aumento de produção, geram um volume adicional de renda na economia, aumentando a demanda por bens e serviços, o que leva a um ciclo positivo de crescimento econômico. O impacto da produção de um determinado setor sobre a geração de valor adicionado, emprego e arrecadação de impostos é chamado de efeito multiplicador.

Os efeitos multiplicadores podem ser decompostos em três grupos: (i) **efeitos diretos**: impacto da produção sobre a geração de empregos, valor adicionado e arrecadação de impostos federais e estaduais por conta do aumento da produção de bens e serviços do próprio setor; (ii) **efeitos indiretos**: impacto da produção sobre valor adicionado, empregos e arrecadação de impostos nos setores fornecedores de insumos para o setor em análise; (iii) **efeito renda**: estimativa de impactos gerados pelo aumento de renda na economia – na medida em que são gerados novos empregos, os salários passam a ativar a economia, sendo gastos em outros setores, gerando um ciclo positivo de crescimento. Importante notar que a metodologia baseada na MIP, usualmente, não considera mudanças nas relações intersetoriais ou mudanças nos parâmetros da economia (como o valor dos salários). Neste trabalho, alguns parâmetros da MIP serão alvo de simulações, detalhadas mais adiante.

Inicialmente, é necessário determinar quais segmentos compõem o setor de EE. Para este trabalho foram selecionados os seguintes segmentos da MIP¹⁶:

- Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos;
- Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos;
- Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos;
- Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos;
- Construção;
- Comércio atacadista;
- Intermediação financeira;
- Serviços de arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas e P&D.

Os segmentos selecionados são compostos por uma grande diversidade de subsegmentos, com a produção dos mais diversos bens e serviços. Portanto, faz-se necessário estabelecer qual o percentual de cada um destes segmentos (em termos de produção) que é voltado para a produção de bens e serviços ligados à EE.

Para tanto, adotou-se a seguinte estratégia metodológica:

1. Foram selecionados os setores de atividade econômica, com base na CNAE (Classificação Nacional de Atividade Econômica), que produzem bens e serviços ligados à EE¹⁷. Os setores selecionados são apresentados nas Notas Metodológicas;
2. Utilizando o conjunto de produtos (bens e serviços) das pesquisas estruturais do IBGE: Pesquisa Industrial Anual (PIA), Pesquisa Anual de Serviço (PAS), Pesquisa Anual de Comércio (PAC) e Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) do IBGE, foram selecionados aqueles que potencialmente estariam ligados às atividades de EE;

¹⁶ Estes segmentos fazem parte da composição da MIP do IBGE e não seguem exatamente os códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), mas sim a classificação de atividades do Instituto. A escolha destes segmentos foi feita a partir das considerações dos consultores sobre os bens e serviços que compõem o setor de EE.

¹⁷ Assim como a seleção de segmentos da MIP, a seleção de códigos CNAE foi baseada em considerações dos consultores envolvidos no projeto.

3. O valor de produção de 2016 de cada produto foi comparado à produção em 2016 dos segmentos da MIP (usando as mesmas pesquisas) e foram estabelecidos os percentuais de produção de cada segmento da MIP que potencialmente representaria o setor de EE. Os valores são resultados da avaliação dos consultores envolvidos no projeto e são apresentados nas Notas Metodológicas¹⁸.

Note-se que ao utilizar a estratégia descrita, os percentuais obtidos representam o potencial máximo de produção de bens e serviços ligados à EE em cada segmento. Isso se deve ao fato de que não há informações com detalhamento dos produtos e serviços oferecidos em cada segmento (ou por cada empresa do segmento) que seja de fato ligado à EE. Assim, os valores devem ser lidos como o percentual máximo de cada segmento da MIP que tem potencial para produzir bens e serviços ligados à EE, considerando a estrutura econômica da MIP utilizada.

Assim, por exemplo, para o código CNAE 2631-1, que se refere à Fabricação de equipamentos transmissores de comunicação, peças e acessórios, listou-se o conjunto de produtos na PIA que compõe o código:

2631.2010 Antenas de qualquer tipo (inclusive partes) para telefones celulares e outros aparelhos de comunicação
2631.2020 Aparelhos de comutação para telefonia ou telegrafia e para outros aparelhos de comunicação (centrais autom
2631.2055 Aparelhos para recepção, conversão, emissão e transmissão ou regeneração de voz, imagens ou outros dados
2631.2090 Bastidores e armações para aparelhos de telefonia e telegrafia
2631.2100 Câmeras de televisão
2631.2110 Multiplexadores (por divisão de frequência ou de tempo) e concentradores de linhas de assinantes e outros
2631.2125 Partes e peças de outros tipos para aparelhos transmissores de comunicação
2631.2130 Transceptores de telecomunicações por satélite
2631.2140 Trnasmissores de radiofusão (AM, FM, etc.), de televisão, de radiotelefonia e radiotelegrafia
2631.2160 Transmissores ou receptores de radiotelefonia em frequeência de microondas dig. f < 15ghz, t<=8mbit/s
2631.2170 Transmissores ou receptores de sistema troncalizado (trunking)
2631.2180 Transmissores ou receptores de telefonia celular
2631.2190 Transmissores ou receptores de televisão ou de radiofusão, n.e. (inclusive frequências de microondas)
2631.2200 Unidade chaveadora de conversor ou de amplificador para telecomunicações por satélite
2631.9010 Serviços de instalação e montagem de equipamentos transmissores de comunicação, quando executados
2631.9020 Serviço de produção de equipamentos transmissores de rádio e televisão e para telefonia e radiotelefonia

Entre esses segmentos, foram selecionados aqueles que se entende produzem bens e serviços ligados à EE:

2631.2010 Antenas de qualquer tipo (inclusive partes) para telefones celulares e outros aparelhos de comunicação
2631.2020 Aparelhos de comutação para telefonia ou telegrafia e para outros aparelhos de comunicação (centrais autom
2631.2055 Aparelhos para recepção, conversão, emissão e transmissão ou regeneração de voz, imagens ou outros dados
2631.2140 Trnasmissores de radiofusão (AM, FM, etc.), de televisão, de radiotelefonia e radiotelegrafia
2631.2160 Transmissores ou receptores de radiotelefonia em frequeência de microondas dig. f < 15ghz, t<=8mbit/s
2631.2170 Transmissores ou receptores de sistema troncalizado (trunking)
2631.2180 Transmissores ou receptores de telefonia celular
2631.9020 Serviço de produção de equipamentos transmissores de rádio e televisão e para telefonia e radiotelefonia

Na PIA, estes produtos representam 75,9% da produção do CNAE 2631-1. Este percentual representaria, portanto, o potencial máximo de produção deste segmento que poderia ser ligada à EE. Para aplicação na MIP, é necessário o passo adicional de se verificar a participação do CNAE 2631-1 sobre o segmento Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos na MIP (novamente são utilizados os valores da PIA). O percentual final, 13,7%, é utilizado para decompor o segmento na MIP: assim, 13,7% do segmento Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos é incluído no setor de EE e o restante se mantém como setor específico na MIP.

Esta mesma análise é realizada para cada segmento selecionado. Depois de decompostos, os segmentos relacionados foram agregados, formando o setor de EE. Este setor representa a cadeia produtiva do setor e engloba a produção e empregos diretos. Todos os percentuais utilizados são apresentados nas Notas Metodológicas.

Para efeito de análise, o setor de EE foi decomposto para que fosse possível explicitar os valores para o segmento solar térmico e a decomposição da Construção entre: Novos – Residenciais; Novos – Outros; Retrofit – Residenciais e Retrofit – Outros. O objetivo desta separação é apresentar resultados específicos a serem utilizados para estes segmentos.

Uma vez feita a decomposição dos setores¹⁹, com base na metodologia apresentada por Najberg e Vieira (1996), é possível calcular os efeitos multiplicadores da produção sobre valor adicionado (R\$), emprego (número de empregados e salário médio, em R\$) e arrecadação de impostos federais e estaduais (R\$). De forma simplificada, calcula-se em um determinado momento do tempo qual a relação da produção (em R\$) de cada setor com essas variáveis indicadas. Com base na matriz de inter-relações setoriais calculada na MIP, o aumento de produção em um determinado setor (efeitos diretos) afeta os demais setores da economia, seja por um aumento da demanda por insumos (efeitos indiretos), seja por um aumento na massa de renda da economia, o que provoca um ciclo virtuoso de demanda em todos os setores da economia (efeito renda).

Em suma, a MIP pretende responder a seguinte questão: **qual o impacto gerado pelo aumento exógeno de produção em um determinado setor sobre os demais setores da economia?**

A MIP é construída sempre em um determinado ponto do tempo. No caso, as relações intersetoriais são baseadas na MIP de 2010, a mais recente disponível no IBGE no momento de elaboração do estudo. Porém, os multiplicadores foram atualizados com base nas informações mais recentes de valor adicionado, empregos e arrecadação das Contas Nacionais do IBGE (2016). Para a projeção da produção e seus impactos, foram construídos cenários de evolução tecnológica representados por nacionalização da produção e ganhos de produtividade, que são apresentados mais adiante.

Assim, os resultados apresentados na MIP referem-se à uma estrutura setorial de 2010 (em termos de relação entre setores), mas os efeitos multiplicadores são calculados com base nos dados de 2016²⁰.

3.2.2 CHOQUES DE PRODUÇÃO NA MIP: EMPREGOS ATUAIS

Construída a MIP e determinados os fatores multiplicadores, é necessário estabelecer qual o *input* inicial de modo a se calcular os impactos no primeiro ano de análise, no caso 2016.

Para tanto, é importante ressaltar que a produção do setor de EE determinado na MIP, por conta das hipóteses adotadas, refere-se a um cenário potencial, em que todos os segmentos com capacidade técnica para desenvolver produtos e ofertar serviços eficientes do ponto de vista energético voltam sua produção integralmente para este tipo de produto, em algum momento de tempo a ser definido.

Não é possível estabelecer com uma boa margem de segurança qual o nível atual de produção de cada um destes segmentos que seja voltada para produtos e serviços energeticamente eficientes. Dessa forma, adotou-se a seguinte estratégia metodológica:

¹⁹ A decomposição das relações intersetoriais foi feita utilizando os mesmos percentuais de referência para construção do setor de EE, conforme apresentado nas Notas Metodológicas.

²⁰ Trata-se de uma hipótese implícita de que a estrutura econômica e a relação entre setores se mantiveram constantes entre 2010 e 2016.

²¹ Ressalta-se novamente que, ao adotar tal hipótese, assume-se que as relações intersetoriais e os multiplicadores calculados se mantêm constantes de 2016 até o ano de referência adotado.

- Em primeiro lugar, assume-se uma hipótese sobre em que momento a produção de bens e serviços energeticamente eficientes atinge o seu máximo potencial, ou seja, a que ano se refere a produção calculada na MIP com base nos percentuais indicados nas Notas Metodológicas²¹;
- Este ano reflete a produção estimada na MIP, considerando como constantes as demais hipóteses, quais sejam, as relações intersetoriais, a produtividade e o índice de nacionalização;
- Utilizando os valores de energia economizada no Nível 3 da Calculadora 2050, já mencionado anteriormente, adotou-se como ano de referência para o potencial de economia de energia com eficiência energética em 2050. Esse potencial é estimado em 324 TWh;
- Calcula-se a relação entre energia economizada e nível de produção, assumindo-se que o nível de produção da MIP, que é de R\$ 524 bilhões (máximo potencial) ocorre em 2050. O valor obtido é de 0,62 TWh / R\$ bilhão;

De forma a entender-se o valor obtido (0,62 TWh economizado por R\$ bilhão investido), uma pesquisa por referências internacionais foi realizada. Esse valor é equivalente a **43 centavos de dólar por kWh de energia economizada**²², o que é um valor bastante alto comparado aos resultados de outros estudos, descritos a seguir, o que pode indicar que o investimento em EE no Brasil é menos eficiente do que em outros países.

Em 2004, o ACEEE (*American Council for an Energy-Efficient Economy*) realizou uma pesquisa para analisar o potencial de eficiência energética nos Estados Unidos, tanto em termos econômicos, quanto técnicos. O relatório concluiu que o custo anualizado do ciclo de vida do investimento²³ é entre 2,3 e 4,4 centavos de dólar por kWh de energia economizada. O estudo ressalta, no entanto, que o retorno tem relação direta com o custo de geração de eletricidade, variando bastante entre os estados americanos. No Estado da Califórnia, por exemplo, o custo é de 9 centavos de dólar por kWh (ACEEE, 2004).

Com base no estudo do ACEEE, Eldridge *et al.* estimaram qual seria o investimento direto, sem considerar o custo anualizado do ciclo de vida. Esse custo resultou em 20 centavos de dólar por kWh economizado (Eldridge *et al.*, 2008).

Outro estudo realizado pelo NWPCC (*Northwest Power and Conservation Council*), também nos Estados Unidos, levou em conta o impacto de diferentes fontes de geração no custo de investimento. O estudo calculou o custo anualizado do ciclo de vida a partir de uma matriz de geração com fontes hidroelétricas (de baixo custo) complementada por fontes fósseis. O resultado apresenta um custo anualizado médio de 2,4 centavos de dólar por kWh, com variações entre 1,2 e 5,2 centavos de dólar por kWh (NWPCC, 2005).

O relatório anual do Instituto Efficiency Vermont chegou em um valor próximo aos 2,4 centavos médios do NWPCC – 2,7 centavos de dólar por kWh – com uma tarifa de 10,7 centavos de dólar por kWh (Efficiency Vermont, 2008).

Por fim, um estudo do Departamento de Auditoria Legislativa do Estado de Minnesota, nos Estados Unidos, fez um levantamento em 2003, descobrindo que investimentos de 52 milhões de dólares levaram a economia de 328 milhões de kWh. Esses valores equivalem a um custo de 16 centavos de dólar por kWh (*Minnesota Office of the Legislative Auditor*, 2005).

²² Considerando uma taxa de câmbio de R\$ 3,75 para US\$ 1,00.

²³ A análise do custo de ciclo de vida (do inglês *Life-cycle Cost Analysis – LCCA*) é um indicador que determina o custo-benefício de um investimento em uma medida de eficiência considerando não apenas o investimento inicial e o retorno sobre a energia economizada, mas todos os custos existentes durante a vida útil do equipamento (instalação, manutenção, substituição e descarte), bem como o custo da energia economizada considerando uma evolução da tarifa para todo o período, trazida ao valor presente.

- Aplica-se tal relação (0,62 TWh / R\$ bilhão) na energia economizada em 2016 segundo o cenário Nível 3, que é igual a 33 TWh, também obtida na Calculadora e, dessa forma, obtém-se a “produção atual” de bens e serviços da cadeia de eficiência energética, que é de R\$ 52,8 bilhões. Esse valor foi decomposto em segmentos (construção e solar térmico, com base nas proporções originais da MIP).

É fundamental notar que este nível de produção é uma estimativa com base nas hipóteses mencionadas. Para determinação do real nível de produção seria necessário desenvolver pesquisa de campo junto às empresas de cada segmento, uma vez que não existem dados públicos para tanto.

Particularmente para o setor de construção, adotou-se como referência para a produção atual, o “Estudo prospectivo sobre dimensionamento de mercado e demanda futura de mão de obra qualificada em áreas de fontes de energias alternativas renováveis e eficiência energética” (D’Avignon, 2013) que indica que 0,5% da mão-de-obra no setor é voltada para eficiência energética. Isso foi feito porque os autores do estudo consideraram que os resultados não eram razoáveis ao assumir-se a hipótese de que o setor da construção atingiria a totalidade de seu potencial de EE até 2050.

Calcula-se, portanto, que a produção total do setor de EE em 2016 somou R\$ 52,8 bilhões, sendo a construção responsável por 40% deste valor, o solar térmico por 3% e a indústria, serviços e comércio pelos restantes 57%.

Estes valores são aplicados como choques na MIP e permitem determinar os impactos diretos, indiretos e efeito-renda do setor de EE em termos de empregos, que são apresentados na seção de resultados.

3.2.3 PROJEÇÃO FUTURA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS

A projeção dos empregos futuros de EE baseou-se também nos quatro cenários de inserção de eficiência energética projetados pela EPE em sua Calculadora 2050, assim como adotado no método *bottom-up*. Mantendo a relação entre energia economizada e nível de produção na MIP é possível estimar os impactos até 2030.

4. RESULTADOS: EMPREGOS ATUAIS

Os resultados da quantificação de empregos atuais são apresentados em dois conjuntos.

1. Empregos Diretos, Indiretos e Induzidos para Produção de Bens e Serviços de EE

O primeiro conjunto quantifica os empregos gerados em toda a economia brasileira como consequência da produção de bens e serviços de EE, classificados em empregos diretos, indiretos e induzidos, obtidos a partir do desenvolvimento do método *top-down*. Os empregos diretos do primeiro conjunto são em empresas dentro do setor de EE, porém as atividades em si podem ser ou não relacionadas diretamente à EE.

Por exemplo, todos os funcionários de uma indústria de motores eficientes, independentemente de suas atividades individuais, estão contidos nesse grupo como empregos diretos.

2. Empregos em Atividades e Projetos de EE

O segundo conjunto quantifica apenas os empregos em atividades diretamente ligadas ao planejamento, gerenciamento, acompanhamento e execução de atividades e medidas de EE, e foi obtido a partir do desenvolvimento do método *bottom-up*. Esses resultados são valiosos, por exemplo, para planejar demanda de capacitação em EE ou saber quantas pessoas lidam diretamente com o assunto.

Como exemplos, estariam contidos neste grupo tanto um gerente de energia em uma indústria de motores eficientes, quanto um supervisor de manutenção com atribuições de identificar e implantar ações de eficiência energética numa fábrica que não produz equipamentos eficientes, como uma fábrica de tecidos.

A Figura 9 ilustra a organização desses subconjuntos de empregos, evidenciando que existe uma área de interseção entre eles. O entendimento de cada conjunto de dados e como ele foi obtido permite observar a interação e as limitações entre os dois métodos adotados, caracterizando assim o modelo híbrido de geração de empregos proposto neste estudo para o setor de EE. Reforça-se assim a constatação de que nenhum dos métodos isoladamente seria capaz de representar totalmente o setor de EE no Brasil.

Economia brasileira

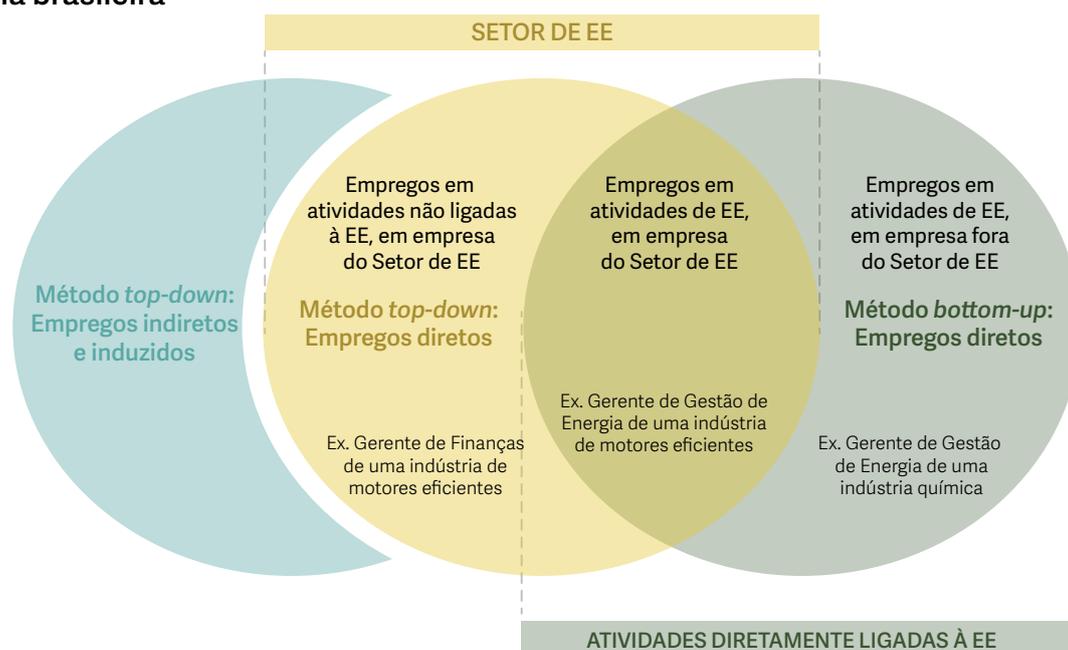


Figura 9. Organização dos empregos de EE nos conjuntos de resultados obtidos a partir do método híbrido de quantificação de empregos de EE. A figura não está em escala. Fonte: elaboração própria.

A Tabela 19 e a Figura 10 apresentam os resultados encontrados para a quantificação atual de empregos de EE através de cada um dos métodos, e propõe um resultado compilado, que deve ser considerado com suas devidas restrições:

- O conceito de FTE utilizado equivale ao número de empregos equivalentes em tempo integral ao longo de um ano. No método *bottom-up*, “tempo integral” corresponde a 40 horas semanais. Já no método *top-down*, “tempo integral” corresponde à carga horária máxima típica em cada setor. Para o resultado compilado, para efeitos de comparabilidade, considerou-se que esses conceitos são equivalentes.
- Conforme demonstrado na Figura 9, alguns empregos em “Indústrias (O&M)” e “Edifícios (O&M)” podem estar em empresas do setor de EE, e, portanto podem estar duplicados na categoria “Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes”. Seria o caso, por exemplo, dos funcionários de uma fábrica de motores eficientes que estão buscando melhorias de EE para reduzir o consumo da própria fábrica. Apesar de estes representarem uma parcela pequena em relação ao total de empregos, não se recomenda somar as linhas para tentar obter um quantitativo total.
- Os resultados do método *bottom-up* referem-se ao ano de 2018, enquanto os resultados do método *top-down* referem-se a dados da economia do ano de 2016.
- Os resultados do método *bottom-up* são consequência de cálculos realizados com base em entrevistas e questionários que buscaram captar a situação real atual de empregos de EE, sem levar em conta a Calculadora 2050. Por outro lado, os resultados do método *top-down* consideram as economias de energia previstas para 2016 no cenário Nível 3 (cenário Alvo) da Calculadora 2050, implicitamente adotando a hipótese de que o Brasil estava, em 2016, alinhado com o cenário Alvo, hipótese não compartilhada no método *bottom-up*.

Abordagem conceitual	Classificação dos Empregos	Atividades em Projetos de EE (Método Bottom-Up)	Produção de bens e serviços de EE (Método Top-Down)	Resultado Compilado
Setor		Número de FTE	Número de FTE	Número de FTE
Público (Federal)	Empregos Diretos	52	-	52
Distribuidoras (PEE)		136	-	136
Indústrias (O&M)		2.730	-	2.730
Edifícios (O&M)		1.220	-	1.220
Construtoras		25	-	25
Consultoria de EE em Projeto e Operação		3.252	6.405	6.405
Projeto e Execução de MEEs		(1)	(2)	
Financiamento		13	115	115
Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes		(3)	121.579	121.579
Fabricação de insumos para fabricantes de equipamentos eficientes	Empregos Indiretos	(3)	236.717	236.717
Outros setores da economia	Empregos Induzidos	(3)	48.291	48.291

Tabela 19. Resultados de empregos equivalentes (FTE) de EE atuais existentes. Fonte: elaboração própria.

Notas:

(1): Os empregos de projeto e execução de MEEs não foram calculados no método *bottom-up* devido à dificuldade de estimá-los por meio da metodologia empregada, com base em entrevistas, por causa da sua capilaridade e da dificuldade de distinguir entre empregos que executam projetos eficientes ou comuns.

(2): Os empregos estimados no método *top-down* através da MIP referem-se exclusivamente aos relacionados à produção de bens e serviços. Empregos em “projeto e execução de MEEs” estão distribuídos por todos os setores da economia e são equivalentes aos empregos em “consultoria de EE”, não sendo possível distinguir os resultados dessas duas categorias.

(3): Os empregos Indiretos e Induzidos, bem como os empregos diretos relacionados à fabricação, venda, transporte e entrega de equipamentos eficientes, não foram quantificados no método *bottom-up*, que concentrou apenas nos empregos ligados diretamente às atividades em projetos de EE.

(4): Não se recomenda fazer a soma das linhas para tentar obter um quantitativo total. Alguns empregos em “Indústrias (O&M)” e “Edifícios (O&M)” podem estar duplicados na categoria “Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes”. Seria o caso, por exemplo, dos funcionários de uma fábrica de motores eficientes que estão buscando melhorias de EE na própria fábrica. Apesar de estes representarem uma parcela pequena em relação ao total de empregos, não se recomenda somar as linhas para tentar obter um quantitativo total.



Figura 10. Resultados compilados de empregos e FTE em EE atuais existentes. Fonte: elaboração própria.

As sessões a seguir descrevem os resultados detalhados para cada um dos métodos adotados.

4.1 EMPREGOS DIRETOS, INDIRETOS E INDUZIDOS PARA PRODUÇÃO DE BENS E SERVIÇOS DE EE

A produção de bens e serviços de EE gera uma demanda por empregos diretamente dentro do setor de EE (empregos diretos), bem como na cadeia de valor que fornece suprimentos para este setor (empregos indiretos), e também em setores variados como resultado do aumento de renda (empregos induzidos).

Os resultados apresentados a seguir, obtidos por meio da MIP a partir do método *top-down*, refletem os empregos diretos gerados dentro do setor de EE, bem como os empregos indiretos e induzidos gerados em toda a economia brasileira, como consequência da produção de bens e serviços de EE.

Desta forma, nem todos os empregos diretos apresentados a seguir exercem atividades efetivamente relacionadas à execução de projetos e ações de EE. Por exemplo, uma fábrica de aparelhos de ar condicionado eficientes faz parte do setor de EE, e, por isso, todos os seus funcionários seriam contabilizados como empregos diretos, incluindo os que atuam em áreas não ligadas à EE, como finanças, segurança ou limpeza, por exemplo. Similarmente, todos os empregos numa obra de um edifício eficiente são contabilizados como empregos diretos, e não somente aqueles que de fato exercem atividades diferenciadas visando a eficiência do edifício.

A metodologia proposta por Najberg e Vieira (1996), explicada anteriormente, calcula o valor total da produção de bens e serviços (R\$), o valor adicionado (R\$), o emprego (em ocupações ao longo de um ano), a arrecadação de impostos federais e estaduais (R\$) e a massa de salários (R\$) que é obtida na economia para um determinado nível de produção em um setor específico. Para este trabalho, serão avaliados os resultados em termos de empregos gerados.

Assim, o que se verifica é qual o impacto total de uma produção do setor de EE em 2016 de R\$ 52,8 bilhões, conforme o que se indicou na seção 3.2.2. Com base na estrutura de relações inter-setoriais obtidas na MIP e os multiplicadores de emprego, é possível estimar os efeitos diretos, indiretos e renda deste nível de produção em 2016.

O que se verifica é que **para uma produção direta de R\$ 52,8 bilhões no setor de EE em um ano, são gerados no ano 413 mil empregos totais na economia²⁴. Destes, 31% são diretos (128 mil), 57% indiretos (237 mil) e 12% induzidos (48 mil)**. É importante ressaltar que estes empregos são gerados em toda a economia, nos mais diversos setores. Do conjunto total de empregos, **145 mil são gerados no setor de EE (35%)**.

Estes valores são apresentados de forma resumida na Tabela 20 e na Tabela 21, e de forma detalhada no Apêndice 5 das Notas Metodológicas. Além dos setores de EE, os setores econômicos mais impactados (seja indiretamente ou por efeito renda) são, em ordem decrescente, o Comércio, Alojamento, Setor Financeiro, Serviços Prestados às Empresas, e Serviços de Informação e Telecomunicações.

	Produção (R\$ milhões 2016)	Valor adicionado (R\$ milhões 2016)	Empregos (unidades, por 1 ano)	Impostos (R\$ milhões 2016)	Salários (R\$ milhões 2016)
Total (Economia Brasileira)	100.472	41.470	413.108	19.688	13.238
Setor de Eficiência Energética	63.211	7.227	145.469	2.264	4.384
Solar Térmico	1.712	294	10.244	163	288
Novos – Residenciais	11.633	3.079	54.580	843	1.532
Novos – Outros	4.233	1.120	19.859	307	557
Retrofit – Residenciais	3.498	926	16.413	254	461
Retrofit – Outros	1.452	384	6.815	105	191
Instalações	2.665	705	12.504	193	351
Eficiência Energética – Outros (Indústria, Comércio e Serviços)	38.017	718	25.054	399	1.004

Tabela 20. Impactos Diretos, Indiretos e Renda da MIP em 2016. Fonte: elaboração própria.

A Tabela 21 apresenta uma versão sumarizada dos empregos calculados.

Empregos (unidades, 1 ano)	Total	Diretos	Indiretos	Renda
Empregos totais	413.108	128.099	236.717	48.291
Empregos no setor de EE	145.469	128.099	15.122	2.248
Empregos em outros setores	267.639	-	221.596	46.043

Tabela 21. Empregos no setor de EE e impactos sobre o restante da economia, em 2016.

Fonte: elaboração própria.

²⁴ Ressalta-se que o cálculo de empregos gerados na MIP é resultante de uma relação entre produção e emprego (produtividade) constante. Ao se aumentar a produção, assume-se a hipótese de que serão geradas novas ocupações de forma proporcional. Esses empregos podem representar novas pessoas entrando no mercado de trabalho ou empregados atuais aumentando suas cargas de trabalho. Assim, cada novo emprego indicado neste relatório representa um adicional de horas trabalhadas equivalentes às horas trabalhadas médias de cada emprego na estrutura atual.

Uma análise da distribuição dos empregos gerados pela produção do setor de EE na economia como um todo, considerando a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), mostra uma significativa pulverização. Por volta de 6% dos empregados são em cargos administrativos, seguidos por gerentes de P&D (4,7%), diretores e gerentes de operação em empresas de serviços de saúde (4,6%), vendedores e demonstradores em lojas ou mercados (4,5%) e gerentes de manutenção (4,1%). Especificamente no setor de EE, há uma significativa concentração em empregados com cargos administrativos (18%), trabalhadores nos serviços de manutenção de edifícios (7,5%) e vendedores (3,9%), conforme a Tabela 22. Quase 30% dos empregos gerados no setor de EE são no setor de serviços em geral.

Grupos de ocupação (segundo a CBO) com maior participação nos empregos gerados no setor de EE	
Escriturários em geral, agentes, assistentes e auxiliares administrativos	18,0%
Trabalhadores nos serviços de manutenção de edificações	7,5%
Vendedores e demonstradores em lojas ou mercados	3,9%
Recepcionistas	2,9%
Trabalhadores nos serviços de manutenção e conservação de edifícios e logradouros	2,6%
Alimentadores de linhas de produção	2,3%
Ajudantes de obras civis	2,0%
Analistas de sistemas computacionais	1,9%
Supervisores de serviços administrativos (exceto contabilidade, finanças e controle)	1,8%
Outros	57,1%

Tabela 22. Participação de grupos de ocupação nos empregos diretos no setor de EE, em 2016.

Fonte: elaboração própria.

Por volta de 76% dos empregados diretos possuem nível médio completo ou superior (incompleto ou completo).

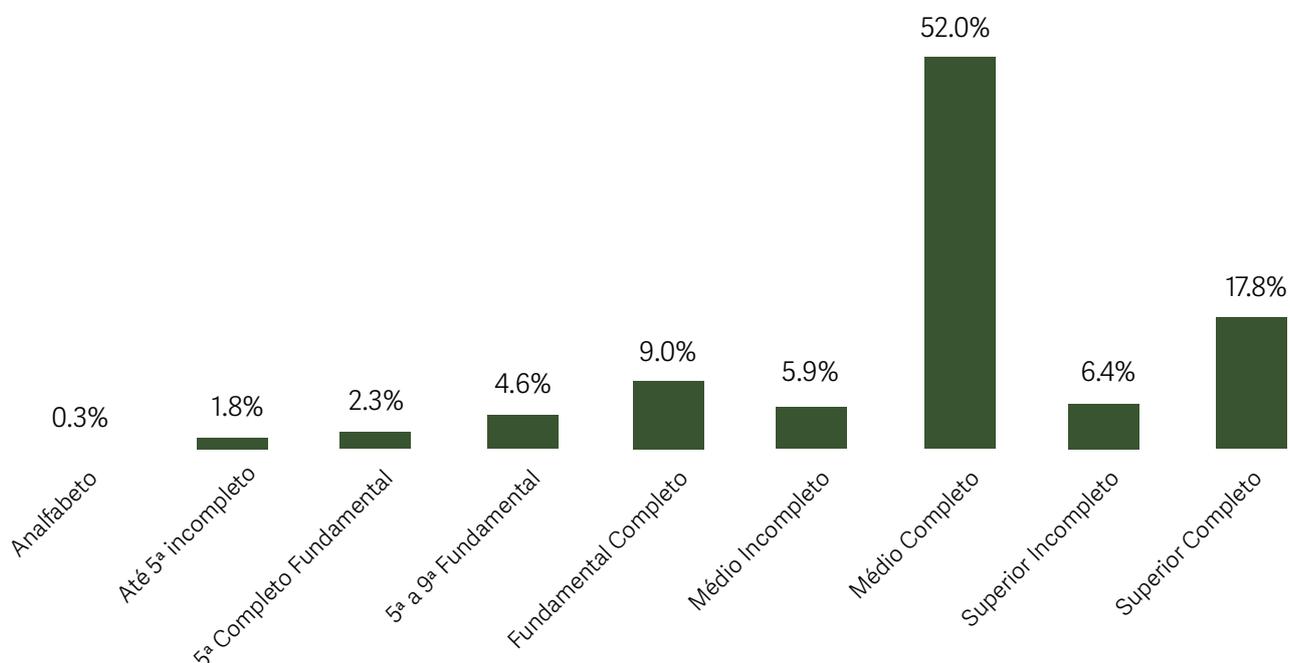


Figura 11. Gráfico com a distribuição do grau de escolaridade dos empregados diretos no setor de EE em 2016. Fonte: elaboração própria.

As tabelas com resultados completos são apresentadas no Apêndice 5 das Notas Metodológicas.

4.2 EMPREGOS EM ATIVIDADES E PROJETOS DE EE

Como indicado anteriormente (ver Tabela 6), os dois métodos que compõem a metodologia híbrida *top-down* e *bottom-up* deste trabalho possuem peculiaridades metodológicas que fazem com que os empregos calculados em cada método sejam complementares: enquanto no *top-down*, determina-se o número de empregos necessários para um determinado nível de produção de bens e serviços no setor de EE, no *bottom-up*, busca-se fazer um “zoom” e determinar o número de empregos efetivamente empenhados na execução de projetos de EE.

Os resultados apresentados a seguir refletem apenas os empregos diretos que exercem, em tempo integral ou parcial, atividades efetivamente relacionadas ao planejamento, gerenciamento, acompanhamento ou execução de projetos e ações de EE, independentemente do ramo e da empresa em que o profissional atua.

A Tabela 23 descreve os resultados da quantificação dos empregos atuais em EE calculados pelo método *bottom-up*, tanto em FTE quanto em número de pessoas, e, quando possível, divididos em nível superior ou técnico.

Setor	Total		Nível Superior		Nível Técnico	
	Total pessoas	Empregos FTE	Total pessoas	Empregos FTE	Total pessoas	Empregos FTE
TOTAL**	30.209	7.428	14.626*	4.309*	6.349*	1.899*
Indústria (O&M)	17.130	2.730	11.567	1.617	5.563	1.113
Consultoria de EE	3.252	3.252	2.466	2.466	786	786
Construtoras de edifícios	287	25	287	25	0	0
Edifícios (O&M)	9.234	1.220	*	*	*	*
Distribuidoras (PEE)	190	136	190	136	0	0
Público (Federal)	56	52	56	52	0	0
Setor de Financiamento	60	13	60	13	0	0
Projeto e execução de MEEs	Quantificação atual não calculada no método <i>bottom-up</i>.**					
Fabricação, venda, transporte, entrega de equipamentos eficientes	Quantificação atual não calculada no método <i>bottom-up</i>.**					

Tabela 23. Tabela de resultados do levantamento atual de empregos diretos efetivamente relacionados às atividades e projetos de EE, calculados pelo método *bottom-up*.

* Não foi possível distinguir os empregos na área de Edifícios (O&M) por nível de formação. Sendo assim, na linha TOTAL, as colunas de Nível Superior e Nível Técnico não são completas e, somadas, não equivalem às colunas de Total.

** Os valores totais não incluem os empregos de projeto e execução de MEEs nem de fabricação, venda, transporte e entrega de equipamentos eficientes, que não foram quantificados no método *bottom-up*. Fonte: Elaboração própria.

A Figura 12 descreve a repartição dos empregos em EE por setores e áreas de atuação, calculados através do método *bottom-up*.

EMPREGOS DIRETOS

Fabricação, venda, transporte, entrega de **equipamentos eficientes***

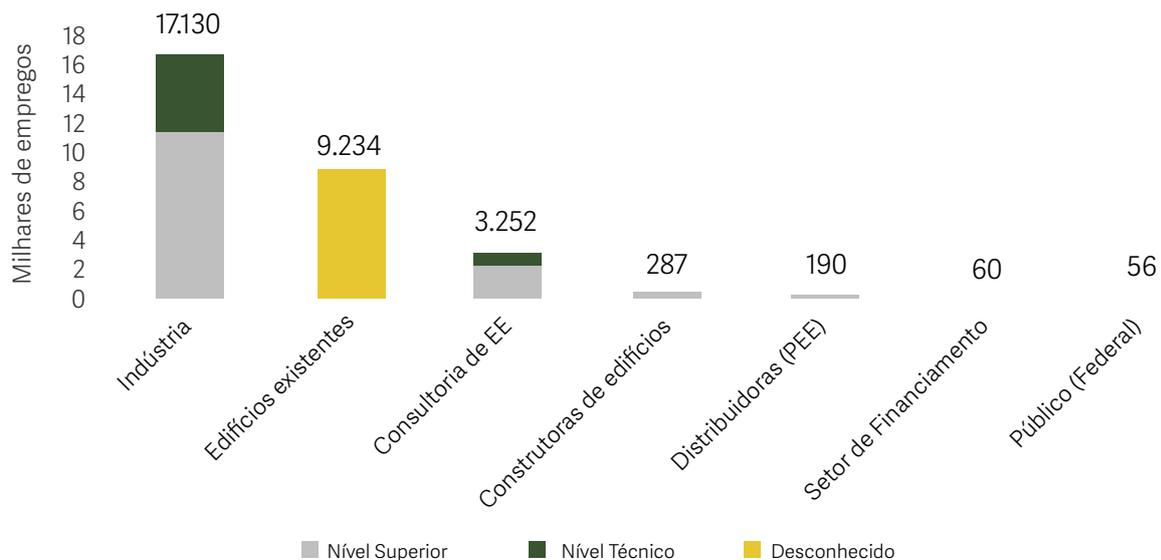


*Empregos não calculados pela metodologia *bottom-up*.

Figura 12. Quantidade de empregos atuais levantados pelo método *bottom-up*. Fonte: elaboração própria.

As figuras a seguir apresentam os resultados da Tabela 23 de forma gráfica, indicando o número de empregos diretos totais (Figura 13) e de FTE (Figura 14) para cada setor, separando entre empregos de nível superior, nível técnico e nível desconhecido. É importante lembrar que os gráficos não contêm os resultados da categoria de projeto e execução de MEEs, nem de fabricação. Desta forma, apenas os setores de Indústria e de Consultoria em EE contêm profissionais de nível técnico. Para o setor de edifícios existentes, não foi possível distinguir os empregos por nível de formação. Os demais setores contêm apenas profissionais de nível superior atuando diretamente com EE.

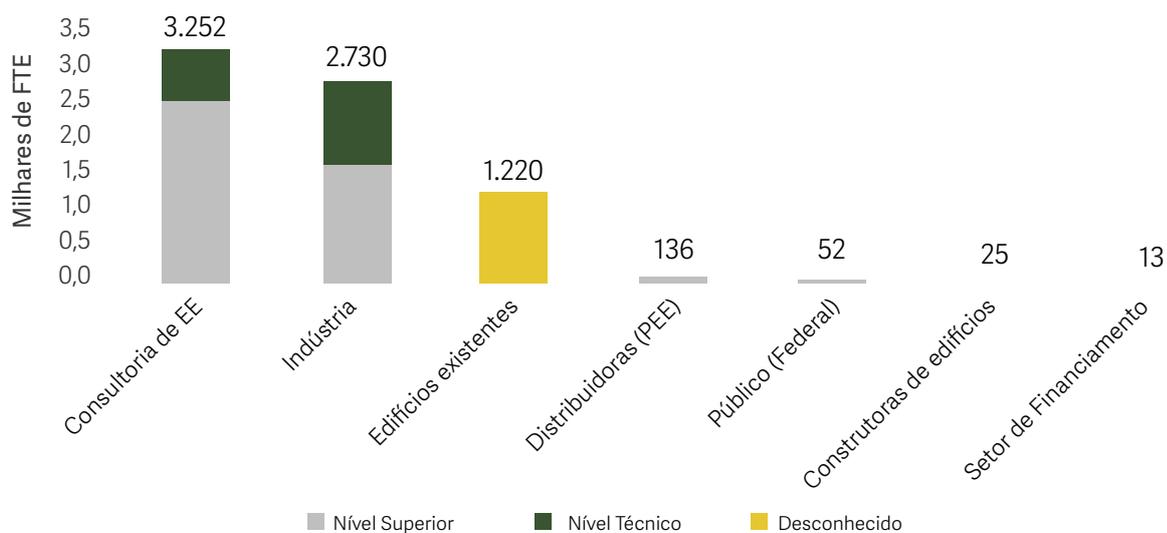
Levantamento Atual de Empregos Totais em EE para as 7 categorias quantificadas



OBS: as quatro categorias com valores menores são formadas inteiramente por empregos de nível superior

Figura 13. Gráfico de resultados do levantamento atual de empregos diretos (total de pessoas atuando) em atividades e projetos de EE, indicando número total de pessoas empregadas. Fonte: elaboração própria.

Levantamento Atual de Empregos FTE em EE para as 7 categorias quantificadas



OBS: As quatro categorias com valores menores são formadas inteiramente por empregos de nível superior.

Figura 14. Gráfico de resultados do levantamento atual de empregos diretos em atividades e projetos de EE, indicando FTE. Fonte: elaboração própria.

A fim de visualizar o nível de dedicação, na média, das pessoas empregadas na área de EE (ou seja, o percentual do tempo gasto em atividades de EE), foram calculados indicadores de FTE por pessoa para cada setor.

Os resultados, apresentados na Figura 15, mostram que dentro das indústrias e edifícios existentes, e das construtoras de edifícios, embora haja pessoas responsáveis para ações de EE, a prioridade é baixa em relação a outras atividades, conforme a baixa proporção de tempo gasto em EE. Já nas áreas de consultoria, ou planejamento como nas distribuidoras ou poder público federal, a proporção é mais alta, pelo fato de que as profissões nesses setores são mais específicas, fazendo com que uma maior proporção de atividades destas pessoas, que têm EE como atividade principal, esteja de fato relacionada a EE.

Dedicação de tempo em atividades de EE pelos profissionais que atuam com EE em cada setor

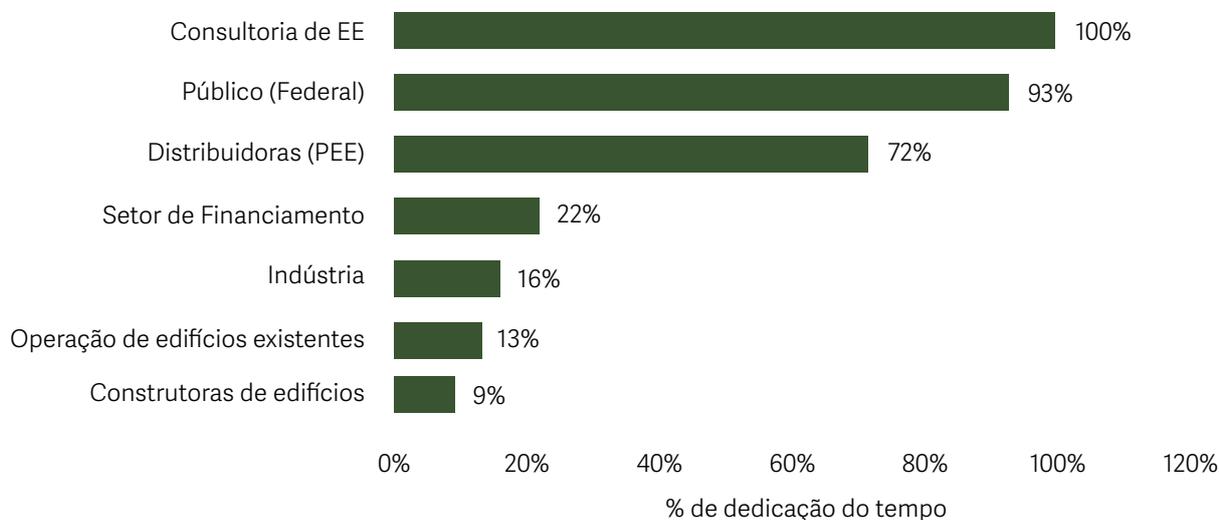


Figura 15. Dedicação média em EE dos empregos levantados por setor. Fonte: Elaboração própria.

5. RESULTADOS: PROJEÇÕES

Este capítulo apresenta as projeções de empregos na área de EE até 2030. As projeções de empregos foram realizadas com base em 4 cenários de economia de energia da Calculadora 2050 da EPE. Como foi feito no capítulo anterior, as projeções são apresentadas em dois conjuntos:

1. Empregos Diretos, Indiretos e Induzidos para Produção de Bens e Serviços de EE

O primeiro conjunto projeta os empregos gerados em toda a economia brasileira como consequência da produção de bens e serviços de EE, classificados em empregos diretos, indiretos e induzidos, obtidos a partir do desenvolvimento do método *top-down*. Os empregos diretos do primeiro conjunto são em empresas dentro do setor de EE, porém as atividades em si podem ser ou não relacionadas diretamente à EE.

Por exemplo, todos os funcionários de uma indústria de motores eficientes, independentemente de suas atividades individuais, estão contidos nesse grupo como empregos diretos.

2. Empregos em Atividades e Projetos de EE

O segundo conjunto projeta apenas os empregos em atividades diretamente ligadas ao planejamento, gerenciamento, acompanhamento e execução de atividades e medidas de EE, e foi obtido a partir do desenvolvimento do método *bottom-up*. Esses resultados são valiosos, por exemplo, para planejar demanda de capacitação em EE ou saber quantas pessoas lidam diretamente com o assunto.

Como exemplos, estariam contidos neste grupo tanto um gerente de energia em uma indústria de motores eficientes, quanto um supervisor de manutenção com atribuições de identificar e implantar ações de eficiência energética numa fábrica que não produz equipamentos eficientes, como uma fábrica de tecidos.

5.1 EMPREGOS DIRETOS, INDIRETOS E INDUZIDOS PARA PRODUÇÃO DE BENS E SERVIÇOS DE EE

A Tabela 20, em seção anterior, indica o valor de produção, valor adicionado, emprego, arrecadação e massa salarial em 2016, com base nas premissas indicadas.

As projeções foram feitas tendo como referência diferentes níveis de energia economizada, mantendo-se a relação de 0,62 TWh economizada por R\$ bilhão produzido. O horizonte de projeção foi 2030. Em primeiro lugar foram construídos os cenários equivalentes ao nível de energia economizada da Calculadora 2050 da EPE, que também foi utilizada no método *bottom-up*. A calculadora apresenta quatro níveis de energia economizada, sumarizados ao lado.

Cenário	2030
Nível 1	2.403
Nível 2	10.848
Nível 3	25.452
Nível 4	28.833

Tabela 24. Energia Economizada em 2030 (TWh).
Fonte: elaboração própria a partir de dados da EPE.

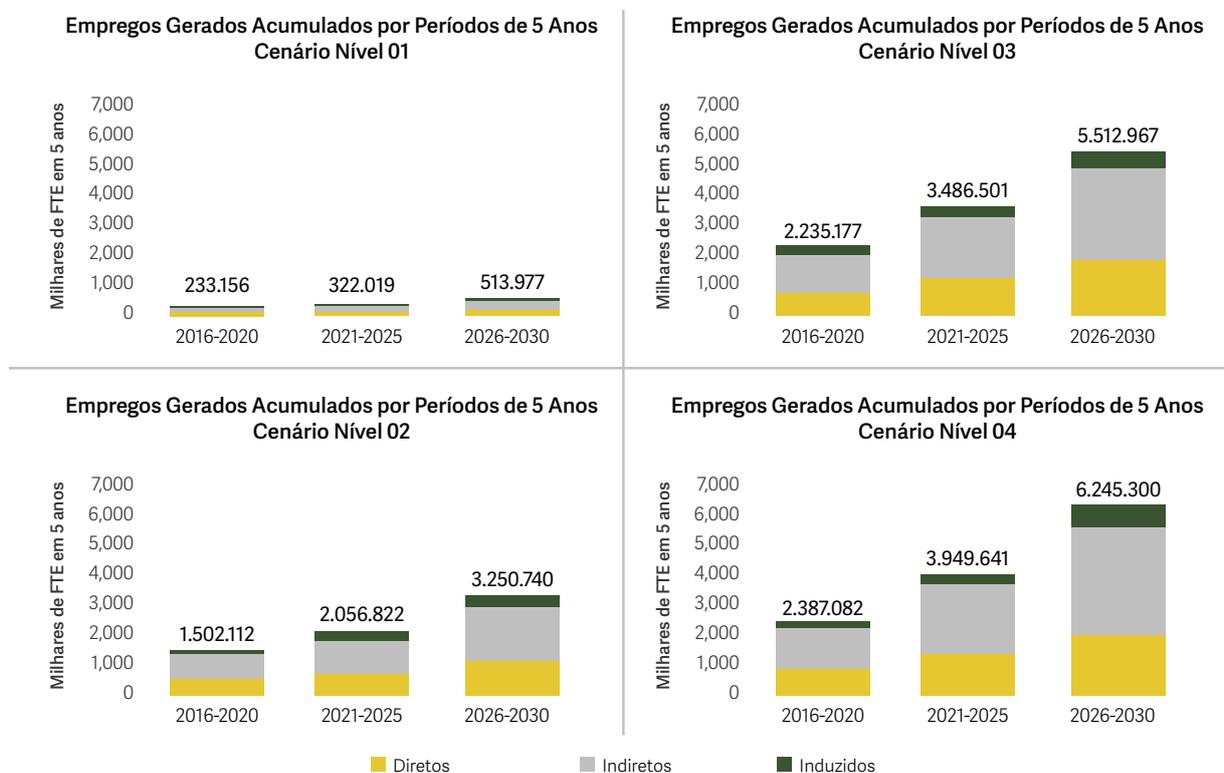
Mantendo a relação entre energia economizada e nível de produção na MIP (0,62 TWh / R\$ bilhão), é possível estimar os impactos em 2030. Os valores da Tabela 24 são multiplicados pela relação e obtém-se o nível de produção do setor de EE no ano de 2030. A partir do valor de produção, utilizando a metodologia dos multiplicadores da MIP, pode-se obter a projeção de nível de emprego (Tabela 25).

Cenário	Total	Diretos	Indiretos	Renda
Nível 1	121.510	38.571	69.613	13.326
Nível 2	766.330	241.535	439.925	84.870
Nível 3	1.277.663	389.385	740.405	147.873
Nível 4	1.447.385	441.110	838.759	167.516

Tabela 25. Projeção de Emprego FTE em 2030.
Fonte: elaboração própria a partir de dados da EPE.

A Figura 16 demonstra graficamente as projeções de empregos FTE para os quatro cenários, **acumulados em períodos de 5 anos**. Ou seja, a coluna “2020” representa o total de empregos FTE acumulados entre 2016 e 2020; a coluna “2025” representa o total de empregos FTE acumulados entre 2021 e 2025; e a coluna “2030” representa o total de empregos FTE acumulados entre 2026 e 2030.

Em seguida, na Figura 17 as projeções para o cenário alvo (nível 3) são estratificadas anualmente por meio de uma estimativa considerando crescimento linear em cada período de 5 anos, a fim de facilitar a visualização dos resultados. As projeções são divididas em empregos diretos, indiretos e induzidos.



OBS: Valores acumulados por períodos de 5 anos. Para calcular a **média** de FTE por ano em cada período, deve-se dividir cada valor por 5.

Figura 16. Gráficos com o número de empregos anuais acumulados em cada período de 5 anos do horizonte de análise (2016 a 2030), para os níveis 1 a 4. Fonte: elaboração própria.

Geração de Empregos Brutos para Produção de Bens e Serviços de EE Cenário Nível 3

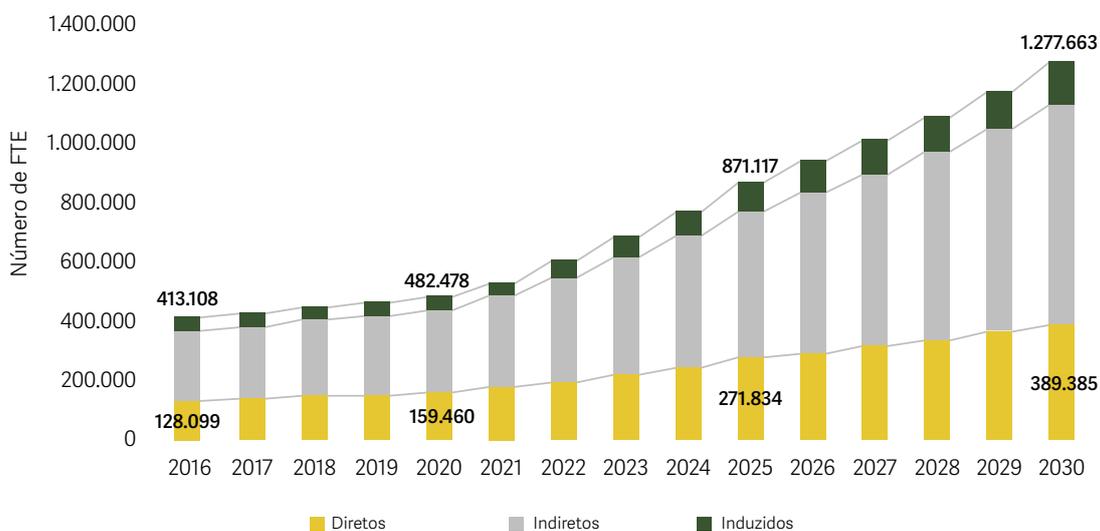


Figura 17. Geração de empregos brutos totais na economia brasileira previstos a cada ano para atender a demanda de produção de bens e serviços de EE. Projeção até 2030 para atender o Cenário Alvo (Nível 3). Fonte: elaboração própria.

Para efeitos de simulação, também é possível assumir hipóteses para evolução dos níveis de importação e produtividade para 2030 (Figura 18). Tomando o Nível 3 como referência, assumiu-se a hipótese de nacionalização de 80% das importações. Trata-se de um cenário bastante otimista, mas que permite verificar os ganhos em termos de produção, valor adicionado e emprego por conta de políticas públicas voltadas para a nacionalização da cadeia.

Para a variável coeficiente de importação, o coeficiente atual foi calculado a partir das importações e produção nacional com base nos diferentes setores, divididos por CNAE. Alguns setores possuem coeficientes de importação superiores a outros; o setor da construção civil, por exemplo, possui um baixo fator de importação, enquanto os setores das indústrias, como de compressores e motores elétricos, possuem um fator maior. Uma taxa de nacionalização de 80% foi adotada para 2030, com base em uma redução do coeficiente de importação para todos os setores, aplicados de forma proporcional à sua participação²⁵.

Esta hipótese não pretende afirmar que uma taxa de nacionalização de 80% em 2030 seria provável, viável, possível ou mesmo desejável, servindo apenas para efeitos de compreensão do impacto das importações sobre as projeções de empregos.

Adicionalmente, também foram construídos cenários com ganhos de produtividade dos setores. Primeiramente foi estimado o ganho de produtividade médio para os anos de 2010 a 2016, que compreende toda a base histórica disponível. A partir dos ganhos anuais, uma curva S²⁶ foi construída para projetar os percentuais por ano até 2030. A curva S permite supor uma distribuição mais amena dos valores nos períodos iniciais e finais da amostra, com um período de crescimento mais acentuado no meio, representando assim um crescimento mais próximo à realidade.

No caso deste cenário, não há alteração nos níveis de produção e valor adicionado, apenas no número de empregos gerados. Convém notar que, distintamente do cenário de importações, aqui se produz uma hipótese não otimista em termos de novos empregos gerados, mas bastante próxima da realidade, na medida em que é esperado que os ganhos de produtividade se comportem como no cenário.

Os detalhes dos cenários e valores obtidos são apresentados no Apêndice 5 das Notas Metodológicas.

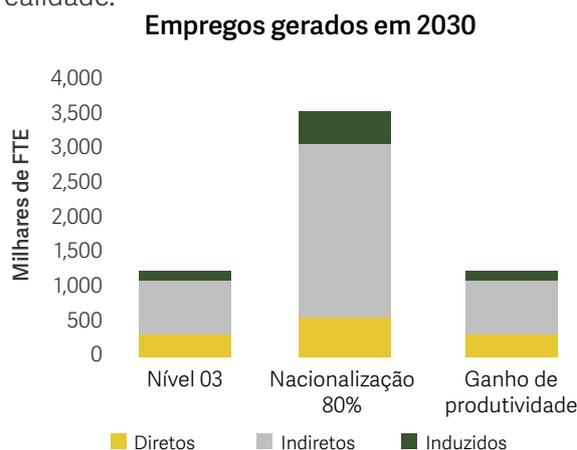


Figura 18. Empregos totais em 2030 para distintas hipóteses com base no cenário Nível 3.

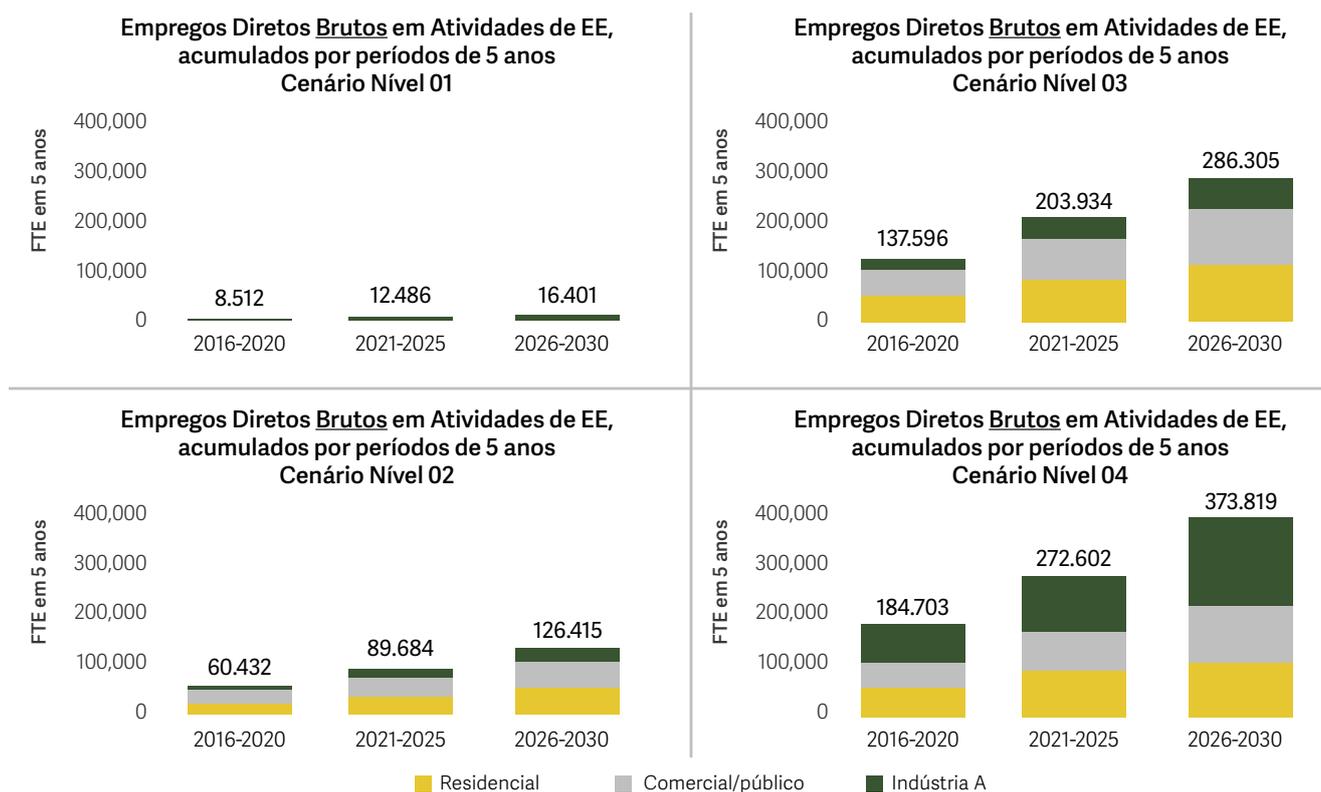
5.2 EMPREGOS EM ATIVIDADES E PROJETOS DE EE

Nesta seção são apresentados os resultados para os quatro níveis de inserção de EE da Calculadora 2050, e um detalhamento da projeção anual de consumo para o nível 3, o cenário alvo para a NDC. Os resultados apresentados a seguir refletem apenas os empregos diretos que exercem, em tempo integral ou parcial, atividades efetivamente relacionadas ao planejamento, gerenciamento, acompanhamento ou execução de projetos e ações de EE, independentemente do ramo e da empresa em que o profissional atua.

O principal resultado é a projeção de empregos diretos brutos decorrentes da inserção de EE. A Figura 19 apresenta os gráficos com o número de FTE brutos acumulados em cada período de cinco anos do horizonte de análise, para os cenários de níveis 1 a 4. Ou seja, os resultados são apresentados como número de FTE (empregos-anos) acumulados em períodos de cinco anos: de 2016 a 2020, de 2021 a 2025 e de 2026 a 2030.

²⁵ Para este cenário não foram consideradas especificidades de cada setor e a real capacidade de nacionalização da produção.

²⁶ Curva que apresenta crescimento expressivo nos primeiros anos e acomodação gradual, com redução da velocidade de crescimento.



OBS: Valores acumulados por períodos de 5 anos. Para calcular a **média** de FTE por ano em cada período, deve-se dividir cada valor por 5.

Figura 19. Gráficos com o número de empregos integrais anuais (FTE) brutos acumulados em cada período de 5 anos do horizonte de análise (2016 a 2030), para os níveis 1 a 4. Fonte: elaboração própria.

Observa-se que o número médio de FTE projetado em um ano para o primeiro período (2016 a 2020) é de 1.702 no cenário nível 1, 12.086 para o cenário nível 2 e 27.519 para o cenário nível 3. Isto é, o resultado de 7.428 FTE atuais apresentado na seção 4.2, que exclui empregos de projeto e execução de MEEs, indica que o nível de inserção de EE está acima do esperado para o cenário nível 1, no qual nenhum esforço teria sido feito. Porém, considerando os 6.405 empregos de consultoria de EE e projeto e execução de MEEs calculado pelo método *top-down*, pode-se estimar o resultado de empregos atuais em atividades de EE como 10.581 FTE, sugerindo que o número atual de empregos se situa próximo (um pouco aquém) do esperado para o nível 2, ficando bem abaixo do cenário da NDC (nível 3).

Outro resultado importante são os empregos líquidos gerados, que descontam os empregos que seriam gerados caso a mesma quantidade de energia economizada fosse gerada por usinas termelétricas a gás natural, a opção mais provável para suprir esta demanda marginal. A Figura 20 apresenta os gráficos com o número de FTE líquidos acumulados em cada período de cinco anos do horizonte de análise.

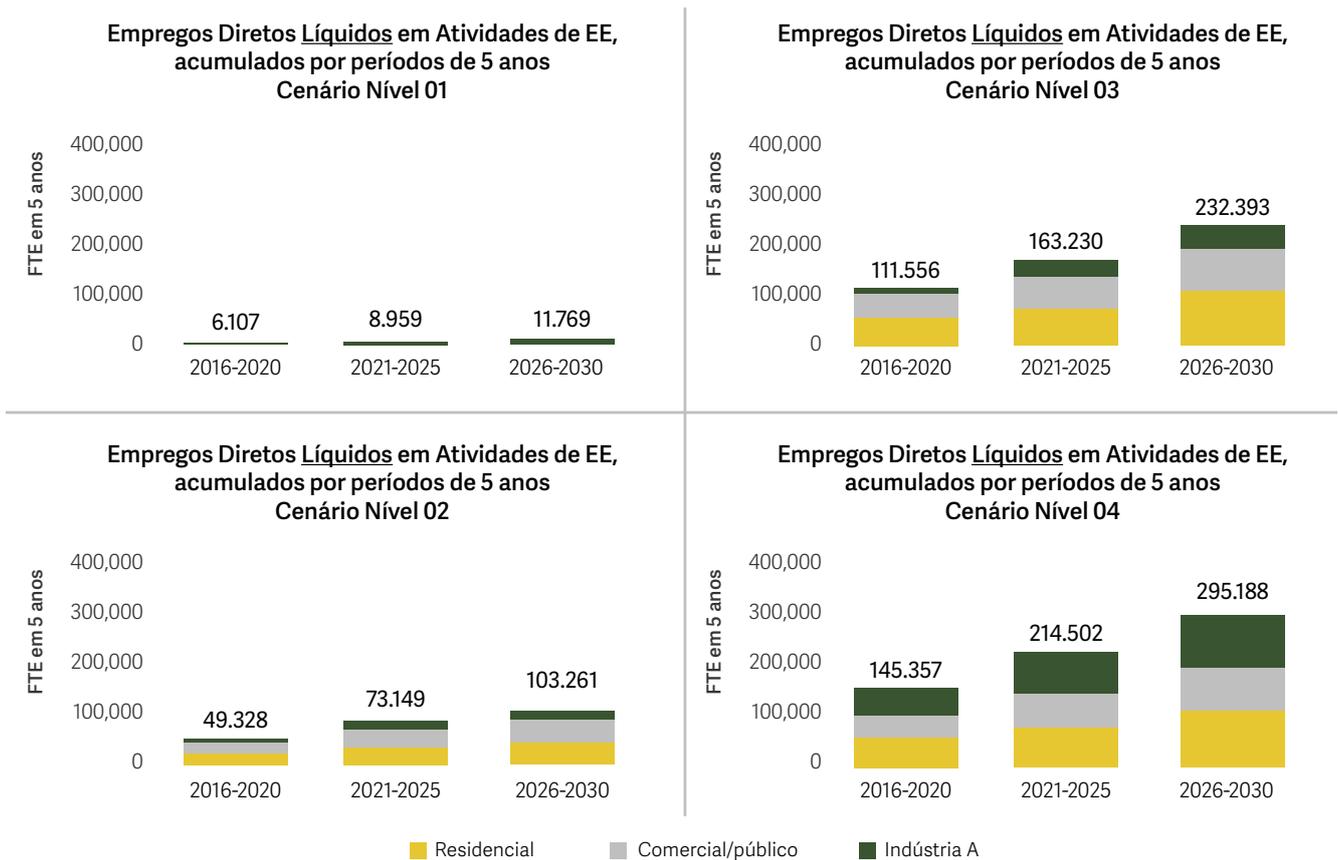


Figura 20. Gráficos com o número de empregos integrais anuais (FTE) líquidos acumulados em cada período de 5 anos do horizonte de análise (2016 a 2030), para os níveis 1 a 4. Fonte: elaboração própria.

A Figura 21 apresenta o gráfico com o número de empregos diretos brutos integrais anualizados (FTE) projetados, ano a ano, ao longo do horizonte de análise, correspondente ao cenário nível 3.

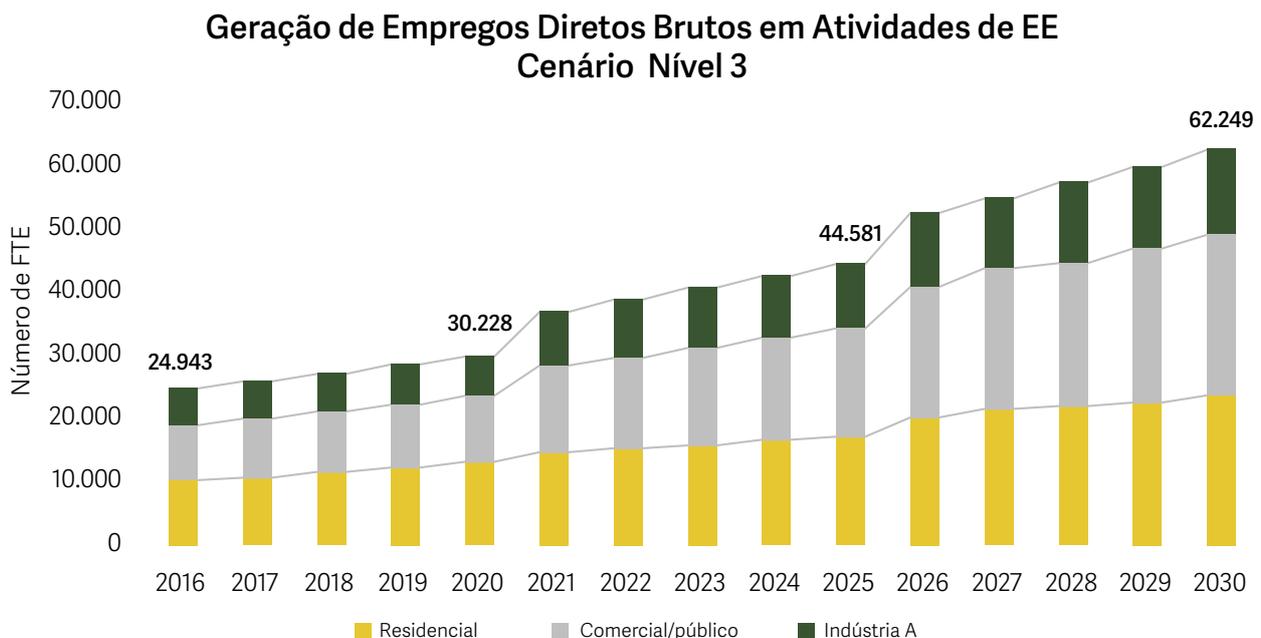


Figura 21. Projeção até 2030 de empregos diretos brutos dedicados a atividades de EE necessários para atender o Cenário Alvo (Nível 3), representados em FTE previstos a cada ano. Fonte: elaboração própria.

Chama-se a atenção para os empregos gerados na classe Residencial. Embora o fator de geração de empregos residenciais tenha sido considerado, as ações empregadas nesta classe podem ser executadas parcialmente pelos próprios moradores. Isso indica um aspecto importante para orientar políticas de treinamento e informação: deve-se providenciar maior atenção a esse público diretamente e aos vendedores de lojas varejistas que poderão orientar melhor os consumidores.

É interessante notar que segundo os dados gerados, a quantidade de empregos de EE necessária em 2030 é mais do dobro (próximo a 2,5 vezes) da quantidade requerida em 2016, para se atingir as metas da NDC brasileira.

Visto que o FGE foi mantido constante até 2030, a projeção pelo método *bottom-up* não considera variações de produtividade, ou seja, não contempla a possibilidade de se reduzir, com o passar dos anos, o número de empregos necessários para economizar um GWh. Essa hipótese se alinha a um cenário de constante atualização tecnológica. Já o método *top-down* estudou os possíveis efeitos de alterações de produtividade.

O número de FTE líquidos projetados para cada ano é apresentado na Figura 22 por setor.

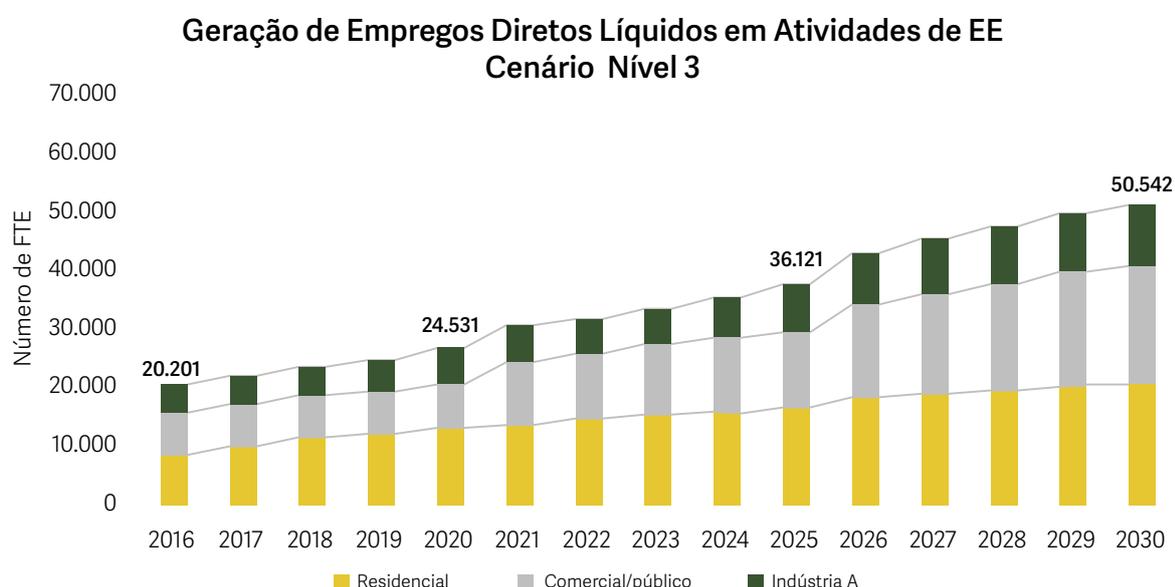


Figura 22. Projeção até 2030 de empregos diretos líquidos dedicados a atividades de EE necessários para atender o Cenário Alvo (Nível 3), representados em FTE previstos a cada ano. Fonte: elaboração própria.

Vale notar que as projeções de empregos até 2030 foram feitas de forma independente da quantificação atual de empregos. Na seção 6, é feita uma comparação entre a quantificação atual (linha de base) e as projeções futuras e tiradas algumas conclusões interessantes.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 RESUMO DAS CONCLUSÕES

A demanda por **capacitação** em EE pode ser estimada em **30 a 60 mil profissionais** atualmente, correspondendo a cerca de **11 mil postos de trabalho** (FTE). As maiores oportunidades de capacitação estão nas indústrias e edificações, sendo no mínimo **25% com nível superior completo**.

No entanto, o impacto da EE na geração de empregos vai muito além dos empregos efetivamente em projetos de EE, incluindo **122 mil FTE** em empresas de **fabricação, transporte e venda** de produtos eficientes, **237 mil FTE** gerados por efeitos **indiretos** e **48 mil** por efeitos **induzidos**. Dentre os empregos gerados, 31% são diretos e 69% são indiretos ou induzidos, ou seja, uma proporção de **1,26 empregos indiretos ou induzidos para cada emprego direto**.

A quantidade atual calculada de empregos em atividades e projetos de EE é abaixo do esperado para atingir a NDC. Para atingi-la (cenário nível 3), o Brasil deveria ter, em 2018, **27 mil FTE** em atividades e projetos de EE, porém tem apenas **11 mil**, o que está **próximo ao nível 2**, que demanda 12 mil FTE em 2018. Isso significa que o Brasil precisa ampliar incentivos e programas para acelerar a criação de demanda, contratação e capacitação de novos profissionais de EE para estar alinhado com as metas da NDC.

Se o Brasil tem atualmente 130 a 140 mil empregos diretos (FTE) no setor de EE, sendo 11 mil em atividades específicas de planejamento a execução de projetos de EE, precisaria ter, em 2030, para atingir a NDC brasileira, 390 a 450 mil empregos diretos (FTE), sendo 62 mil capacitados no planejamento até execução de atividades de EE. Isso significa que a demanda por profissionais qualificados em atividades de EE pode aumentar numa ordem de **5 a 6 vezes** nos próximos 12 anos em relação ao nível atual. Considerando os empregos em toda a economia, a tendência é que para atingir a NDC, a demanda deve **triplicar entre 2016 e 2030**. Ou seja, políticas efetivas para promover a EE visando a NDC têm alto potencial de gerar empregos.

A quantidade de pessoas gerenciando os programas de EE em nível nacional é muito pequena comparada com a quantidade de empregos executando esses projetos (1 a 2,5%). Esse dado é um ponto de partida para discussões sobre a necessidade de aumentar o número de pessoas criando, dirigindo e impulsionando as estratégias de EE do País.

Um importante instrumento que poderia ser utilizado para coletar dados de projetos que permitam aprimorar e acompanhar a evolução dos indicadores de empregos é o **Programa de Eficiência Energética** (PEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Trata-se da iniciativa nacional mais organizada em termos de projetos de EE, porém os dados registrados e disponibilizados ainda são insuficientes para esse tipo de estudo.

É importante destacar que, se por um lado os resultados deste estudo não possuem poder estatístico para representar a realidade nacional, por outro, este trabalho representa um esforço de sistematizar e propor uma metodologia (e instrumentos) capaz de estimar o número de empregos em EE no Brasil e realizar exercícios de projeção.

Além de políticas e incentivos governamentais, o mercado também tem um importante papel na percepção da necessidade de capacitação de seus funcionários, na adoção de sistemas de gestão de energia, na busca pela excelência em matéria de EE e na organização de dados sobre projetos de EE realizados.

6.2 RESULTADOS CONSOLIDADOS: QUANTIFICAÇÃO ATUAL E CENÁRIOS FUTUROS

Dentre os principais resultados do estudo, destacam-se alguns abaixo que permitem estabelecer uma relação entre a quantidade de empregos atuais e o ponto de partida para as projeções futuras, considerando apenas os empregos diretamente envolvidos em atividades e projetos de EE, levantados pelo método *bottom-up*.

- A quantidade atual de empregos de EE no Brasil foi estimada em 30.209 pessoas, equivalentes a 7.428 FTE, excluindo-se os empregos de projeto e execução das MEEs (Tabela 23), que não foram quantificados pelos motivos já expostos.
- Os empregos de projeto e execução de MEEs poderiam ser estimados subtraindo-se os 3.252 FTE em consultoria de EE calculados no método *bottom-up* dos 6.405 FTE em consultoria de EE + projeto e execução de MEEs, calculados no método *top-down*, resultando numa estimativa de 3.153 FTE de projeto e execução de MEEs. Isso resultaria numa estimativa total de **10.581 FTE** em atividades e projetos de EE. Observa-se que há fortes limitações nessa estimativa, uma vez que as metodologias usadas nos dois métodos são muito distintas.
- A Tabela 26 apresenta as quantidades médias de FTE por ano necessários entre 2016 e 2020 para atingir os diferentes cenários de inserção de EE estabelecidos pela EPE (níveis 1 a 4).

Nível de EE	FTE por 5 anos (Horizonte 2016-2020)	Média de FTE por ano (Horizonte 2016-2020)
Nível 1	8.512	1.702
Nível 2	60.432	12.086
Nível 3	137.596	27.519
Nível 4	184.703	36.941

Tabela 26. Empregos FTE até 2020 compatíveis com as trajetórias de EE dos Níveis 1 a 4. Fonte: elaboração própria

Pode-se afirmar que a quantidade de empregos FTE de EE existentes atualmente coloca o País numa trajetória melhor que o nível 1, que já é considerado bastante baixo em termos de inserção de EE. Para atingir a trajetória do nível 2 ou 3 nas projeções da EPE, seriam necessários 4.658 ou 20.091 empregos de projeto e execução. Se for considerada a estimativa acima de 3.153 empregos de projeto e execução, então o Brasil precisa de incentivos e programas para acelerar a criação de demanda, contratação e capacitação de novos empregos de EE para estar alinhado com as metas do NDC e com o Nível 3 da EPE.

Retomando a Figura 12 da seção 4.2, é interessante analisar comparativamente os empregos de visão geral, articulação e impulso do setor (em azul claro na figura) e os de planejamento, consultoria, gerenciamento e supervisão (em verde e azul escuro). O primeiro grupo soma 246 pessoas empregadas e 188 FTE, à medida que o segundo grupo soma 29.963 pessoas empregadas e 7.240 FTE. Sendo assim, a proporção de pessoas planejando e dirigindo as políticas de EE do País em relação às pessoas que estão dentro das empresas buscando e gerenciando a implantação de melhorias de EE – mesmo sem contar as pessoas que de fato executam os projetos – é de 1 para 122. Trazendo para empregos integrais (FTE), a proporção ainda permanece alta: 1 para 39. Ao incluir os empregos de projeto de execução de EE, o segundo grupo passa a somar 10.393 FTE, com uma proporção de 1 emprego FTE de planejamento e articulação de políticas públicas do setor para 55 empregos FTE de consultoria, gestão, supervisão e execução de projetos de EE. Esse dado deve ser um ponto de partida para discussões sobre a necessidade de aumentar a quantidade de pessoas criando, dirigindo e impulsionando as estratégias de EE, com o intuito de atingir as metas da NDC.

Dentre as categorias incluídas na quantificação de empregos existentes de atividades de EE para as quais foi possível fazer a distinção no método *bottom-up*, há mais vagas de formação superior do que de formação técnica, com uma proporção de aproximadamente 2,3 para 1, sendo que a maior parte dos técnicos está dentro das indústrias. Não foi possível fazer essa distinção apenas na categoria de operação de edifícios

existentes, o que provavelmente aumentaria um pouco a proporção de técnicos. Essa proporção era esperada, já que o grupo de projeto e execução de MEEs não está contabilizado, onde também se espera que se concentre uma quantidade maior de técnicos.

Já no balanço de tipos de empregos realizado no método *top-down*, observa-se em relação aos empregos gerados pelo setor de EE em toda a economia brasileira que há mais vagas com formação nível médio completo (58%) do que nível superior completo (18%). Os 24% restantes não completaram formação nível médio. Dentro do nível médio, não há conclusões sobre a parcela com formação técnica profissionalizante.

6.3 PLANO DE AÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

É interessante comparar os resultados deste estudo com outro trabalho que foi realizado recentemente, que teve como objetivo fornecer insumos para a EPE para auxiliar o desenvolvimento do Plano de Ação de Eficiência Energética até 2030 nos setores de Edificações e Indústria. Naquele trabalho, foram propostas medidas chaves para que o Brasil avance rumo a uma melhor EE nos setores mencionados. Para algumas das medidas chaves propostas, foram feitas estimativas quanto às quantidades de recursos humanos que seriam necessárias.

Por exemplo, foi estimado que para realizar a implementação gradativa da obrigatoriedade da etiquetagem PBE Edifica em todos novos edifícios e reformas até 2030, serão necessários aproximadamente 20.000 inspetores credenciados até 2025, e quase 70.000 até 2030 (Mitsidi Projetos, 2018). Estes valores consideram pessoas trabalhando a tempo integral, ou seja, FTE.

Considerando a medida de promover a realização de diagnósticos e programas de retrofits em edifícios existentes, serão precisos 62.000 auditores de edifícios até 2025, e 145.000 até 2030 (Mitsidi Projetos, 2018).

Estes valores são muito maiores que os valores de empregos atuais e previstos para 2030 diretamente envolvidos em atividades e projetos de EE (método *bottom-up*), considerando que se estima a necessidade de mais de 200.000 FTE em 2030 apenas na área de edificações e consultoria, efetivamente atuando em atividades e projetos de EE, versus apenas 62 mil FTE previstos para cumprir a NDC de acordo com o cenário nível 3.

Nota-se que uma das medidas chaves propostas pelos insumos para o Plano de Ação é a capacitação do mercado, e o desenvolvimento de métodos simplificados e checklists para realizar, por exemplo, diagnósticos energéticos de pequenos edifícios comerciais ou residenciais. Estas ferramentas permitirão a penetração dos serviços de EE nos setores de mão de obra mais técnica e menos formada. Portanto, estes valores não podem ser diretamente comparados com os valores gerados pelo presente estudo.

6.4 DESAFIOS

Os principais desafios encontrados ao longo do desenvolvimento deste estudo são os seguintes:

1. Obtenção de dados a partir de entrevistas e questionários.

As fontes principais de dados para realização do estudo foram as pessoas e empresas entrevistadas. Isso gera algumas dificuldades, como:

- Dificuldade de agendamento
- Burocracia por parte de algumas empresas, necessitando autorização para poder fornecer informações, frequentemente demorada

- Verificou-se que as empresas, em sua maioria, não possuem registro organizado de dados sobre empregos internos e externos, nem sobre economias de energia nos seus próprios projetos. Por isso, muitas empresas se comprometeram a enviar dados mais detalhados após a entrevista, mas apenas algumas enviaram, provavelmente devido ao consumo de tempo que seria necessário para reunir e organizar as informações. Mesmo algumas ESCOs entrevistadas não enviaram dados, e outras precisaram de longos prazos.
- A metodologia previa a utilização de dados de projetos do PEE para gerar os FGEs para diversos usos finais a partir de uma massa crítica de projetos. No entanto, os dados disponíveis publicamente pela ANEEL não fornecem informações sobre empregos nos projetos. A obtenção desses dados por meio das distribuidoras de energia provou-se difícil. Os autores do estudo contataram a SPE da ANEEL e a ABRADEE para buscar apoio na obtenção dos dados junto às distribuidoras, porém esses dados não puderam ser obtidos, reduzindo significativamente a quantidade de projetos que puderam ser avaliados (recebidos por outras empresas) para geração do FGE.

2. Pequena quantidade de entrevistas e dificuldade de extrapolação.

A pequena quantidade de entrevistas realizadas (31) e questionários aplicados (2, com 37 respostas) não conferem relevância estatística ao estudo, e muitos dados são informações subjetivas fornecidas pelos entrevistados. Por isso, foi preciso assumir muitas hipóteses.

3. Precisão dos dados macroeconômicos.

A MIP mais atualizada no momento da elaboração do estudo, e que foi utilizada, é de 2010, podendo não refletir mais corretamente as relações entre os setores da economia na realidade brasileira atual. Além disso, as classificações de atividades econômicas não foram desenvolvidas para esse tipo de estudo na área de EE, tendo sido necessário assumir uma grande quantidade de hipóteses ao longo do processo.

4. Escala do estudo

Para o desenvolvimento de um estudo completo dessa magnitude sobre um tema inédito com escassez de dados pré-existentes, seria ideal um estudo de dimensões maiores, com quantidades mais elevadas de entrevistas e tempos mais longos para realização e coleta de questionários com públicos específicos. Um estudo mais longo e completo, mesmo com a metodologia *bottom-up*, permitiria a inclusão de outros setores e mais precisão de resultados.

6.5 LIÇÕES APRENDIDAS PARA O SETOR BRASILEIRO DE EE

A partir dos desafios encontrados, podem ser extraídas lições valiosas para o setor brasileiro de eficiência energética.

1. O PEE é a fonte mais extensa e organizada de projetos de EE. No entanto, os dados oficiais não contêm informações sobre empregabilidade. É recomendável que na próxima revisão do PROPEE, a ANEEL considere incluir a obrigatoriedade de informar a quantidade prevista de empregos ou de horas de trabalho de nível superior e técnico. Com isso, em poucos anos, poderia ser gerado um FGE atualizado para diversos usos finais no Brasil, com grandes quantidades de dados relevantes e uma sólida base estatística.
2. Além disso, seria interessante que após o término de um projeto do PEE, fossem obrigatoriamente fornecidos, e facilmente disponibilizados ao público, os dados reais medidos de economia de energia, duração real do projeto e execução, e quantidade real de empregos ou horas de trabalho realizadas durante o projeto e execução da ação de EE.

3. Mesmo as empresas com enfoque em gestão de energia e ações de EE, tais como ESCOs, empresas de consultoria e indústrias com certificação ISO 50.001, têm dificuldade em manter dados organizados sobre projetos de EE realizados, economias obtidas e empregos internos e externos envolvidos. Essa capacidade de organização e registro seria benéfica não apenas para essas empresas, mas para o setor de EE como um todo, visto que aumentaria a confiança do mercado no sucesso das ações de EE devido à existência de dados concretos. A transparência desses dados traria informações valiosas na elaboração de estratégias e políticas públicas. Dessa forma, recomenda-se a criação de programas de **capacitação** com enfoque na **gestão, registro e organização de dados de projetos** de EE realizados, bem como a criação de uma **plataforma nacional para registro de dados** de projetos realizados, de contribuição voluntária inicialmente, com a possibilidade de ser utilizada futuramente para políticas públicas que a tornem de uso obrigatório.

6.6 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A fim de complementar os resultados deste estudo, é recomendável ampliar estudos de geração de empregos com pesquisas em grande escala e criar programas para aprimorar indicadores, como o FGE, com estabelecimento de metas oficiais e acompanhamento por meio de um portal de indicadores transparente. Recomenda-se a realização de novos estudos nas seguintes áreas ou com as seguintes metodologias:

- Novas pesquisas com metodologias *bottom-up*, porém em escala maior, incluindo a realização de centenas de entrevistas e questionários com centenas de milhares de empresas de diversos setores. Exemplo: “*Energy Efficiency Jobs in America*” publicado por E2 e E4TheFuture em dezembro 2016.
- Pesquisas específicas (“*top-down*” e “*bottom-up*”) com setores determinados que não foram incluídos neste estudo, tais como transportes, agropecuária, infraestrutura, fabricantes de equipamentos, óleo e gás, geração de energia, entre outros.
- Atualização dos resultados com versão mais atualizada da MIP.
- Aprofundamento estatístico dos resultados junto a equipes de economia envolvidos no planejamento energético brasileiro, como na EPE, por exemplo.
- Estudos comparativos de geração de empregos na área de EE e em áreas de geração de energia fóssil e renovável.

Espera-se que as maiores contribuições deste estudo sejam de **impulsionar a discussão sobre empregos de EE** no País, bem como **estruturar a metodologia híbrida** (*bottom-up* e *top-down* ou macroeconômica) que possa abrir o caminho para futuras pesquisas na área em mais ampla escala.

Os autores esperam que este estudo possa fornecer insumos e ajudar de alguma forma estudos seguintes que virão para aprofundar o tema, servindo assim de pedra fundamental para que o assunto de geração de empregos no setor de EE seja inserido de forma relevante nas políticas públicas e decisões de planejamento energético do nosso País, bem como nas capacitações e na agenda das grandes, médias e pequenas empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO. **Associados**. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/associados-mapa/>>. Acesso em fevereiro 2018.

ABRAVA. **Energia Solar Térmica: Participação na matriz energética e contribuições socioeconômicas ao Brasil**. São Paulo, 2014.

American Council for an Energy-Efficient Economy [ACEEE] (2004). **The Technical, Economic, and Achievable Potential for Energy Efficiency in the United States: A Meta-Analysis of Recent Studies**. Estados Unidos, 2004.

ANEEL. **Programa de Eficiência Energética**. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/>>. Acesso em janeiro 2018.

BELL, C. J.; BARRETT, J.; MCNERNEY, M. **Verifying Energy Efficiency Job Creation: Current Practices and Recommendations**. n. September, p. 78, 2015.

BLYTH, W. *et al.* para UK Energy Research Center (UKERC). **Low carbon jobs: The evidence for net job creation from policy support for energy efficiency and renewable energy**. [s.l: s.n.], 2014.

CAMBRIDGE ECONOMETRICS. **Assessing the employment and social impact of energy efficiency final report**. Cambridge: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/CE_EE_Jobs_main_18Nov2015.pdf>.

CAU/BR. **Censo dos Arquitetos e Urbanistas do Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.iab.org.br/sites/default/files/02%20FOLDER%20CENSO%20CAU.pdf>>. Acesso em 29/03/2018.

CBIC. **Banco de Dados**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/home/>>. Acesso em 29/03/2018.

CONFEA. **Estatísticas do SIC**. Disponível em: <<http://ws.confega.org.br:8080/EstatisticaSic/>>. Acesso em 29/03/2018.

D'AVIGNON, A. (coord). **Estudo prospectivo sobre dimensionamento de mercado e demanda futura de mão de obra qualificada em áreas de fontes de energias alternativas renováveis e eficiência energética**. 2013.

DUPRESSOIR S; SANCHEZ A. B.; NUSSBAUMER P.; **Climate Change and employment: Impact on employment in the European Union-25 of climate change and CO₂ emission reduction measures by 2030**. European Trade Union Confederation (ETUC), Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), Social Development Agency (DAS), Syndex, Wuppertal Institute p.152

Ehrhardt-Martinez, K., and J.A. Laitner (2008). **The Size of the U.S. Energy Efficiency Market: Generating a More Complete Picture**. American Council for an Energy-Efficient Economy, relatório no. E083. Disponível em <<http://www.aceee.org/pubs/e083.htm>>. Estados Unidos, 2008.

Efficiency Vermont (2008). **Relatório Anual do ano de 2007**. Disponível em <http://www.encyvermont.com/stella/filelib/AR2007_Revised_MW.pdf>. Estados Unidos, 2008.

Entrevistas. **Entrevistas semiestruturadas realizadas no contexto do presente estudo.** Janeiro a Março, 2018.

EPE. **Nota técnica DEA 13-15 Demanda de Energia 2050.** Rio de Janeiro, 2016.

GBC Brasil. **Certificação LEED.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em fevereiro 2018.

GBC Brasil. **Diretório de membros.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/diretorio-membros.php>>. Acesso em fevereiro 2018.

GUILHOTO, J. J. M; SESSO FILHO, U. A. **Estimação da Matriz Insumo-Produto a partir de dados preliminares das contas nacionais.** Economia Aplicada 9(1), abr-jun, 2005.

IBGE. **Contas Nacionais – Tabela de Recursos e Usos 2016.** Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaulttabelasTRU.shtm>>. Acessado em: 25/05/2018.

IBGE. **Matriz de Insumo Produto.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=resultados>>. Acessado em: 25/05/2018.

IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2016.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/paic/quadros/brasil/2016>>.

IBGE. **Pesquisa Anual de Comércio 2016.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pac/quadros/brasil/2015>>. Acessado em: 25/05/2018.

IBGE. **Pesquisa Anual de Serviço 2016.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pas/tabelas>>. Acessado em: 25/05/2018.

IBGE. **Pesquisa Industrial Anual 2016.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-produto/quadros/brasil/2013>>. Acessado em: 25/05/2018.

IBGE. **Pesquisa Industrial Anual (PIA), 2015.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=resultados>>.

____. **Pesquisa Mensal de Emprego, 2016.** Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/default.shtm>.

____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Segundo trimestre de 2017** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.

____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Terceiro Trimestre de 2017** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017a. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pnad_continua/default.shtm>.

____. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), Cadastro Central de Empresas: Tabela 993 - Empresas e outras organizações, por seção da classificação de atividades (CNAE 2.0), faixas de pessoal ocupado total e ano de fundação.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/993>>. Acessado em: 27/03/2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency: Executive Summary**. Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency, p. 18–25. OCDA/IEA: Paris, 2014. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Multiple_Benefits_of_Energy_Efficiency.pdf>. Acessado em 22/03/2018>.

JACCARD, A. S. D. 1991. **Employment effects of electricity conservation: the case of British Columbia**. Energy Studies Review, 3, 35–44

JANNUZZI, G. *et al.* **Impactos da inserção de geração distribuída fotovoltaica e de eficiência energética no setor elétrico brasileiro: metodologia, cenários e resultados**. DOI: 10.13140/RG.2.2.24600.90889. IEI BRASIL: Campinas, 2018. Disponível em: <<http://iei-brasil.org/2018/05/09/impactos-da-insercao-de-geracao-distribuida-fotovoltaica-e-de-eficiencia-energetica-no-setor-eletrico-brasileiro/>>.

KAISER, M. J., OLATUBI, W. O. & PULSIPHER, A. G. 2005. **Economic, energy, and environmental impact of the Louisiana Energy Fund**. Energy Policy, 33, 873–883.

LAITNER, J. *et al.* para American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). **The Long-Term Energy Efficiency Potential: What the Evidence Suggests**. Estados Unidos, 2012.

LAITNER, J.; MCKINNEY, V. L. **Positive Returns: State Energy Efficiency Analyses Can Inform U.S. Energy Policy Decisions**. v. 20045, n. June, 2008.

LEHMANN, S. *et al.* (Environmental Entrepreneurs (E2) e E4TheFuture). **Energy Efficiency Jobs in America**. Estados Unidos, 2016.

Low Carbon Business Action in Brazil (LCBA). **Mapping Report: Energy Efficiency in Industry**. 2016.

MINISTÉRIO da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **Opções de Mitigação de Emissões de Gases do Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil 2017**. Disponível em: <<http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/textogeral/OpcoesDeMitigacaoDeEmissoesdeGasesDeEfeitoEstufa.html>>. Acessado em: 25/05/2018.

Minnesota Office of the Legislative Auditor (2005). **Evaluation Report: Energy Conservation Improvement Program**. Disponível em <<http://www.auditor.leg.state.mn.us/Ped/pedrep/0504all.pdf>>. Estados Unidos, 2005.

MIRASGEDIS, S. *et al.* (2014). **A methodological framework for assessing the employment effects associated with energy efficiency interventions in buildings**. 82. 275–286. 10.1016/j.enbuild.2014.07.027. Grécia, 2014.

MITSIDI PROJETOS. **Estudos e Insumos para Auxiliar o Plano de Ação de Eficiência Energética - Setor de Edificações**. Março 2018.

MITSIDI PROJETOS. **Estudos e Insumos para Auxiliar o Plano de Ação de Eficiência Energética - Setor de Indústria**. Março 2018.

MUÇOUÇA, P. S. **Empregos Verdes no Brasil : quantos são, onde estão e como evoluirão nos próximos anos**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.oitbrasil.org.br/node/256>>.

NAJBERG, S.; PEREIRA, R. D. O. **Novas estimativas do modelo de geração de empregos do BNDES**. Sinopse Econômica, p. 1–8, 2004.

NAJBERG, S.; VIEIRA, S. P. **Modelos de geração de emprego aplicados à economia brasileira: 1985/95.** Revista do BNDES 3(5), jun, 1996.

Northwest Power and Conservation Council [NWPCC] (2005). **The Fifth Northwest Electric Power and Conservation Plan.** Disponível em <<https://www.nwcouncil.org/energy/previous-energy-plans/5/fifth-northwest-electric-power-and-conservation-plan-0>>. Estados Unidos, 2005.

PACHECO, A. *et al.* **Estudo prospectivo sobre dimensionamento de mercado e demanda futura de mão de obra qualificada em áreas de fontes de energias alternativas renováveis e eficiência energética.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

PAUL, A., PALMER, K., RUTH, M., HOBBS, B. F., IRANI, D., MICHAEL, J., CHEN, Y., ROSS, K. & MYERS, E. 2010. **The role of energy efficiency spending in Maryland's implementation of the Regional Greenhouse Gas Initiative.** Energy Policy, 38 (11), 6820–6829.

PICA, C. Q. *et al.* **Análise da Situação Atual e Futura de Demanda e Oferta de Competências nos Setores de Energias Renováveis e Eficiência Energética.** [s.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <certi.org.br>.

Power and Conservation Plan. Disponível em <http://www.nwcouncil.org/energy/powerplan/5/Default.htm>. Estados Unidos, 2005.

RINGEL, M. *et al.* **Towards a green economy in Germany? The role of energy efficiency policies.** Alemanha, 2016.

UNEP. **Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world.** [s.l.: s.n.].

VACA, A. F. P. **Analysis of the Demands for Energy Efficiency Consultancy Services and Professional Training for the Industrial Sector of the State of São Paulo, Brazil.** [s.l.] Carl von Ossietzky University of Oldenburg, 2016.

VARMA, A. & MEDHURST, J. 2007. **Links between the environment, economy and jobs.** London: GHK Consulting in association with Cambridge Econometrics and the Institute of European Environmental Policy

WEI, M.; PATADIA, S.; KAMMEN, D. M. **Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?** Energy Policy, v. 38, n. 2, p. 919–931, 2010a.

_____. **Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?** Energy Policy, v. 38, n. 2, p. 919–931, 1 fev. 2010b.

AGRADECIMENTOS

A Mitsidi Projetos e International Energy Initiative Brasil (IEI) gostariam de agradecer a todos os profissionais e organizações que apoiaram a realização deste estudo e disponibilizaram dados essenciais para as estimativas aqui apresentadas. São eles, categorizados por tipo de participação e em ordem alfabética:

Participação em entrevistas:

- 3E Engenharia – Amauri Ricardo da Silva, José Otávio Simões, Mauricio Milhomem Gonçalves e Pedro Henrique Melo Costa
- ABESCO
- ABRADÉE – Nelson Fonseca Leite
- Augusto Cezar Cruz
- Cleber Monteiro Nascimento Junior
- CNI – Rodrigo Garcia
- Comerc ESCO – Marcel Haratz
- CTE – Wagner Oliveira
- DOX Planejamento, Gestão e Desenvolvimento Imobiliário Ltda. – Francisco A. de Vasconcellos Neto (SindusCon-SP)
- ELETROBRAS – Marcel da Costa Siqueira e João Queiroz Krause
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – Jeferson Borghetti Soares
- Frederico Chacon
- GBC Brasil – Maíra Macedo
- GIZ / Ministério das Cidades – Jonas Gonçalves e Rita Cavaleiro de Ferreira
- Itaú Unibanco
- Jeferson Leônidas da Silva
- JLL – Evaldo Pisani
- Johnson Controls – Victor Butazzi
- Marcus Muniz
- Neoenergia – Ana Christina Romano Mascarenhas
- Petinelli – Guido Petinelli
- SEBRAE RJ – Doris Ziegler e Ricardo Vargas
- SENAI SP – Edson Pereira dos Santos
- SITAWI Finanças do Bem – Guilherme Teixeira
- TECNISA S/A
- Vitalux – Eduardo Moreno

- Anônimo (empresa de distribuição de energia elétrica)
- Anônimo (fabricante de equipamentos de refrigeração)
- Anônimo (indústria de componentes automotivos)
- Anônimo (organização relacionada à normatização)
- Anônimo (unidade de instituição de ensino)

Participação na resposta a questionários:

- Ábaco Arquitetura & Design Ambiental – Juliana Gehlen
- Aktiz Arquitetura e Consultoria – Karla Jorge Abrahão
- Anima Projetos – Raymundo Aragão
- Ares Eficiência Energética e Sustentabilidade – Paula Rocha
- Avipas Consultoria – Julio Cesar de Paschoal
- CASA ZERO – Luiza Franco
- CTE – Adriana Petrella Hansen
- Conceito Ambiental / Moinho Consultoria / MEP Engenharia – Gustavo Möllmann de Pádua
- Deode Inovação e Eficiência Ltda.
- Embrase (Empresa Brasileira de Soluções Elétricas) – Aparecido Honorio De Carvalho
- EQuatro Engenharia e Consultoria Ltda – Gianfranco Scarabottolo
- ENGEL – ENGENHARIA EFICIENTE E SERVIÇOS LTDA – Nelson Pontes Simas
- ESCO ÁGUA E ENERGIA LTDA – Adalberto Carvalho De Rezende
- Grupo iREP – Glauber Cavalcante
- Multiempreendimentos – João Bosco
- Petinelli – João Vitor Gallo
- Programa de Eficiência Energética – PROCEN UFC – Eduardo da Silva Maia
- SAGE Inteligência Energética – Viviane Ferreira Cabral
- StraubJunqueira – Eduardo Straub
- ThermoEE – Fabiano Domingues Ferreira
- Outras 16 organizações ou profissionais que preferiram não divulgar suas identidades

A equipe também gostaria de agradecer a GIZ pela oportunidade de realizar este trabalho, e espera que ele possa contribuir rumo a uma economia mais eficiente e de baixo carbono no Brasil.

