



Atlas da Eficiência Energética

Brasil | 2023

Relatório de Indicadores

iea

Capítulo Especial sobre o
setor residencial em parceria
com a Agência Internacional
de Energia



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário Executivo

Efrain Pereira da Cruz

Secretário de Planejamento e

Transição Energética

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira



Colaboradores

Superintendentes

Angela Oliveira da Costa

Carla da Costa Lopes Achão

Superintendentes Adjuntos

Gustavo Naciff de Andrade

Marcelo Castello Branco Cavalcanti

Consultores Técnicos

Arnaldo dos Santos Junior

Patrícia Feitosa Bonfim Stelling

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araújo

Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos

Giovani Vitória Machado

Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Reinaldo da Cruz Garcia

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

Coordenação Técnica

Flávio Raposo de Almeida

Rogério Antônio da Silva Matos

Coordenação Executiva

Glaucio Vinícius Ramalho Faria

Equipe Técnica

Aline Moreira Gomes

Allex Yujhi Gomes Yukizaki

Ana Cristina Braga Maia

Bruno Rodamilans Lowe Stukart

Fernanda Marques Pereira Andreza

Flávio Raposo de Almeida

Gustavo Daou Palladini

Lidiane de Almeida Modesto

Mariana Weiss de Abreu

Patrícia Messer Rosenblum

Rogério Antônio da Silva Matos

Este relatório possui um capítulo especial...

que fornece uma análise detalhada do setor residencial no Brasil, resultado da cooperação entre a EPE e a Agência Internacional de Energia (IEA). Neste capítulo é apresentada uma análise nacional e internacional deste setor, com um foco especial no consumo por uso final de energia e no consumo por classe de renda.



A equipe da IEA que contribuiu para a execução deste relatório foi:

Coordenação e Apoio Técnico

Clara Camarasa

Equipe Técnica

Ana Lepure

Sumário

Objetivo..... 05

Definições..... 07

Introdução..... 14

Edificações..... 27

Setor Residencial..... 30

Setor de Serviços 40

Setor Industrial..... 47

Setor de Transportes..... 59

Capítulo especial sobre o setor Residencial brasileiro..... 70

Referências Bibliográficas..... 98



Objetivo

Objetivo

Este documento tem por objetivo principal o monitoramento do progresso da eficiência energética no Brasil, através de uma análise de indicadores. Em 2014 foi publicado o primeiro relatório de indicadores, com dados até 2012. A publicação vem sendo aprimorada, e em 2020 passou a se chamar “Atlas da Eficiência Energética no Brasil – Relatório de Indicadores”. Este documento atualiza e complementa, de forma mais sintética, os primeiros relatórios com dados até o ano 2022.



Definições

ODEX

O ODEX é um indicador que apura o progresso da eficiência energética. Pode ser agregado por setor (industrial, residencial, serviços e transportes) ou para a economia como um todo. O ODEX é utilizado pela União Europeia, no programa ODYSSEE *database* para monitoramento dos ganhos de eficiência (Enerdata, 2020).

O ODEX por setor (por exemplo: indústria) é baseado nos índices de consumo unitário por subsetor (cimento, cerâmica, têxtil etc.) ponderados pela participação no consumo total de energia do setor. O consumo unitário por subsetor pode ser expresso em diferentes unidades com objetivo de fornecer a melhor “*proxy*” de avaliação da eficiência energética, tais como o consumo por domicílio, o consumo por produção física ou o consumo por atividade de transporte (medida em unidades como passageiro-quilômetro e tonelada-quilômetro).

Para o presente relatório considerou-se 2005 como ano base (valor = 100), em função essencialmente da disponibilidade de dados para a maior parcela dos setores a partir desse ano. O decréscimo no ODEX do valor 100 em 2005 para 80 em algum dado ano, por exemplo, representa ganho de eficiência energética de 20% ao longo do período analisado. Em contrapartida, caso o ODEX aumente de 100 para 120, terá havido piora na eficiência energética ao longo dos anos em questão.

No caso do ODEX global, o mesmo método é aplicado com fatores ponderados, baseados nas participações do consumo total de energia final de cada setor em relação ao total de energia final considerado para todos os setores avaliados.

Para fins desse relatório, foram considerados os setores industrial, residencial e de transportes. Demais setores (energético, serviços e agropecuária) não foram incluídos em função de indisponibilidade de dados no formato adequado à apuração do indicador.

Esta edição do Atlas de Eficiência Energética sofreu alterações metodológicas, que buscaram aprimorar a representatividade dos setores no ODEX, bem como o seu cálculo. Portanto, as variações de dados históricos do ODEX, verificadas nesta edição em relação às edições anteriores, podem ser justificadas pelas principais alterações:

- atualizações de séries históricas de dados utilizados no cálculo do ODEX;
- uso da média móvel de 3 anos para o ODEX de todos os setores, em compatibilização com a metodologia proposta pela Odyssee *database*;
- aprimoramentos na escolha dos indicadores utilizados para cálculo do ODEX dos setores residencial e de transportes.

Intensidade Energética

A intensidade energética se refere ao montante de energia necessário para produzir uma unidade de produto final ou de serviço. É a razão entre um indicador de energia (tonelada equivalente de petróleo [tep], Joule, calorias, Btu, entre outras) e um indicador de atividade (US\$, R\$, m², tonelada-quilômetro, passageiro-quilômetro, entre outros).

Exemplos fictícios:

- Intensidade energética industrial: 100 tep/US\$ ppp 2010
- Intensidade energética de edificação residencial: 0,5 tep/m²
- Intensidade energética de edificação comercial: 200 KJ/m²
- Intensidade energética no setor de transportes: 1.000 tep/tkm

A intensidade energética de uma economia corresponde à razão entre a Oferta Interna de Energia (OIE) e o Produto Interno Bruto (PIB) do país. Este indicador normalmente é usado para medir a eficiência energética de um país. No entanto, é importante considerar que a esta razão não expressa necessariamente eficiência energética, pois um país pode ter a intensidade energética baixa e ser ineficiente do ponto de vista energético. Basta considerarmos o caso de um pequeno país que tem sua economia baseada no setor de serviços, que possivelmente terá uma intensidade energética menor que outra grande nação cuja economia é baseada na produção industrial. Entretanto, o segundo país pode usar a energia para suas indústrias de forma mais eficiente que o primeiro a usa para desenvolver a sua economia baseada em comércio e serviços.

Desta forma, a intensidade energética não deve ser analisada isoladamente. Os ganhos de eficiência são apenas um componente desta análise, que também deve levar em consideração a **estrutura** (efeito estrutura) da economia de um país (presença de indústrias energointensivas, setor de serviços desenvolvido etc.) e as mudanças na **atividade** (efeito atividade), influenciadas pelo tamanho do país (que implicam em maior demanda do setor de transportes, por exemplo).

Neste relatório, o indicador será calculado de duas formas: sob a ótica da Oferta Interna de Energia (OIE), identificada como Intensidade Primária (i) e sob a base do Consumo Final Energético, denotada como Intensidade Final (ii). As fórmulas de cálculo de cada indicador seguem abaixo:

- I. Oferta Interna de Energia (mil tep)/PIB (M\$[2010])
- II. Consumo Final Energético (mil tep)/PIB (M\$[2010])

Consumo Final

É toda a energia que chega aos setores consumidores para fins energéticos e não energéticos (matéria-prima, por exemplo). Não estão incluídos neste conceito as fontes utilizadas como insumo ou matéria-prima para a produção de outros produtos energéticos. Estas atividades são classificadas, segundo o Balanço Energético Nacional, como Centros de Transformação (exemplos: água utilizada para geração de eletricidade ou petróleo que será transformado em derivados).

De forma geral, os setores de consumo final neste relatório foram classificados de acordo com a mesma divisão do Balanço Energético Nacional, com exceção de alguns setores energointensivos, para melhor representação do progresso da eficiência energética no Brasil.

O consumo final pode ser calculado através das seguintes parcelas:

- **Consumo final** = consumo final primário (+) consumo final secundário, ou;
- **Consumo final** = consumo final não-energético (+) consumo final energético

Onde:

- **Consumo final primário** é o consumo de energia primária, ou seja, consumo de fontes provenientes diretamente da natureza. Exemplos: gás natural, carvão mineral, energia solar, eólica, hidráulica e os produtos da cana-de-açúcar, entre outros.
- **Consumo final secundário** é o consumo de energia secundária, ou seja, consumo de fontes oriundas dos diferentes centros de transformação, que têm como destino os diversos setores de consumo da economia. Exemplos: eletricidade, gasolina, óleo diesel, etanol, entre outros.
- **Consumo final não-energético** corresponde ao consumo de fontes que, embora possuam conteúdo energético, são utilizados como matérias-primas para outros fins. Exemplo: uso de nafta para a fabricação de termoplásticos.
- **Consumo final energético** corresponde à utilização de fontes pelos setores da economia como energia.

INOVA-E

A plataforma digital INOVA-E foi criada para tornar acessíveis aos mais diversos públicos as informações relacionadas à inovação em energia no Brasil. Em seu módulo de investimentos, as informações estratégicas disponibilizadas na plataforma foram organizadas em uma única base de dados, apresentando um relevante panorama para a compreensão das tendências de investimentos em PD&D em energia no país. Este panorama inédito fornecido pela INOVA-E busca apoiar EPE, MME, MCTI, entre outras organizações governamentais, privadas e da sociedade civil, na formulação e promoção de políticas públicas voltadas à nossa transição energética. Em sua mais recente atualização, o módulo de investimentos em PD&D da plataforma passou por diversos aprimoramentos metodológicos, que resultaram na ampliação dos investimentos mapeados e inclusão de projetos no histórico dos investimentos.

Investimento público em PD&D - Os investimentos públicos de PD&D são calculados a partir dos dispêndios em projetos de PD&D reembolsáveis e não-reembolsáveis realizados por meio de instituições públicas de fomento à inovação no Brasil. Nas estatísticas apresentadas nesta plataforma fazem parte do escopo dos investimentos públicos em PD&D os seguintes órgãos federais: BNDES, CNEN, CNPq, FINEP; e também do estado de São Paulo: FAPESP.

Investimento publicamente orientado em PD&D - Os investimentos publicamente orientados se referem ao investimento privado induzido por políticas públicas, sendo compulsório para as empresas do setor de energia. São recursos que se enquadram dentro de programas públicos cuja finalidade é induzir as empresas a efetuarem investimentos em PD&D. Nas estatísticas apresentadas nesta plataforma fazem parte do escopo os projetos de P&D regulados pelas agências ANEEL e ANP.

Para visualizar os dados e saber mais detalhes acesse o link e visite a plataforma:

Panorama dos investimentos de inovação em energia no Brasil



Setor de Transportes

Atividade

A atividade no setor de transporte é, internacionalmente, representada pelos indicadores passageiro-quilômetro transportados e tonelada-quilômetro transportados. Passageiro-quilômetro é uma unidade que apresenta o trabalho relativo ao deslocamento de um passageiro à distância de um quilômetro. Da mesma forma, tonelada-quilômetro é a unidade que representa o trabalho relativo ao deslocamento de uma tonelada de carga à distância de um quilômetro. Também chamado de momento de transporte.

Intensidade de uso

Razão entre a atividade de transporte e a distância percorrida. É expressa nas unidades tonelada-quilômetro/quilômetro ou passageiro-quilômetro/quilômetro.

Rendimento energético

Razão da distância percorrida por passageiros ou carga e o consumo de combustível em volume e expressa medida de autonomia. Usualmente em quilômetros/litro. Em inglês é denominado *Fuel Economy*.

Consumo de combustível

Representa o volume de combustível gasto para percorrer uma dada distância, em geral 100 km. É expressa litro/100km. Em inglês é denominado *Fuel consumption*.

Eficiência Energética

Razão entre a estimativa de atividade (t.km ou p.km) e a demanda total de energia (em unidades com Joule [J], Watt [W] ou tonelada equivalente de petróleo [tep]).

Setor de Transportes

Veículos Leves (por porte)¹

Automóvel

Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor;

Comerciais Leves

- **caminhonete** – veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total de até 3.500 kg;
- **caminhoneta** – veículo misto destinado ao transporte de passageiros;
- **utilitário** – veículo misto caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora de estrada.

Veículos Pesados²

Caminhões

- **Semileves** – 3,5 t. < PBT < 6 t.
- **Leves** – 6 t. ≤ PBT < 10 t.
- **Médios** – 10 t. ≤ PBT < 15 t.
- **Semipesados** – PBT ≥ 15 t. e CMT ≤ 45t.
- **Pesados** – PBT ≥ 15 t. e CMT > 45 t.

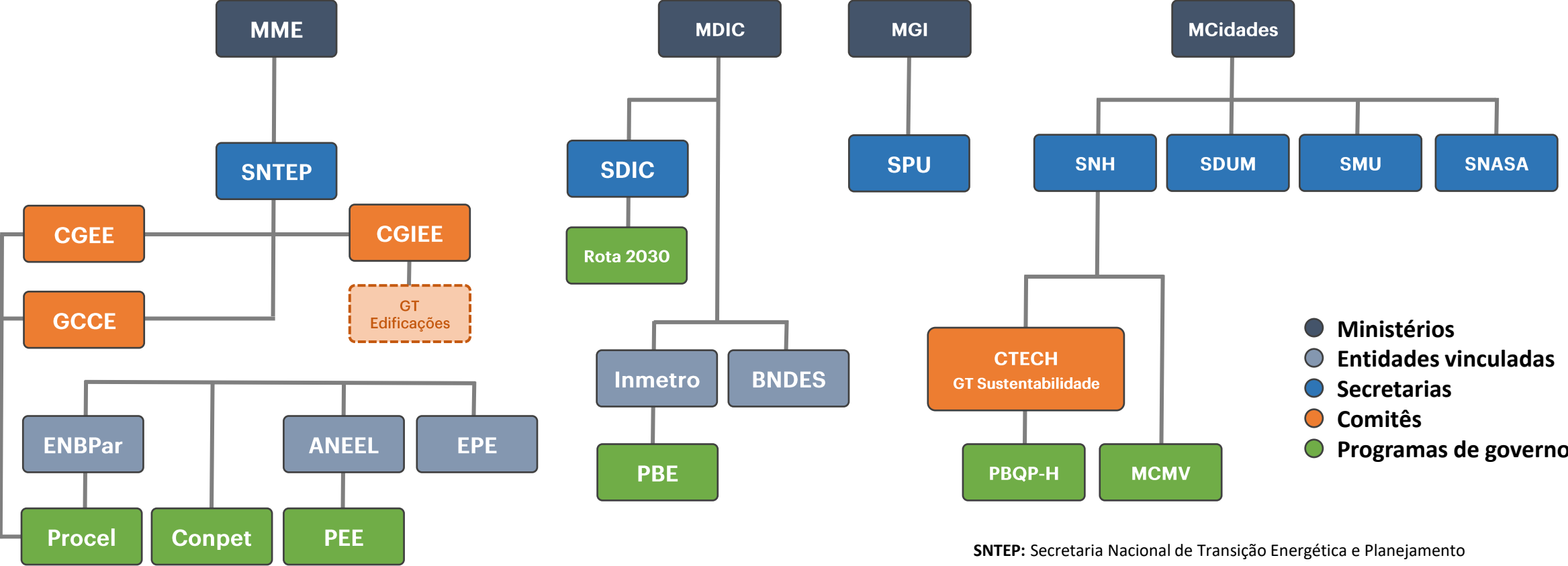
¹Código Nacional de Trânsito (BRASIL, 1997)

²Anfavea (2023)

PBT – Peso Bruto Total; CMT – Capacidade Máxima de Tração

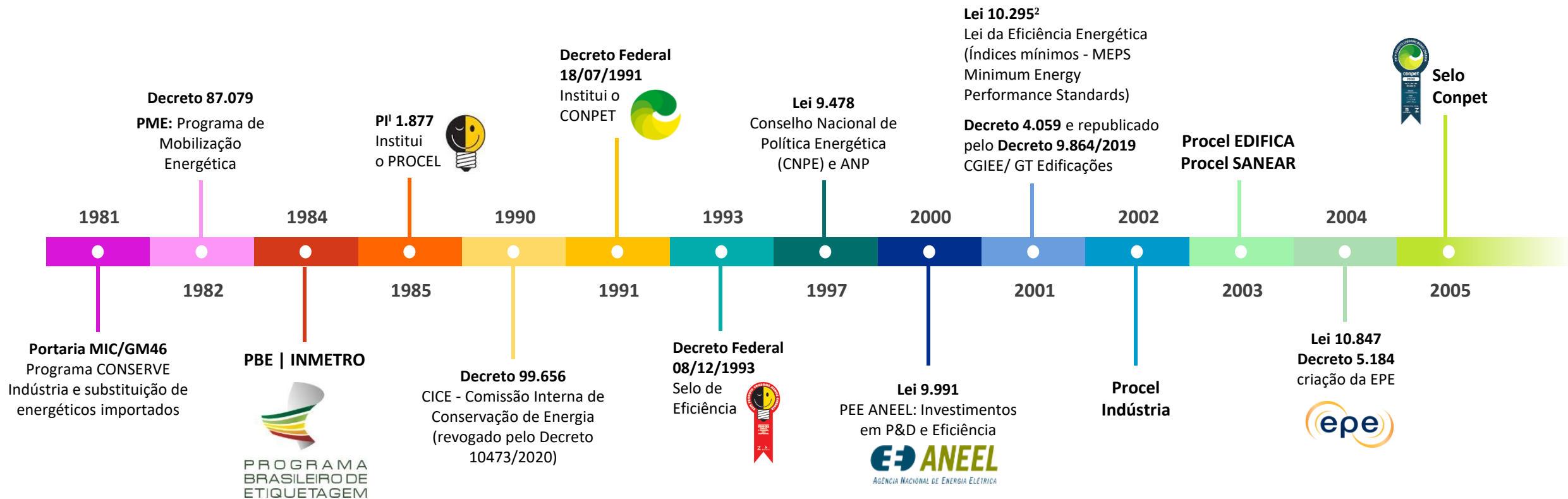
Introdução

Governança institucional da eficiência energética no Brasil



SNTEP: Secretaria Nacional de Transição Energética e Planejamento
SDIC: Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços
SPU: Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União
SNH: Secretaria Nacional de Habitação
SDUM: Secretaria Nacional de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano
SMU: Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana
SNASA: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

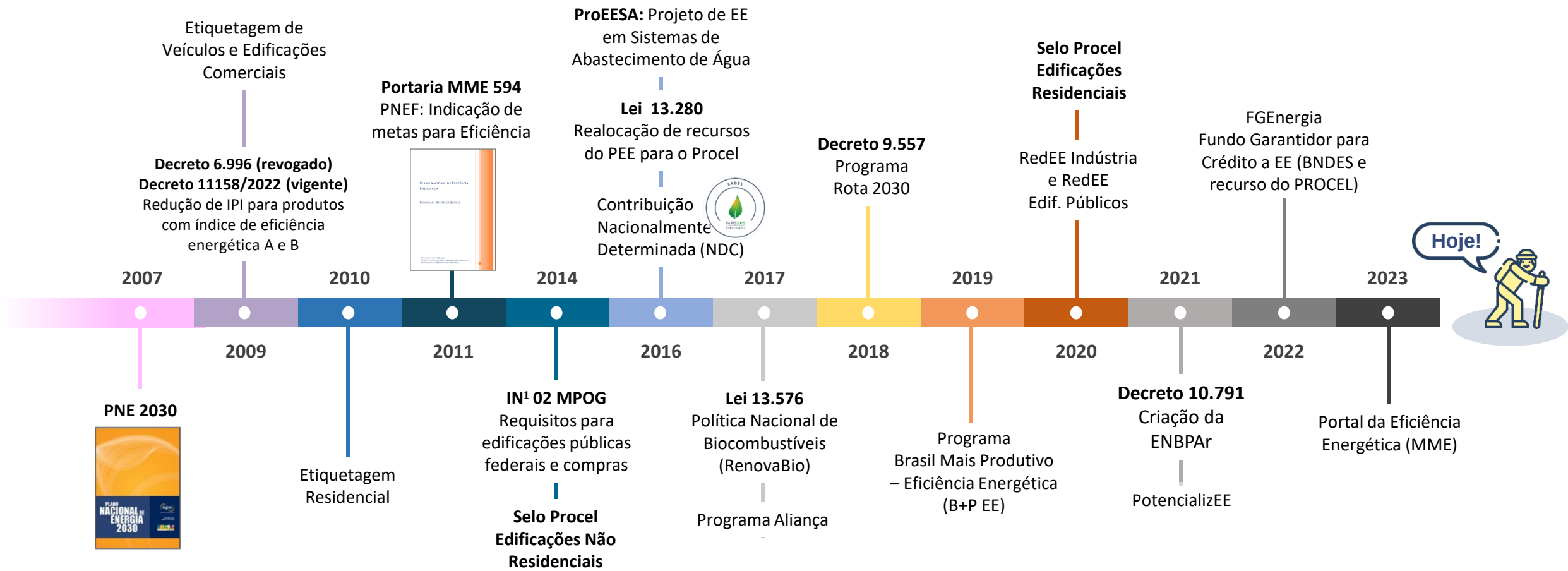
Linha do tempo das Políticas de Eficiência Energética...



Notas: (1) PI = Portaria Interministerial

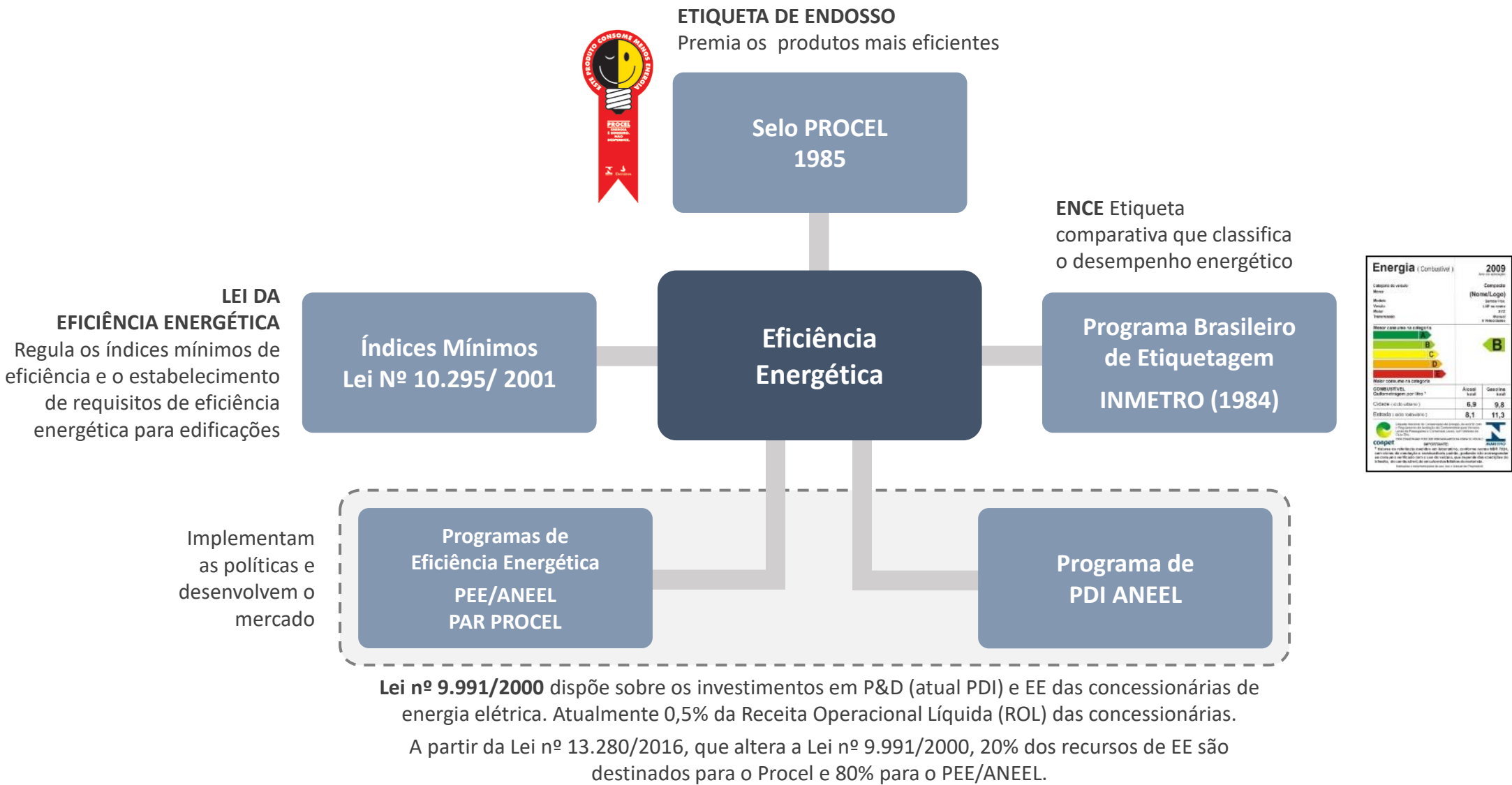
(2) Motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, refrigeradores e congeladores, fogões e fornos a gás, condicionadores de ar, aquecedores de água a gás, lâmpadas a vapor de sódio metálico, lâmpadas incandescentes, transformadores de distribuição, ventiladores de teto.

... ao longo dos anos até os dias de hoje



Nota: (1) IN = Instrução Normativa

Visão da Integração das Políticas



Participação de renováveis na matriz

Historicamente, o Brasil se destaca por ser um país com um alto percentual de fontes renováveis de energia em sua oferta interna quando comparado ao resto do mundo. Nos últimos 20 anos, a participação das renováveis na matriz energética brasileira, manteve-se estável com valores superiores a 40%, o que já é um grande desafio para o País. Mais recentemente, entre 2011 e 2014, houve uma redução da participação das renováveis na matriz energética devido à queda da oferta hidráulica, associada à menor quantidade de chuvas. A partir de 2015, as fontes renováveis retomam uma trajetória de crescimento com a expansão da oferta de derivados da cana, eólica e biodiesel, atingindo 47% em 2022 com a contribuição também da situação hidrológica favorável.

Figura 1: Comparação internacional da participação de fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE)

Fonte: EPE (2023b)

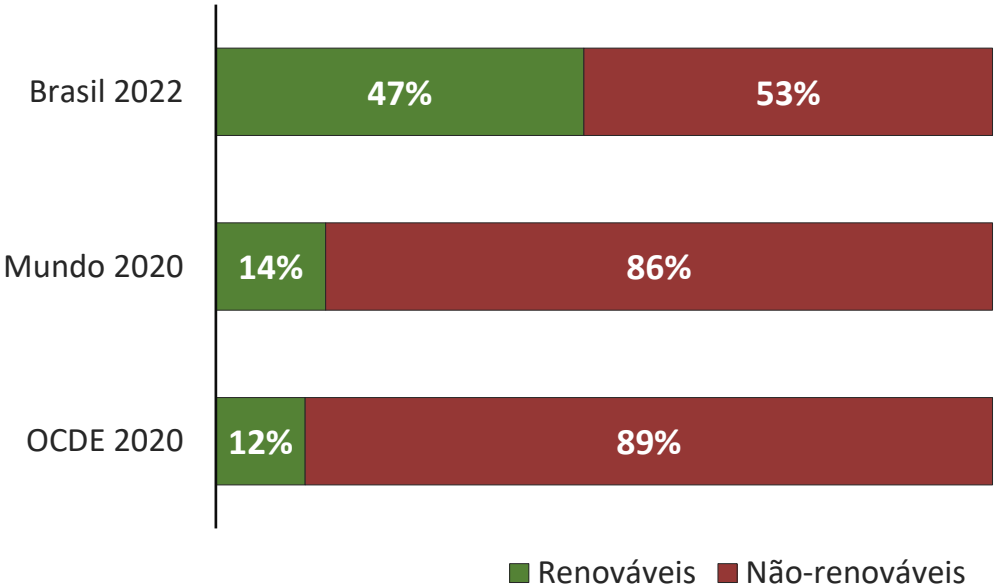
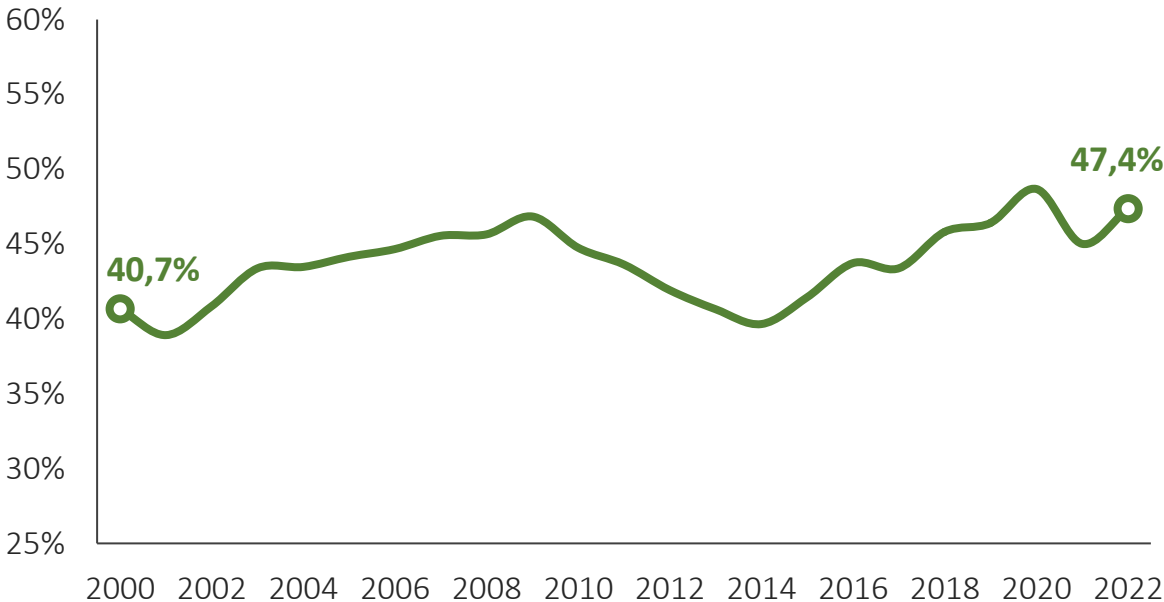


Figura 2: Evolução da participação de fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE)

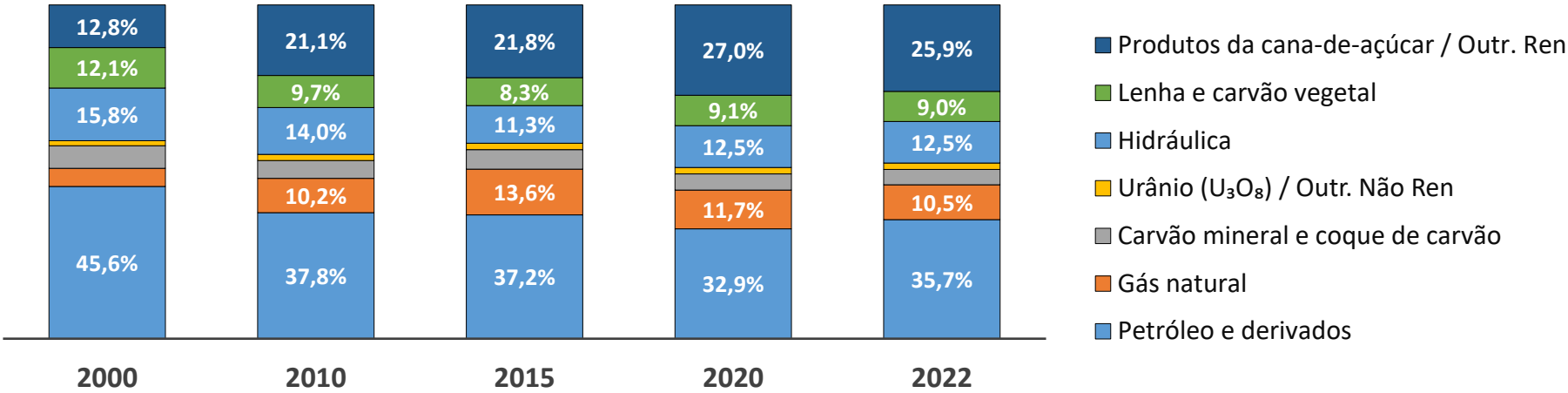
Fonte: EPE (2023b)



Evolução da Oferta Interna de Energia (OIE) por fonte

Pelo lado das fontes não renováveis, o petróleo e seus derivados seguem como as maiores fontes. Todavia, o gás natural foi o grande destaque, tendo a sua participação evoluída de 5,4% em 2000 para 10,5% em 2022 devido à sua utilização em termelétricas de base e extensão da malha dutoviária, o que possibilitou seu uso tanto nas indústrias como nas edificações residenciais, comerciais e públicas.

Figura 3: Oferta Interna de Energia (OIE) por fonte em anos selecionados
Fonte: EPE (2023b)



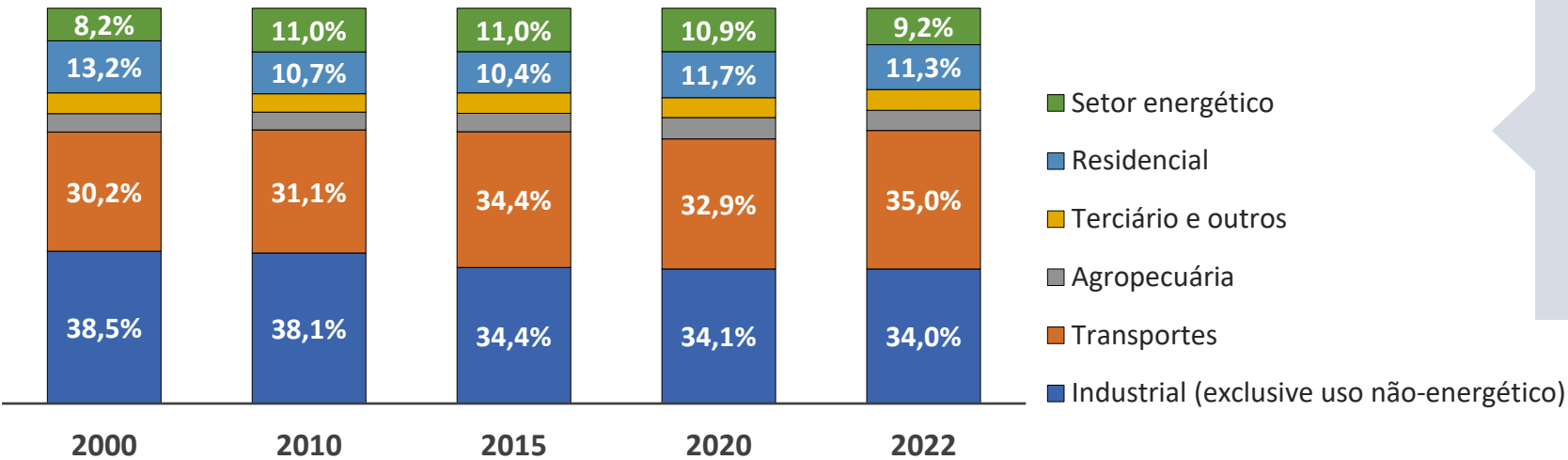
As fontes renováveis cresceram em ritmo mais acelerado devido à expansão do setor sucroalcooleiro e a forte penetração de outras renováveis, como as fontes eólica, lixívia e biodiesel. Com uma participação inexpressiva em 2000, a energia eólica apresentou participações crescentes na matriz energética, chegando a 2,3% da Oferta Interna de Energia em 2022. Já a lixívia, diretamente associada à indústria de celulose, contribuiu com 3,7% da OIE em 2022. O biodiesel tem sido favorecido pela política de adição deste combustível no diesel fóssil. Em 2022, o percentual de adição (em volume) ficou em 10% ao longo de todo o ano. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de biodiesel, atrás dos Estados Unidos e a matéria-prima mais usada para sua fabricação no País é o óleo de soja.

Evolução do consumo energético por setor

O principal movimento observado neste período foi o recuo da participação da indústria em contraposição ao avanço do setor de transportes, que ultrapassou o consumo industrial nos anos de 2018, 2019 e 2022. O setor de transportes cresceu a uma taxa média de 2,9% a.a. (2000-2022), e de forma mais acentuada entre 2000 e 2015, com crescente participação do setor rodoviário. Em 2020 o setor foi impactado pela pandemia da Covid-19 e aos consequentes reflexos na economia e nas restrições de locomoção, principalmente no modo aeroviário, mas se recuperou e em 2022 apresentou o maior consumo de energia dentre os demais.

Figura 4: Consumo energético por setor em anos selecionados

Fonte: EPE (2023b)



Na indústria, os **segmentos que mais se destacaram** foram papel e celulose (4,1% a.a.), alimentos e bebidas (2,75% a.a.) e ferroligas (2,6% a.a.). Cabe ressaltar que a produção de celulose e de açúcar são energointensivas e utilizam os coprodutos lixívia e bagaço de cana, respectivamente, que são renováveis.

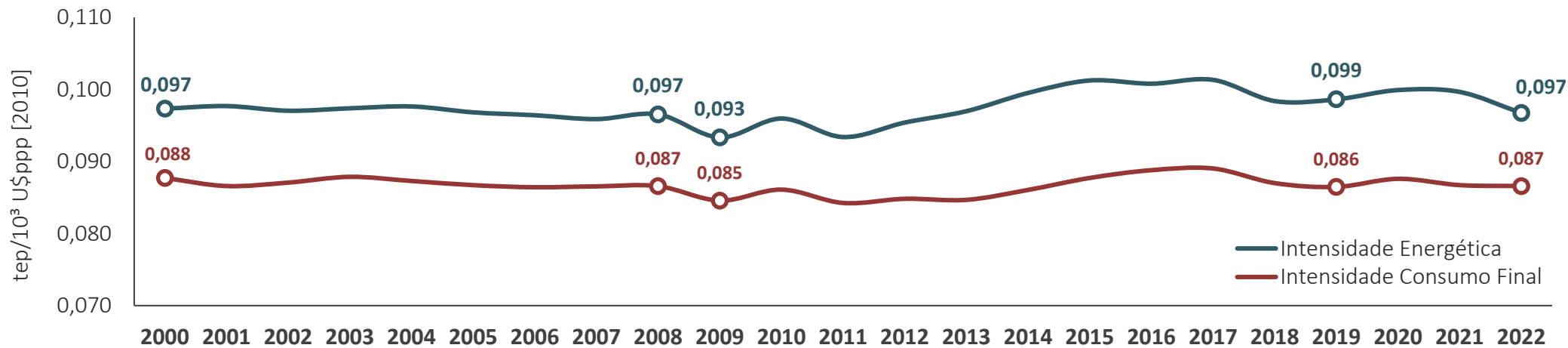
O agregado cimento/aço reduziu sua participação no consumo industrial de 29,9% para 23,7%. A indústria do cimento, além da redução gradativa da relação clínquer/cimento de 73,2% em 2000 para 68,2% em 2022 (o clínquer é intensivo no consumo de energia). O setor energético é impulsionado pela produção de petróleo e etanol, que no período cresceram a taxas anuais de 4,1% e 4,3%. A produção de etanol, no entanto, caiu 13,3% entre 2020 e 2022.

Intensidade Energética

Entre os anos 2000 e 2008, a intensidade energética primária permaneceu estável em torno de 0,097 tep/10³U\$ppp[2010]. A intensidade final, da mesma forma, estabilizou-se em valores próximos de 0,087 tep/10³U\$ppp[2010]. Em 2009, os efeitos da crise internacional sobre a indústria contribuíram para a redução da intensidade energética primária para 0,093 tep/10³U\$ppp[2010]. Unidades mais ineficientes e com maiores intensidades foram desativadas.

Figura 5: Evolução da intensidade energética no Brasil

Fonte: EPE (2023b)



Entre os anos 2010 e 2022, as intensidades primária e final evoluíram às taxas de 0,07% e 0,05% ao ano, respectivamente, refletindo o crescimento da OIE acima do crescimento do PIB. Entre 2014 e 2022, a intensidade energética primária diminuiu ao ritmo de 0,4% a.a. A intensidade do consumo final, no mesmo período, apresentou crescimento à taxa de 0,1% a.a. A tendência de crescimento das intensidades energéticas pode estar associada ao crescimento da produção de energointensivos de baixo valor agregado na pauta produtiva, em relação aos demais produtos manufaturados.

O Brasil tem investido em Eficiência Energética

Setores competitivos como a indústria dependem da eficiência energética no dia a dia dos seus processos produtivos, pois sem ela muitos negócios podem ser inviabilizados. Mudanças tecnológicas estão entre as principais fontes de criação de riqueza e crescimento econômico de longo prazo.

De acordo com a plataforma INOVA-E¹, entre 2013 e 2022, o Brasil investiu quase 5 bilhões de reais em pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) em projetos de eficiência energética oriundos de investimentos públicos ou publicamente orientados². Desse montante, mais da metade foi oriunda do BNDES, enquanto a ANEEL e a Finep corresponderam a 13% e 11%, respectivamente.

Figura 6: Evolução dos investimentos de PD&D em Eficiência Energética
Fonte: EPE (2023c)

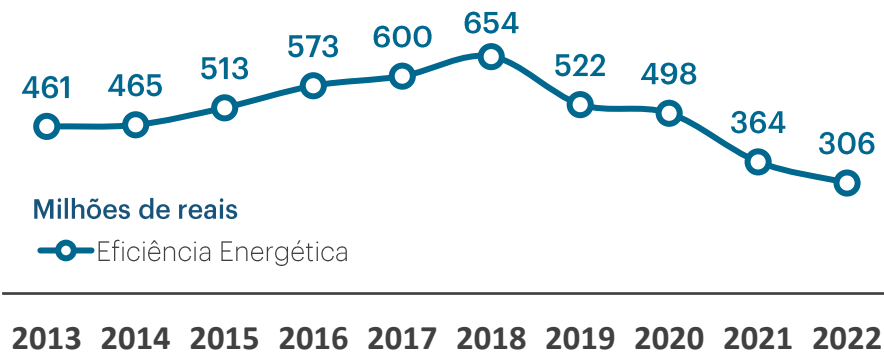
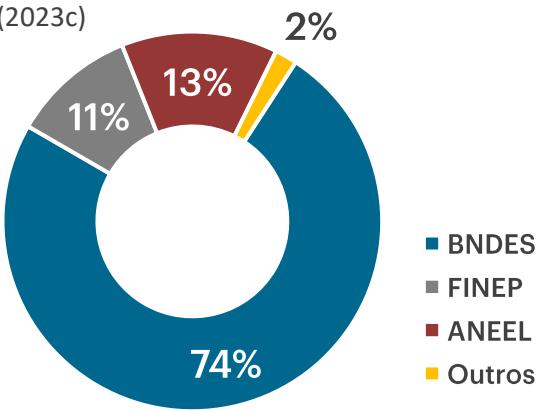


Figura 7: Origem dos recursos (%) de PD&D em Eficiência Energética
Fonte: EPE (2023c)



Com base no INOVA-E, a versão anterior do Atlas apresentava participação de 56% do BNDES nos recursos para eficiência energética. Entretanto, os aprimoramentos metodológicos apresentados na versão atual da plataforma incluíram, na categoria eficiência energética, diversos projetos do histórico de financiamento do BNDES. O histórico para as demais fontes de recursos permaneceu inalterado.

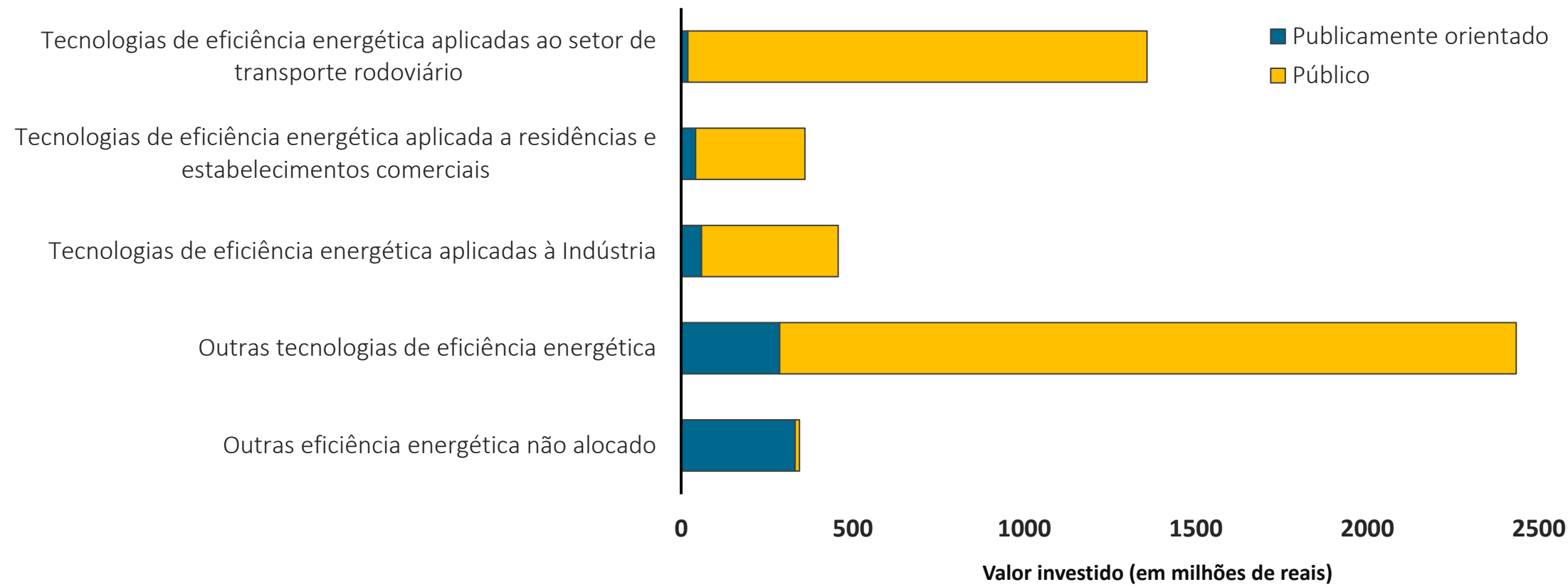


Dados da INOVA-E apontam uma média anual de investimento de cerca de 495 milhões de reais ao longo de dez anos de série histórica, considerando recursos públicos e publicamente orientados em projetos de P&D no Brasil.

Nota: Para informações sobre o [INOVA-E](#) e significado das expressões “investimentos públicos” ou “publicamente orientados” acesse [Definições](#)

Investimentos de PD&D em Eficiência Energética

Figura 8: Natureza e modalidade dos investimentos, em milhões de reais - 2013 a 2022
Fonte: EPE (2023c)



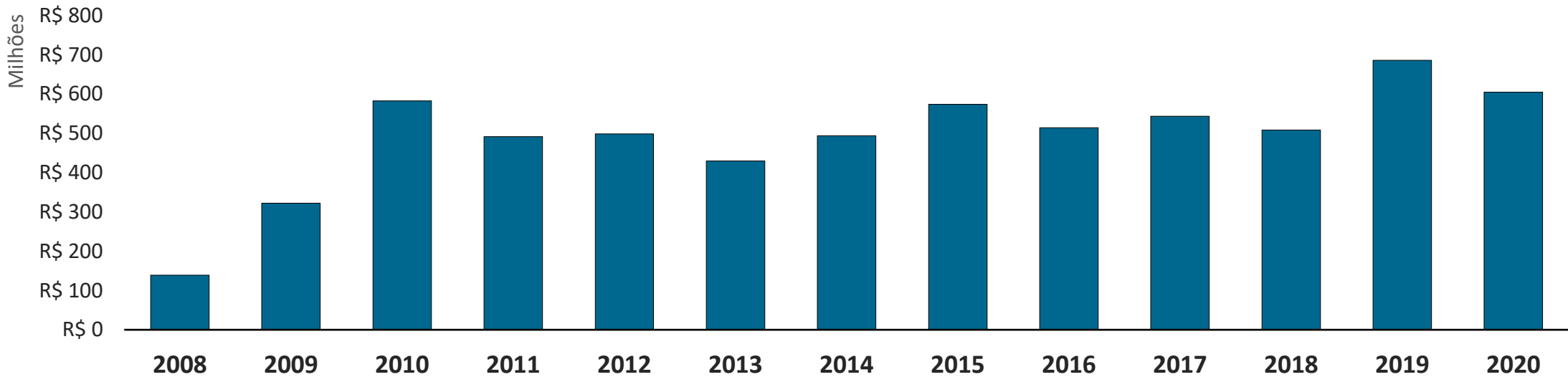
Nota: Os investimentos são classificados de acordo com a metodologia da INOVA-E. Ressalva-se que em especial projetos de demonstração, por sua natureza, podem ser afeitos a mais de uma categoria tecnológica e/ou incluir outros itens do projeto, a depender dos critérios do financiador. Por exemplo, investimentos em eficiência energética através do BNDES Finem podem incluir itens como: estudos e projetos (inclusive diagnóstico energético), obras civis, aquisição de máquinas e equipamentos, etc.

Investimentos no Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL

As distribuidoras de energia elétrica investem 0,4% de sua Receita Operacional Líquida – ROL no Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL, com base na Lei nº 9.991/2000¹. Em 2020 foram investidos R\$ 605 milhões, somando R\$ 6,4 bilhões desde 2008.

Figura 9: Investimento realizado pelas distribuidoras de energia elétrica através do PEE/ANEEL – 2008 a 2020

Fonte: ANEEL (2023a)



Os projetos da tipologia Baixa Renda receberam a maior parte dos recursos (55%), seguidos pelo setor residencial (17%) e poder público (9%) (ANEEL, 2023b)².

Notas:

(1) A partir de 2016 o percentual devido para a aplicação do Programa de Eficiência Energética passou de 0,5% para 0,4% da ROL das distribuidoras, conforme Lei nº 13.280 de 03/05/2016.

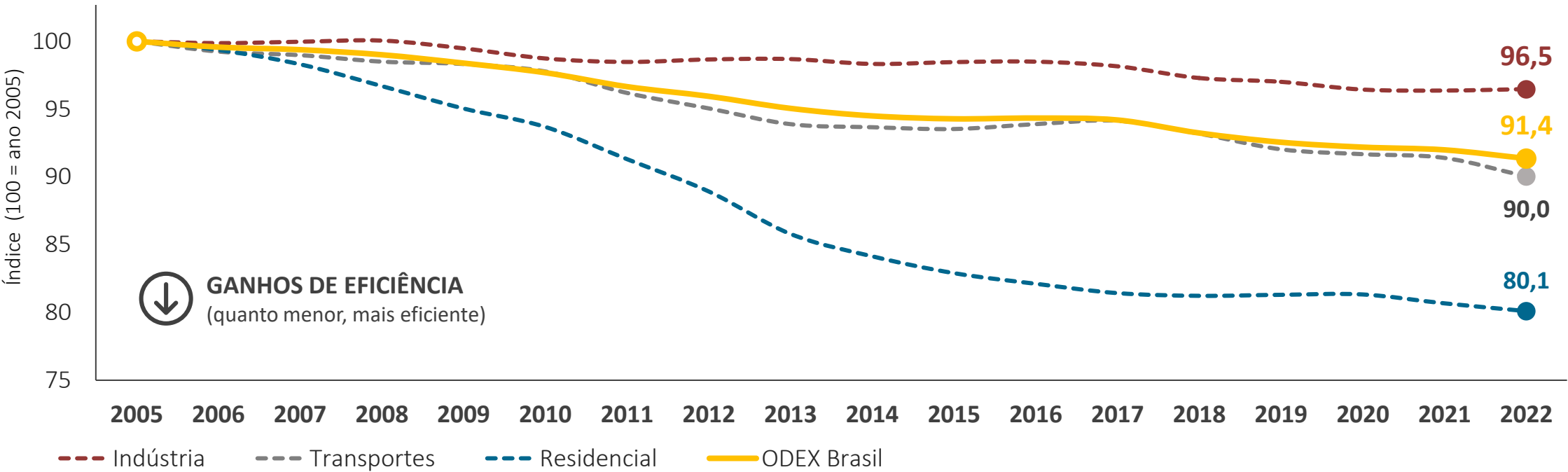
(2) Resultados com base em uma amostra de 1.485 projetos que dispunham de dados no o Observatório do Programa de Eficiência Energética - OPEE necessários para a contabilização dos resultados.

ODEX

Neste relatório foi fixado 2005 como ano base (100), abrangendo os setores industrial, residencial, transportes e o Brasil de forma global. No período, todos os setores analisados apresentaram ganhos de eficiência, sendo os maiores ganhos no setores residencial e de transportes, com 20% e 10% de ganhos de eficiência no período, respectivamente. O ODEX apurado em 2022 mostra que o país, neste ano, encontra-se cerca de 8,6% mais eficiente energeticamente do que em relação a 2005.

Figura 10: ODEX Brasil

Fonte: Elaborado por EPE



Nota: Esclarecimentos sobre alterações no histórico do ODEX disponíveis em [Definições](#)

Edificações

Evolução do consumo das edificações: setores residencial, comercial e público

A principal fonte de energia utilizada nas edificações é a eletricidade¹. No ano de 2022, as residências utilizaram 46% de eletricidade, 22% GLP e 26% de lenha; já os edifícios comerciais e públicos utilizam majoritariamente a eletricidade com 90% de participação.

Figura 11: Energia total demandada pelas edificações
Fonte: EPE (2023b)

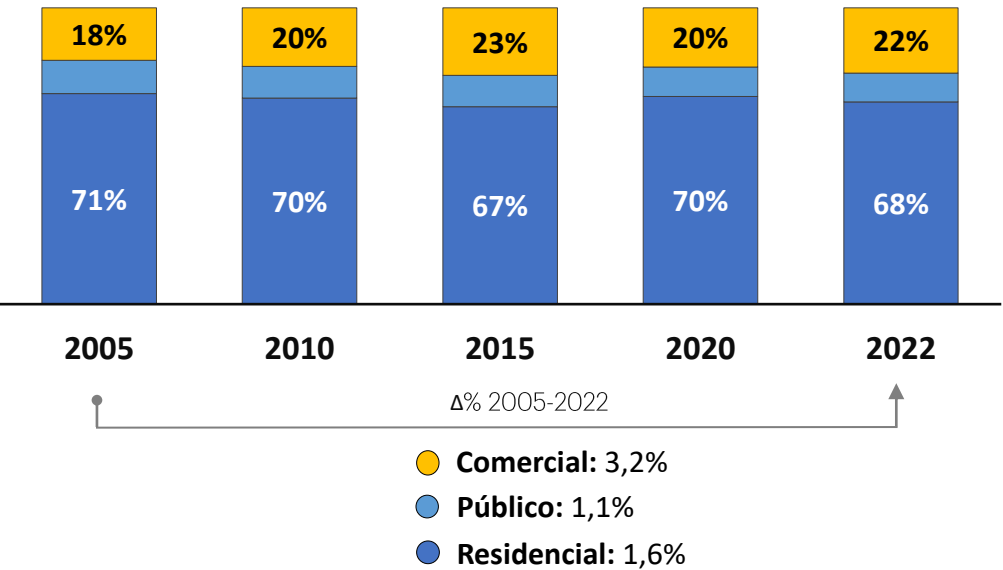
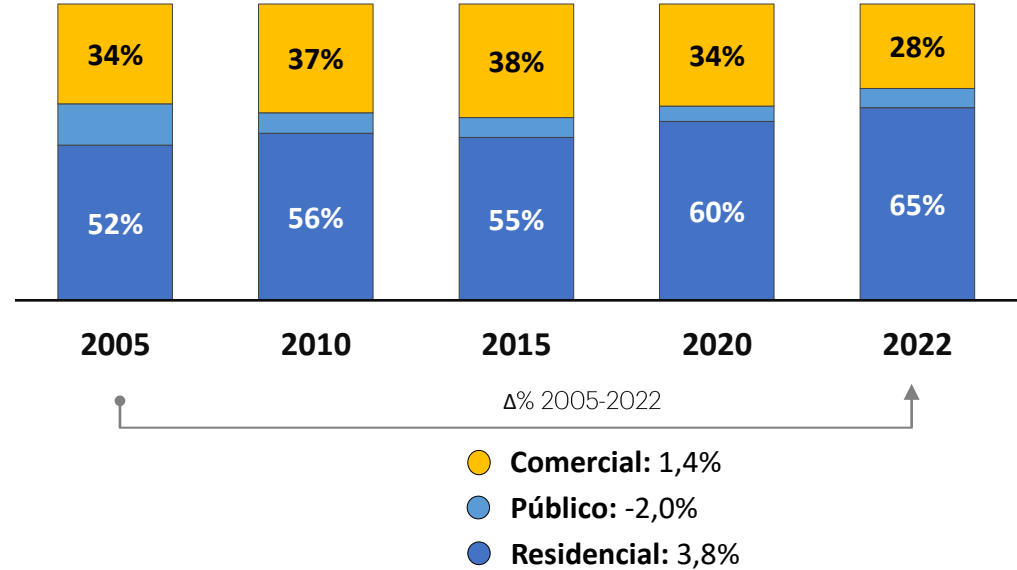


Figura 12: Eletricidade demandada pelas edificações
Fonte: EPE (2023b)



Em 2022, as edificações consumiram 239 TWh, o que representa 41% da eletricidade do país. Considerando a participação da edificações no consumo de eletricidade, pode se considerar esse segmento com o maior potencial de eficiência elétrica.

Nota: o setor público contempla os serviços públicos de iluminação pública e saneamento.

^[1] De acordo com a série histórica, a eletricidade é a principal fonte desde 2008.

Evolução da Etiquetagem em Edifícios – PBE Edifica

O PROCEL EDIFICA - Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações completa esse ano 20 anos e a etiquetagem de edifícios no Brasil completa 14 anos, com as publicações das metodologias para a classificação do nível de eficiência energética para edifícios comerciais, de serviços e públicos. Em 2010, para os edifícios residenciais. A etiqueta pode ser aplicada ao projeto e ao edifício construído. Os dados acumulativos da figura mostram o potencial de penetração desta política, que informa os requisitos de desempenho da edificação.

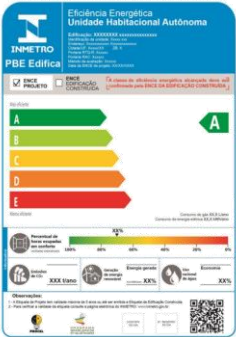
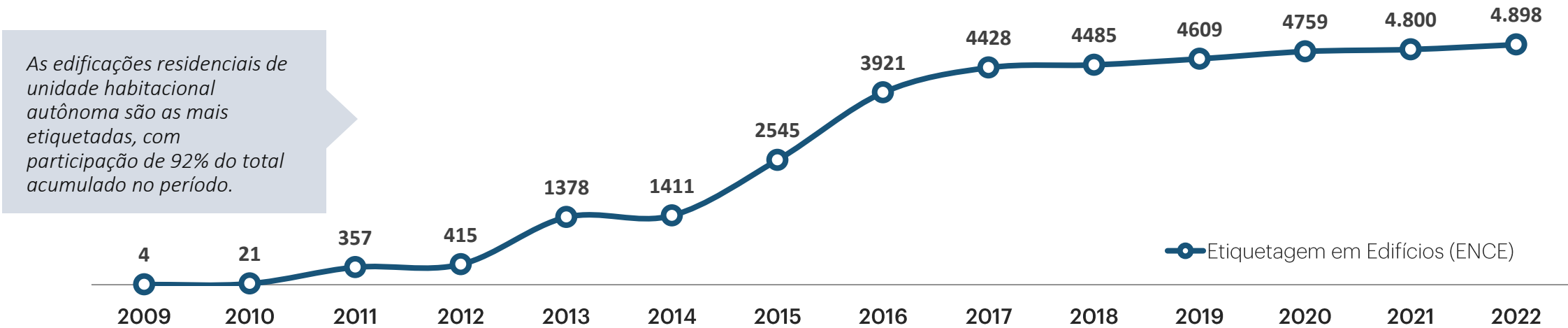


Figura 13: Evolução da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia em Edifícios – ENCE (quantidade de etiquetas emitidas)

Fonte: INMETRO (2023)



Em setembro de 2022, foi aprovado o novo método de avaliação de conformidade para edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas. A adoção da metodologia será obrigatória a partir de 1º de maio de 2024. Essa nova metodologia trás importantes avanços e possibilita que o PBE Edifica esteja alinhado a norma brasileira de desempenho de edificações habitacionais a NBR 15575/2021 e permite que o consumidor tenha a informação do consumo potencial do edifício ou da unidade residencial e também o quanto é possível economizar de energia em relação a um edifício padrão.

Nota: PBE é o Programa Brasileiro de Etiquetagem

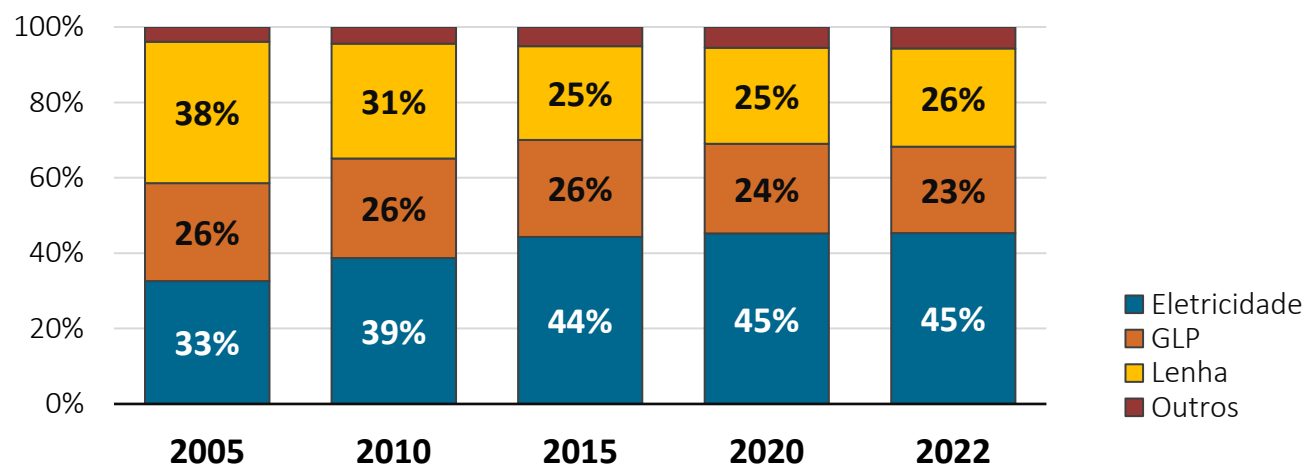
Setor Residencial

Evolução da participação energética das fontes na demanda residencial de energia

A eletricidade continua sendo a fonte de energia mais utilizada nos domicílios brasileiros, com uma evolução da participação energética de cerca de 13,6 p.p. de 2005 a 2022. Ela possui uso disseminado nas residências, podendo ser utilizada na climatização de ambientes, conservação, cocção e preparação de alimentos, aquecimento de água, iluminação, lavanderia, entretenimento, comunicações, beleza pessoal e em equipamentos elétricos e eletrônicos.

Figura 14: Evolução da participação energética das fontes na demanda residencial de energia

Fonte: EPE (2023b)



O Gás Liquefeito do Petróleo (GLP) mantém uma participação intermediária (22% em 2022), sendo o seu uso principal associado à cocção de alimentos.

O Gás Natural (GN) está incluído em Outros (vide gráfico) e possui utilização ligada à cocção de alimentos e aquecimento de água, principalmente nas áreas urbanas do país com infraestrutura de distribuição.

A energia solar térmica também está agregada em Outros e tem uso relacionado ao aquecimento de água.

Percebe-se uma redução do consumo da lenha na cocção de alimentos de 2005 a 2015, em função da melhoria das condições econômicas das famílias. Desde o ano de 2015, a participação energética da lenha se mantém em patamares em torno de 25%.

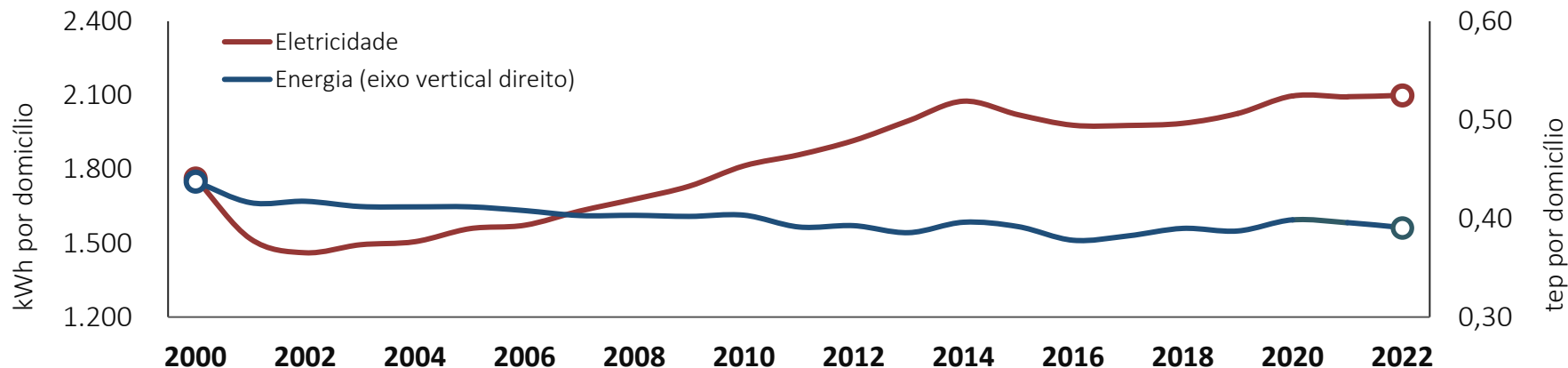
Nota: a notação “p.p.” refere-se a pontos percentuais.

Evolução da demanda residencial elétrica e energética

Enquanto o consumo de energia por domicílio diminuiu 10,7% (queda de 0,5% a.a.) de 2000 a 2022, a demanda de eletricidade por domicílio cresceu 19% (avanço de 0,8% a.a.) no mesmo horizonte. As demandas de energia e de eletricidade tiveram uma queda brusca em 2001 devido ao racionamento de energia elétrica do país, que estimulou uma mudança de hábitos e promoveu medidas de eficiência energética nas residências brasileiras.

Figura 15: Evolução da demanda residencial elétrica e energética

Fonte: Elaborado por EPE



A demanda de eletricidade aumentou de 2000 a 2022 em razão do progresso econômico das famílias, do avanço do crédito para compra de eletrodomésticos, de políticas governamentais de ligações, sobretudo em áreas rurais e de programas habitacionais e estímulos para reduzir o déficit habitacional brasileiro. Em outro sentido, o consumo de energia caiu no período em função da redução do uso de fontes menos eficientes em termos energéticos (biomassas tradicionais – lenha e carvão vegetal) e a consequente substituição por fontes mais modernas (GLP, GN e eletricidade). É importante sinalizar que o consumo de energia por domicílio passou a avançar a partir de 2014, em razão da volta do uso das biomassas tradicionais para a cocção de alimentos, substituindo o GLP, relativamente mais caro, principalmente em famílias mais empobrecidas com a crise econômica.

Efeitos das políticas de eficiência energética nos domicílios

As políticas de eficiência energética podem incluir Índices mínimos de eficiência energética (ou índices máximos de consumo), Etiquetagem comparativa (compulsória ou voluntária) e Selos de endosso.

Essas iniciativas são executadas no país desde 1984, com a criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo INMETRO, que passou a elaborar etiquetas comparativas do desempenho energético de equipamentos, propiciando uma educação ao consumidor e estimulando a fabricação de produtos com maior nível de eficiência pela indústria.

Em 1993, foram criados os selos PROCEL (para equipamentos elétricos) e CONPET (para produtos que utilizam combustíveis derivados de petróleo e gás natural) a fim de valorizar os dispositivos mais eficientes em termos energéticos.

Existem ações complementares que buscam reduzir a demanda de energia nas residências, incluindo normas de desempenho (ABNT NBR N0 15.220 e N0 15.575), padrões de etiquetagem (PBE Edifica) e selos de endosso (Procel Edifica) de edificações, além do estímulo ao uso de sistemas alternativos de geração de energia em habitações de interesse social (HIS).

Estima-se que o consumo médio anual por aparelho de **ar condicionado** tenha sido reduzido em média 15,3% entre 2005 e 2022 (-1,0% a.a.), em consequência das regulamentações de índices mínimos de eficiência energética iniciadas pela PI MME/MCT/MDIC nº 364/2007 e que foi revisada pela PI nº 323/2011 e pela PI nº 2/2018.

Já no caso das **geladeiras**, estima-se que o consumo médio anual por equipamento tenha sido reduzido em média 11,5% entre 2005 e 2022 (-0,7% a.a.), em consequência das regulamentações de índices mínimos de eficiência energética iniciadas em 2007 pela PI MME/MCTI/MDIC nº 362/2007, e que foi revisada pelas PI nº 326/ 2011 e PI nº 01/2018.

Dando prosseguimento às políticas iniciadas a partir da Lei Nº 10.295/2001, conhecida como Lei de Eficiência Energética, considera-se importante que as regulamentações de índices mínimos de eficiência energética possam ser estendidas para outros eletrodomésticos de uso residencial, priorizando aqueles com maior consumo médio por equipamento.

Penetração de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) nas residências

A conversão da energia do Sol em energia térmica se baseia na absorção da radiação solar e na sua transferência, sob forma de calor, para um elemento que fornecerá determinado serviço energético.

Os sistemas de aquecimento solar de água são compostos pelos coletores solares e pelo reservatório térmico, local onde fica armazenada a água aquecida. Os SAS possuem equipamentos complementares de aquecimento, que podem utilizar energia elétrica ou gás, e que são ativados em períodos de baixa intensidade solar, como as noites e os dias nublados. Os coletores e reservatórios são normalizados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo INMETRO.

Ao passo que, para os consumidores, a utilização de SAS pode reduzir o gasto total com energia, para o setor elétrico, o seu uso pode diminuir o consumo na rede, a demanda de ponta em períodos críticos e as perdas técnicas no sistema, contribuindo para postergar novos investimentos em geração, transmissão e distribuição. Finalmente, do ponto de vista ambiental, o uso de SAS pode ajudar para a redução de emissões de GEE.

A energia solar térmica residencial é destinada majoritariamente para o aquecimento de água em banhos e piscinas, que podem estar localizadas dentro das habitações ou em áreas de lazer de edifícios. Estimou-se que o consumo evitado de energia nas residências do país foi de 806 mil tep em 2022 pelo uso de SAS.

Figura 16: Penetração de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS)

Fonte: Elaborado por EPE

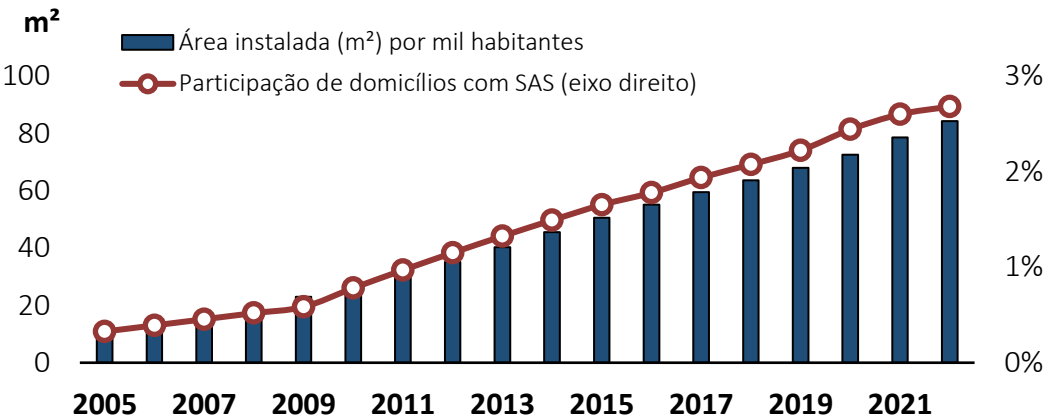
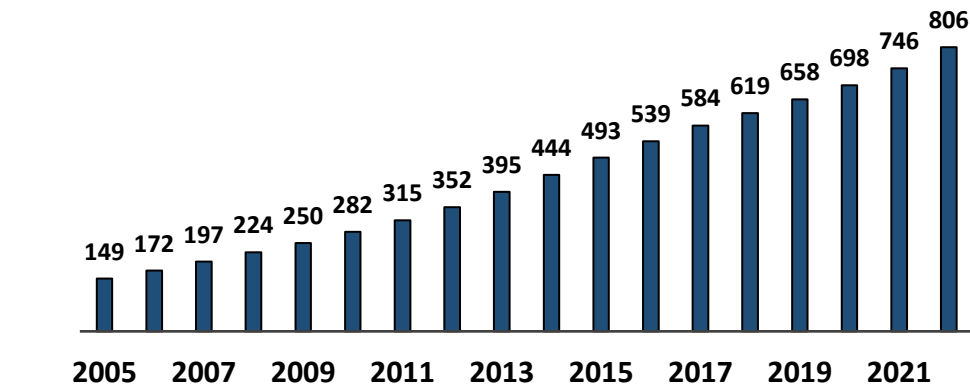


Figura 17: Consumo Evitado de Energia Residencial (mil tep)

Fonte: Elaborado por EPE



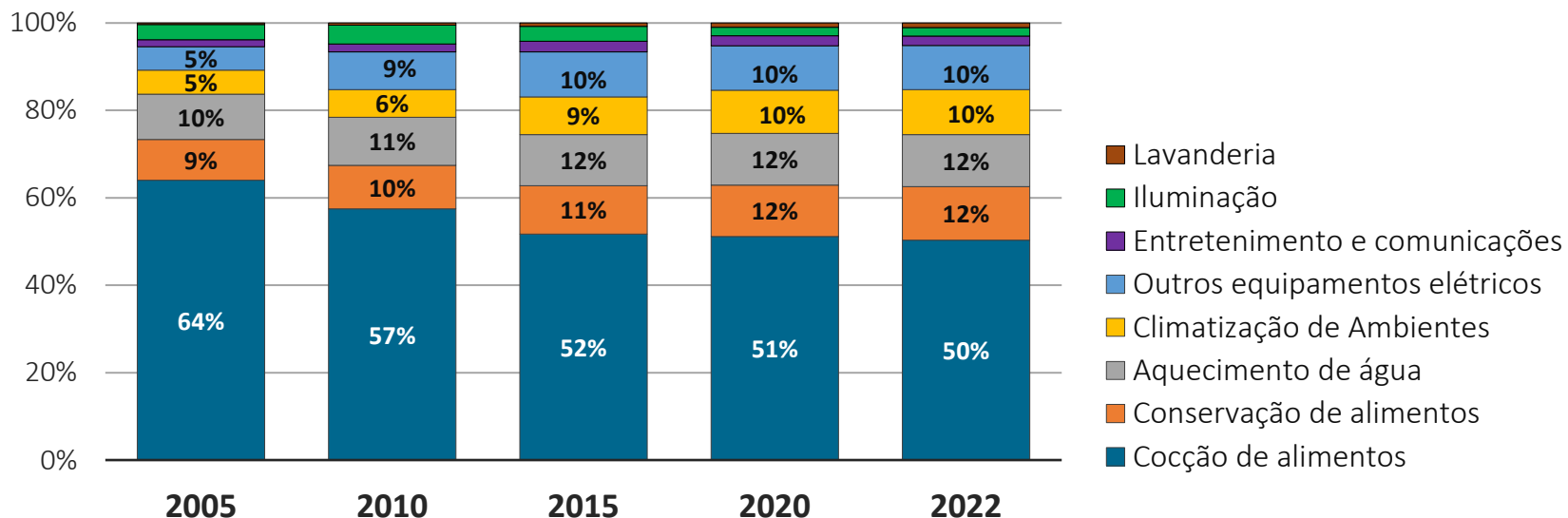
Evolução da participação energética dos usos finais na demanda residencial de energia

O principal uso final de energia nas residências brasileiras é a cocção de alimentos, seguido pela conservação de alimentos e pelo aquecimento de água. A redução da participação energética da cocção de alimentos no período entre 2005 e 2022 pode ser explicada pelo processo de transição energética das famílias mais desfavorecidas que substituem o consumo de biomassas tradicionais por combustíveis mais modernos e eficientes à medida que progridem economicamente. Já a iluminação vem perdendo participação ao longo do tempo em função do uso cada vez mais disseminado de lâmpadas mais eficientes, sobretudo as fluorescentes compactas e as de tecnologia LED.

O aumento da participação de equipamentos elétricos e eletrônicos pode ser explicado pelo aumento das suas posses pelas famílias, que acompanha uma transição tecnológica e de costumes.

Figura 18: Evolução da participação energética dos usos finais na demanda residencial de energia

Fonte: Elaborado por EPE



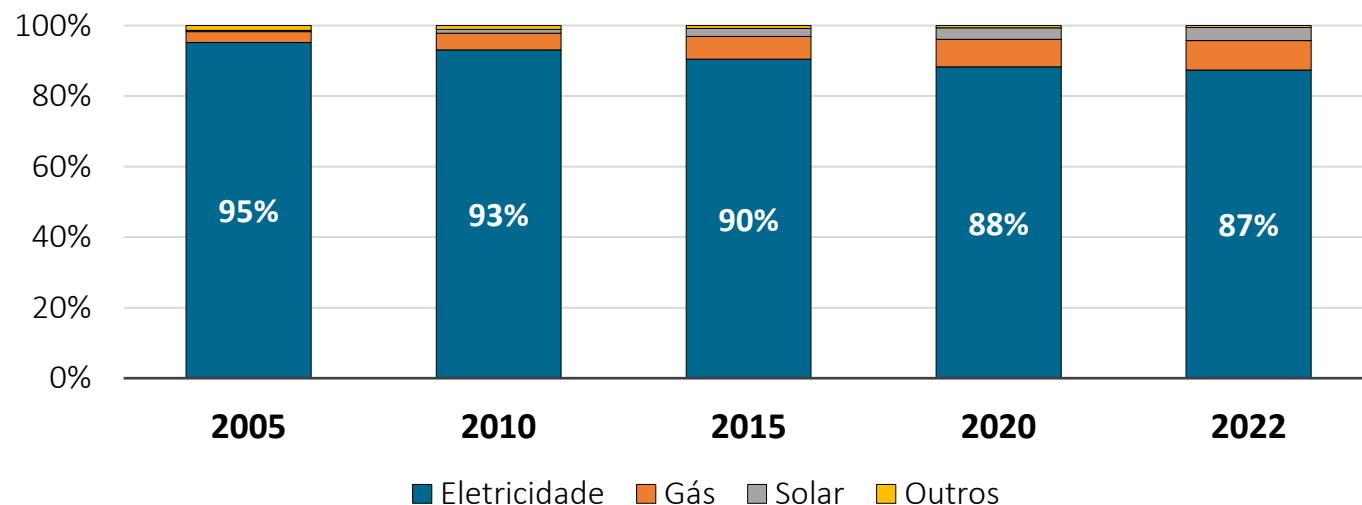
A climatização de ambientes vem ganhando participação em razão do aumento do uso de condicionadores de ar à medida que as famílias vão tendo condições financeiras para realizar a compra, substituindo ventiladores e circuladores de ar, relativamente mais baratos e que consomem menos energia. A indução também pode acontecer pela presença de dias mais quentes na média ao longo dos anos.

Evolução do percentual de domicílios que aquecem água por fonte de energia

A eletricidade é a fonte de energia mais utilizada pelas residências brasileiras para aquecimento de água através dos chuveiros elétricos. Estimou-se que a posse média de chuveiros elétricos no país foi de 0,71 equipamento/domicílio em 2022 e a participação dos domicílios que utilizam energia elétrica no aquecimento de água atingiu 87,3% no ano. Ademais, a participação dos domicílios que utilizam energia solar térmica para aquecimento de água chegou a 3,6% do total das habitações que aquecem água em 2022.

Figura 19: Evolução do percentual de domicílios que aquecem água por fonte de energia

Fonte: Elaborado por EPE



Os aquecedores a gás, podendo ser instantâneos ou de acumulação, são uma alternativa aos chuveiros elétricos, principalmente em áreas urbanas com infraestrutura de distribuição de gás. Estimou-se que a participação dos domicílios que utilizam gás no aquecimento de água alcançou 8,4% em 2022.

Esses equipamentos são normalizados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo INMETRO. Além disso, existem legislações de índices mínimos de aquecedores a gás, iniciadas pela publicação em 2008 da Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC Nº 298 e que foi revisada em 2011 pela Portaria Interministerial Nº 324.

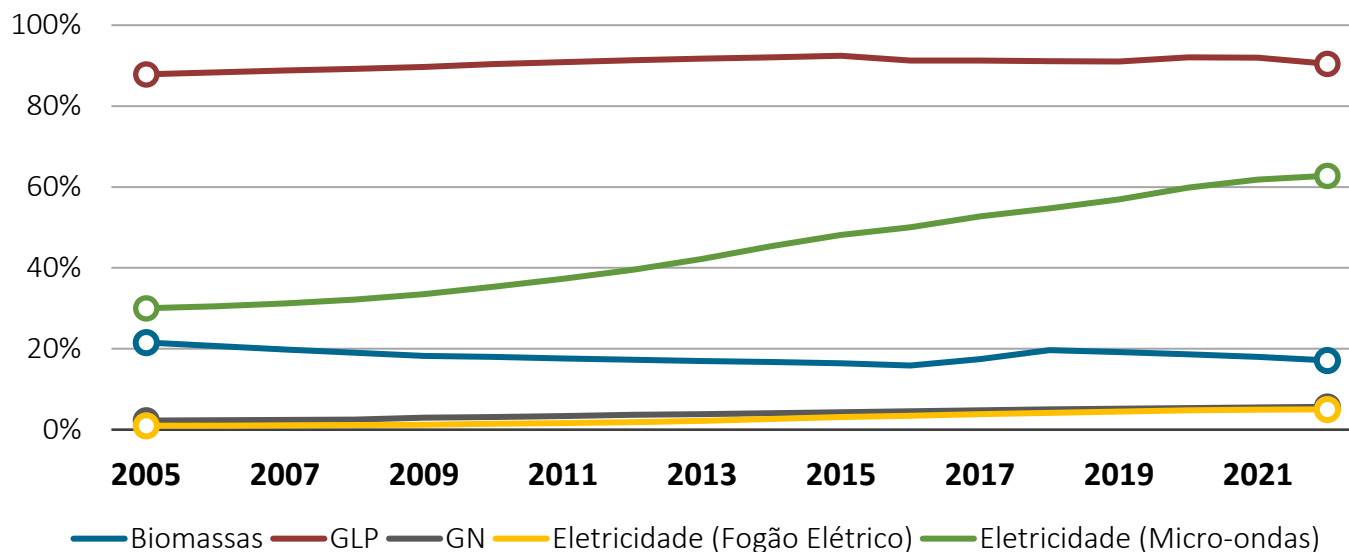
Existem regiões do país que são muito quentes, como o Norte e o Nordeste, o que pode contribuir para os baixos percentuais de domicílios que aquecem água para banho, como ilustra a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos - PPH 2019 (PROCEL/ELETOBRAS). Cálculos da EPE utilizando os dados coletados nesta pesquisa estimam que cerca de 35% dos domicílios brasileiros não aqueciam água para banho no país em 2019, sendo que no Norte (94%) e no Nordeste (88%) essas estatísticas foram muito maiores.

Evolução do percentual de domicílios que cozinham alimentos por fonte de energia

O GLP consegue ter uma capilaridade grande no Brasil, atingindo 90% dos domicílios nacionais em 2022. A utilização do gás natural é ainda pequena (5,7% das habitações nacionais), restrita basicamente às áreas urbanas de cidades com infraestrutura de distribuição.

Figura 20: Evolução do percentual de domicílios que cozinham alimentos por fonte em relação ao total de domicílios nacionais

Fonte: Elaborado por EPE



O uso da eletricidade na preparação de alimentos vem crescendo ao longo do tempo, principalmente devido ao aumento da posse de micro-ondas (63% em 2022).

Com a evolução da tecnologia e a diminuição de custo, aumentam as possibilidades das pessoas adquirirem esses tipos de aparelhos elétricos para uso doméstico, pelo fato de serem práticos e gerarem bons resultados. Incluem-se nesse conjunto de equipamentos, **micro-ondas, fornos e fogões elétricos, sanduicheiras, grills, torradeiras, fritadeiras elétricas, panelas elétricas**, entre outros dispositivos.

A participação das biomassas tradicionais (lenha e carvão vegetal) para a cocção de alimentos nas habitações do país caiu entre 2005 e 2015 em função do progresso da situação econômica das famílias brasileiras mais desfavorecidas, mas apresentou um movimento de reversão de 2015 a 2018, em razão da piora do quadro econômico, com posterior redução nos anos seguintes até 2022.

Eletricidade – usos finais, posse e consumo médio anual por equipamento

Figura 21: Posse e consumo médio anual por equipamento

Fonte: Elaborado por EPE

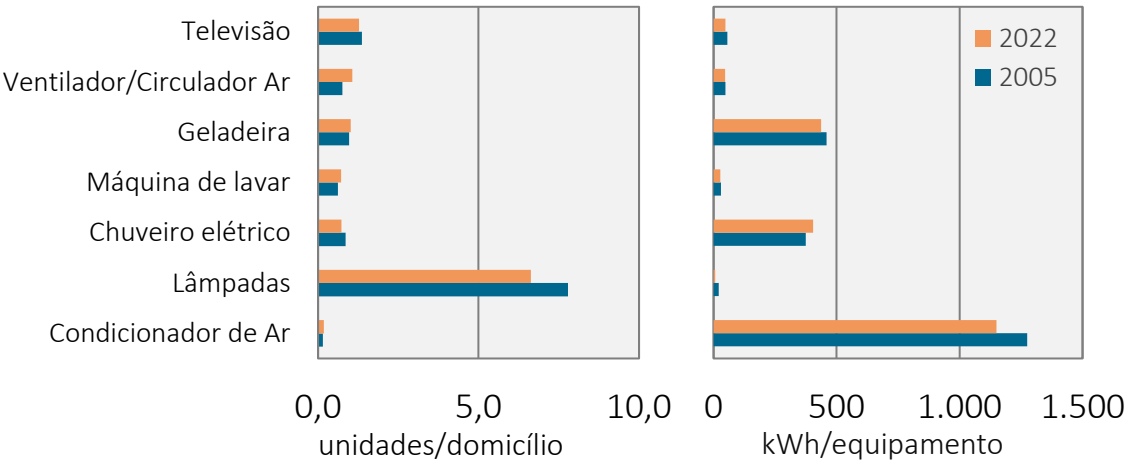
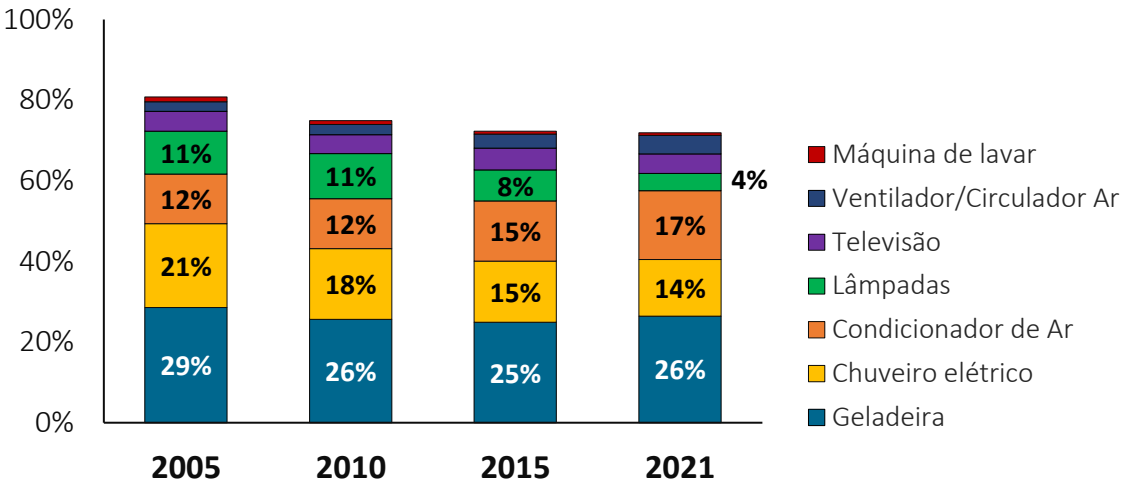


Figura 22: Equipamentos no consumo residencial de energia elétrica

Fonte: Elaborado por EPE



A conservação de alimentos é o uso final com maior consumo por domicílio do país, em virtude de as geladeiras estarem em praticamente todas as residências brasileiras, ficarem ligadas às 24 horas de todos os dias do ano e terem um consumo específico significativo.

Apesar da posse baixa de 0,18 equipamento/domicílio dos condicionadores de ar em 2022, eles possuem o maior consumo médio por aparelho, o que resulta na segunda posição entre os mais eletrointensivos em 2022 (cerca de 17% do total do consumo residencial no ano). Ventiladores e Circuladores de Ar possuem uma posse um pouco maior que 1 equipamento/domicílio, sendo uma solução de menor custo para a climatização ambiental.

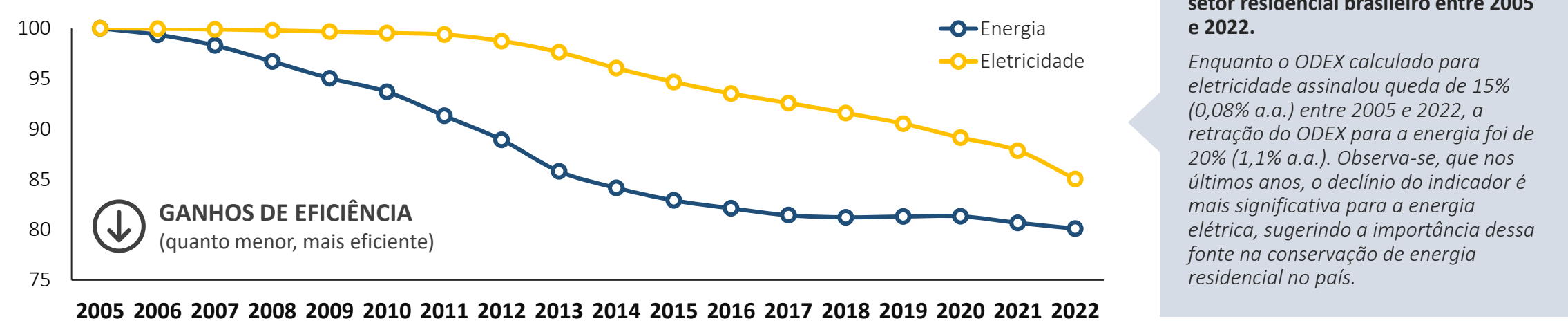
A posse de chuveiros elétricos caiu entre 2005 e 2022. No caso dos congeladores, a redução é resultado, em grande parte, da mudança de hábito das famílias nas últimas décadas que deixaram de substituir os equipamentos que atingiram o fim da sua vida útil, sendo sucateados.

A penetração de equipamentos mais eficientes, em substituição aos mais antigos, tende a reduzir o consumo médio do estoque existente no país.

ODEX Residencial

ODEX é um indicador utilizado para avaliar o ganho de eficiência energética em um período. Esta medida para as residências agrega a tendência de consumo dos diferentes usos finais (no caso energético), ou os principais equipamentos elétricos (no caso elétrico), com base em seus pesos no consumo total.

Figura 23: Evolução do ODEX residencial calculado para energia total e eletricidade
Fonte: Elaborado por EPE



Para a eletricidade, observa-se uma redução do consumo específico médio do estoque nacional de equipamentos, em função da primeira compra ou substituição de aparelhos obsoletos ou em final de vida útil por aparelhos mais eficientes. Por sua vez, ao considerar as demais fontes de energia, é possível observar que houve uma desaceleração da queda do ODEX a partir de 2014 que pode ser explicada pela ligeira intensificação do uso de lenha para cocção devido ao aumento das restrições orçamentárias e aumento do peso do GLP nas despesas familiares, principalmente para as famílias de baixa renda.

Nota. A metodologia do ODEX Residencial foi atualizada de forma a isolar o efeito posse e uso do consumo específico dos equipamentos e, consequentemente, destacar os ganhos de eficiência energética por equipamentos. Os equipamentos considerados no cálculo do ODEX elétrico são lâmpadas, geladeiras, máquina de lavar, TV, chuveiro elétrico, ar condicionado e ventiladores. Já no ODEX energético, além do consumo energético dos equipamentos elétricos considerados no ODEX elétrico, são considerados também o consumo das diferentes fontes energéticas para aquecimento de água e cocção de alimentos.

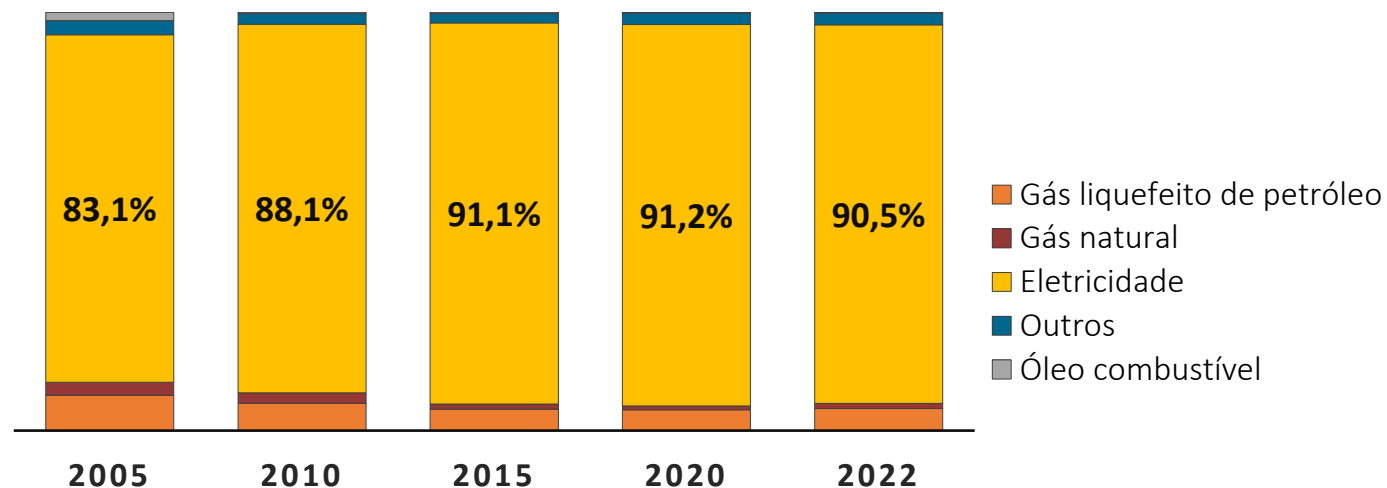
Setor de Serviços (comercial e serviços públicos)

Panorama: evolução do consumo final energético, por fonte, no setor de serviços^[1]

A eletricidade se mantém como a principal fonte de consumo final de energia no setor com 90% de participação, o GLP (5,3%) e o gás natural (1,2%). Cabe ressaltar que os dados de consumo final não incluem a utilização do gás natural destinada à geração de eletricidade, segundo a metodologia do Balanço Energético Nacional (BEN).

Figura 24: Consumo final energético por fonte nos serviços

Fonte: EPE (2023b)



A importância da eletricidade no consumo final do setor, pode estar associada a diversos fatores como a disponibilidade da eletricidade, o aumento da posse de equipamentos elétricos nos estabelecimentos, a automação dos processos e equipamentos, a substituição de equipamentos de uso de GLP e gás natural pela eletricidade, como por exemplo em fornos e fogões, entre outros fatores.

A eletricidade é a fonte preponderante nesse setor, e cresceu apresentou crescimento médio anual de 3% no período. A eletricidade advinda de fonte solar fotovoltaica cresceu 13,4%.

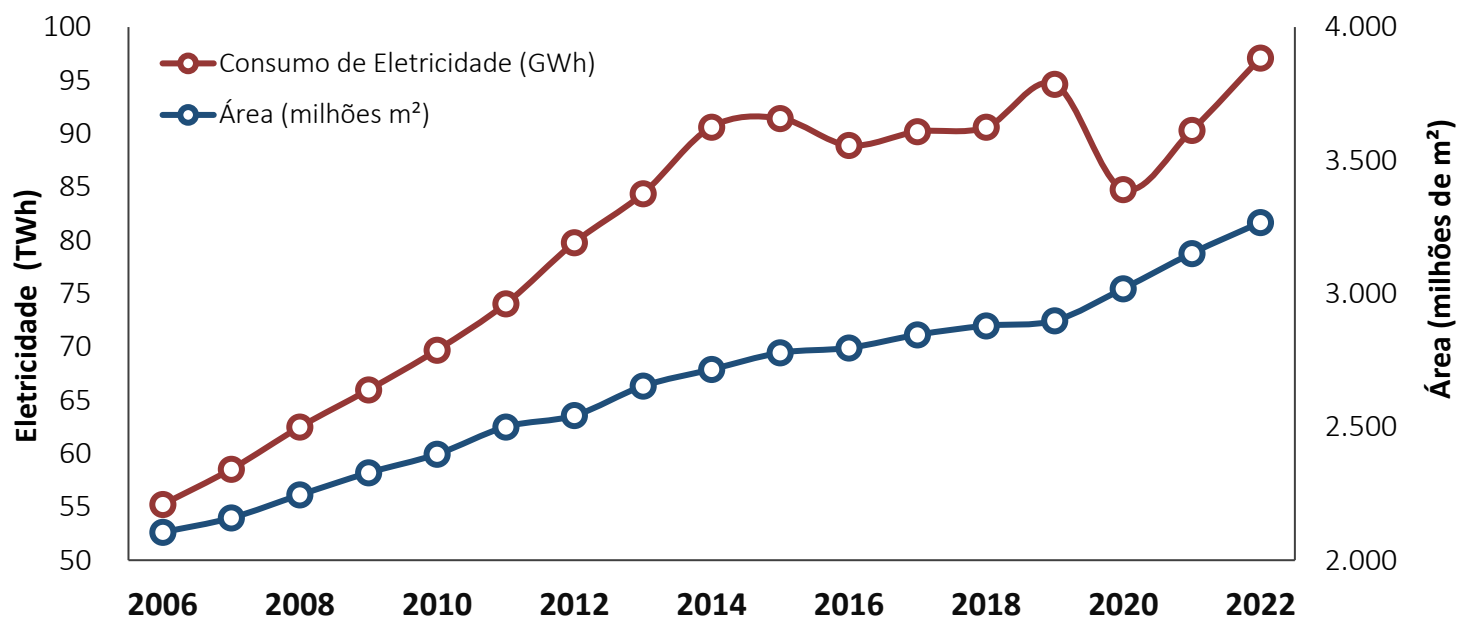
^[1] Setores comercial e público conforme a classificação do Balanço Energético Nacional

Análise: Setor Comercial

Em 2022, o setor comercial atingiu o seu maior patamar, tanto em consumo de eletricidade como na área. Para o período de 2006-2022, observa-se um aumento crescente da área de estabelecimentos comerciais com taxa média anual de 2,8%, enquanto no mesmo período o consumo de eletricidade do setor apresenta um aumento de 3,6% a.a. O boletim econômico da ABRAVA (Fevereiro de 2023), aponta um crescimento em 2022 de 6,9% para os equipamentos centrais (tonelada de refrigeração – TR) em relação a 2021, grande parte motivada pela retomada dos serviços.

Figura 25: Evolução do consumo de eletricidade e área do setor comercial

Fonte: Elaborado por EPE



O acumulado do ano de 2022 teve alta no volume de serviços (receita) de 8,3%, comparado ao ano anterior, justificada em parte pela retomada das atividades turísticas, congressos, convenções, hotéis e restaurantes etc.

O PIB da Construção Civil teve um aumento em 2022 de 7% (IBGE), o desempenho positivo acima do PIB Brasil 2,9%, contribui para a expansão da área construída e com o consumo de eletricidade.

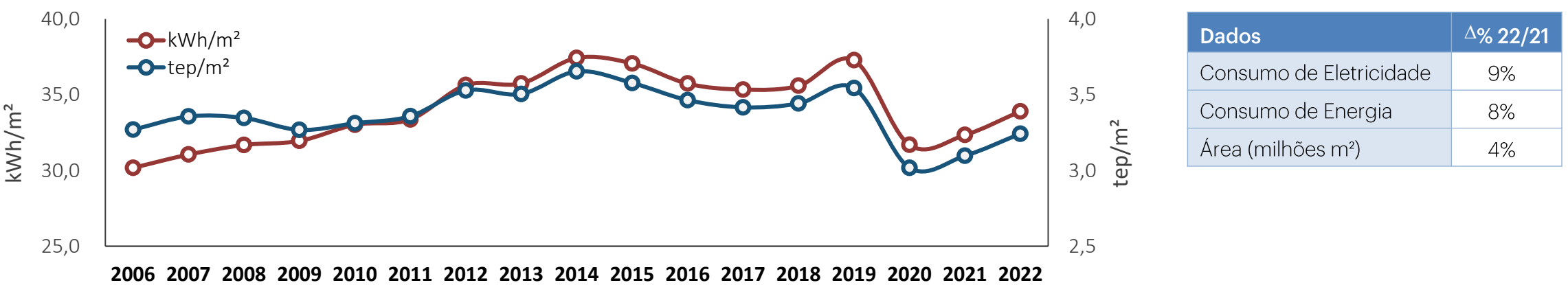
Indicadores setoriais: evolução do consumo por m² das edificações comerciais e públicas

O consumo de energia por metro quadrado nas edificações comerciais e públicas cresceu no período de 2006 a 2014, sobretudo com o aumento da posse e uso de equipamentos elétricos. No entanto, a partir de 2014 o indicador demonstra estabilidade até 2019 culminando em vertiginosa queda no ano de pandemia do Covid-19, com parcial retomada nos anos de 2021 e 2022. É importante salientar que ambos os indicadores estão sob efeito de eficiência energética, visto que políticas de eficiência em curso atenuam o crescimento do consumo. Entretanto, há outros efeitos que corroboram para as trajetórias ilustradas, como:

- A implementação da Resolução 414/2010 da Aneel, que reclassificou parte do consumo de eletricidade de condomínios prediais, antes contabilizada no setor residencial, no setor comercial.
- O efeito climático que intensifica/atenua o uso de equipamentos de condicionamento ambiental tais como condicionadores de ar, ventiladores, entre outros.
- Crises hídrica, econômica e sanitária ao longo dos últimos anos.

Figura 26: Consumo específico¹ por metro quadrado

Fonte: Elaborado por EPE



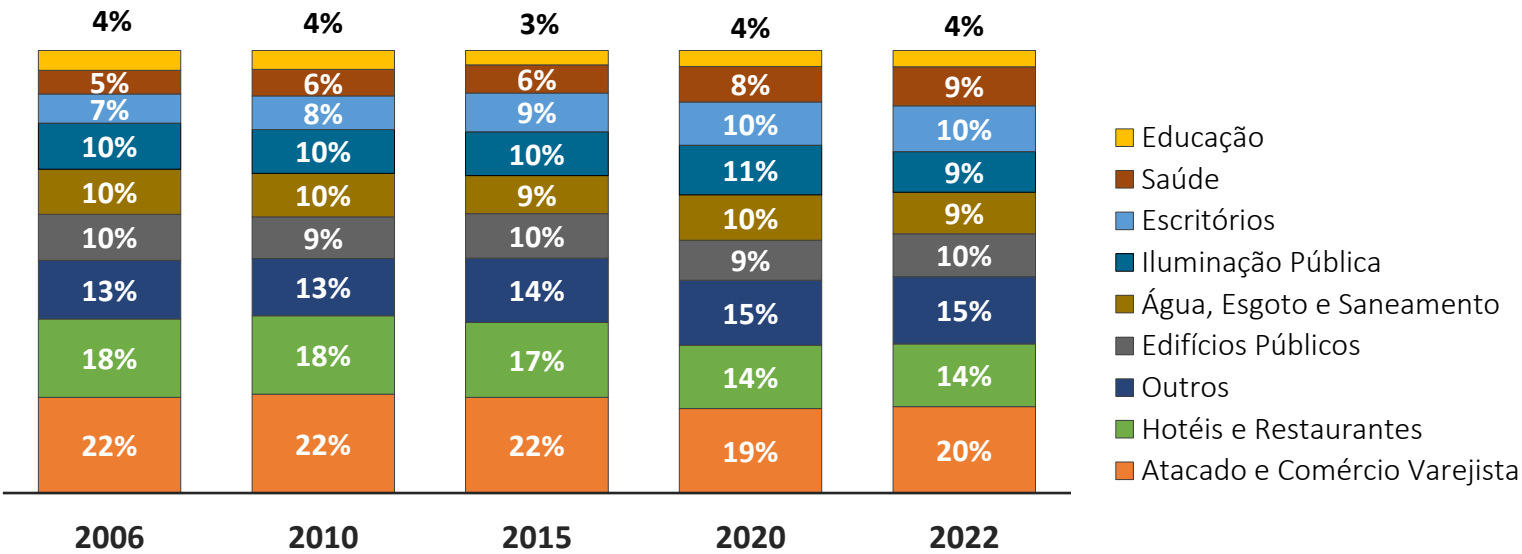
[1] Não inclui consumo dos segmentos: iluminação pública, água, esgoto e saneamento.
O consumo em tep considera todos os energéticos.

Consumo de Energia por Segmento do Setor de Serviços 2006-2022

Observa-se na figura uma diminuição da participação do segmento Atacado e Comércio Varejista, saindo de 22% em 2006 para 20% em 2022. Este segmento é o que detém a maior parcela do consumo com 20% do total. Na pandemia da Covid-19, em 2020, o segmento de saúde ganhou participação no consumo final energético em detrimento dos segmentos comércio varejista, hotéis e restaurantes.

Figura 27: Consumo final energético por segmento no setor de serviços

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de EPE (2015)



A distribuição do consumo energético por segmento no período, apresenta certa homogeneidade, embora o setor de serviços seja heterogêneo nas suas características e no perfil de uso. Houve um aumento no consumo de energia de 2022, quando comparado com o ano anterior, com taxa de 6,6%.

[1] Outros inclui condomínios prediais, locais públicos (teatro, clubes, museus, igrejas, galerias, etc.) e difusão da informação (cinemas, rádios, TV, telefonia, etc.)

Participação do comércio eletrônico no varejo tradicional

Parte da retração da participação do consumo de energia no comércio varejista é corroborada pelo aumento das vendas na internet. Em 2022, a participação no faturamento do comércio eletrônico atingiu 10,14%.

Figura 28: Perfil das Regiões em compra eletrônica
Fonte: ABComm (2023)

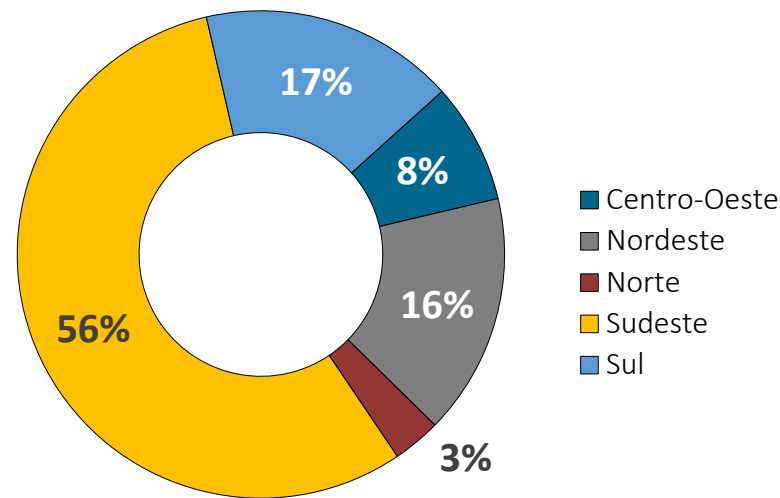
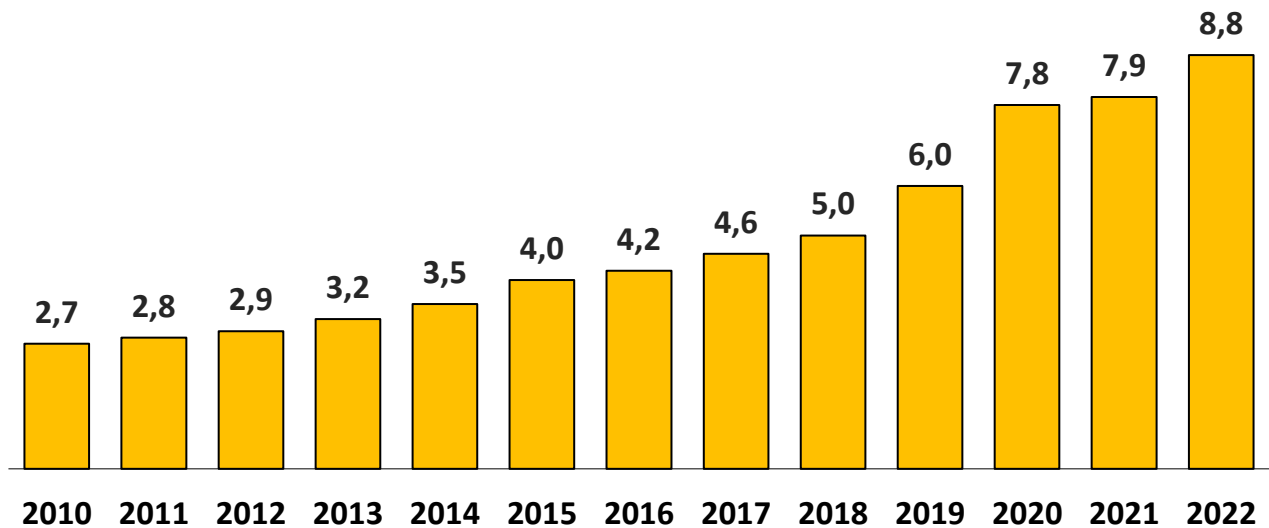


Figura 29: Participação do E-commerce no Varejo Tradicional – 2010 - 2022
Fonte: ABComm (2023)



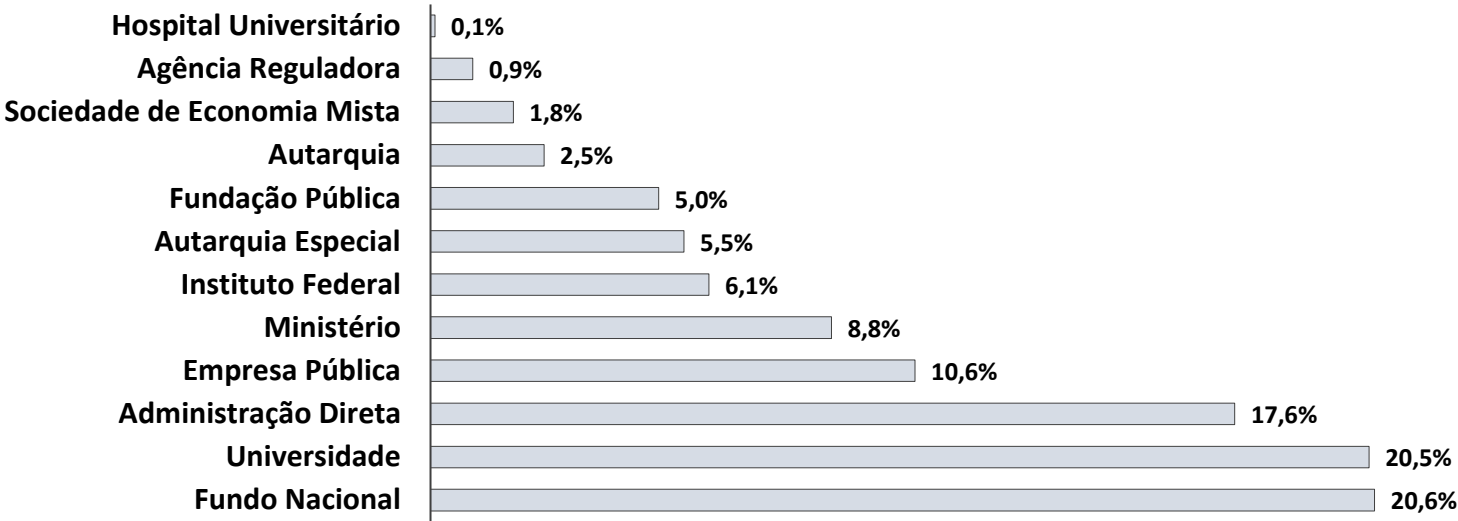
A **Figura 29** mostra a participação crescente do comércio eletrônico pela internet. A região Sudeste é o principal mercado de compras eletrônicas, contribuindo com 56%.

Perfil da despesa com energia elétrica na administração pública federal

É possível analisar o perfil da despesa com energia elétrica na administração pública Federal através do Painel de Custeio da Administrativo. No momento, o painel disponibiliza a informação da despesa, na Figura X3 observa-se a distribuição por órgão. Na ausência de dados de consumo de eletricidade, tais informações auxiliam a visualização das maiores despesas para direcionar as políticas, assim como priorizar ações para a eficiência energética.

Figura 30: Distribuição dos Gastos com a Energia Elétrica – 2016-2022

Fonte: MGISP (2023)



No acumulado de 2016 a 2022, observa-se que 60% da despesa está concentrada em três segmentos: Universidades e Fundo Nacional com 21% cada e Administração Direta com 18%. Essas informações auxiliam compreender quais são os segmentos e o perfil de uso da energia elétrica.

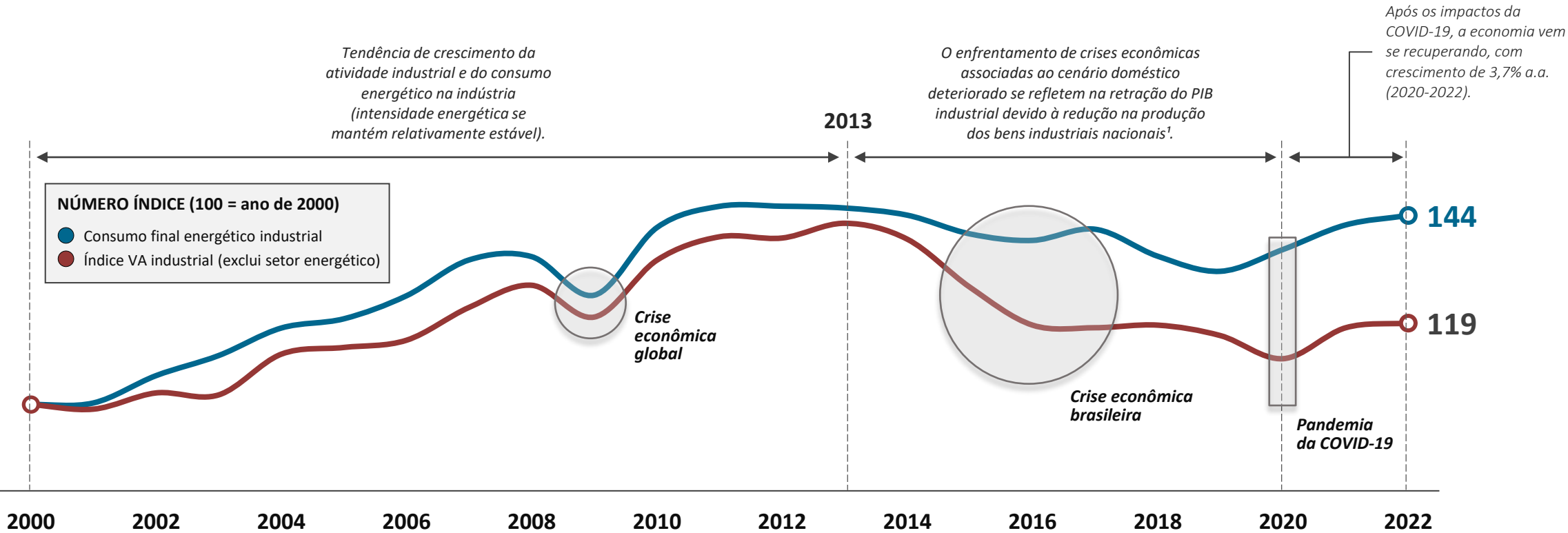
^[1]Fundo nacional inclui por exemplo: Fundo Nacional da Saúde, Desenvolvimento da Educação, Índio, de Artes, Antidrogas, Cultura, Aviação Civil e etc.

Setor Industrial

Evolução do consumo de energia e valor adicionado da indústria brasileira

Figura 31: OIE, Consumo energético e Valor Adicionado das indústrias no Brasil (Número índice 2000 = 100)

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de EPE (2023b) e IBGE (2023a)



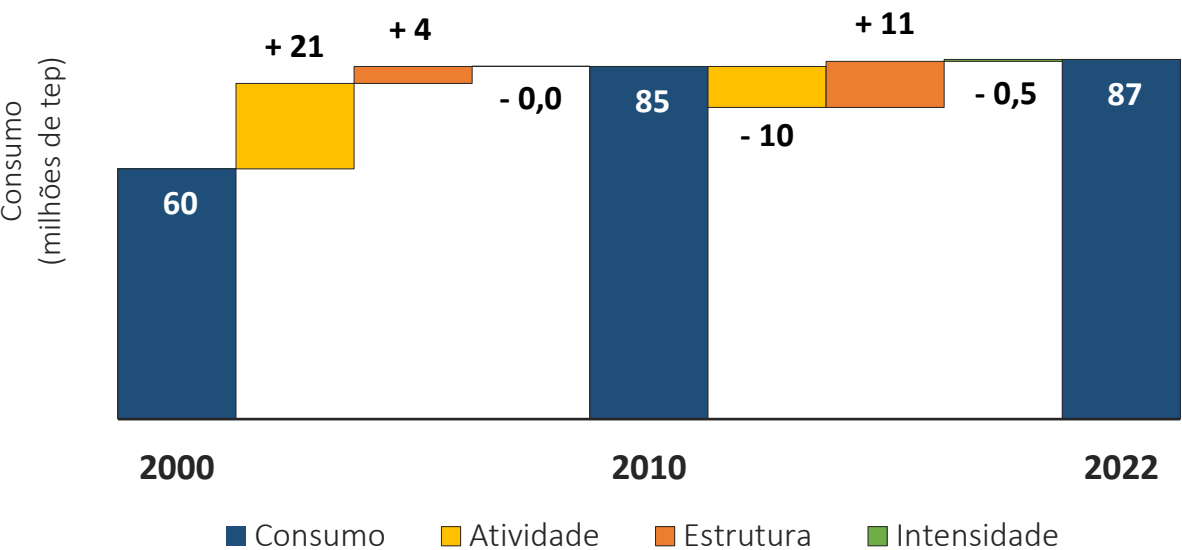
O descolamento entre o consumo energético e o valor adicionado resulta em variações na intensidade energética, que aumentou em 2,1% a.a entre 2014 e 2020. Esse incremento na intensidade **não** está relacionado com a eficiência energética das plantas industriais, e sim com outros efeitos como maior participação de segmentos energointensivos.

^[1] Bens industriais nacionais com algumas exceções

Decomposição dos efeitos no consumo de energia: entre 2000 e 2022 o consumo energético da indústria aumentou em 1,7% ao ano

Figura 32: Decomposição¹ dos efeitos intensidade, estrutura e atividade

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de EPE (2023b) e IBGE (2023a)



Os três efeitos principais que compõe a variação do consumo industrial são: o valor adicionado (variações no nível de atividade), a participação relativa dos segmentos industriais (isto é, a estrutura da indústria) e a intensidade de cada segmento (relação entre consumo energético e valor adicionado de cada segmento).

Entre 2000 e 2010 houve grande aumento da atividade industrial, alteração moderada da estrutura enquanto o efeito intensidade foi tímido. As indústrias que mais cresceram no período foram alimentos e bebidas, mineração e pelotização e papel e celulose.

No período entre 2010 e 2022 houve redução da atividade econômica mas o consumo aumentou em função de mudanças na estrutura, pelo aumento da participação de energointensivos, com consequente aumento da intensidade energética da indústria. A intensidade energética de cada segmento se mantém relativamente estável.

>> Mais detalhes sobre a decomposição na seção [Definições](#)

As indústrias de alimentos e bebidas e papel e celulose se destacam por crescer em todo horizonte. Entretanto, no primeiro período praticamente todos os segmentos crescem, com pouca variação estrutural. Já no segundo período, diversas indústrias reduzem sua atividade e perdem participação, em especial têxtil e outras indústrias, predominando segmentos energointensivos – aumentando a intensidade da indústria nacional.

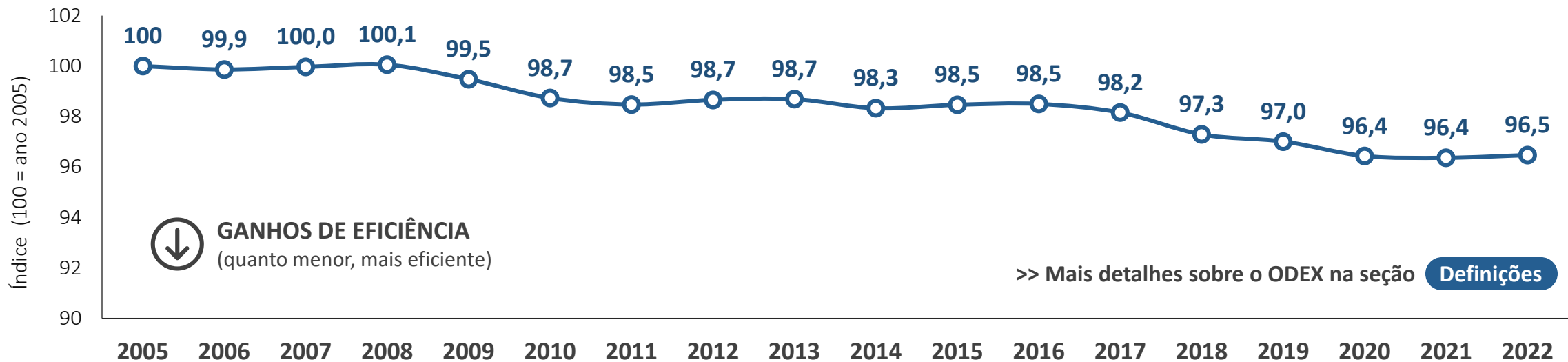
^[1] Decomposição da variação do consumo energético da indústria em efeito atividade, estrutura e intensidade, conforme método LMDI I ("logarithmic mean Divisia index method I") com decomposição aditiva (Ang & Liu, 2001).

ODEX do consumo de energia do setor industrial

Para o cálculo do ODEX, foi considerada a variação do consumo específico com base na produção física para os segmentos da siderurgia, papel e celulose, cimento e açúcar, e da intensidade energética para os segmentos de outros alimentícios, têxtil, química, cerâmica, ferroligas, outros da metalurgia, mineração e outras indústrias, e o peso de cada segmento no consumo.

Figura 33: ODEX industrial

Fonte: Elaborado por EPE

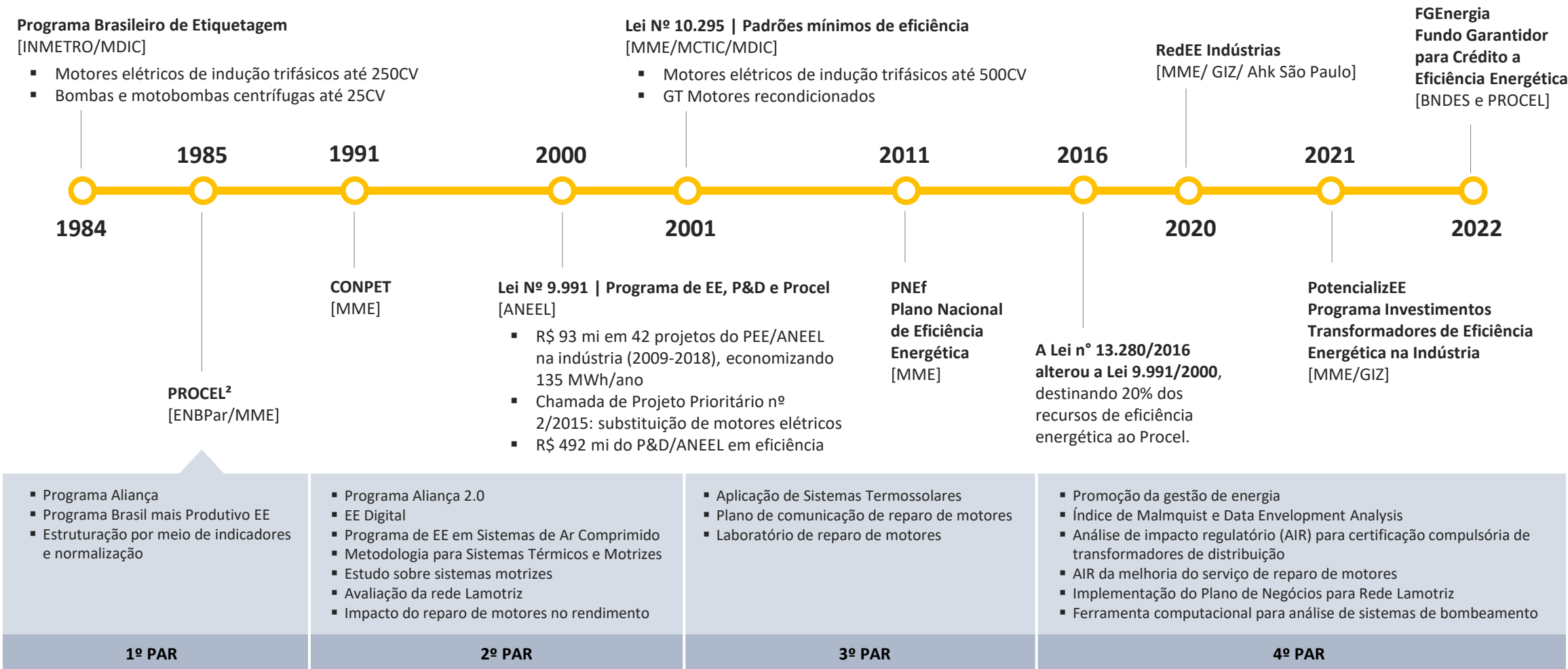


Em 2022 o ODEX da indústria atingiu o valor 96,5, o que corresponde a um ganho de eficiência energética de 3,5% em relação à 2005 (redução média de 0,2% ao ano). Embora o ODEX industrial tenha se mantido relativamente estável entre 2020 e 2022, os segmentos de química e papel e celulose foram os que mais contribuíram para a eficiência energética na indústria no último ano analisado.

Linha do tempo: políticas e programas de eficiência energética

Figura 34: Principais destaques de políticas de eficiência ligadas ao setor industrial

Fonte: EPE. Imagens: Ícones feitos por Freepik de www.flaticon.com



[1] Lista não exaustiva

[2] A Lei nº 13.280/2016 alterou a Lei 9.991/2000, destinando 20% dos recursos de eficiência energética ao Procel.

Perfil da indústria

O uso de derivados de petróleo perde participação devido à redução do uso do óleo combustível em todos os segmentos, e menor participação do coque de petróleo na indústria de cimento. O carvão vegetal também perde participação pela redução do seu uso no setor siderúrgico, mesmo sendo mais utilizado pelo setor de ferroligas. A lixívia (licor preto) ganha participação, acompanhando a indústria de celulose, que utiliza esse coproduto em seus processos.

Figura 35: Participação da indústria por segmento

Fonte: EPE (2023b)

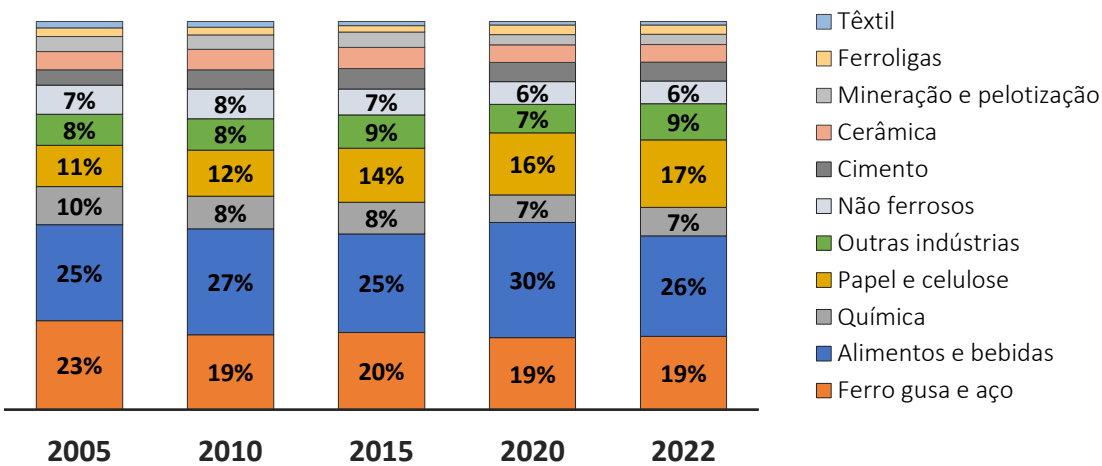
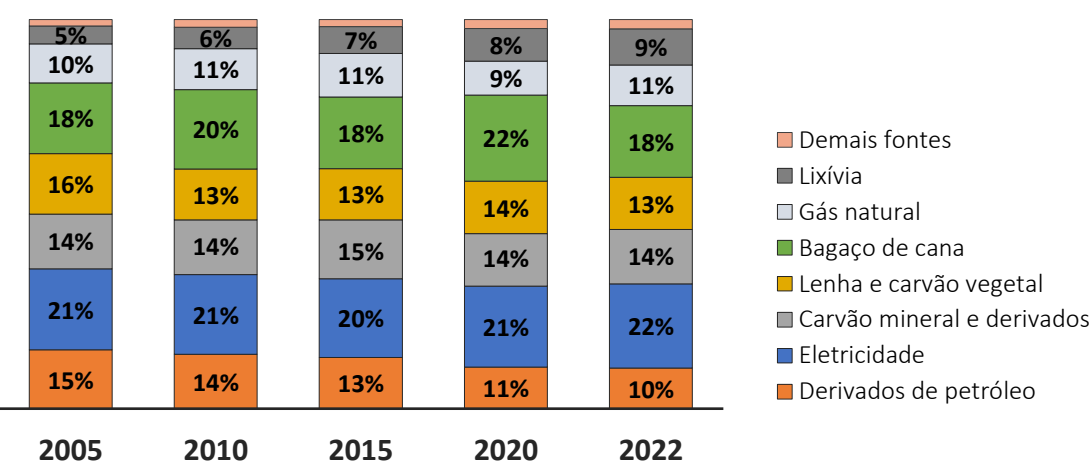


Figura 36: Matriz energética da indústria

Fonte: EPE (2023b)



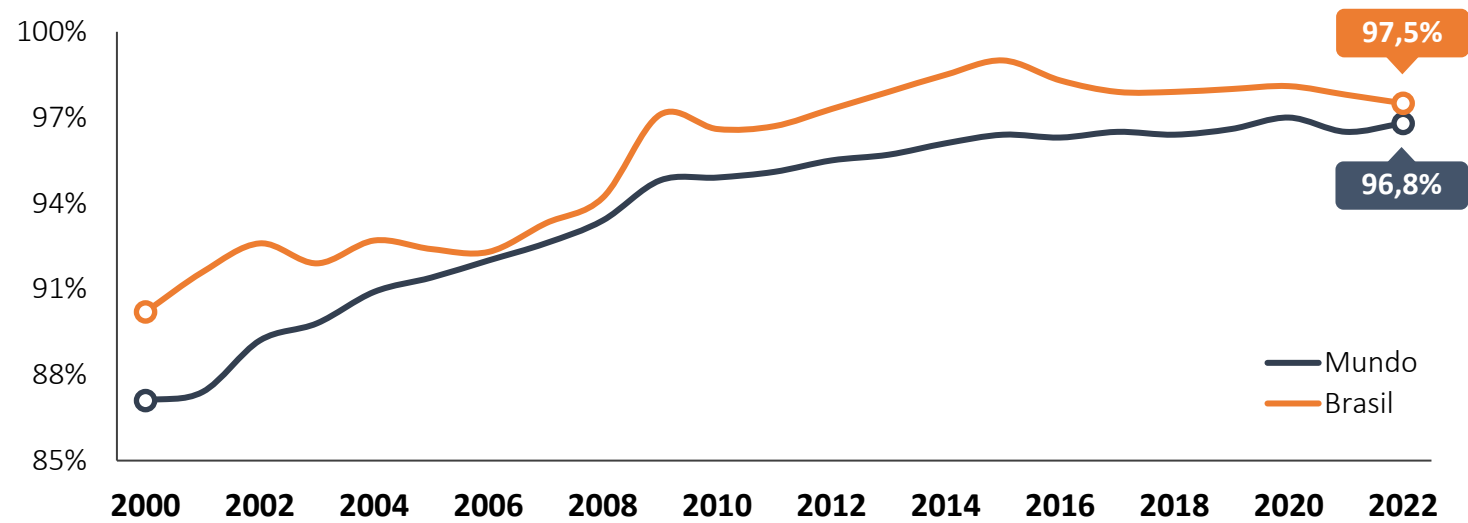
Em 2022, as indústrias de alimentos e bebidas, ferro gusa e aço e papel e celulose foram as mais representativas em termos de consumo energético. A eletricidade é a fonte mais relevante e vem ganhando modesta participação.

Siderurgia: difusão do lingotamento contínuo

O processo de solidificação do aço líquido pode se dar por meio do lingotamento convencional¹ ou do lingotamento contínuo. O lingotamento contínuo pode ser considerado umas das inovações radicais na siderurgia mundial, pois passou a permitir alto rendimento semiacabado/aço líquido (cerca de 98%), sendo mais compacto e conferindo melhor qualidade ao produto final.

Figura 37: Taxa de difusão do lingotamento contínuo na siderurgia, Brasil e Mundo (percentual)

Fonte: Worldsteel (2009, 2019, 2021, 2023)



A difusão mundial do lingotamento contínuo passou de 87,1% (em 2000), para 94,9% (em 2010) e ainda 96,8% (em 2022). Durante esse período, a importância relativa do lingotamento contínuo no Brasil foi superior à média mundial.

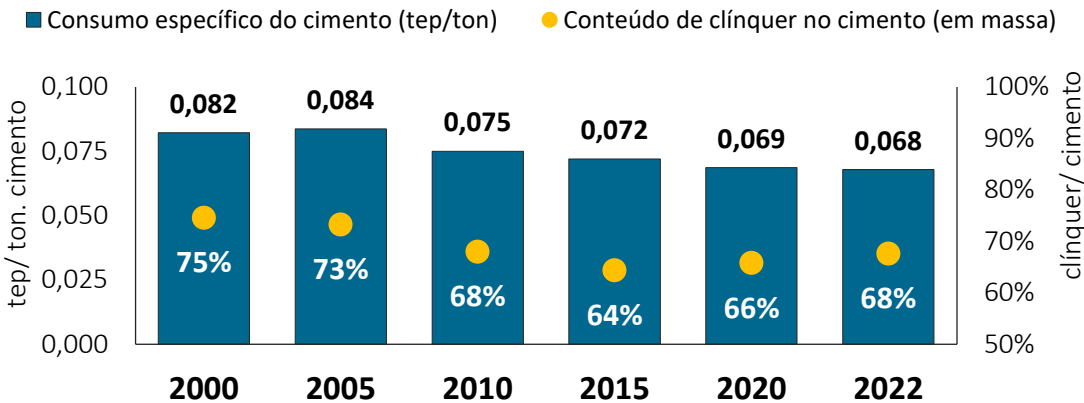
^[1] Utilizando lingoteiras, um molde que tem a função de receber metal ou liga metálica no estado líquido, quente, para formar determinada peça após o tempo de cura, quando o material se solidifica.

Cimento: consumo específico e conteúdo de clínquer

A indústria do cimento no Brasil possui um parque industrial moderno e eficiente, e em constante atualização. Mais de 99% da produção é feita em fornos via seca (mais eficiente), cerca de 40% do parque industrial possui menos de 15 anos e conta com mais de 70% de seus fornos equipados com torres de pré-aquecedores de 4 a 6 estágios e pré-calcinadores (EPE, 2021). Modernos resfriadores de grelha equipam 80% dos fornos brasileiros e aproximadamente 50% dos moinhos de matéria-prima são verticais, estes considerados os de menor consumo elétrico.

Figura 38: Consumo energético específico na indústria de cimento

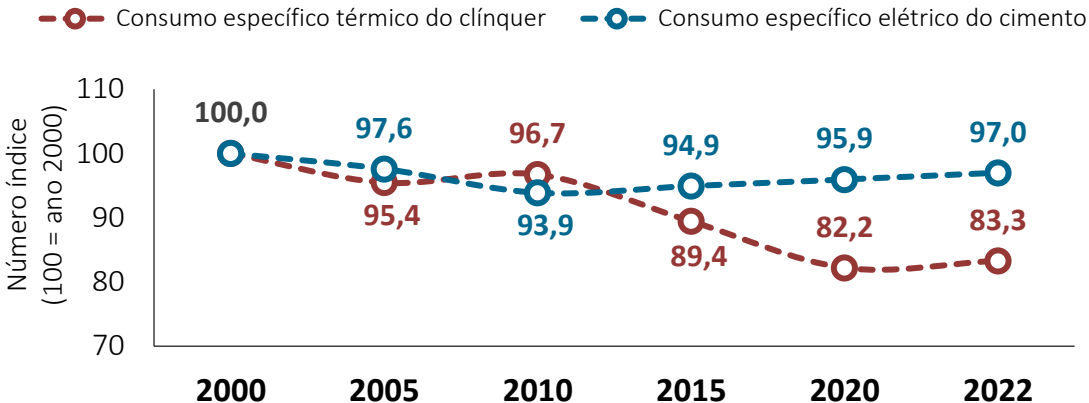
Fonte: Elaborado por EPE, a partir de EPE (2023b).



Avanços normativos, pesquisas em química do cimento, desenvolvimento de novos cimentos, entre outros, permitiriam o avanço na incorporação de adições ao cimento, em substituição ao clínquer, que hoje chega em média a 32%, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa associadas à calcinação e ao uso da energia.

Figura 39: Índice de variação do consumo específico de cimento (clínquer e cimento)

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de EPE (2023b).



A Figura 39 permite avaliar, separadamente, os consumos específicos térmico e elétrico relativos às produções de clínquer e cimento, respectivamente. O consumo de eletricidade se dá majoritariamente na produção de cimento (moagem), e o de combustíveis na produção de clínquer (forno).

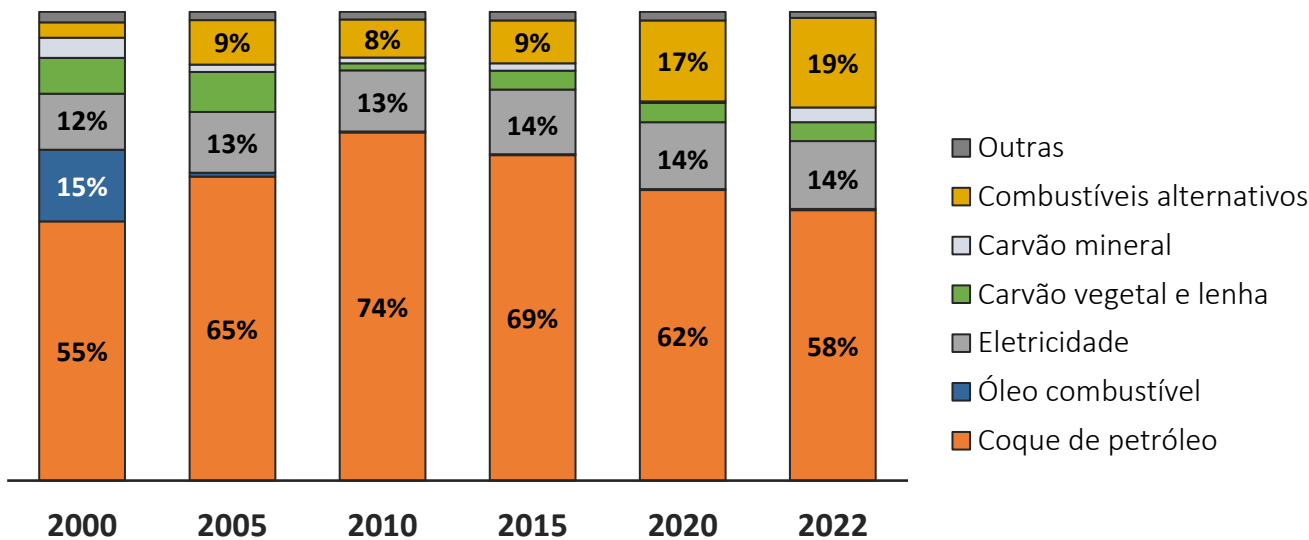
O consumo específico térmico do clínquer reduziu 17% ao longo de todo horizonte, enquanto o consumo específico elétrico do cimento reduziu 3%.

Cimento: matriz energética e coprocessamento

A matriz energética da indústria de cimento sofreu mudanças ao longo do tempo. Nas crises do petróleo houve momentânea migração de óleo combustível para carvão (mineral e vegetal). Nos anos 2000 o setor migrou para o coque de petróleo importado em detrimento do óleo combustível. Atualmente, o coque de petróleo é a principal fonte, em função de baixo preço e garantia de abastecimento.

Figura 40: Consumo final energético por fonte na indústria de cimento

Fonte: EPE (2023b).



A partir dos anos 2000, uma nova revolução energética começa a ganhar relevância, que é a dos combustíveis alternativos, caracterizados pelo coprocessamento de resíduos e pela utilização de biomassas.

O coprocessamento tem diversos benefícios ambientais por fornecer uma destinação adequada aos resíduos e pela redução de emissões de GEE (uma vez que estes resíduos, em sua grande maioria, têm um fator de emissão menor que o dos combustíveis fósseis tradicionais).

Esta transição energética exigiu – e exigirá ainda mais – investimentos do setor em adequação e adaptação do processo produtivo, além do aperfeiçoamento em monitoramento e controle (EPE, 2021).

A participação do coprocessamento de resíduos vem ganhando representatividade, e chegou a 19% do consumo em 2022.

Nota: “Outras” inclui gás natural, lenha, óleo diesel e GLP

Papel e Celulose: perfil e reciclagem

A produção de celulose vem aumentando em ritmo mais acelerado que a produção de papel, com grandes fábricas apenas de celulose e aumento das exportações, dada a grande competitividade do produto brasileiro. Em 2020 a produção doméstica de celulose já era o dobro da produção de papel. Como a produção de celulose é mais energointensiva que a de papel. Isso interfere na evolução do consumo específico do setor.

Figura 41: Razão da produção celulose/papel no Brasil

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de Ibá (2023).

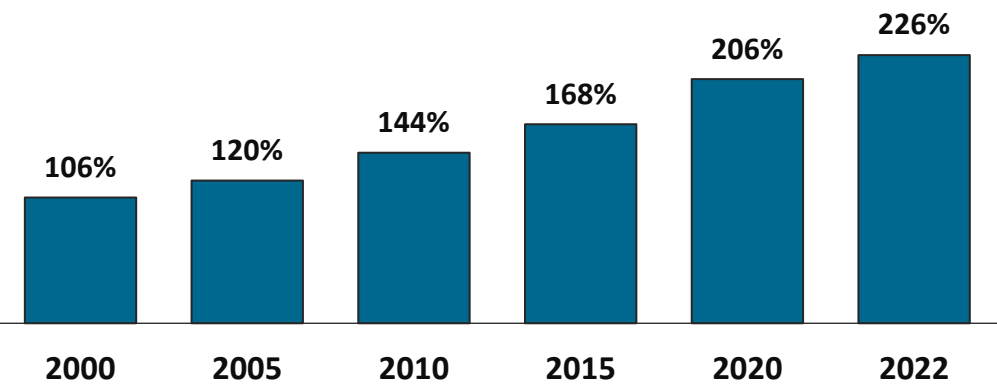
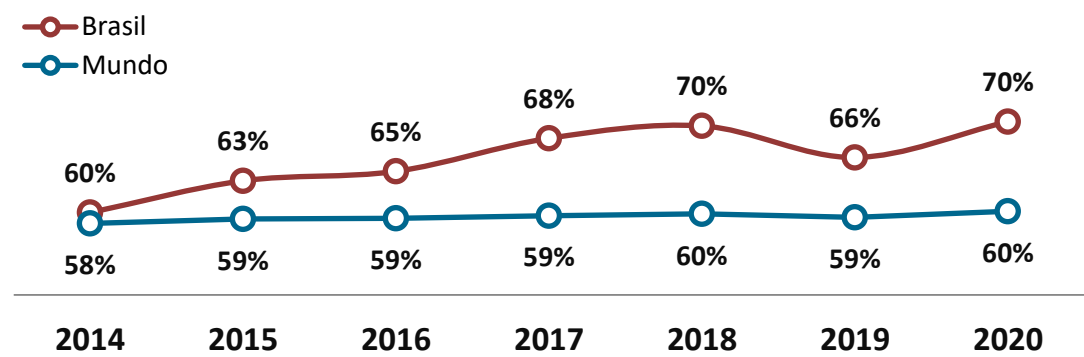


Figura 42: Taxa de reciclagem de papel no Brasil e no Mundo

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de ICFPA (2023) e ANAP (2020 e 2021)



A reciclagem de papel é uma importante medida de sustentabilidade. A substituição do papel produzido a partir da pasta de celulose por aparas de papel é uma ação de economia circular que evita o consumo energético e outros impactos da produção de celulose.

O setor tem um histórico positivo em logística reversa, tendo atingindo o marco de 70% de taxa de reciclagem em 2020, acima da média global, de 60%. A taxa de reciclagem de embalagens é ainda maior, chegando a 80%.

Entretanto, cabe considerar que a reciclagem do papel pode alterar as características e qualidade do produto, e nem sempre pode ser utilizado para a mesma aplicação, e depende de uma cadeia logística de coleta das aparas de papel, que está para além dos limites fabris.

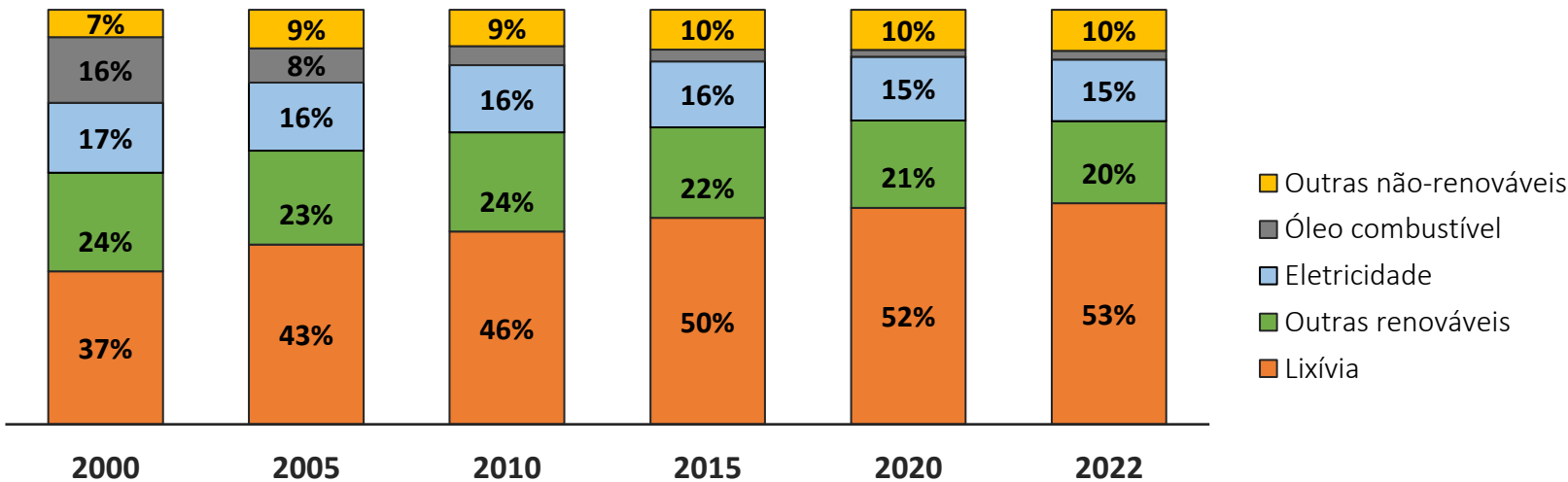
Nota: Calculado pela coleta de aparas sobre o consumo aparente de papel.

Papel e Celulose: matriz energética e renovabilidade

A matriz energética do setor de papel e celulose nacional apresenta alto nível de renovabilidade, que chega a 88%¹. O setor utiliza subprodutos do processo de produção de celulose, a lixívia (licor preto) e resíduos de madeira, para cogeração. O gás natural passou a ser utilizado na década de 1980, e sua participação desde os anos 2000 é relativamente estável em 7%, com uso principalmente em caldeiras. Já o óleo combustível reduziu significativamente sua participação de 16% em 2000 para atuais 2%, utilizados na partida de caldeiras, nos fornos de cal e em caldeiras a óleo combustível de poucas plantas (EPE, 2018).

Figura 43: Consumo final energético por fonte na indústria de papel e celulose

Fonte: EPE (2023b).



Em 2022, o segmento produziu 75% da sua demanda elétrica, majoritariamente por fontes térmicas renováveis (94%), como a lixívia.

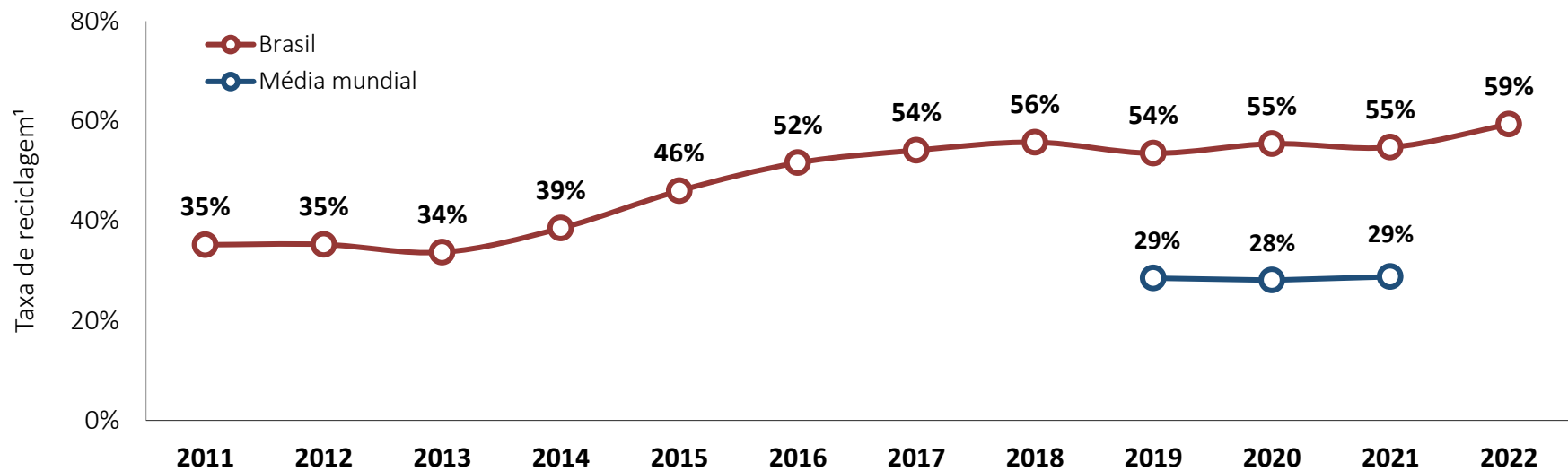
^[1] Assumindo a premissa de que a eletricidade consumida no setor é 100% renovável.

Alumínio: evolução da taxa de recuperação de sucata de alumínio

A taxa de reciclagem de alumínio vem crescendo, acima da média mundial, e atingiu 59,3% em 2022. Nesse ano, o Brasil reciclou 100% das latas de alumínio para bebidas comercializadas (ABAL, 2023).

Figura 44: Evolução da taxa de recuperação de sucata de alumínio

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de ABAL (2023).



A reciclagem é uma estratégia para a economia circular, com diversos benefícios socioambientais. O consumo elétrico do alumínio secundário (reciclado) é inferior ao do alumínio primário, que é eletrointensivo. Segundo o World Economic Forum (2021), o consumo do alumínio reciclado é da ordem de 5% do consumo do alumínio primário, dado que também é corroborado para o Brasil, conforme apontado pelo estudo da EPE (2017).

^[1] Utilizando lingoteiras, um molde que tem a função de receber metal ou liga metálica no estado líquido, quente, para formar determinada peça após o tempo de cura, quando o material se solidifica.

Setor de Transportes

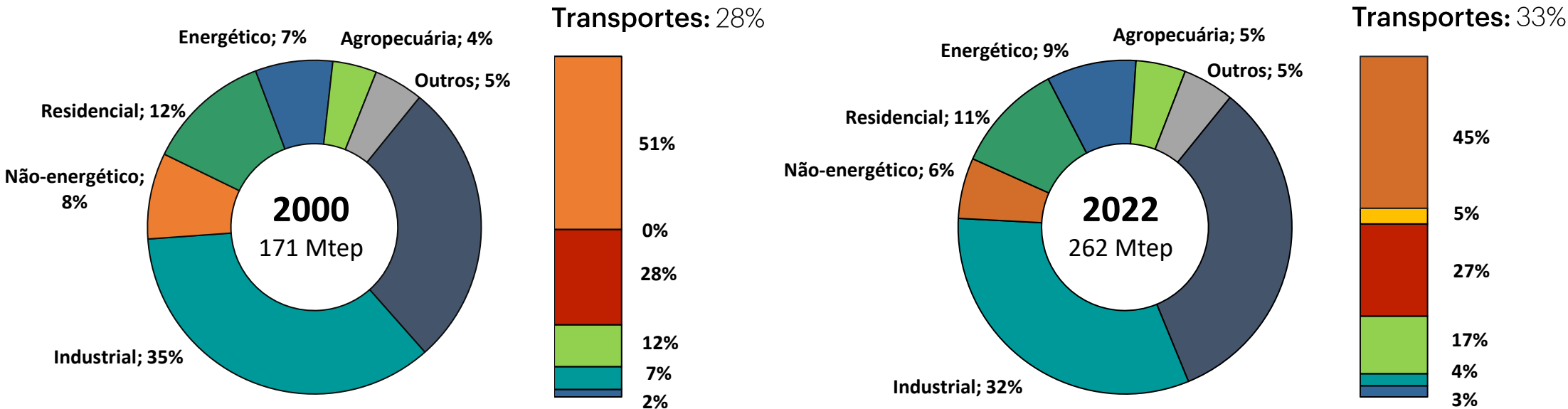
O consumo energético do Setor de Transportes

Em 2022, o consumo energético nacional aumentou 2,9% em relação à 2021, taxa ligeiramente inferior ao aumento do PIB, de 3,0%. A demanda energética do setor de transportes cresceu 5,0% em 2022. A atividade no transporte de passageiros aumentou 17%, porém ainda ficando 17% abaixo da atividade registrada em 2019, antes da pandemia. No entanto, isso ocorreu com um aumento de somente 6,4% no dispêndio energético. O aumento da atividade no transporte de cargas também cresceu significativamente, em 6,1%. Mas isso não se deveu a uma recuperação da pandemia, uma vez que a atividade de 2022 ficou 23% acima da registrada em 2019. E esse aumento de 6,1% na atividade foi alcançado com um elevação de 3,8% na demanda energética.

Figura 45: Consumo final e do setor de transportes no Brasil

Fonte: Elaborado por EPE, a partir de dados da EPE (2023b)

● Diesel ● Biodiesel ● Gasolina ● Etanol ● Querosene de Aviação ● Outros



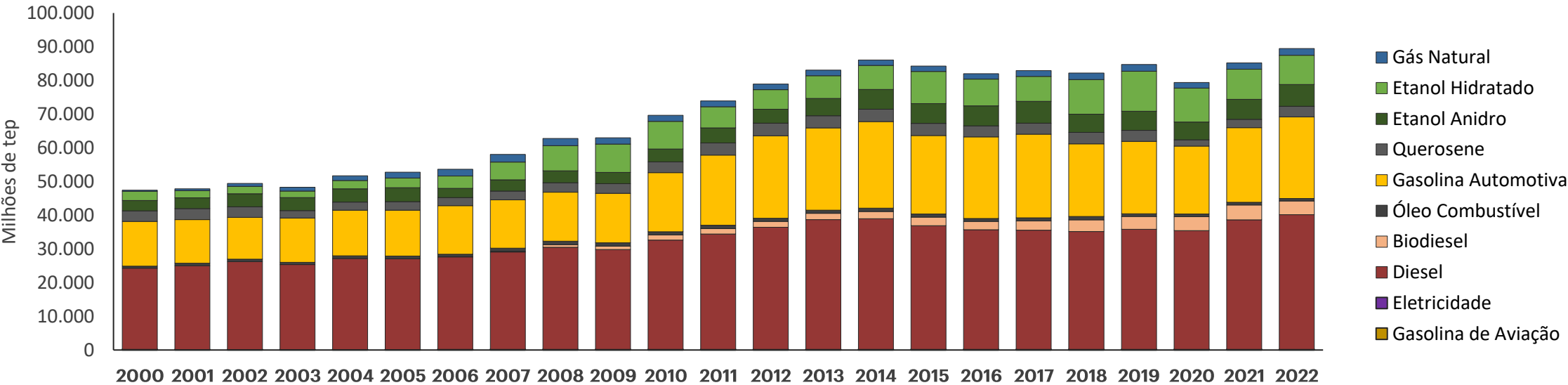
Evolução da participação do consumo energético do Setor de Transportes

A demanda energética do setor cresceu 5,0% em 2022. Esse incremento ocorreu em função do crescimento do transporte de cargas, mas também de passageiros. Destaque particular para o aumento da demanda de óleo diesel e de gasolina, incentivado pelo incremento do consumo de bens, maior mobilidade da população, e elevação das produções agropecuária e industrial. A taxa de crescimento registrada ficou acima da expansão do PIB, especialmente em função da recuperação da mobilidade da população depois do fim das restrições impostas durante a pandemia.

Os setores aéreo e de transporte de passageiros ainda estão abaixo da demanda pré-pandemia, embora se recuperando aos poucos e com valores mais próximos aos de 2019. O transporte de cargas têm demonstrado uma maior recuperação no setor, contribuindo para a demanda de óleo diesel.

Figura 46: Consumo do setor de transportes por fonte de energia (milhões tep)

Fonte: EPE (2023b)

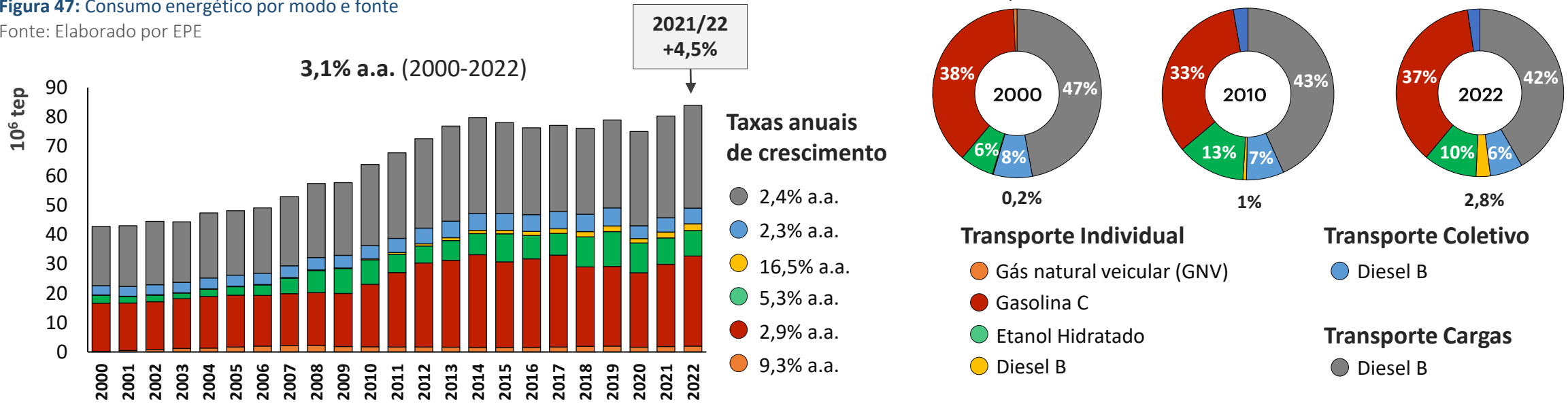


Evolução do consumo energético rodoviário

Entre 2000 e 2022, a demanda do transporte de passageiros aumentou em 2,2% a.a., e a do transporte de cargas cresceu 4,8% a.a.. O ano de 2022 foi marcado por uma retomada do transporte rodoviário. Um destaque foi o aumento da demanda de Ciclo Otto em 6,4%, primordialmente para o transporte individual de pessoas. Outro destaque foi o aumento do transporte de cargas, particularmente em função de recordes de safras de grãos, mas também devido a uma redução do desemprego e incremento do consumo. A queda da demanda por etanol hidratado, devido a uma menor oferta pelas usinas de cana de açúcar, foi mais do que compensada pelo aumento da demanda de gasolina.

Figura 47: Consumo energético por modo e fonte

Fonte: Elaborado por EPE



Destaca-se o crescimento da gasolina C na matriz de transporte rodoviário, enquanto houve desvalorização do etanol e do óleo diesel em relação a 2021. Em 2022, o GNV apresentou um acréscimo de demanda de 9,3%, com ganho de participação contínuo desde 2021, enquanto o etanol hidratado encontra-se em declínio. Nesta condição, o etanol hidratado perde participação na matriz energética frente à gasolina C, cuja demanda aumentou 2,9%.

Transporte de Passageiros

Em 2020, a pandemia impactou de forma contundente a demanda energética por passageiros no Brasil, especialmente devido à diminuição do número de passageiros no transporte público, mas também devido ao menor compartilhamento de veículos privados, reduzindo o número de passageiros por automóvel. A oferta de transporte de passageiros se recuperou fortemente em 2021 e 2022, com incremento do número de trens, automóveis e ônibus em circulação.

Figura 48: Intensidade energética por modo [tep/(10⁶ p.km)]

Fonte: Elaborado por EPE

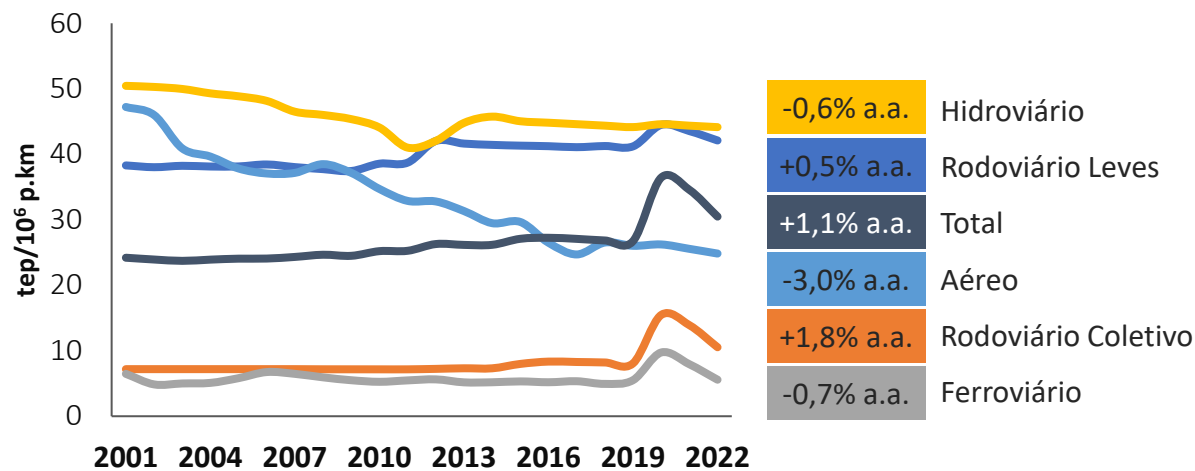
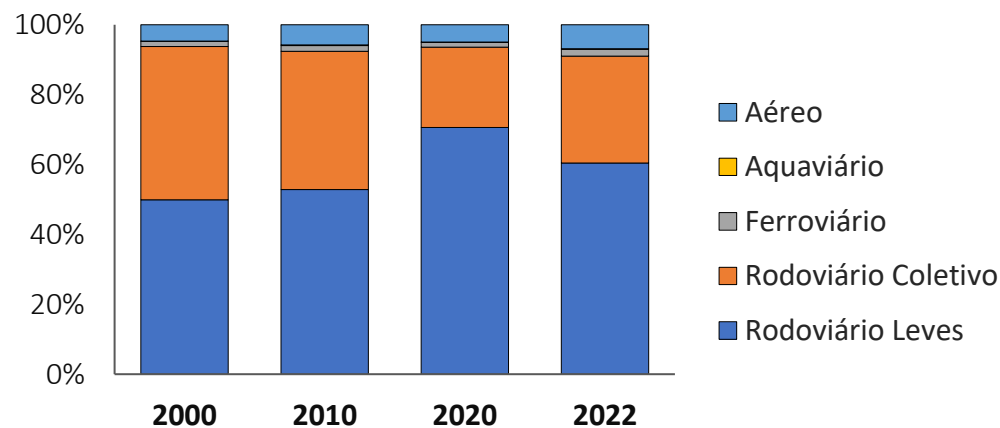


Figura 49: Atividade por modo [p.km]

Fonte: Elaborado por EPE

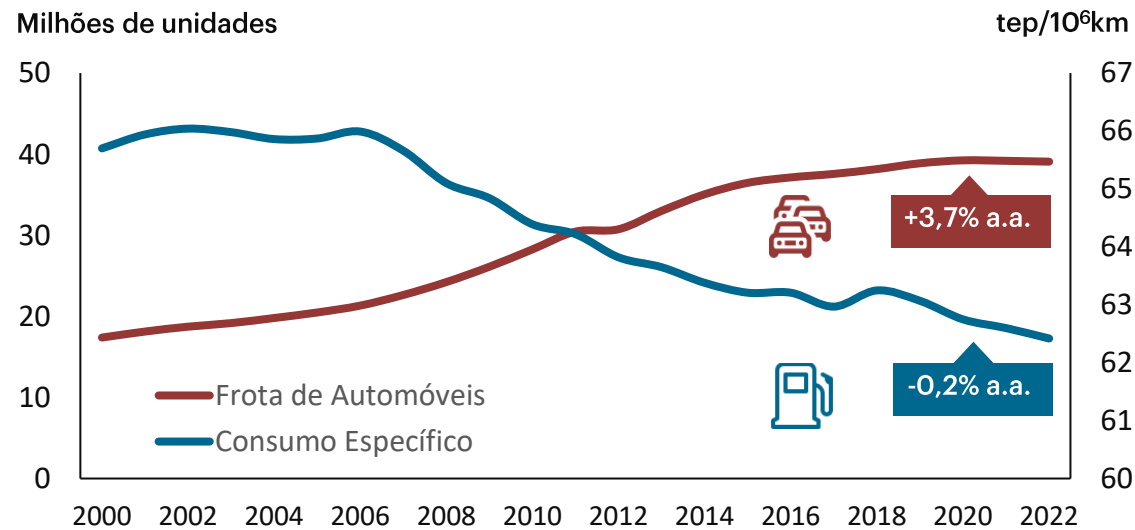


No entanto, esse aumento não foi totalmente acompanhado por uma elevação do número de pessoas transportadas, uma vez que nem todos voltaram ao regime de trabalho integralmente presencial. Além disso, o nível de desemprego associado aos reajustes de tarifas do transporte público tiveram reflexo na demanda por transportes. Neste contexto, muitos ônibus, trens, metrô e aeronaves continuaram com ocupação inferior à registrada em períodos pré-pandemia. No setor aéreo, voos internacionais se encontram em recuperação ainda mais lenta, especialmente devido ao aumento nos preços das passagens, e ao câmbio.

Nota: a unidade “p.km” refere-se a passageiro-quilômetro.

Transporte individual de passageiros

Figura 50: Frota de automóveis e consumo específico de 2000 a 2022
Fonte: Elaborado por EPE

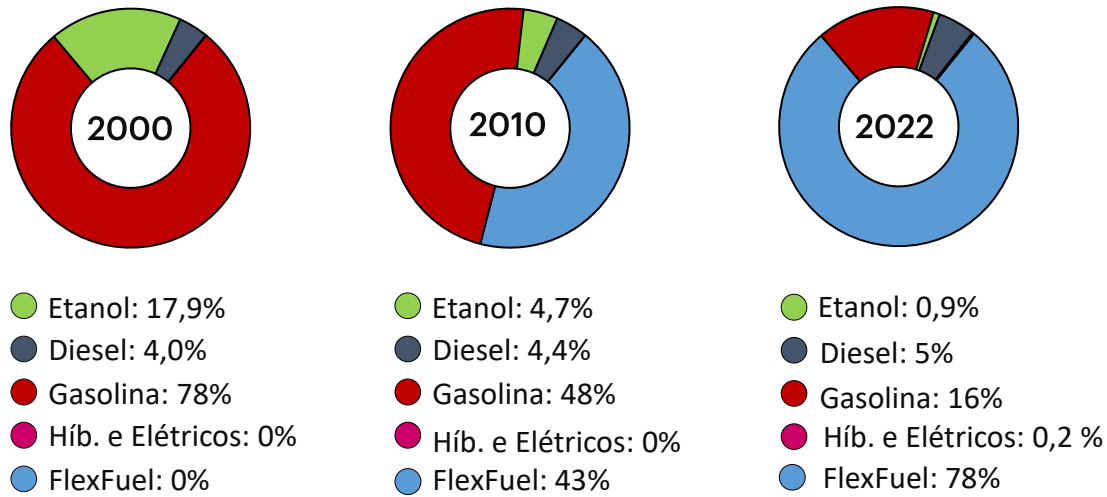


A venda de automóveis acompanhou o crescimento da renda *per capita* brasileira ao longo da década de 2000. Nos últimos 3 anos, foi observada uma estabilização das vendas de automóveis leves em torno de 2 milhões de unidades.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem veicular (PBVE), Inovar Auto e Rota 2030 promoveram a melhoria da eficiência energética dos veículos novos.

O aumento da participação de veículos *flexfuel* na frota avançou rapidamente, reduzindo os ganhos de eficiência média da frota, visto que estes apresentam eficiência um pouco inferior aos análogos dedicados.

Figura 51: Frota de leves por tipo de motorização em anos selecionados
Fonte: Elaborado por EPE

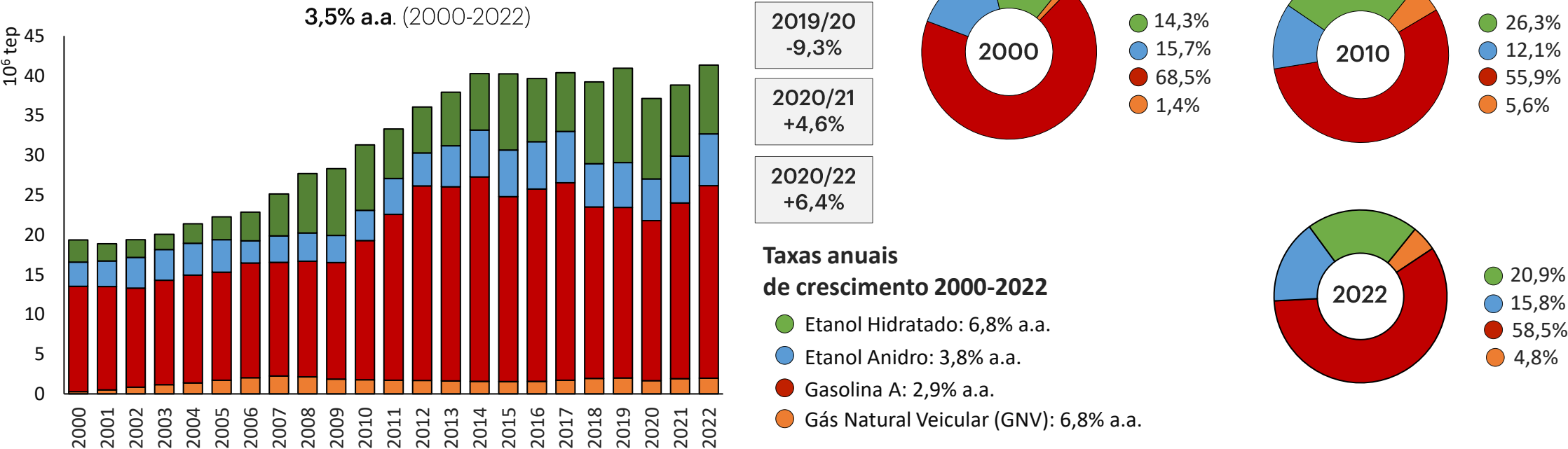


O aumento do licenciamento de comerciais leves esportivos (SUVs) também elevou o consumo específico da frota, visto que são veículos menos eficientes.

Destaque para crescimento percentual dos licenciamentos e frota de automóveis e comerciais leves eletrificados, cuja frota aumentou 68% em 2022, chegando perto de 90 mil unidades, representando cerca de 0,2% da frota total.

Ciclo Otto e o transporte rodoviário individual

Figura 52: Consumo energético por fonte
Fonte: Elaborado por EPE



O ano de 2022 manteve a recuperação na demanda de combustíveis e na mobilidade urbana, chegando a valores equivalentes aos do pré-pandemia. A disseminação da vacinação e a volta ao trabalho presencial permitiu que o país se recuperasse. Contudo, boa parte dessa retomada se concentrou no transporte individual, o que explica o aumento na demanda do Ciclo Otto. Por sua vez, as elevadas cotações internacionais de açúcar reduziram a oferta de etanol de cana, que mesmo com uma maior produção de etanol de milho, foi observado aumento significativo da demanda de gasolina.

Transporte de Cargas

No início da pandemia, ao longo dos primeiros meses de 2020, o transporte de cargas, especialmente por caminhões, foi impactado. Apesar disso, recuperou-se rapidamente, terminando o ano com um crescimento de 5,8%. Desde então, ele vêm crescendo de forma substancial. Esse bom desempenho foi novamente registrado em 2021, destacando como uma das razões para esse crescimento, o incremento na demanda de bens, impulsionado pelas restrições à mobilidade, e pela redução de gastos com serviços. Em 2022, o transporte de cargas novamente contribuiu para o aumento na demanda de óleo diesel, pelo crescimento do comércio eletrônico, para transporte de bens entre fábricas e centros de distribuição e entre centros de distribuição e consumidores finais, além do transporte de grãos para portos.

A demanda ferroviária também se recuperou, com a entrada de novas conexões incrementando o transporte dos produtos do agronegócio por ferrovias. O maior investimento em infraestrutura e a alta da safra no ano de 2022 contribuiu para o aumento percentual da atividade desse modo, que foi o maior entre os demais. Enquanto isso, embora o transporte aéreo esteja em recuperação para valores pré-pandemia, embora os preços de querosene de aviação (QAV) tenham aumentado, afetando a utilização deste modo de transporte.

Figura 53: Intensidade energética por modo [tep/(10⁶ t.km)]

Fonte: Elaborado por EPE

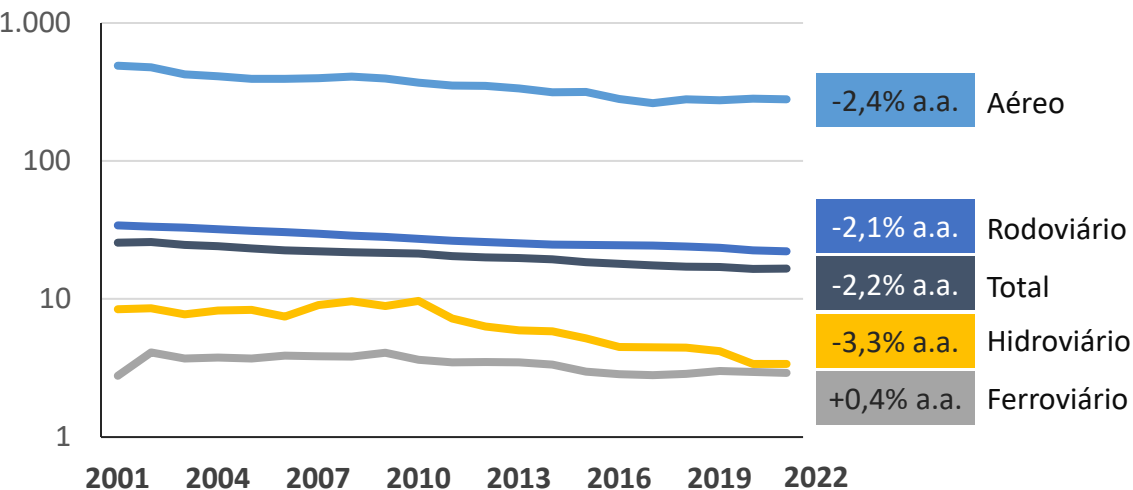
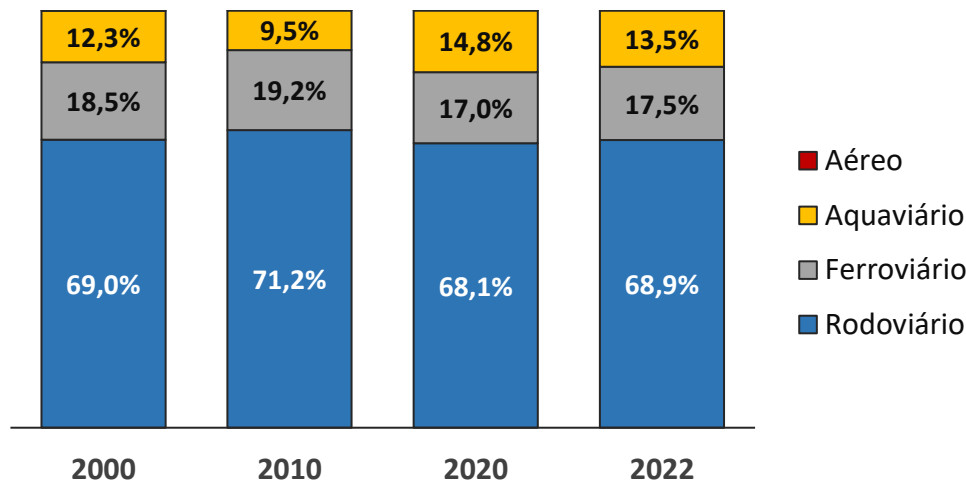


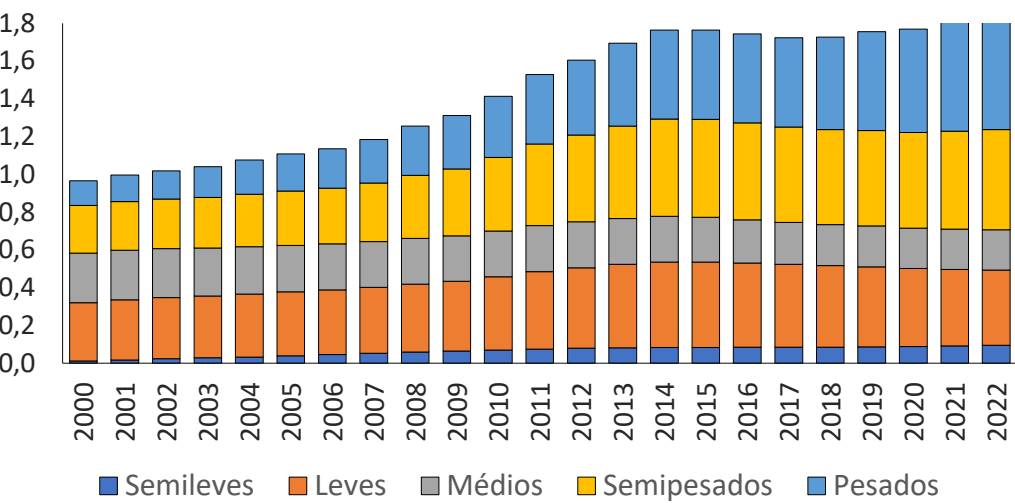
Figura 54: Atividade por modo [t.km]

Fonte: Elaborado por EPE



Transporte rodoviário de cargas

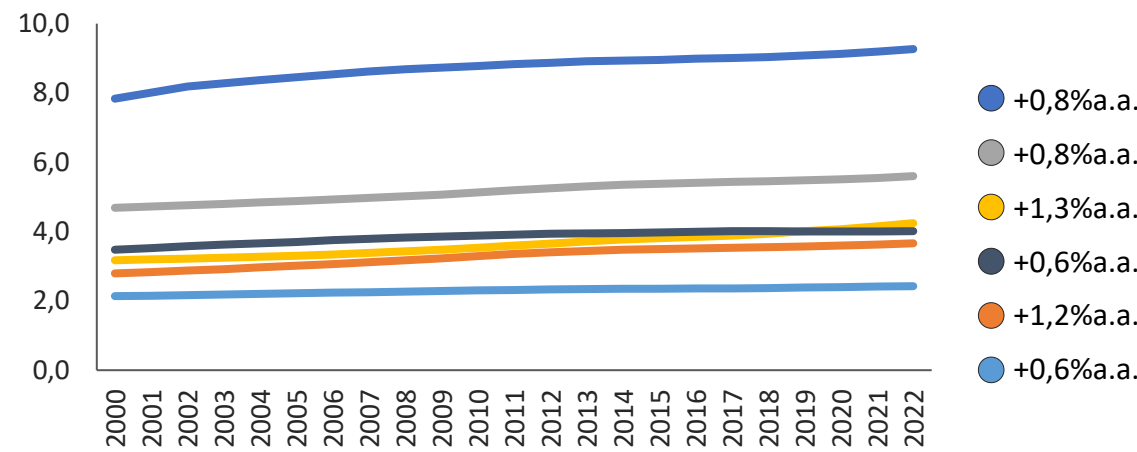
Figura 55: Frota de caminhões por categoria (milhões de unidades)
Fonte: Elaborado por EPE



Em 2021, o mercado brasileiro de caminhões registrou forte recuperação, sendo alavancado pela retomada da atividade econômica, em especial, pelo bom desempenho do setor agropecuário, da mineração, da construção civil, e do comércio eletrônico. Em 2022, a demanda por uso de caminhões permaneceu elevada, especialmente devido ao adiantamento de compras de caminhões por causa da exigência de motores aderentes à nova regulamentação Proconve P8 a partir de 2023. No entanto, problemas com semicondutores provocaram a paralisação da atividade de fábricas durante diversos meses, prejudicando a fabricação de caminhões.

Nota: O Programa de Controle de emissões Veiculares (Proconve) foi instituído para reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores. A fase P8 aplica-se a veículos novos pesados vendidos a partir de 1º de janeiro de 2023, e estipula novos limites máximos de emissão para gases de escapamento, partículas e ruído, equivalentes aos da norma europeia Euro VI.

Figura 56: Eficiência energética média de veículos novos vendidos (com carga) [km/l]
Fonte: Elaborado por EPE

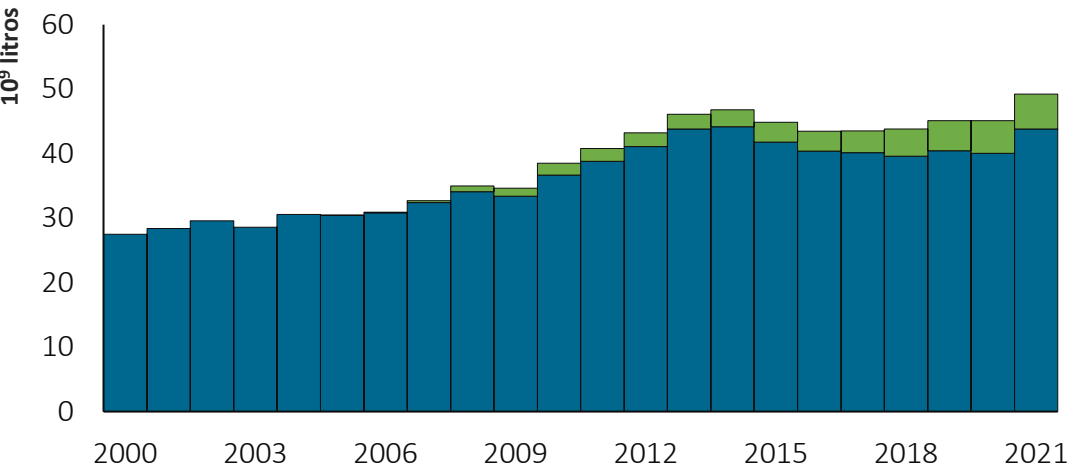


A introdução de novas fases do Programa de Controle de Emissões Veiculares (Proconve) estimulou a adoção de motores mais eficientes para atendimento aos novos limites de emissão. Em 2022, a eficiência energética de novos veículos evoluiu, principalmente dos semileves, que apresentaram maior aumento de participação na frota, assim como os médios. A eficiência dos médios foi impactada pela venda de versões elétricas, que, apesar de incipiente, começou a se expandir. A eficiência no setor apresentou um aumento de 0,6%, com todas as categorias demonstrando evolução.

Consumo de óleo diesel e biodiesel

Figura 57: Consumo de diesel e biodiesel rodoviário (bilhões litros)

Fonte: Elaborado por EPE



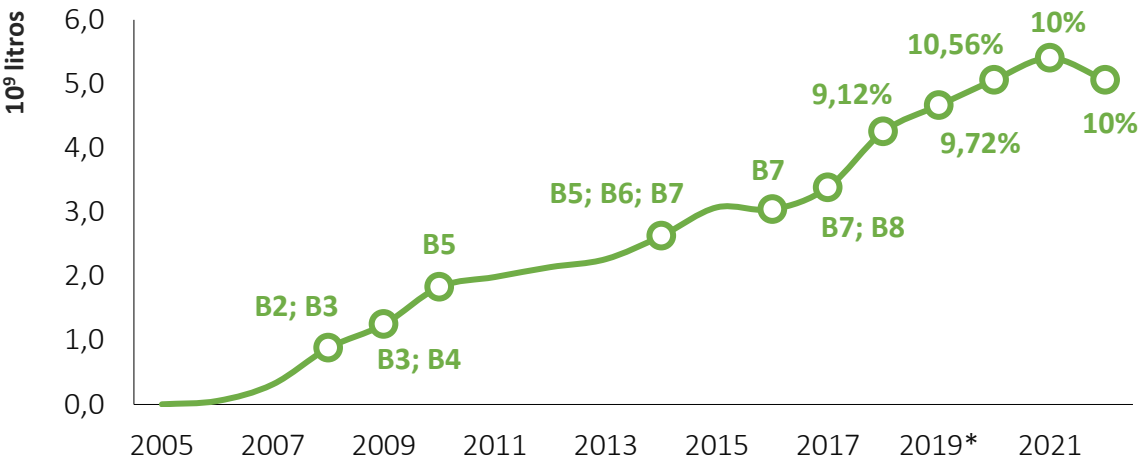
A demanda de óleo diesel por caminhões cresceu 2,8% ao ano entre 2000 e 2019. E apesar da pandemia, que reduziu a produção industrial e o consumo, e restringiu a livre circulação de caminhoneiros no princípio da pandemia, a demanda de óleo diesel rodoviário registrou recuo de 1,0% em 2020, com crescimento de 9,3% em 2021. Em 2022, a recuperação se manteve, embora mais lenta, tendo um aumento de 2,8%.

A partir de janeiro de 2022 a sistemática de comercialização de biodiesel entre produtores e distribuidores passou a ocorrer via negociação direta, extinguindo-se os leilões.

O percentual mandatório de mistura de biodiesel no óleo diesel foi de 10% em todo o ano de 2022, com o consumo do biocombustível caindo 6,4% em relação ao ano anterior.

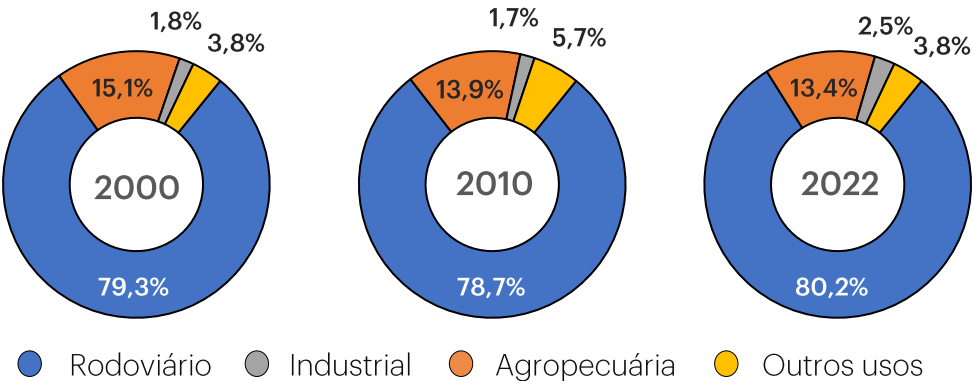
Figura 58: Evolução do consumo de biodiesel rodoviário e percentuais médios de adição

Fonte: Elaborado por EPE



* Como medida preventiva para a garantia do abastecimento do mercado interno, a ANP realizou três reduções temporárias de percentual mandatório, ao longo de 2019 e 2020. Estas ações também ocorreram no ano de 2021.

Divisão setorial do uso de óleo diesel



Considerações Finais do Setor de Transportes



O setor de transportes é o maior consumidor de energia do país, seguido de perto do setor industrial. A principal razão para a elevada intensidade energética dos transportes é o perfil da matriz de transportes, extremamente dependente do modo rodoviário. O transporte de cargas registrou crescimento, com a demanda de óleo diesel aumentando pelo aumento da utilização de caminhões. Aliado a um crescimento do transporte rodoviário individual por automóveis no pós-pandemia, existe um setor de transporte com demanda crescente, apesar de avanços na eficiência energética de cada modo.



A participação do transporte individual por automóveis aumentou ainda mais a demanda energética do transporte de passageiros. O aumento da mobilidade, com o fim das restrições pós-pandemia, representou reflexos principalmente no transporte individual, com a atividade do transporte coletivo ainda abaixo dos níveis registrados em 2019. A mobilidade total também ainda não se recuperou completamente, podendo ser reflexo tanto do trabalho de forma híbrida, que ainda perdura em grandes centros, como pela taxa de desemprego e subemprego ainda relativamente elevada. A venda de automóveis também ficou limitada, especialmente por questões logísticas, que prejudicaram a produção, e também elevaram os preços desses bens.



O aumento da demanda de combustíveis do ciclo Otto teve como principal componente a gasolina A. Em 2022, houve uma menor disponibilidade de etanol hidratado pelas usinas de cana-de-açúcar, resultando em uma queda na participação do biocombustível de 24% para 21%. Essa redução justifica-se, sobretudo, pelo aumento da atratividade do açúcar no mercado internacional e variação do preço spot do Brent que, dentre outros fatores, resultaram em um aumento da relação entre preços do etanol hidratado e preço da gasolina C (PE/PG).



O transporte rodoviário de cargas continuou preponderante em 2022, e registrou crescimento significativo. Em 2022, o transporte ferroviário cresceu, reflexo especialmente do escoamento da safra agrícola. No entanto, a maior parte da safra recorde ainda foi transportada aos centros consumidores por caminhões assim como outros tipos de carga, como grãos líquidos, que ainda usam fortemente o transporte rodoviário. Cabe destacar que as vendas foram de caminhões mais energointensivos, visto que houve alta participação de caminhões pesados neste montante.



Em 2022, a recuperação da demanda de óleo diesel se manteve, registrando um aumento de 2,8%. O percentual mandatório de mistura de biodiesel no óleo diesel foi de 10% em todo o período, tendo o consumo do biocombustível diminuído em relação ao ano anterior. Iniciou-se em janeiro deste mesmo ano nova sistemática de comercialização, via negociação direta entre produtores e distribuidores. Não obstante, o incremento da eficiência da frota de caminhões limitou o aumento da demanda de óleo diesel, apesar do crescimento da movimentação de cargas.

Capítulo especial sobre o setor residencial

Revelando desigualdades nos padrões de consumo de energia do setor residencial

O caso brasileiro em uma comparação internacional

Esta análise pretende discutir os padrões de consumo de energia do setor residencial brasileiro por meio de uma comparação internacional usando diferentes perspectivas para identificar questões de pobreza energética e potenciais de eficiência energética.

Além disso, este estudo busca...

- propor uma metodologia para medir a desigualdade no acesso aos serviços de energia
- trazer alguns exemplos de políticas de eficiência energética focadas na mitigação da pobreza energética no Brasil

A motivação deste estudo é...

Apoiar o desenho de políticas públicas focadas na erradicação da pobreza energética, na mitigação dos Gases de Efeito Estufa (GEE), na promoção da Eficiência Energética e no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

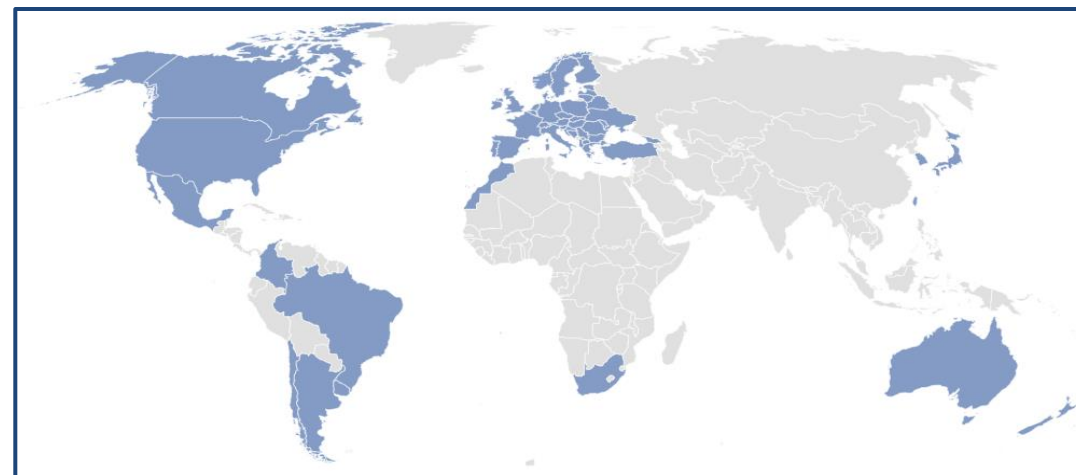
Demanda energética do setor residencial brasileiro em comparação internacional

Dados Internacionais

Esta análise utiliza dados da Base de Indicadores de Eficiência Energética e Usos Finais da IEA (dezembro de 2022) sobre a Demanda de Energia do Setor Residencial entre 2000 e 2019.

A base apresenta dados de 57 países, sendo:

- 21 países em desenvolvimento, de acordo com o FMI (2023)¹
- 6 países latinoamericanos
- 2 países africanos
- 3 países dos BRICS



A maioria dos países com clima predominantemente temperado, subtropical ou mediterrâneo.

Dados Brasileiros

No caso brasileiro, foram consideradas bases de dados adicionais:

- Eletricidade - Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PPH)
- Lenha e Carvão vegetal – Annual Continuous Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNADCA/IBGE)
- GLP e Gás Natural – Pesquisa de Orçamento Familiar (POF/IBGE)

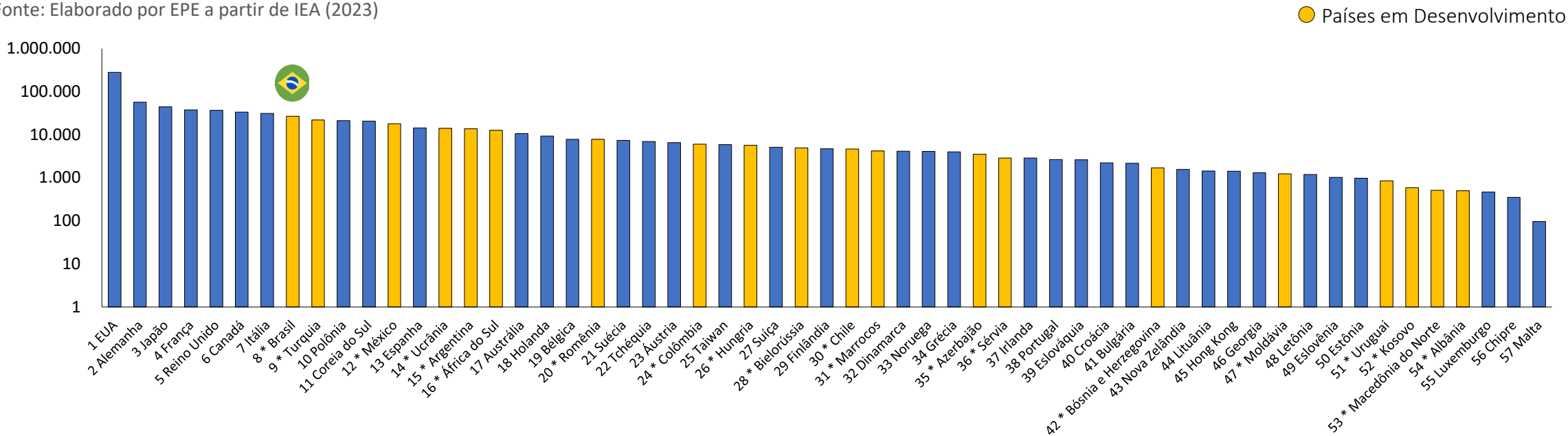
¹ IMF's World Economic Outlook Database (April 2023);

Comparação internacional do consumo total de energia do setor residencial

Comparando o consumo total de energia das residências entre os países, o Brasil foi o país responsável pelo 8º maior consumo de energia do mundo e o país em desenvolvimento com o maior consumo de energia residencial.

Figura S1: Consumo total de energia do setor residencial (em mil tep) em 2019.

Fonte: Elaborado por EPE a partir de IEA (2023)



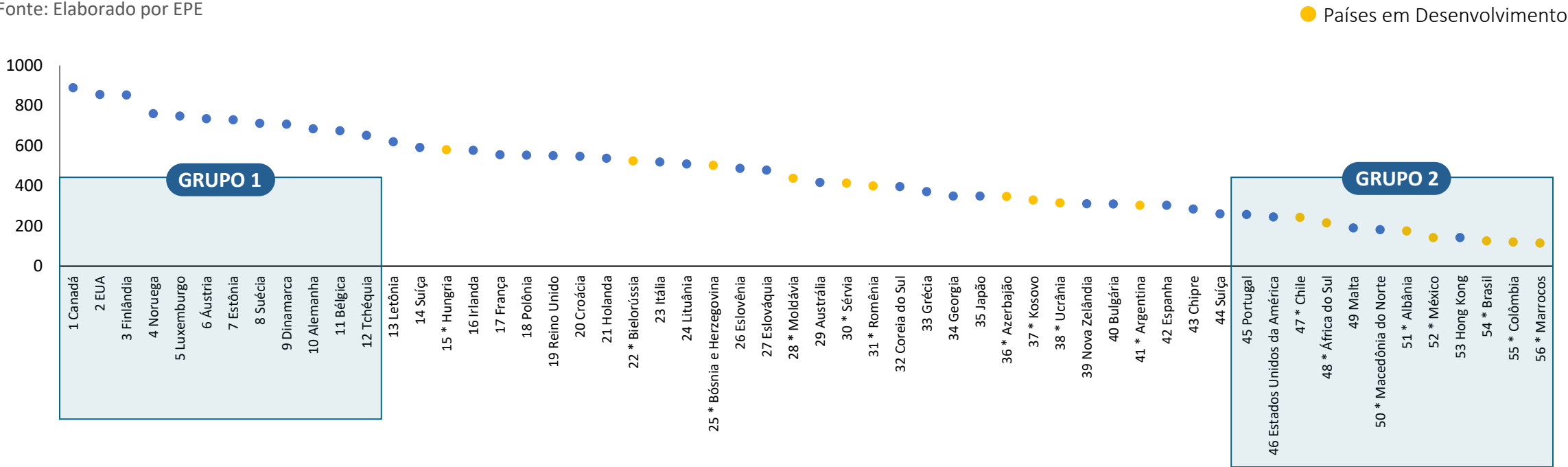
No entanto, o consumo total de energia do Setor Residencial não parece ser um indicador muito conclusivo, porque não desconsidera o efeito populacional, que é um dos principais impulsionadores do consumo de energia no setor residencial. Considerando o caso do Canadá e dos EUA como exemplo, vale a pena notar que o Canadá tem uma demanda energética no setor residencial muito menor do que o seu vizinho, apesar de ter uma área territorial equivalente à dos EUA. Isso pode ser explicado pelo fato de os EUA terem uma população muito maior que o Canadá.

Comparação internacional do consumo de energia per capita (CEPC) do setor residencial

Por outro lado, o Consumo de Energia Per Capita pode ser um indicador interessante. Ao observarmos o mesmo grupo de países selecionados ordenados pelo indicador CEPC, vemos que o Canadá e os EUA têm o maior consumo per capita.

Figura S2: Consumo de Energia Per Capita do Setor Residencial (10⁻³ tep per capita) em 2019.

Fonte: Elaborado por EPE



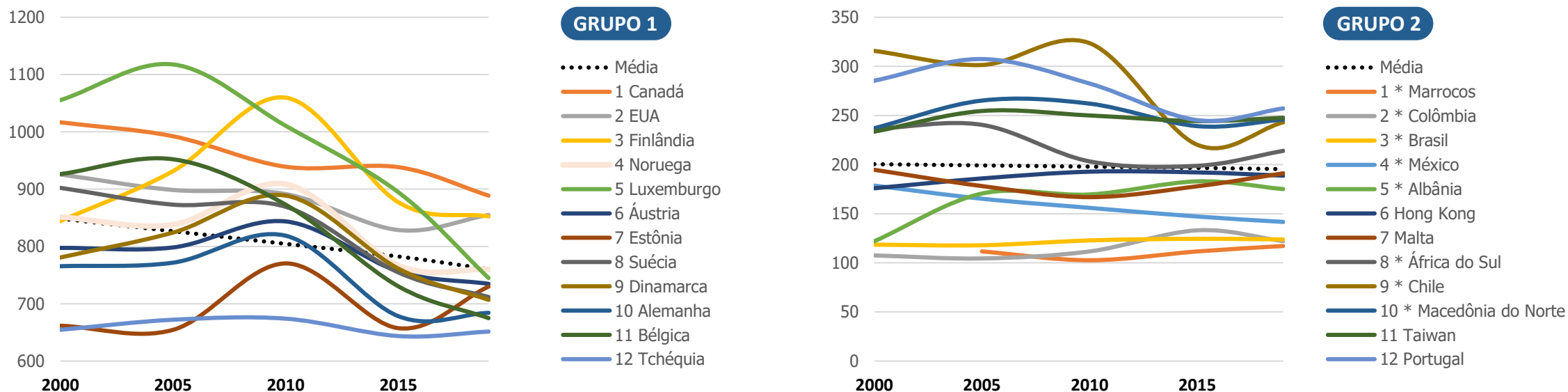
Considerando o indicador CEPC, o Brasil está no final da lista junto com outros países em desenvolvimento, demonstrando uma possível correlação entre o consumo de energia per capita e o nível de desenvolvimento. Observando o ranking notamos que os 12 CEPC mais altos (Grupo 1) estão relacionados aos países desenvolvidos enquanto os 12 CEPC mais baixos (Grupo 2) estão relacionados principalmente aos países em desenvolvimento.

Evolução do Consumo de Energia Per Capita (CEPC) do Setor Residencial

Analisando os 12 países com maior CEPEC do setor residencial (Grupo 1), vale notar que este grupo tendeu a reduzir seu consumo, possivelmente demonstrando ganhos de eficiência energética.

Figura S3: Evolução do Consumo de Energia Per Capita (CEPC) no Setor Residencial (10^{-3} tep per capita).

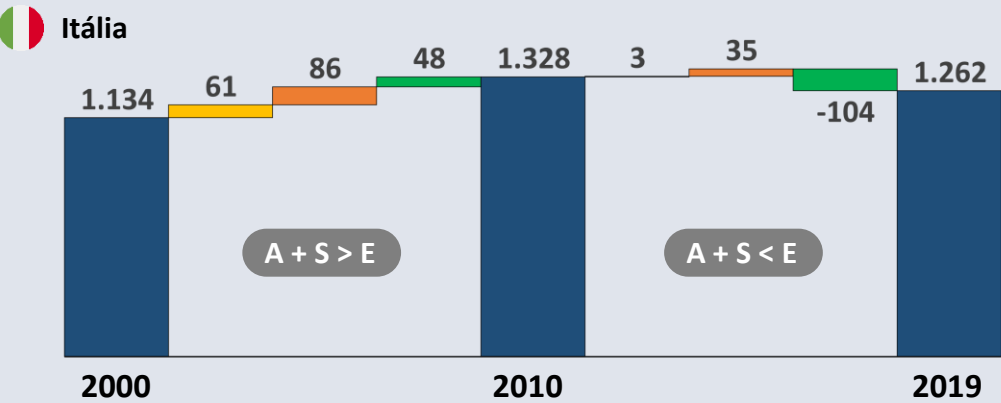
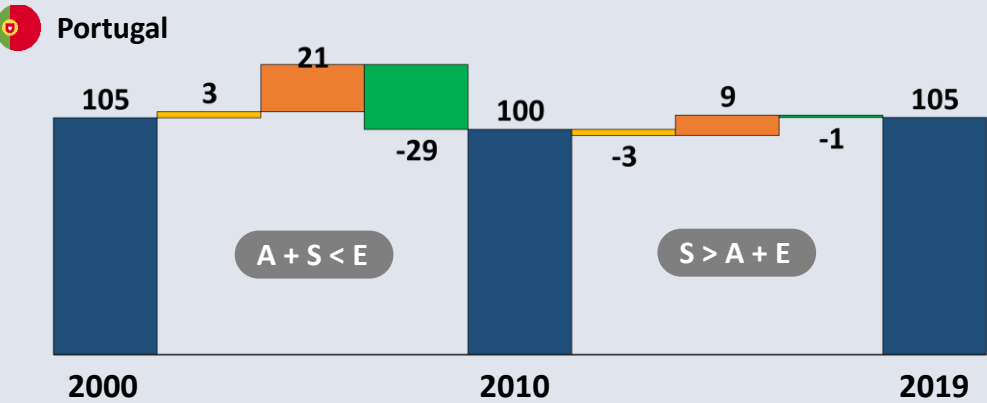
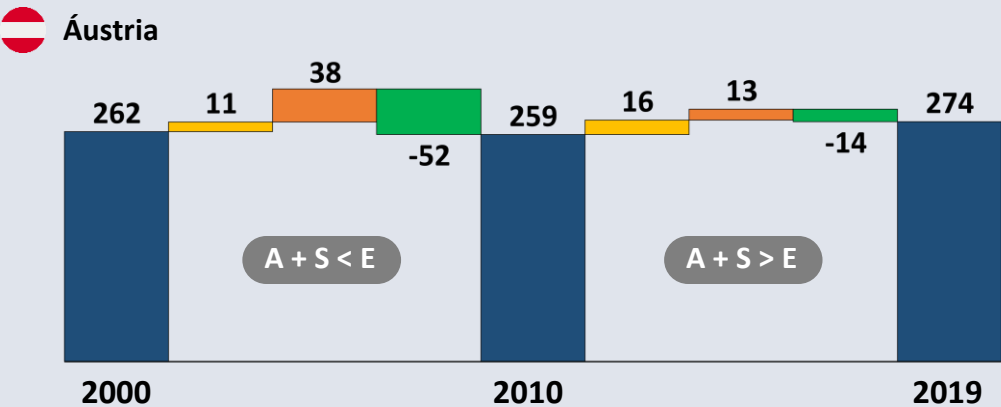
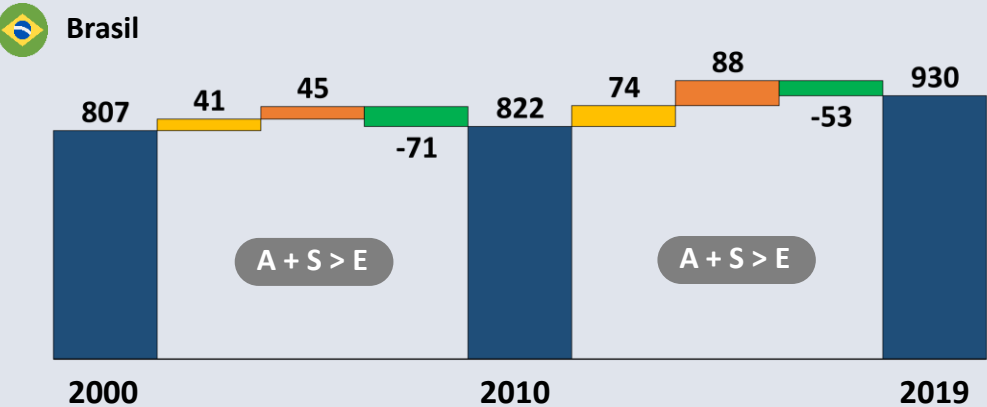
Fonte: Elaborado por EPE a partir de IEA (2023)



Por outro lado, os 12 países com menor CEPC do setor residencial (Grupo 2) apresentaram uma tendência estática. Isto pode indicar que as famílias não apresentam mudanças nos seus padrões de consumo ou possivelmente que ganhos de eficiência foram mitigados por um aumento de consumo para atender a uma demanda reprimida por serviços energéticos (efeito bumerangue).

Box 1. Decomposição da variação do consumo de energia do setor residencial em países selecionados

A análise de decomposição estrutural para os 4 países selecionados (IEA, 2023) mostra como nos 3 países desenvolvidos os ganhos de eficiência excederam o aumento do consumo relacionado com aos efeitos atividade e/ou estrutura. Mas, no caso do Brasil, um país em desenvolvimento, os efeitos atividade e estrutura superaram o efeito eficiência energética, demonstrando um aumento no consumo para possivelmente atender a uma demanda energética reprimida.



■ Consumo(C) ■ Atividade(A) ■ Estrutura (S) ■ Eficiência (E)

Nota: A, S e E referem-se aos valores absolutos de cada efeito.

Padrões de consumo de serviços energéticos no setor residencial

A análise dos indicadores agregados proporciona uma visão interessante do consumo de energia no setor residencial. No entanto, é importante analisar o consumo de energia de forma mais detalhada para compreender:

- Quais as fontes energéticas consumidas;
- Para atender a demanda de quais serviços de energia;
- Por qual tipo de perfil socioeconômico do consumidor.

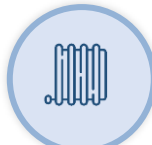
Essas informações podem ajudar a melhorar o desenho, a implementação e o monitoramento de políticas públicas comprometidas com a promoção da eficiência energética e a redução da pobreza energética.

Principais serviços energéticos demandados no setor residencial



Iluminação

Eletricidade, Querosene



Aquecimento de Ambiente

Eletricidade, Gás Natural, Calor de Processo, Lenha, Derivados de Carvão, Carvão vegetal



Refrigeração de Ambiente

Eletricidade



Cocção

Eletricidade, GLP, Gás Natural, Lenha, Carvão Vegetal



Refrigeração de Alimentos

Eletricidade



Aquecimento de Água

Eletricidade, Gás Natural, Calor de Processo, Lenha, Derivados de Carvão, Carvão vegetal



Outros Usos¹

Eletricidade



As famílias exigem serviços energéticos, mas e as fontes energéticas?

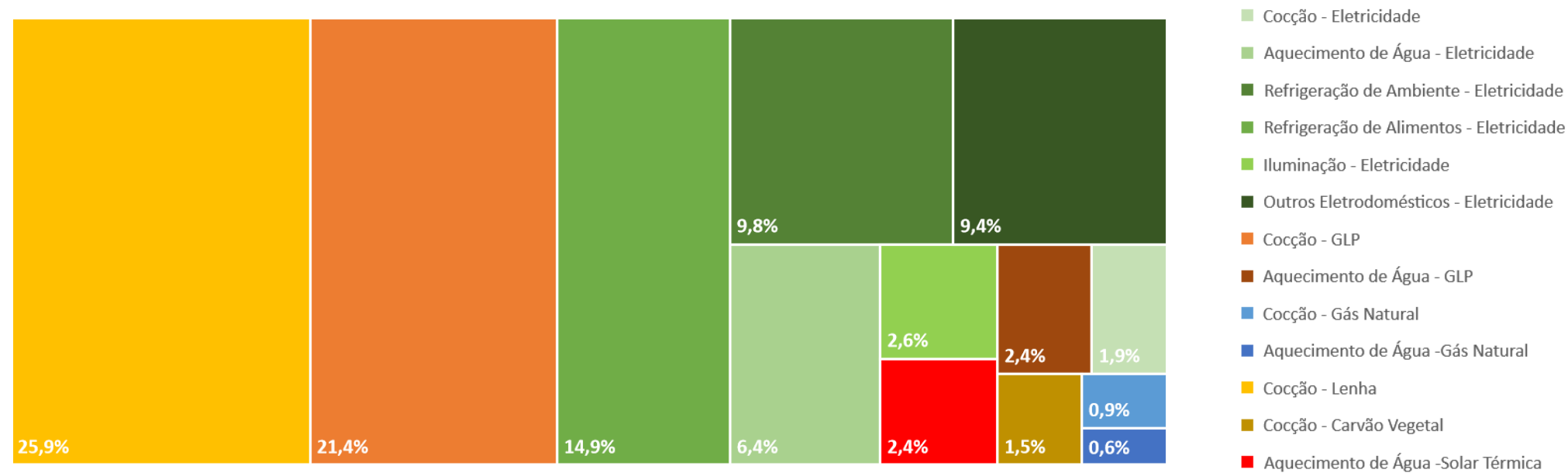
A escolha de fontes energéticas dependerá de fatores secundários, como disponibilidade, tecnologia, eficiência, custos, questões culturais, políticas e ambientais.

¹ Outros usos como lazer, comunicação, limpeza etc.

Contextualizando os Serviços Energéticos no Setor Residencial Brasileiro

Considerando o mix energético do setor residencial, a eletricidade é a fonte de energia mais consumida, especialmente para conservação de alimentos, refrigeração de ambientes, aquecimento de água, iluminação, cozinha e outros usos (eletrodomésticos). Em 2019, 99,8% tinha acesso a eletricidade.

Figura S4: Distribuição do consumo de energia por Serviços Energéticos e fontes no Setor Residencial Brasileiro em 2019.
Fonte: EPE (2023b)



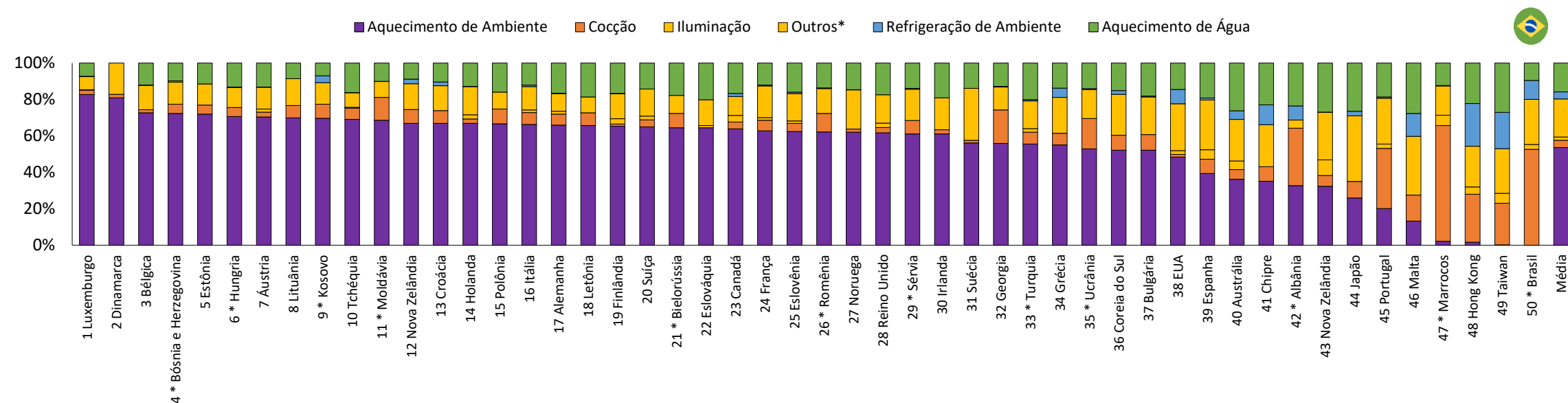
Ao analisar os serviços energéticos, cocção representa quase metade da demanda de energia e majoritariamente atendido por lenha e GLP.

Comparação internacional dos padrões de consumo de serviços energéticos

A maioria dos países selecionados tem o aquecimento ambiente como principal serviço energético. Isto pode ser explicado pelo fato de a maioria dos países da amostra da IEA estar localizada em regiões de clima temperado, ou subtropical. Marrocos, Hong Kong, Taiwan e Brasil foram os únicos países com pouca ou nenhuma demanda para este uso, dado que estes são também os únicos países da amostra que se encontram em regiões com clima tropical ou equatorial.

Figura S5: Distribuição do Consumo de Energia por Serviços Energéticos no Setor Residencial em 2019.

Fonte: Elaborado por EPE com base em IEA (2023)



Para comparar o nível de eficiência energética, é interessante analisar o consumo de energia per capita (CEPC) por serviço energético. Nesta análise, apenas a demanda energética para aquecimento ambiente não é considerada por não ser um serviço energético relevante no Brasil.

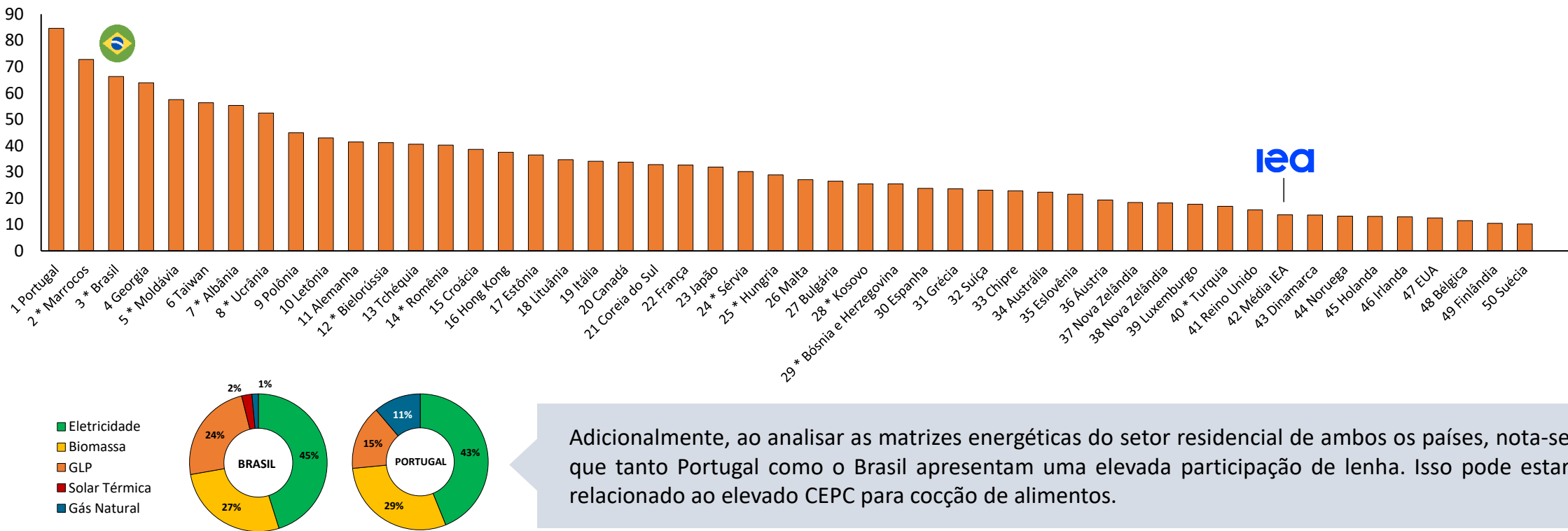
Nota: Países em desenvolvimento estão identificados com (*) na frente de seus nomes

Comparação Internacional| CEPC para cocção de alimentos

Ao ordenar os países segundo o consumo de energia per capita (CEPC) para cocção, é possível observar que, dentre os 10 países com maior CEPC para cocção, 5 são países em desenvolvimento. Portugal se apresenta como o país com maior CEPC, sendo seguido por Marrocos e Brasil.

Figura S6: Consumo de Energia Per Capita (CEPC) para Cocção no Setor Residencial de diferentes países em 2019 (10⁻³ tep per capita).

Fonte: Elaborado por EPE com base em IEA (2023)



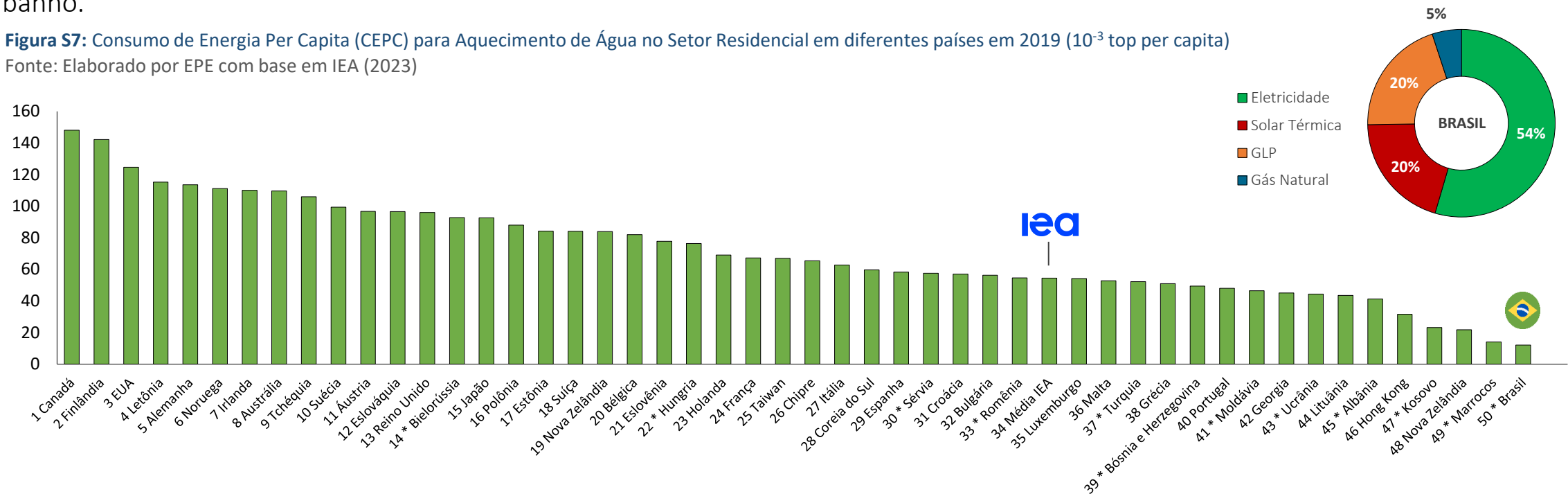
Nota: Países em desenvolvimento estão identificados com (*) na frente de seus nomes.

Comparação Internacional| CEPC para aquecimento de água

Analisando o consumo per capita de energia (CEPC) para aquecimento de água, é possível observar que Brasil e Marrocos são os países com menor CEPC para atendimento da demanda por serviço energético. Isso pode ser explicado por aspectos culturais e também aspectos climáticos. Como os dois países apresentam clima tropical, o aquecimento de água é provavelmente exclusivo para banho.

Figura S7: Consumo de Energia Per Capita (CEPC) para Aquecimento de Água no Setor Residencial em diferentes países em 2019 (10⁻³ top per capita)

Fonte: Elaborado por EPE com base em IEA (2023)



No caso do Brasil, outra particularidade é que o aquecimento de água é atendido principalmente por chuveiros elétricos e sistema solar térmico – duas tecnologias limpas e eficientes.

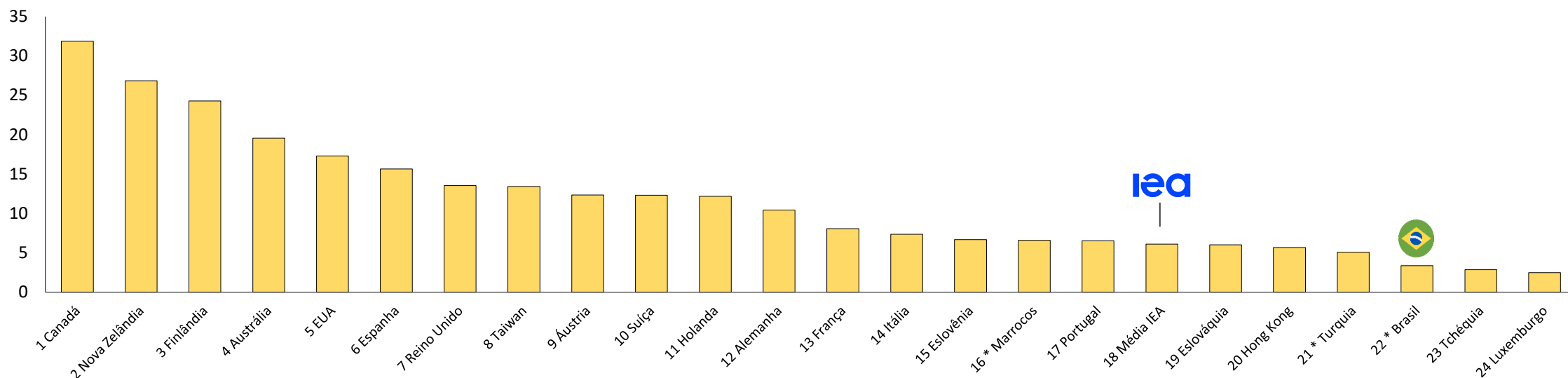
Nota: Países em desenvolvimento estão identificados com (*) na frente de seus nomes

Comparação Internacional | CEPC para iluminação

Analisando o consumo de energia per capita (CEPC) para iluminação, é possível notar que países desenvolvidos tendem a apresentar CEPC superior a países em desenvolvimento. No caso do Brasil, é possível observar que o CEPC para iluminação está abaixo inclusive que a média da amostra da IEA, indicando a provável eficácia das políticas de eficiência energética com foco em lâmpadas no Brasil.

Figura S8: Consumo de Energia Per Capita (CEPC) para Iluminação do Setor Residencial em diversos países em 2019.

Fonte: Elaborado por EPE com base em IEA (2023)



No Brasil, existem duas políticas principais para promover a eficiência energética na iluminação do setor residencial: (i) padrões mínimos de energia para lâmpadas fluorescentes compactas (regulamentados em 2006 e 2010) e lâmpadas incandescentes (regulamentados em 2010), e (ii) substituição de lâmpadas por empresas de distribuição de energia elétrica através do Programa de Eficiência Energética/ANEEL.

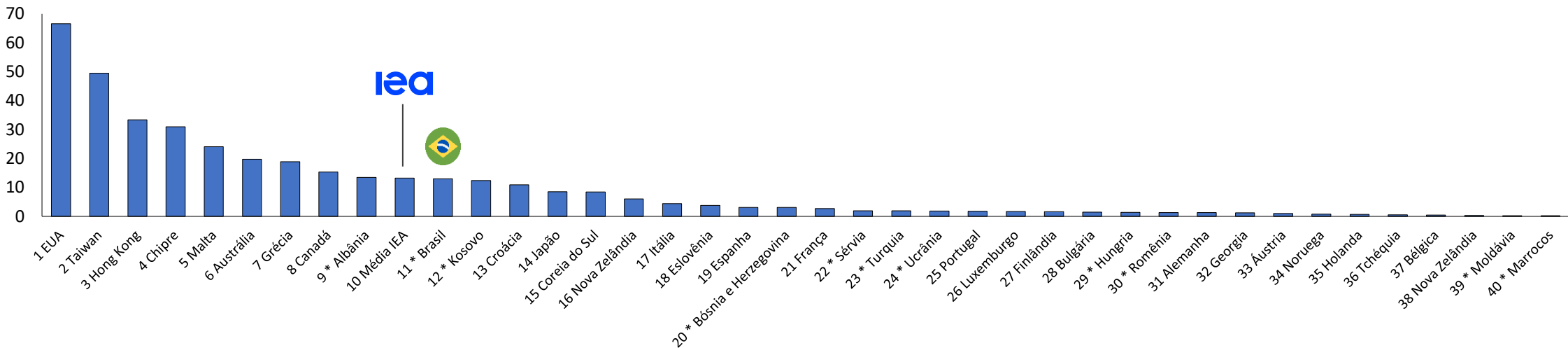
Nota: Países em desenvolvimento estão identificados com (*) na frente de seus nomes

Comparação Internacional | CEPC para refrigeração de ambiente

Embora a refrigeração de ambiente seja um dos serviços que demandem maior consumo de energia no setor residencial, não é necessariamente um serviço energético popular devido a restrições de rendimento, aspectos estruturais, climáticos ou culturais. Por exemplo, muitos países não dependem do consumo de energia para conforto térmico por não enfrentarem altas temperaturas. Isso explica a razão pela qual muitos países da amostra da IEA têm um CEPC baixo para refrigeração de ambiente.

Figura S9: Consumo de energia per capita (CEPC) para refrigeração espacial no setor residencial em diferentes países em 2019 (10^{-3} tep per capita)

Fonte: Elaborado por EPE com base em IEA (2023)



Entre os países em desenvolvimento na amostra da IEA, o Brasil é o país com o maior CEPC para refrigeração de ambiente, apresentando um CEPC equivalente à média da amostra da IEA. É interessante destacar ainda que o Brasil possui um CEPC para refrigeração de ambiente inferior ao do Canadá e da Albânia, ambos países com temperaturas médias mais baixas do que as encontradas no Brasil. **Isso pode ser uma indicação da pobreza energética no Brasil. No entanto, estudos mais precisos devem ser desenvolvidos para avaliar a real demanda potencial de refrigeração de ambiente com base em dados climáticos regionais (como temperaturas e número de dias com calor extremo e necessidade de refrigeração espacial – *cooling degree-days*).**

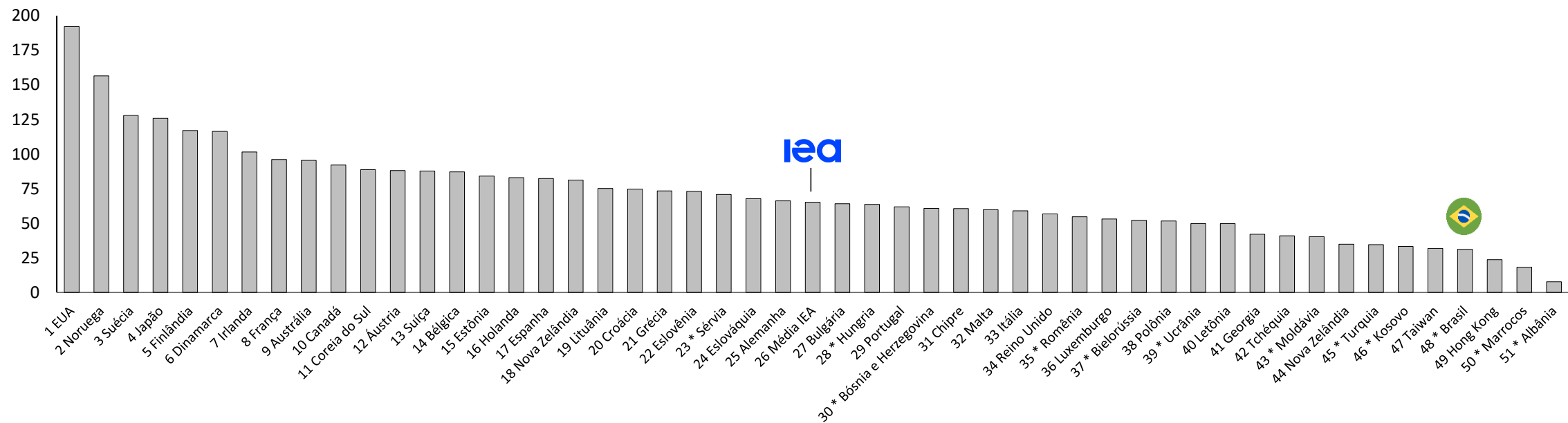
Nota: Países em desenvolvimento estão identificados com (*) na frente de seus nomes

Comparação Internacional| CEPC para outros usos

Analisando o consumo de energia per capita (CEPC) para outros usos, vemos que os países em desenvolvimento tendem a ter um menor CEPC. Por exemplo, o Brasil apresenta o 4º menor CEPC para eletrodomésticos (incluindo geladeiras).

Figura S10: Consumo de Energia Per Capita (EPCC) para Eletrodomésticos (incluindo refrigeradores) no Setor Residencial em diferentes países em 2019 (10⁻³ tep per capita).

Fonte: Elaborado por EPE com base em IEA (2023)



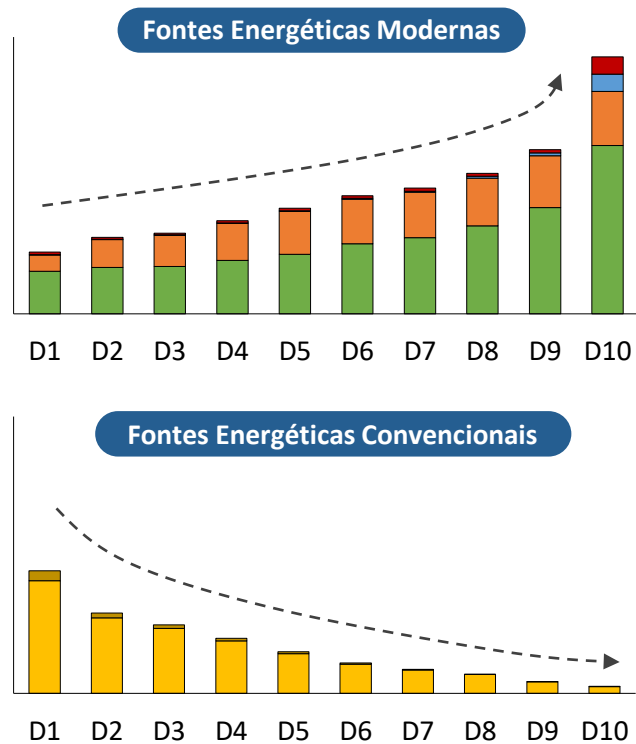
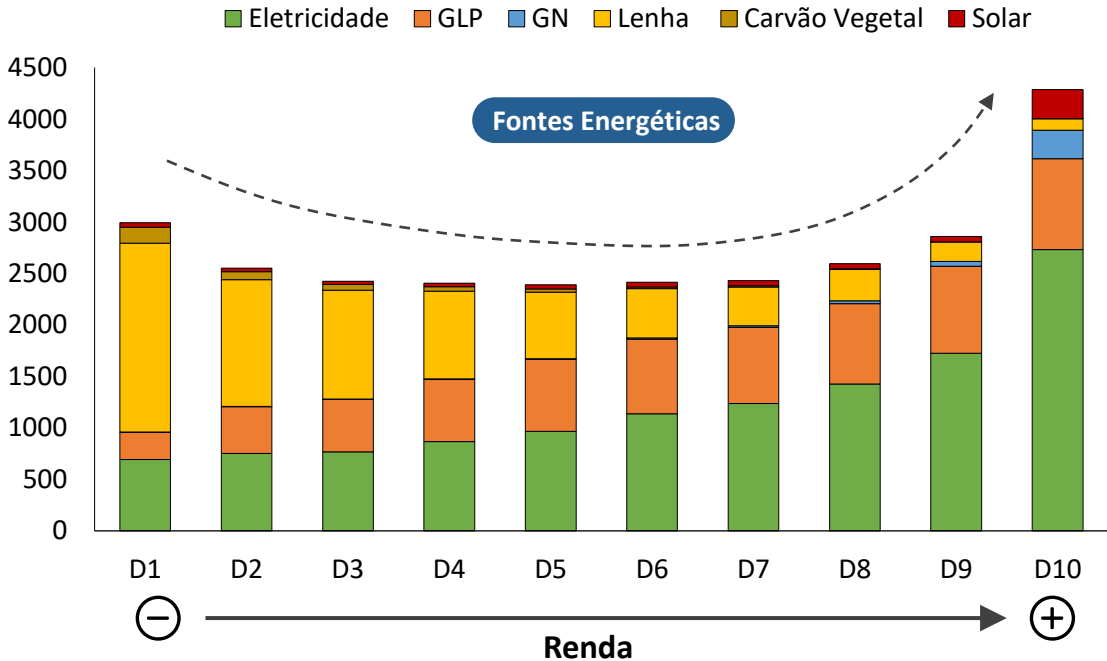
O menor CEPC para eletrodomésticos em países em desenvolvimento pode estar relacionado à existência de uma demanda reprimida por outros serviços energéticos, principalmente nas classes de renda mais baixas. Portanto, especialmente nos países em desenvolvimento, é importante analisar a desigualdade no consumo de energia, especialmente por classes de renda.

Nota: Países em desenvolvimento estão identificados com (*) na frente de seus nomes

Consumo de Energia por Classes de Renda no Brasil

No Brasil, há uma concentração significativa de eletricidade nas classes de renda mais alta e de biomassa (lenha e carvão vegetal) nas classes de baixa renda. Como resultado, as classes de renda mais baixa tendem a apresentar maior potencial de eficiência energética devido ao uso de fontes energética convencionais (lenha e carvão vegetal), e uma maior demanda reprimida por serviços energéticos prestados por fontes energéticas modernas (eletricidade, solar térmica, GLP e gás natural). Então esta análise é dividida em dois grupos de fontes, de forma a contribuir mais adequadamente para o desenho de políticas públicas.

Figura S11: Consumo Total de Energia por Fontes e Classes de Renda no Brasil em 2019 (em 10³ tep)
Fonte: EPE (2023d)



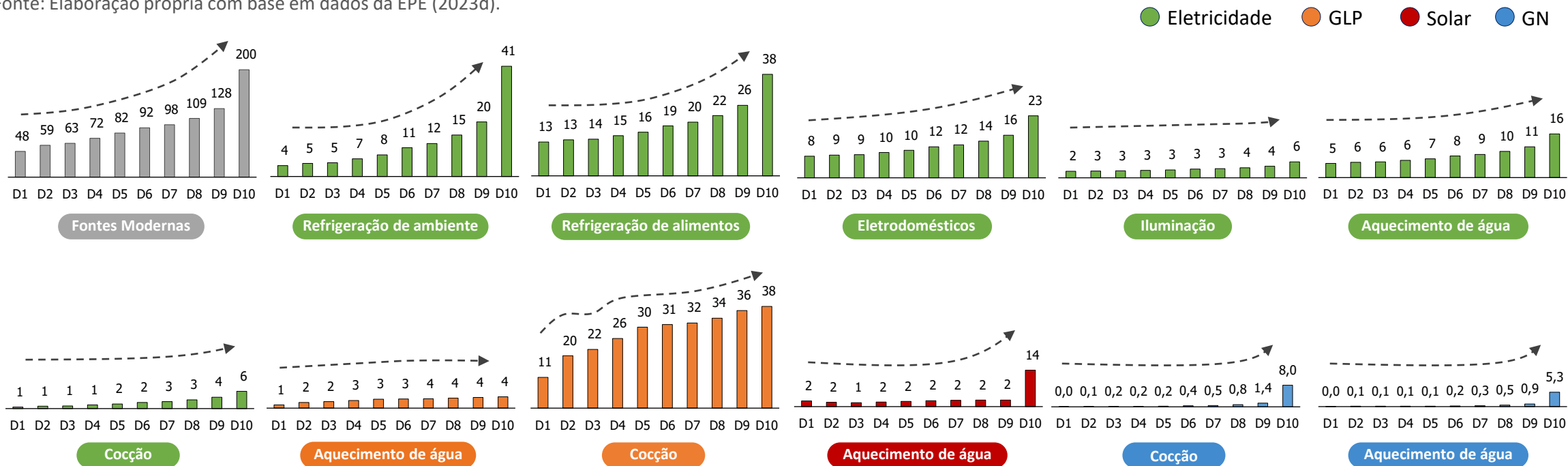
Nota: Todas as classes de D1 a D10 possuem a mesma quantidade de pessoas (10% da População, ou 20,9 Milhões de pessoas). D1 representa a classe de renda mais baixa e D10 significa a classe de renda mais alta.

Demanda de Fontes de Energia Modernas por Classes de Renda no Brasil

Analizando por fontes de energia e serviços energéticos, é possível notar que o consumo de energia per capita (CEPC) tende a aumentar a medida que aumenta a renda das famílias. No entanto, a elasticidade-renda depende da fonte e do serviço energético.

Figura S12: Consumo de energia per capita (CEPC) por usos e classes de renda (10^{-3} tep per capita).

Fonte: Elaboração própria com base em dados da EPE (2023d).

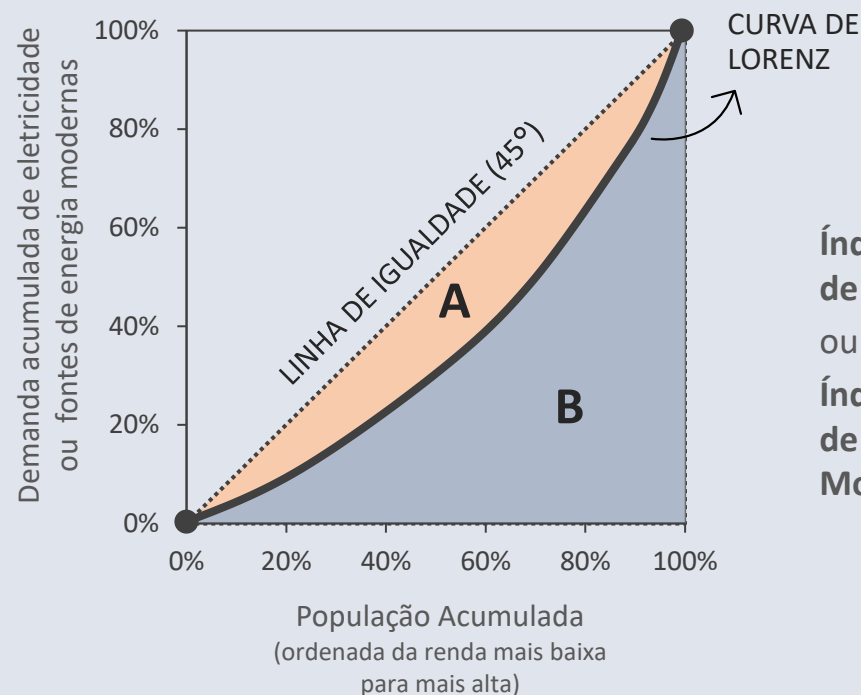


O GLP para cocção é a fonte que apresenta a elasticidade mais diferenciada. Isso pode ser explicado pelo fato de ser uma fonte difundida em todas as classes de renda. As únicas exceções são: as classes de renda mais baixa, onde existe uma elevada penetração de lenha e carvão, e a classe de rendimento mais elevado, onde parte significativa do uso de cocção é atendido por gás natural e eletricidade.

Nota: Todas as classes de D1 a D10 possuem a mesma quantidade de pessoas (10% da População, ou 20,9 Milhões de pessoas). D1 representa a classe de renda mais baixa e D10 significa a classe de renda mais alta.

Box 2. Proposta de novos indicadores: Índice de Gini de Eletricidade e Índice de Gini de Energia Moderna

O Índice de Gini mostra a relação entre a participação de um grupo específico de domicílios no total de domicílios (eixo horizontal) e a participação da demanda desse mesmo grupo (eixo vertical). Esta demanda pode ser o consumo de Eletricidade (no caso do Índice de Gini de Eletricidade) ou o consumo de Fontes de Energia Modernas (no caso do Índice de Gini de Energia Moderna). Esta relação é representada pela curva de Lorenz, representada na figura abaixo. :



**Índice de Gini
de Eletricidade**
ou
**Índice de Gini
de Energia
Moderna**

$$= \frac{A}{A + B}$$

O **Índice de Gini de Eletricidade e Índice de Gini de Energia Moderna** são calculados com base na área entre a curva de Lorenz e a linha de igualdade (área A), que representa a perfeita ausência de desigualdade na distribuição do consumo de energia elétrica ou de fontes de energia modernas. Quanto maior a área entre essas duas curvas, maior será a desigualdade e o Índice de Gini.

O índice pode variar entre 0 e 1. Quando é igual a zero, não há desigualdade; o que significa que todas as pessoas apresentariam o mesmo consumo. Por outro lado, se o índice for igual a um, significa a concentração máxima e, uma única pessoa seria responsável por consumir toda a demanda de eletricidade ou fontes de energia modernas do país.

Os índices de gini de eletricidade e de energia moderna medem a desigualdade no acesso aos serviços energéticos fornecidos respectivamente por eletricidade e por fontes de energia modernas e limpas. Estes indicadores podem ser utilizados em conjunto com o odex e o consumo de energia per capita para desenhar, monitorar e avaliar as políticas de eficiência energética e de redução da pobreza energética.

^[1] Decil significa um intervalo que contém uma amostra que representa 10% dos dados.

Índice de Gini de Eletricidade e Índice de Gini de Energia Moderna para o Brasil

O Índice de Gini de Eletricidade e o Gini de Energia Moderna foram calculados para o Brasil. De 2005 a 2014, ambos os indicadores diminuíram, indicando uma redução da desigualdade. Contudo, em 2015, os Índices de Gini mudaram de trajetória e passaram a apresentar tendências de aumento da concentração da demanda nas classes de renda mais altas. Em 2019, o consumo de fontes de energia modernas se mostrou menos concentrado que o consumo de eletricidade no setor residencial brasileiro.

Figura S13: Curva de Lorenz para Eletricidade e Fontes de Energia Modernas no Brasil (2019)
Fonte: EPE (2023d).

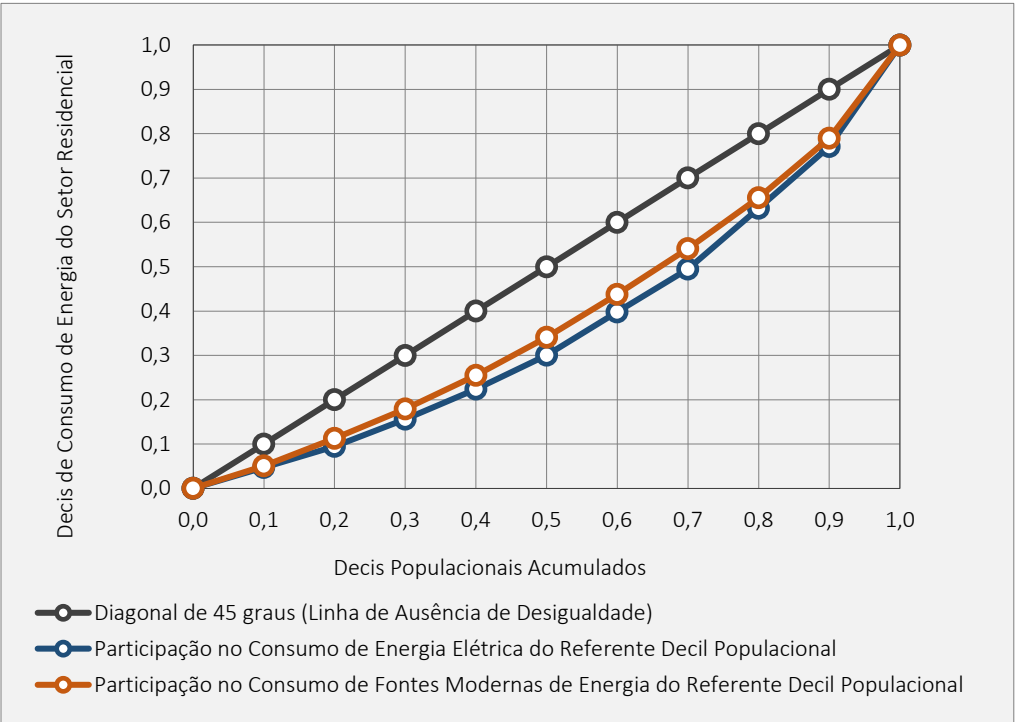
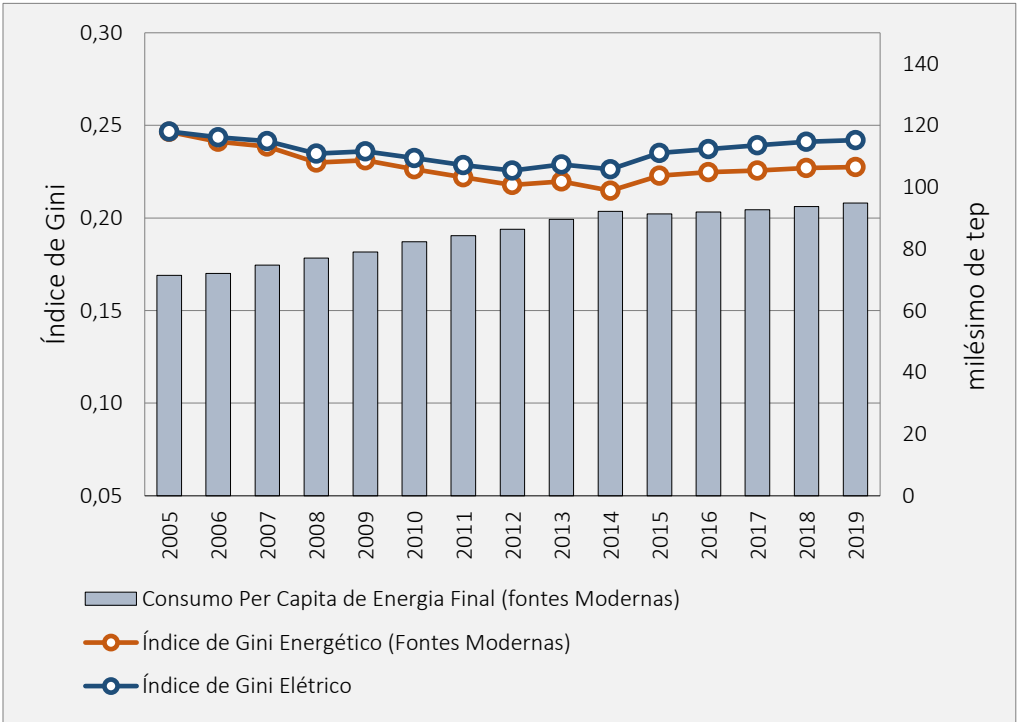


Figura S14: Evolução dos Índices de Gini e do consumo de energia per capita no Brasil
Fonte: EPE (2023d).

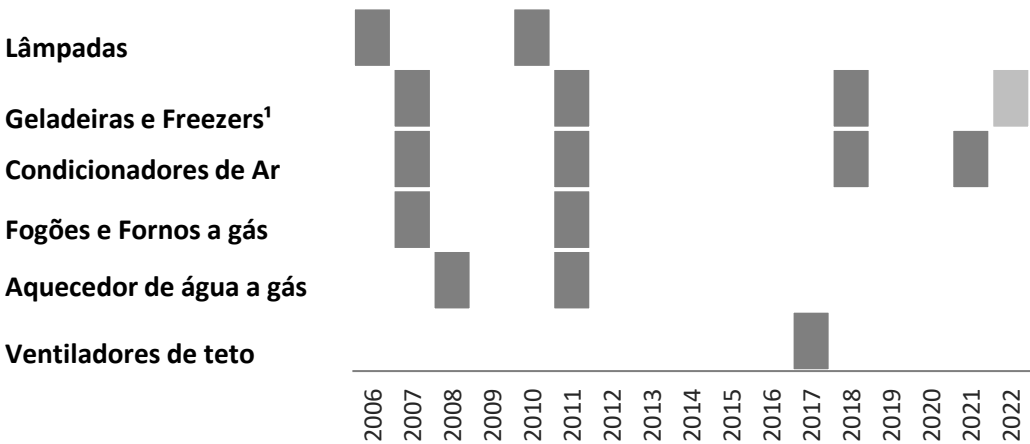


Políticas de eficiência energética para reduzir a desigualdade no uso de fontes modernas

O setor residencial brasileiro adota diversas políticas essenciais de eficiência energética. Estes abrangem os Índices Mínimos de Performance Energética (MEPS), o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e selos de endosso. Os critérios MEPS são aplicados aos equipamentos listados na Figura S15. Os aparelhos que atendem às diretrizes do MEPS também são integrados ao PBE e possuem selos de endosso. Estas duas últimas iniciativas incluem também outros eletrodomésticos como fornos microondas, máquinas de lavar, televisores, aquecedores solares de água, sistemas fotovoltaicos. Além disso, o setor residencial beneficia de selos de eficiência energética especificamente concebidos para edifícios.

Figura S15: Índices Mínimos de Performance Energética (MEPS) para equipamentos presentes nas residenciais brasileiras.

Fonte: Elaborado por EPE



Programa de Eficiência Energética da Distribuição de Energia Elétrica

Além disso, o Brasil implementou o Programa de Eficiência Energética (PEE), obrigando as distribuidoras de energia elétrica a alocar anualmente uma parte de sua receita líquida para projetos de eficiência energética. Uma iniciativa importante do programa envolve a substituição de aparelhos elétricos obsoletos e ineficientes em domicílios de baixa renda por alternativas novas e energeticamente mais eficientes.

De acordo com o relatório de 2023 da ANEEL, o PEE investiu notavelmente mais de R\$ 1,9 bilhão (55%) em 274 projetos de eficiência energética dedicados a famílias de baixa renda entre 2009 e 2022. Analisando um subconjunto de 62 projetos de PEE destinados a 8.256 famílias de baixa renda de 2018 a 2022 (ANEEL, 2023), os resultados de como esses investimentos em eficiência energética contribuíram para uma redução de 6,9% no consumo mensal de energia elétrica dessas residências. Os ganhos de eficiência energética podem traduzir-se em benefícios significativos para estas famílias, tais como a redução do peso das faturas de eletricidade nos orçamentos familiares ou possível viabilização do acesso a serviços energéticos adicionais.

O Brasil possui outras políticas focadas em **reduzir a desigualdade no uso de fontes modernas**. Por exemplo, o **programa de tarifa social de eletricidade** oferece descontos na fatura de eletricidade para famílias de baixos rendimentos e outras famílias vulneráveis, com o objetivo de reduzir o peso da fatura de eletricidade. Outro exemplo é o **programa Minha Casa Minha Vida**, que subsidia a aquisição de moradias populares incorporando critérios de eficiência energética, como aquecimento solar térmico de água, para ajudar a reduzir as despesas domésticas com eletricidade.

Nota: Os índices mínimos de performance energética para geladeiras e freezers entrou em revisão em 2022.

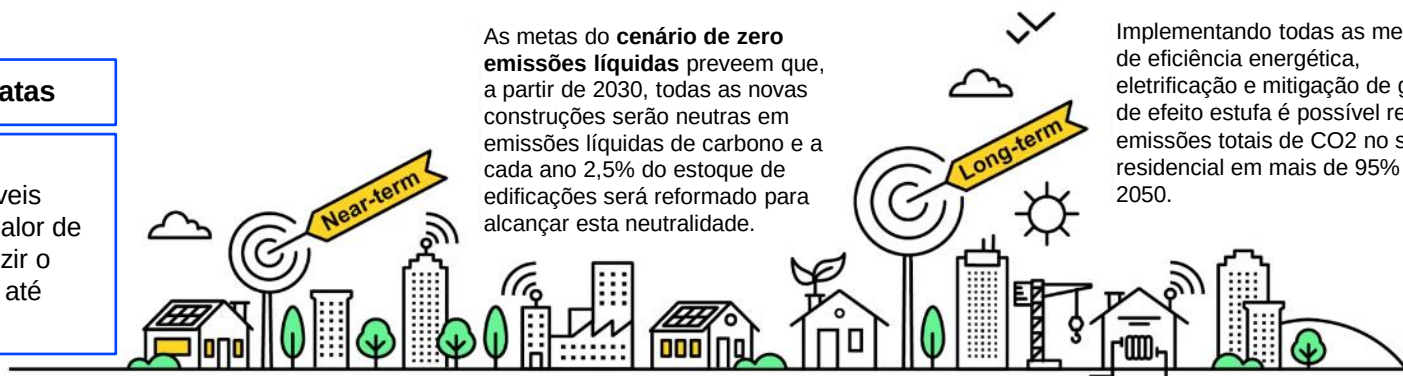
Pacote de Políticas de Eficiência Energética para Edificações

Oportunidades imediatas

Substituição de boilers alimentados a combustíveis fósseis por bombas de calor de alta eficiência pode reduzir o consumo de energia em até 75%

As metas do **cenário de zero emissões líquidas** preveem que, a partir de 2030, todas as novas construções serão neutras em emissões líquidas de carbono e a cada ano 2,5% do estoque de edificações será reformado para alcançar esta neutralidade.

Implementando todas as medidas de eficiência energética, eletrificação e mitigação de gases de efeito estufa é possível reduzir as emissões totais de CO₂ no setor residencial em mais de 95% até 2050.



REGULAÇÃO

- **Metas de eficiência energética em edificações**, incluindo taxa de retrofit, crescimento de mercado e facilitação para decisões de investimento de longo prazo
- **Código de consumo de energia em edificações novas e reformadas** são essenciais para acelerar a transição para edificações com zero emissões líquidas de carbono.
- **Níveis mínimos de eficiência energética para edificações, eletrodomésticos e equipamentos** ajuda a garantir a performance e acelerar esse processo transição de através da padronização de serviços.
- **Regulações** garantem que as construções sejam adaptadas para adotar mecanismos de resposta da demanda capazes de viabilidade maior flexibilidade para o sistema elétrico nacional.



INFORMAÇÃO

- **Ter acesso ao consumo de energia das edificações** permite identificar as opções mais eficientes ao comprar ou renovar edificações.
- **Tecnologias inteligentes e interativas** permitem o acompanhamento em tempo real do consumo, a implementação de tarifas com melhor sinais de preço de forma a influenciar que este tenha uma postura mais ativa no mercado.
- **Programas de educação e treinamento para trabalhadores** do setor de construção civil garante a oferta de mão de obra qualificada
- **Campanhas de conscientização** a respeito consumo de energia encoraja adoção de ações de baixo custo, como por exemplo ajuste de termostatos de aparelhos de ar condicionado e geladeira



INCENTIVOS

- **Incentivos financeiros** como hipotecas ou iptu verdes, empréstimos baseados em nível de eficiência energética, isenção fiscal ou subsídios para aumentar o investimento em soluções de eficiência energética.
- **Processos administrativos acelerados**, incluindo alvará rápido para edificações de alta performance de eficiência energética, pode encorajar a implementação de medidas de eficiência energética
- **Programas de premiação e reconhecimento** pode encorajar o desenvolvimento de edificações, eletrodomésticos e equipamentos de alta performance em termos de eficiência energética.

Principais recomendações políticas para melhorar a eficiência energética em edificações

Regulação

- Melhorar o desempenho energético das edificações através da implementação de Políticas de Níveis Mínimos de Eficiência Energética (em inglês, *minimum energy performance standards* - MEPS) mais abrangentes para edificações, abrangendo envoltórias de edifícios, eletrodomésticos e outros equipamentos domiciliares. Inicialmente, os MEPS poderiam ser implementados de forma voluntária de forma a viabilizar a transição para regimes obrigatórios.
- Desenvolver regulações para implementação de MEPS e etiquetagem para lâmpadas, eletrodomésticos e outros equipamentos e garantir que estas sejam atualizadas regularmente. Estas regulações devem focar em produtos que proporcionem as maiores economias de energia e os maiores benefícios econômicos e ambientais para os usuários e o país.
- No caso de edificações já existentes, é recomendada uma combinação de políticas de MPES e de políticas de boas práticas para renovação, operação e manutenção de forma a aumentar a eficiência de edificações.

Informação

- Para edificações, essas políticas podem ser combinadas com projetos demonstrativos, mecanismos financeiros, capacitação técnica, programas de conscientização do consumidor e introdução de estruturas tarifárias que ajudem a promover o uso eficiente de energia.
- A primeira medida para reduzir a quantidade de energia necessária para o refrigeração de edificações deve ser o desenho de um projeto construtivo que ajude a melhorar a ventilação natural, aprimore sombreamentos internos e externos e o isolamento térmico da edificação, através da incorporação de componentes avançados de envoltória que evitem vazamento de ar, além da implementação de telhados reflexivos, instalação de geração distribuída por fontes de energia renováveis e sistemas de armazenamento de energia.
- É necessário um esforço maior para expandir e fortalecer os MEPS de aparelhos de ar-condicionado, implementando metas que ajudem a melhorar progressivamente a performance energética dos aparelhos em direção ao benchmarking tecnológico.

Incentivos

- Regulação e financiamento para oferecer acesso a espaços coletivos com refrigeração para pessoas sem ar-condicionado em seus domicílios são medidas fundamentais para garantir melhor qualidade de vida aos mais vulneráveis.
- Embora condicionadores de ar eficientes reduzam o impacto do resfriamento nos sistemas elétricos, mais flexibilidade é necessária para distribuir a demanda de eletricidade de forma inteligente.
- Os governos podem promover modelos de negócios inovadores e incentivos de resposta à demanda para encorajar o uso de tecnologias digitais, como termostatos inteligentes e outros controles aprimorados, que otimizem a distribuição da curva de carga de energia para refrigeração de ambiente e .

Iniciativas internacionais de Eficiência Energética para famílias de baixa renda

A [base de dados de políticas da IEA](#) lista diversas políticas de eficiência energética, eletrificação, fontes de energia renováveis, mitigação de gases de efeito estufa, erradicação de pobreza energética, pesquisa, desenvolvimento e inovação, dentre outras. Diversos são os programas de etiquetagem, MEPS e subsídios na conta de luz, focalizados ou não. Abaixo, são listadas algumas iniciativas interessantes de que conciliam a promoção de eficiência energética e erradicação de pobreza energética para famílias de baixa renda, bem como políticas de promoção de eficiência energética em habitações de interesse social.

Política de eficiência energética e erradicação de pobreza energética	País	Ano	Status	Tecnologia
Recovery and resilience plan / CTD / Energy efficiency in buildings	Portugal	2021	Finalizado	Equipamentos
National recovery and sustainability plan / Green transition / Renovate	Grécia	2021	Em vigor	Lâmpadas
Cost of living package [Amendment to Energy Act]	Tchéquia	2022	Em vigor	Todas
Subsidies for renovation and boiler upgrade for low income households	Áustria	2021	Em vigor	Aquecedor
"Update your heating" programme	Chile	2021	Em vigor	Aquecedor
Municipal-level Measures to Lower Energy Bills for Households	Holanda	2021	Em vigor	Todas
Social Climate Fund	União Europeia	2021	Em vigor	Todas
National Cooling Strategy	Ruanda	2019	Em vigor	Ar Condicionado

Política de eficiência energética em Edificações de interesse Social	País	Ano	Status	Tecnologia
New Housing NAMA	México	2012	Em vigor	Edificações
Improving access to affordable housing project	México	2022	Em vigor	Edificações
Technical support for self-construction "Decide y Construye"	México	2022	Em vigor	Edificações
Energy Efficiency and Renewable Energies in Existing Housing	México	2018-2023	Finalizado	Edificações
New South Wales	Austrália	2009	Em vigor	Edificações
Weatherization Assistance Program	EUA	2021	Em vigor	Edificações

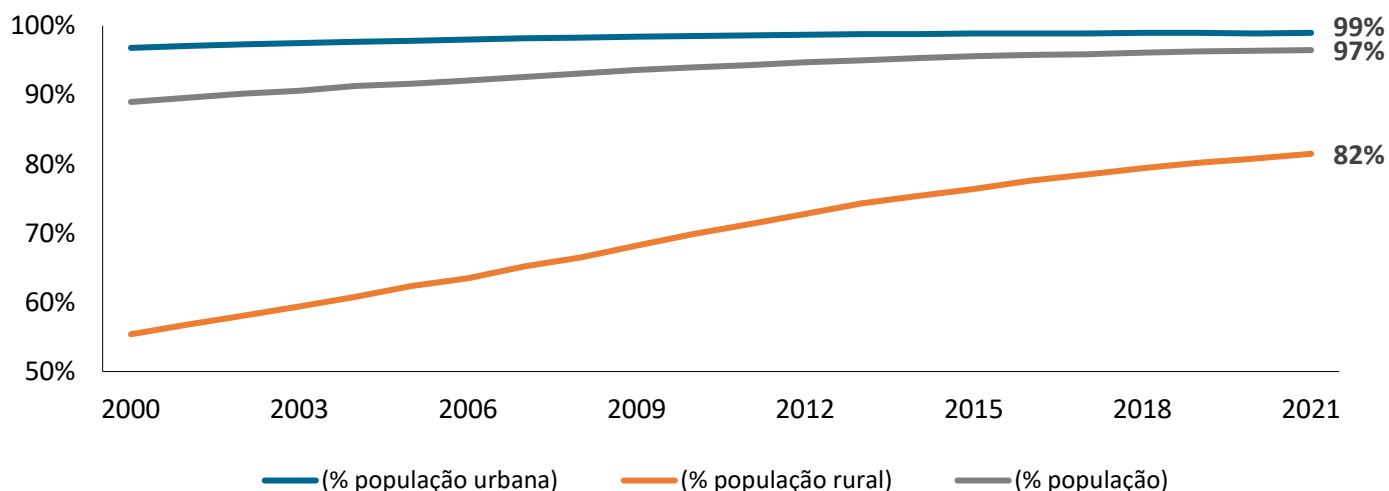
Fonte: IEA (2023).

Acesso a combustíveis e tecnologias limpos para cocção no Brasil

Segundo as Nações Unidas, a utilização de biomassa para cozinhar pode causar vários problemas de saúde e ambientais, estando associada a quase 4 milhões de mortes prematuras todos os anos no mundo. Mulheres e crianças são afetadas de forma desproporcional, sofrendo com a fumaça tóxica, a escassez de tempo e as consequências da deterioração ambiental. Portanto, o acesso universal à cocção limpa faz parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Figura S17: Porcentagem da população com acesso a fontes e tecnologias limpos para cocção no Brasil.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2023b).



Acesso a combustíveis e tecnologias limpos para cocção

Assim como outros países, o Brasil está fazendo esforços para melhorar o acesso a combustíveis e tecnologias limpos para cocção. Segundo o IBGE, 96,1% da população brasileira tinha acesso a combustíveis e tecnologias limpos para cozinhar em 2015 (IBGE, 2023). Segundo o Banco Mundial, este valor subiu para 97% em 2021 (BM, 2023), sendo 81,5% nas zonas rurais e 99% nas zonas urbanas. A melhoria no acesso a combustíveis e tecnologias de limpeza para cozinhar concentrou-se principalmente nas zonas rurais.

Contudo, é importante destacar que o acesso a tecnologias limpas para cocção não significa necessariamente o consumo apenas de combustíveis limpos para cocção.

Demanda de fontes convencionais para cocção por classes de renda no Brasil

Em 2022, segundo IBGE(2023), 17,1% dos domicílios brasileiros declararam ainda utilizar lenha ou carvão para cozinhar. Esses domicílios podem ser divididos em dois subgrupos: os que consomem apenas lenha para cozinhar e os que consomem lenha e outros combustíveis, principalmente GLP, para cozinhar. Este último grupo é o mais comum no Brasil (16,3%). Isto significa que as famílias têm acesso a fogões a GPL, mas muitas vezes encontram na lenha colhida uma solução para cozinhar evitando os custos do GPL no orçamento familiar.

Figura S18: Percentual da população que declara consumir biomassa para cozinhar no Brasil

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE(2023).

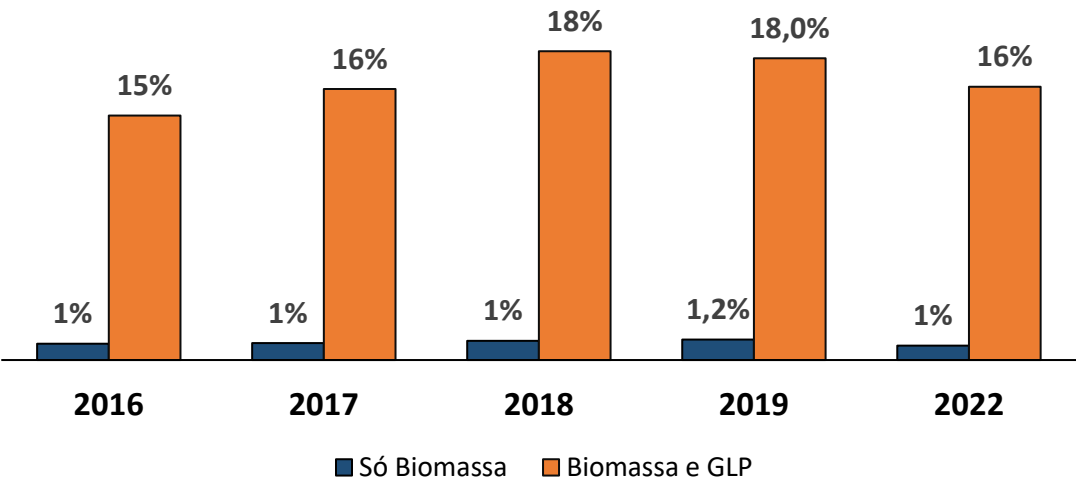
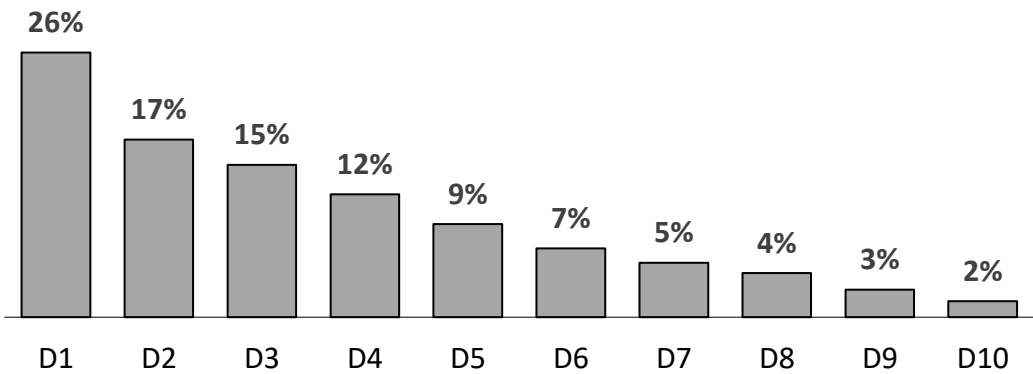


Figura S19: Distribuição Percentual por classes de renda da população que declara consumir biomassa para cozinhar no Brasil em 2019

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2023b).



O consumo de biomassa está concentrado nas classes de menor renda no Brasil, segundo IBGE(2023). Em 2019, a metade da população com renda mais baixa era responsável por aproximadamente 80% do consumo de lenha do setor residencial para cocção. A maior parte da lenha consumida pelas famílias é coletada na natureza e utilizada em fogões improvisados com eficiência muito baixa.

Nota: Todas as classes de D1 a D10 têm 10% da população, ou seja, 20,0 milhões de pessoas. D1 representa a classe de rendimento mais baixo e D10 representa a classe de rendimento mais elevado.

Políticas para impulsionar a cocção limpa no Brasil

A utilização de lenha e de fogões improvisados para cocção pode estar fortemente relacionada com outras vulnerabilidades socioeconômicas. Portanto, é importante discutir outras políticas públicas voltadas para a erradicação da pobreza e seus consequentes desafios. Alguns programas do governo brasileiro foram elaborados para amenizar as vulnerabilidades e facilitar o consumo de fontes limpas para cocção por famílias de baixa renda, tais como:

Programa Auxílio Gás

O Auxílio Gás é um programa do Governo Federal Brasileiro cujo objetivo é reduzir o peso do custo com GLP para cocção no orçamento das famílias de baixa renda. Inicialmente criado em 2001, o programa foi incorporado ao Bolsa Família em 2003 e relançado separadamente em 2021 em meio à crise decorrente da pandemia de COVID-19. Em 2023, o Auxílio Gás foi reforçado e, desde então, os domicílios selecionados recebem bimestralmente o valor equivalente a um botijão de GLP, invés de meio botijão. O Auxílio Gás pode ser combinado com outros programas sociais, como o Programa Bolsa Família. Em agosto de 2023, mais de 5,5 milhões de famílias receberam o Auxílio Gás, cujo valor foi de R\$ 108,00 por família no respectivo mês.

Programa Bolsa Família

O Bolsa Família é um programa de transferência de renda criado pelo Governo Federal Brasileiro em 2003 e reconhecido internacionalmente por ter salvado milhões de famílias da fome. Seu benefício é concebido de forma proporcional ao tamanho e às características da família para garantir renda básica às famílias em situação de vulnerabilidade. De 2020 a 2022, devido à pandemia de covid, foi cedido às famílias o auxílio do Auxílio Emergencial. Em 2023, o programa prevê beneficiar 21,2 milhões de famílias. Em junho, o valor médio do benefício do Bolsa Família foi de R\$ 705,40.

Nota: Por meio do CadÚnico, o governo brasileiro busca integrar as políticas públicas, fortalecendo o acesso à saúde, à educação e à assistência social. Além de inscritas no CadÚnico, as famílias para terem direito ao Bolsa Família devem ter renda per capita mensal de até R\$ 218. Já, no caso do Auxílio Gás, a família para ser beneficiada pelo programa também deve estar inscrita no CadÚnico, além de ter renda per capita de até meio salário-mínimo e ser selecionada pelos critérios de priorização definidos pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. Em 2023, o salário mínimo era de R\$ 1302.

Principais recomendações de política para melhorar o acesso a cocção limpa em residências

Regulação

- Elaborar uma visão política de alto nível, idealmente com apoio interministerial e financiamento internacional, com metas claras, um plano de implementação determinado com subsídios eficazes.
- Estabelecer uma supervisão regulatória clara por meio de agências pode ajudar a monitorar o mercado de fogões domésticos, garantir níveis mínimos de eficiência para queimadores e fornecer suporte apenas aos produtos aprovados.

Informação

- Elaborar programas de treinamento e estratégias educacionais que considerem as tradições locais enraizadas nas práticas de cocção tradicional ao enfrentar barreiras à adoção.
- Os programas devem incluir o treinamento de vendedores e técnicos de segurança, o que pode fazer a diferença entre a adoção duradoura ou o não de fogões.
- Fornecer orientação estratégica e apoio para a reciclagem das pessoas empregadas no setor da cocção ineficiente para acessar oportunidades de emprego de longo prazo (incluindo realocação na indústria de cocção limpa).
- Os programas devem considerar percepções sociais de gênero, costumes, direitos de terra e proteção da vida selvagem, além de diferentes comunidades étnicas dentro do mesmo país.
- Integrar a culinária limpa com os esforços de acesso à eletricidade e garantir que esses programas definam resultados para igualdade de gênero, padrões de saúde, práticas florestais/agrícolas, incluindo métricas para acompanhar o progresso desses resultados.
- Acompanhar o progresso na implementação e os custos das tecnologias de cocção limpa e disponibilizar essas informações publicamente. Isso apoiará uma participação mais dinâmica e bem-sucedida do setor privado.

Incentivos

- Elaborar e implementar incentivos, promover modelos de negócios apropriados e cobrir os custos iniciais do fogão moderno e limpo para incentivar a adoção tecnológica e criar um ecossistema competitivo para atores do setor privado.
- Se aplicável, reduzir ou eliminar tarifas e taxas sobre componentes de fogões importados para incentivar uma maior participação no mercado.
- Desenvolver subsídios cruzados bem elaborados entre consumidores de baixa renda e alta renda, combinados com linhas de financiamento para os usuários finais.

Iniciativas internacionais para promoção da cocção limpa

Equador

- [Promoção do programa de cocção por indução](#) (PEC).

Peru¹

- Campanha “Meio milhão de cozinhas melhoradas para um Peru sem fumaça”
- Projeto Haku Wiñay/Noa Jayatai
- Fundo de Inclusão Energética Social (FISE)
- Programa Nacional de Cozinha
- Programa de Desenvolvimento Energético (EnDev)

Kenya

- [Envolvimento das Mulheres na Cadeia de Valor de Fogões.](#)
- [Campeões do Programa Clean Cooking \(Story of Change\).](#)
- [Aumentando funcionalidade de biodigestores para cocção limpa.](#)

Índia

- [Tecnologia de Cocção Limpa](#) para mulheres dependentes da floresta
- [PAHAL](#) Programa de Transferência Direta de Benefícios do GLP (DBTL)
- [PMUY](#) Programa sobre ligações gratuitas de GPL a famílias pobres.

Indonésia

- [Cocção Elétrica na Indonésia](#)

Ásia e África

- [Programa de Mentoria “Mulheres e a cocção limpa”](#)

Malawi and Nigeria

- [Plano Energético Integrado \(IEPs\)](#) que estabeleçam objetivos claros tanto para a electrificação como para o acesso às cozinhas limpas.

Nota: ¹Detalhes dos programas disponíveis no Box 2 e Box 3 do relatório *Clearing Up the Smoke: Untapping the Potential of Tailored Clean Cooking Programs in Latin America (BID, 2020)*.

Referências Bibliográficas

ABAL [Associação Brasileira do Alumínio]. Anuário Estatístico Alumínio 2022. ABAL, 2023.

ABComm [Associação Brasileira de Comércio Eletrônico]. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWm>. Acessado em nov. de 2023. ABComm, 2023.

ANAP [Associação Nacional dos Aparistas de Papel]. Relatório Anual 2018-2019. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWe>. ANAP, 2020.

_____. Relatório Anual 2019-2020. Disponível em: <https://bitly.ws/36AVZ>. ANAP, 2021.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. Gestão do Programa de Eficiência Energética. Disponível em: <https://bitly.ws/36AVJ>. Acessado em nov. de 2023. ANEEL, 2023a.

_____. Avaliação dos Resultados do Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL: Sumário Executivo 2023. Disponível em: <https://bitly.ws/36AVE>. ANEEL, 2023b.

Anfavea [Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores]. Anuário da Anfavea 2023, disponível em: <https://bitly.ws/36AVs>. Anfavea, 2023.

BID [Banco Interamericano de Desenvolvimento]. Clearing Up the Smoke: Untapping the Potential of Tailored Clean Cooking Programs in Latin America. Disponível em: <https://bitly.ws/36AVk>. Acessado em nov. de 2023. BID, 2020.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <https://bitly.ws/36AVf>. BRASIL, 1997.

CEPAL [Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe]. Relatório Nacional de Monitorização da Eficiência Energética do Brasil. Disponível em: <https://bitly.ws/36AV7>. CEPAL, 2015.

Enerdata. Definition of energy efficiency index ODEX in ODYSSEE data base. Disponível em: <https://bitly.ws/36AV2>. Enerdata, 2020.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. Nota Técnica DEA 10/14. Consumo de Energia no Brasil: Análises Setoriais. Disponível em: <https://bitly.ws/36AUQ>. EPE, 2014.

_____. Pesquisa do Consumo de Energia no Setor de Serviços. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATK>. EPE, 2015.

_____. Nota Técnica DEA 025/17. Monitorando o Progresso da Eficiência Energética no Brasil: Indicadores e Análises Setoriais. Disponível em: <https://bitly.ws/36AU2>. EPE, 2017.

_____. Análise da Eficiência Energética em Segmentos Industriais Selecionados: Cadeia do Alumínio. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATK>. EPE, 2017.

_____. Análise da Eficiência Energética em Segmentos Industriais Selecionados: Segmento Celulose e Papel. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATK>. EPE, 2018.

_____. Atlas da Eficiência Energética Brasil | 2019: Relatório de Indicadores. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATH>. EPE, 2020.

_____. Atlas da Eficiência Energética Brasil | 2020: Relatório de Indicadores. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATD>. EPE, 2021.

_____. Atlas da Eficiência Energética Brasil | 2021: Relatório de Indicadores. Disponível em: <https://bitly.ws/36ASU>. EPE, 2022a.

_____. Transporte Rodoviário de Cargas Brasil | 2021: Benchmarking Internacional. Disponível em: <https://bitly.ws/36AT3>. EPE, 2022b.

_____. A Indústria de Papel e Celulose no Brasil e no Mundo: panorama geral. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATg>. EPE, 2022c.

_____. Atlas da Eficiência Energética Brasil | 2022: Relatório de Indicadores. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATj>. EPE, 2023a.

_____. Balanço Energético Nacional – BEN. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATn>. EPE, 2023b.

_____. Inova-e. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWs>. EPE, 2023c.

_____. Consumo Residencial de Energia Elétrica por Classes de Renda. Disponível em: <https://bitly.ws/36ATw>. EPE, 2023d.

Ibá [Indústria Brasileira de Árvores]. Dados Estatísticos: Histórico de Desempenho. Disponível em: <https://iba.org/>. Ibá, 2023.

Referências Bibliográficas

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Séries Estatísticas. Disponível em:

<https://bitly.ws/36AWv>. Acessado em out. de 2023. IBGE, 2023a.

_____. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWA>. Acessado em nov. de 2023. IBGE, 2023b.

ICFPA [International Council of Forest and Paper Associations]. 2023 Sustainability Progress Report. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWE>. Acessado em out. de 2023. ICFPA, 2023.

IEA [International Energy Agency]. *Energy End-uses and Efficiency Indicators*. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWG>. Acessado em dez. de 2023. IEA, 2023.

INMETRO [Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia]. Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Disponível em: <https://bitly.ws/36AWL>. Acessado em out. de 2023. INMETRO, 2023

MGISP [Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos]. Painel de Custeio Administrativo. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWR>. Acessado em nov. de 2023. MGISP, 2023.

Procel/Eletrobras. Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial 2019. Disponível em: <https://bitly.ws/36AWU>. Procel/Eletrobras, 2019.

World Economic Forum. *The answer to the aluminium industry's emissions issue? Aluminium's infinite recyclability*. Disponível em: <https://bitly.ws/36ASq>. Acessado em nov. de 2023. World Economic Forum, 2021.

Worldsteel [World Steel Association]. Steel statistical yearbook. Brussels: World Steel Association (WSA). WSA, 2009.

_____. Steel statistical yearbook. Brussels: World Steel Association. Worldsteel, 2019.

_____. Steel statistical yearbook. Brussels: World Steel Association. Worldsteel, 2021.

_____. World Steel in Figures 2023. Brussels: World Steel Association. Disponível em: <https://bitly.ws/36AXm>. Worldsteel, 2023.