



Atlas da Eficiência Energética **Brasil**

Relatório de Indicadores



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



NOTA TÉCNICA

ATLAS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA BRASIL

Manual Metodológico

Dados e Indicadores

DEZEMBRO DE 2024

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Imagens da Capa

1. Divulgação livre. Obtidas em freepik.com

Coordenação Executiva

Carla da Costa Lopes Achão

Coordenação Técnica

Glaucio Vinicius Ramalho Faria

Equipe Técnica

Aline Moreira Gomes
Allex Yujhi Gomes Yukizaki
Ana Cristina Braga Maia
Arnaldo dos Santos Junior
Bernardo Honigbaum
Bruno Rodamilans Lowe Stukart
Fernanda Marques Pereira Andreza
Flávio Raposo de Almeida
Gustavo Daou Palladini
Lidiane de Almeida Modesto
Mariana Weiss de Abreu
Patrícia Feitosa Bonfim Stelling
Rachel Martins Henriques
Rafael Barros Araújo
Patrícia Messer Rosenblum
Rogério Antônio da Silva Matos



Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo

Arthur Cerqueira Valerio

Secretário de Energia Elétrica

Gentil Nogueira de Sá Junior

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

Secretário de Transição Energética e Planejamento

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Pietro Adamo Sampaio Mendes

<http://www.mme.gov.br>



Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Reinaldo da Cruz Garcia

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Carlos Eduardo Cabral Carvalho

<http://www.epe.gov.br>



VALOR PÚBLICO

A EPE REALIZA ESTUDOS E PESQUISAS PARA SUBSIDIAR A FORMULAÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA POLÍTICA E DO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO.

COM ESTE ESTUDO, A EPE TRAZ TRANSPARÊNCIA E REDUZ A ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO POR MEIO DA APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO ATLAS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DOS SEUS INDICADORES.

ESTA NOTA TÉCNICA VISA INFORMAR AS ETAPAS E PROCEDIMENTOS REALIZADOS PARA A ELABORAÇÃO E ATUALIZAÇÃO ANUAL DOS INDICADORES DE MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL, DIVULGANDO O MAPEAMENTO DAS FONTES DE DADOS E REGRAS DE CÁLCULO UTILIZADAS PARA ESTE FIM.

■ Identificação do Documento e Revisões



Área de estudo

Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais (DEA)
Superintendência de Estudos Econômico-Energéticos (SEE)

Estudo

Atlas da Eficiência Energética Brasil

Revisão	Data de emissão	Descrição
R0	20/12/2024	Publicação Original

■ Sumário

1.	Apresentação.....	4
2.	Introdução.....	6
2.1.	Objetivo do manual.....	6
2.2.	Visão geral e cronograma.....	6
2.3.	Indicadores de eficiência energética	6
2.3.1.	Índice de eficiência energética ODEX.....	7
3.	Dados e Indicadores.....	9
3.1.	Macroeconomia e balanço energético	9
3.2.	Indústria.....	11
3.2.1.	Indicadores.....	13
3.3.	Residencial	15
3.4.	Serviços.....	18
3.5.	Transportes	19
4.	Conclusões	22
	Referências.....	22
	ANEXO – Exemplo com cálculo do ODEX	23

■ Lista de figuras

Figura 1:	Produtos já publicados	4
Figura 2:	Fluxograma de macroprocessos.....	6

■ Lista de tabelas

Tabela 1:	Dados e indicadores relacionados a macroeconomia e balanço energético	9
Tabela 2:	Dados do setor industrial	12
Tabela 3:	Dados do setor industrial	13
Tabela 4:	Dados e indicadores do setor residencial	16
Tabela 5:	Dados e indicadores do setor de serviços.....	18
Tabela 6:	Dados e indicadores do setor de transportes	20
Tabela 7:	Princípio de cálculo do índice de eficiência energética (exemplo fictício).....	23

1. Apresentação

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE, instituída em 2004, vinculada ao Ministério de Minas e Energia - MME, tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético.

A Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais tem sob sua responsabilidade a elaboração e publicação do Atlas da Eficiência Energética Brasil (Atlas), relatório publicado regularmente desde o ano de 2014, onde é apresentado o monitoramento do progresso da eficiência energética no Brasil, através de uma análise de indicadores.

Figura 1: Produtos já publicados



Fonte: Adaptado de Enerdata (2006)

Durante a elaboração do Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2011), foi identificada a necessidade de aprimoramento de bases de dados de indicadores de eficiência energética.

Em 2010 a EPE começou a desenvolver um sistema de indicadores de eficiência energética baseado nas melhores práticas internacionais, como a metodologia e indicadores da [Odyssee Database](#), da União Europeia. Com o apoio da GIZ, Enerdata e Ademe, a equipe técnica da EPE recebeu capacitação e adaptou as planilhas de dados considerando a realidade brasileira.

O Brasil se juntou ao Programa Base de Indicadores de Eficiência Energética ([BIEE](#)) da CEPAL – Comissão Econômica para América Latina e Caribe, atualmente vinculado ao Observatório Regional sobre Energias Sustentáveis (ROSE, por sua sigla em inglês), cujo objetivo é formar uma base de indicadores uniforme e comparável para a América Latina e Caribe. A EPE participou de diversos workshops, e em 2014 publicou seu primeiro relatório em duas versões: a Nota Técnica DEA 10/14 – Consumo de Energia no Brasil: Análises Setoriais, e o Relatório Nacional de Monitorização da Eficiência Energética do Brasil, no âmbito do projeto BIEE. Em 2017 foi publicada uma nova versão do relatório.

A partir de 2020, o documento passou a ser chamado de Atlas da Eficiência Energética Brasil. Em colaboração com a IEA, o documento passou a incluir um capítulo especial, com análises mais detalhadas de determinado setor ou tema e incluindo comparações internacionais. A cada versão o Atlas apresenta aprimoramentos.

A elaboração do Atlas é coordenada pela equipe de estatísticas da Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos – DEA/SEE, com a colaboração das equipes de demanda de energia (setores industriais, residencial, comercial, público) e economia da DEA/SEE e da equipe de transportes da Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis – DPG/SDB.

Para a produção do Atlas são utilizados dados de diversas fontes, como as estatísticas energéticas da EPE, modelos de demanda de energia setoriais da EPE, IBGE, ANEEL, associações de classe, dentre outras.

Dentre os indicadores apresentados no Atlas está o índice de eficiência energética ODEX, que mede o progresso da eficiência energética por setor e para a economia como um todo. São utilizados indicadores setoriais selecionados para serem a melhor “proxy” do progresso da eficiência, em diferentes unidades de medida, e ponderados pelo peso de cada subsetor no consumo energético do setor.

O registro metodológico detalhado dos processos contribui para o constante aperfeiçoamento perseguido pela EPE, além de aumentar a transparência ao dar mais detalhes para a sociedade sobre como o produto é elaborado. Com esses propósitos, o presente manual apresenta a descrição da metodologia, dados e indicadores atualmente empregados na produção do Atlas pela EPE.

2. Introdução

2.1. Objetivo do manual

Este documento possui o objetivo de apresentar o projeto do Atlas da Eficiência Energética Brasil, com o detalhamento dos dados e indicadores utilizados para sua elaboração.

2.2. Visão geral e cronograma

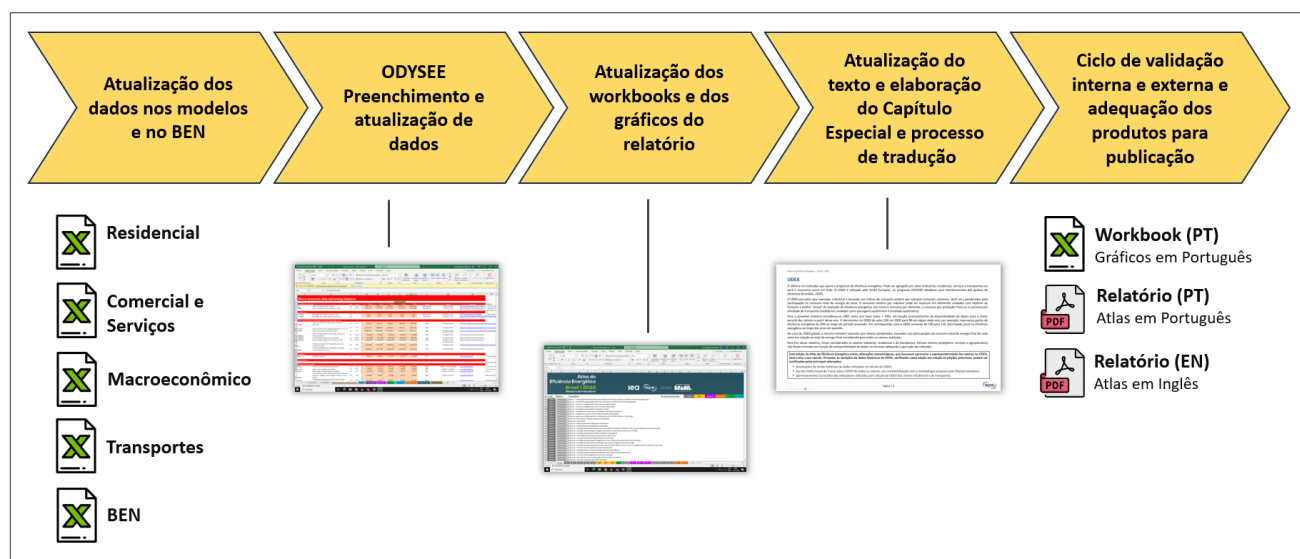
Atualmente o Atlas é uma publicação de periodicidade anual na qual são apresentados indicadores relacionados a eficiência energética setorial e a nível nacional. Pode ser elaborado um capítulo especial com maior detalhamento e comparações internacionais sobre determinado setor ou tema.

As etapas e atividades são desenvolvidas entre os meses de julho e dezembro. Para o preenchimento da base de dados, um pré-requisito é a publicação do Balanço Energético Nacional (BEN), que ocorre em maio de cada ano. A partir de 2023 o Atlas passou a ser publicado no mês de dezembro, com dados do ano base anterior. Sua elaboração envolve uma equipe multidisciplinar de especialistas em estatísticas, economia e setores de demanda de energia.

A base de dados está separada em macroeconomia e balanço energético, indústria, residencial, comercial e público (posteriormente agrupados em serviços) e transportes.

O fluxograma de macroprocessos do Atlas pode ser resumido conforme a Figura 2. O presente documento vai detalhar os dados e indicadores da base de dados e do relatório.

Figura 2: Fluxograma de macroprocessos



Fonte: EPE

2.3. Indicadores de eficiência energética

Indicadores de eficiência energética são utilizados para avaliar o progresso da eficiência energética, medir a economia de energia e orientar políticas públicas. Dentre os mais utilizados a nível nacional/regional, destacam-se o consumo específico, intensidade energética e aqueles relacionais à penetração de tecnologias eficientes no mercado. O consumo específico relaciona o consumo de energia a um indicador de atividade medido em unidade física (tonelada produzida, m² e equipamento, por exemplo), enquanto a intensidade energética é um indicador mais agregado que

relaciona o consumo de energia com um indicador de atividade medido em valor monetário (PIB ou valor adicionado). Esses indicadores são úteis para indicar tendências, mas nem sempre podem explicar tais tendências, e não necessariamente estão associados ao progresso da eficiência energética do ponto de vista técnico.

Para enriquecer a interpretação e melhor monitorar as tendências de eficiência energética são necessários indicadores mais complexos, como o ODEX e a decomposição do consumo de energia em efeitos, conhecer o contexto por trás dos indicadores, e combinar indicadores.

Cada indicador ou conjunto de indicadores responde a perguntas específicas, que podem vir de uma perspectiva política, econômica ou técnica.

2.3.1. Índice de eficiência energética ODEX

O índice de eficiência energética ODEX tem o objetivo de monitorar o progresso da eficiência energética de forma mais precisa que a intensidade energética, buscando isolar efeitos como mudanças na estrutura econômica do País.

Adicionalmente, a sua metodologia de cálculo permite agregar tendências expressas em diferentes unidades de medida, tais como o consumo de energia de geladeiras, consumo por produção física de aço e consumo por tonelada-quilômetro no modo ferroviário, por exemplo, e assim ser composto pelos melhores indicadores disponíveis. É agregado por setor e para a economia como um todo.

O índice foi desenvolvido para o programa *Odysee database* da União Europeia ([Enerdata, 2020a](#)) e adaptado pela EPE para a realidade brasileira.

Ponderação: 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).

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.

Ano base: 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.

Média móvel de 3 anos: As tendências observadas em alguns setores ou usos finais são irregulares, resultando em flutuações no ODEX que são difíceis de compreender, pois o progresso na eficiência energética normalmente deve mudar suavemente (mudança técnica incremental). Tais flutuações podem estar relacionadas a vários fatores: variações climáticas, fatores comportamentais, influência de ciclos econômicos, imperfeições estatísticas, especialmente para o último ano. Para reduzir as flutuações, o ODEX é calculado como uma média móvel de 3 anos. O valor usado para o ano t é a média de $t-2$, $t-1$ e t^1 .

¹ Para o último ano, a média é baseada em apenas 2 anos, assim como para o segundo ano.

Setores incluídos: Para o Atlas, 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. A premissa implícita no modo de cálculo do ODEX é que esses setores têm os mesmos ganhos de eficiência energética que a média dos demais setor.

Nas seções setoriais serão apresentados os indicadores utilizados para formar o ODEX de cada setor. O Anexo I apresenta o cálculo do ODEX para um caso fictício, a fim de ilustrar o cálculo.

3. Dados e Indicadores

O sistema de indicadores de eficiência energética brasileiro fornece uma variedade de indicadores de consumo específico, medidos em unidades físicas, em um nível detalhado:

- por subsetor na indústria
- por uso final ou eletrodoméstico nas residências
- por segmento do setor de serviços
- por modo de transporte ou tipo de veículo no setor de transportes

Está separado em 'macroeconomia e balanço energético' e nos setores 'indústria', 'residencial', 'comercial e público' e 'transportes'. O relatório também consolida informações para edificações, juntando o setor residencial, comercial e público (excluindo saneamento e iluminação pública). A seguir são detalhados os dados e indicadores utilizados para elaborar o Atlas em cada seção. O Atlas também lista os programas e políticas relacionadas a eficiência energética, a fim de complementar as análises.

3.1. Macroeconomia e balanço energético

A sessão inicial reúne dados de consumo energético por fonte e setor provenientes do Balanço Energético Nacional (BEN) e dados macroeconômicos. Essas informações são essenciais para elaborar indicadores. A Tabela 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os dados e a fonte das informações, e a seguir são apresentadas definições e explicações.

Tabela 1: Dados e indicadores relacionados a macroeconomia e balanço energético

Dados e indicadores	Unidade	Fonte
PIB a preços correntes	milhões de R\$	IBGE
PIB a preços constantes	milhões R\$ [2010]	IBGE
Taxa de câmbio	R\$/US\$	FMI
Taxa de câmbio em paridade de poder de compra	R\$/US\$ ppc	FMI
Valor adicionado da indústria, agricultura e serviços a preços correntes e constantes	milhões de R\$	IBGE
Consumo das famílias a preços correntes e constantes	milhões de R\$	IBGE
População residencial	milhares de habitantes	IBGE
Oferta interna de energia por fonte de energia	mil tep	Balanço Energético Nacional (EPE)
Consumo final de energia por setor e por fonte de energia	mil tep	Balanço Energético Nacional (EPE)
Participação setorial no consumo final de energia	%	Balanço Energético Nacional (EPE)
Índice de eficiência energética (ODEX)	Índice	Calculado
Intensidade energética primária	Mil tep/ milhões de R\$ [2010] e tep/ mil US\$ ppc [2010]	Calculado
Intensidade energética final	Mil tep/ milhões de R\$ [2010] e tep/ mil US\$ ppc [2010]	Calculado
Razão entre intensidade final e primária	%	Calculado
Renovabilidade da oferta interna de energia	%	Calculado
Índice de eficiência energética (ODEX)	Índice	

Fonte: EPE

Produto Interno Bruto (PIB)

PIB é o Produto Interno Bruto, que é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos, no caso pelo País em um ano. É um indicador de fluxos de novos bens e serviços finais produzidos durante um período.

Série encadeada

Nas análises ao longo do tempo envolvendo o PIB e o valor adicionado setorial, são utilizadas as séries de valores encadeados a preços de um determinado ano. Isso permite observar a evolução dos dados em termos reais, expurgando dessa informação as distorções causadas pela inflação ocorrida. Atualmente o Atlas utiliza o ano de 2010 como ano de referência para o encadeamento da série.

Taxa de câmbio e paridade de poder de compra

A conversão dos valores do PIB e do VA para uma mesma moeda internacional torna possível a comparação dessas informações entre diferentes países. Para isso, é utilizada a taxa de câmbio, que expressa a relação entre os valores em Reais e em moeda externa, em geral, o dólar americano. No entanto, a conversão para dólar americano não leva em conta como as estruturas produtivas e de consumo variam entre os países. Por esse motivo, é comum utilizar a paridade de poder de compra (ppp, por sua sigla em inglês), que configura uma taxa de conversão que equaliza o poder de compra de diferentes moedas. O objetivo é eliminar diferenças no nível dos preços, para que as comparações internacionais sejam feitas comparando os volumes.

Oferta interna de energia por fonte (mil tep)

A oferta interna de energia é toda a energia necessária para movimentar a economia do País. Inclui toda a energia primária, mais as importações, menos as exportações.

Consumo final de energia por setor e por fonte (mil tep)

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).

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.

Intensidade

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).

No Atlas, o indicador é calculado de duas formas: sob a ótica da Oferta Interna de Energia (OIE), identificada como Intensidade Energética Primária (i), e sob a base do Consumo Final Energético, denotada como Intensidade Energética Final (ii). As fórmulas de cálculo de cada indicador seguem abaixo:

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

As diferenças entre a oferta interna de energia e o consumo final energético são as perdas de conversão de energia nos centros de transformação + perdas na distribuição e armazenamento de energia.

Mudanças nas tendências de intensidade primária e de consumo final podem ser explicadas principalmente por maior participação das energias eólica e solar na matriz elétrica, que são fontes não térmicas para as quais não se consideram perdas, e por variações hidrológicas, que implicam em maior ou menor geração de fontes térmicas.

A intensidade energética envolve diversos fatores que alteram a quantidade de energia necessária para produzir uma unidade de PIB, como econômicos, técnicos, gerenciais e comportamentais. Mudanças na estrutura econômica, com maior participação de indústrias energointensivas e menor participação dos serviços aumenta a intensidade energética. Melhorias na qualidade de vida da população, aumentando o acesso a serviços energéticos, também aumenta a intensidade energética. A difusão de medidas de eficiência energética e comportamentos mais eficientes reduzem a intensidade. A substituição de combustíveis a favor de usos finais mais eficientes, como a substituição de fogões a lenha por fogões a gás natural, reduz a intensidade. A maior participação de transporte individual e em automóveis menos eficientes aumentam a intensidade.

3.2. Indústria

O setor industrial é o segundo maior setor consumidor de energia no País, responsável por 32% do consumo final em 2023 (EPE, 2024). A indústria é heterogênea e pode ser separada em segmentos industriais.

Os dados utilizados para as análises podem ser separados em consumo final energético, valor adicionado, produção física e outros. A Tabela 2 apresentada esses dados e em seguida algumas definições e explicações.

Sempre que disponível, são coletados e utilizados dados de produção física. E para uma análise mais completa da evolução da eficiência energética, deve ser considerado o contexto e a combinação

de indicadores. Portanto, também são coletadas informações sobre políticas e programas de eficiência energética na indústria e dados de reciclagem, autoprodução e outros.

Tabela 2: Dados do setor industrial

Dados	Unidade	Fonte
Consumo final energético industrial total, por segmento industrial e por fonte de energia	Tep	EPE – Balanço Energético Nacional
Consumo elétrico industrial total e por segmento industrial	kWh	EPE – Balanço Energético Nacional
Valor adicionado industrial total e por segmento industrial	R\$	IBGE e estimações EPE
Produção física de aço bruto (total, produzido em aciaria elétrica e não elétrica (oxigênio e EOF)) e laminado	Tonelada	IABr – Instituto Aço Brasil
Produção física de ferro-gusa	Tonelada	SINDIFER – Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais
Produção física de ferroligas	Tonelada	ABRAFE – Associação Brasileira de Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico
Produção física de cimento	Tonelada	SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
Produção física de clínquer	Tonelada	SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
Produção física de papel	Tonelada	Ibá – Indústria Brasileira de Árvores
Produção física de celulose	Tonelada	Ibá – Indústria Brasileira de Árvores
Produção física de alumínio primário	Tonelada	ABAL – Associação Brasileira de Alumínio
Produção física de alumina	Tonelada	ABAL – Associação Brasileira de Alumínio
Produção física de açúcar	Tonelada	MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária
Difusão do lingotamento contínuo na siderurgia no Brasil e mundo	%	Worldsteel
Taxa de reciclagem de papel no Brasil e mundo (recuperação de aparas / consumo aparente de papel)	%	ANAP – Associação Nacional dos Aparistas de Papel, e ICFPA – International Council of Forest and Paper Association
Taxa de recuperação de sucata de alumínio	%	ABAL – Associação Brasileira do Alumínio

Fonte: EPE

Consumo final energético

O consumo final energético total e por segmento industrial, por fonte de energia, é obtido a partir do Balanço Energético Nacional (BEN).

Além dos segmentos apresentados no BEN, o segmento de alimentos e bebidas é aberto em açúcar e outros alimentícios, e o de não ferrosos e outros da metalurgia é aberto em alumínio, alumina e outros metais básicos.

Não inclui consumo final não energético (uso de energia como matéria-prima ou produtos químicos) nem o consumo do setor energético (indústrias de mineração de energéticos, refinarias, termoeletricas, unidades de processamento de gás natural e outros).

Os combustíveis utilizados para geração elétrica não estão incluídos no consumo final, e sim em centros de transformação (centrais elétricas de autoprodução). No caso de cogeração, a fração do combustível relacionada à geração de calor, utilizado nos processos industriais, entra como consumo final da indústria, enquanto a fração relacionada à geração de eletricidade entra nos

centros de transformação. Todo consumo elétrico entra como consumo final, seja eletricidade adquirida da rede ou autoprodução.

Valor adicionado

As informações dos valores adicionados setoriais possuem duas origens: i) as informações divulgadas pelo IBGE no âmbito do Sistema de Contas Nacionais; ii) especificamente para os setores não divulgados no Sistema de Contas Nacionais, as séries estimadas pela EPE, a partir dos dados oficiais do IBGE e de outras bases de dados complementares. Atualmente as séries de valor adicionado do BEN utilizam o ano de 2010 como ano de referência. O manual metodológico do Balanço Energético Nacional 2ª edição (EPE, 2022) apresenta a correspondência entre os setores do BEN com a CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

3.2.1. Indicadores

A partir dos dados reunidos, são calculados diversos indicadores para analisar o progresso da eficiência energética, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Dados do setor industrial

Dados	Unidade
Consumo final energético industrial total, por segmento industrial e por fonte de energia	Tep
Consumo elétrico industrial total e por segmento industrial	kWh
Valor adicionado industrial total e por segmento industrial	R\$
Produção física de aço bruto (total, produzido em aciaria elétrica e não elétrica (oxigênio e EOF)) e laminado	Tonelada
Produção física de ferro-gusa	Tonelada
Produção física de ferroligas	Tonelada
Produção física de cimento	Tonelada
Produção física de clínquer	Tonelada
Produção física de papel	Tonelada
Produção física de celulose	Tonelada
Produção física de alumínio primário	Tonelada
Produção física de alumina	Tonelada
Produção física de açúcar	Tonelada
Difusão do lingotamento contínuo na siderurgia no Brasil e mundo	%
Taxa de reciclagem de papel no Brasil e mundo (recuperação de aparas / consumo aparente de papel)	%
Taxa de recuperação de sucata de alumínio	%

Fonte: EPE

Consumo específico

É calculado o consumo específico de aço, papel e celulose, cimento e açúcar, através da razão entre o consumo energético (tep) e a produção física (t).

Na indústria de cimento, como os fornos para produção de clínquer é a etapa mais energointensiva em energia térmica, a produção de cimento é mais eletrointensiva, e o conteúdo médio de clínquer no cimento pode variar com o tempo, são monitorados os seguintes indicadores: consumo de energia térmica por clínquer produzido, consumo de energia elétrica por cimento produzido e o conteúdo de clínquer no cimento.

Na indústria de papel e celulose, o processo de produção e demanda energética do papel e da celulose são bastante distintos, sendo a produção de celulose mais energointensiva e com maior demanda de combustíveis para produção de vapor. As estatísticas do consumo costumam ser de papel e celulose agregados, até porque há fábricas integradas que produzem ambos os produtos. Portanto, quando maior a razão entre celulose e papel produzidos, maior o indicador de consumo específico. Portanto, comparações da evolução desse indicador ao longo do tempo e com outros países devem ser realizadas com cautela. No Atlas é monitorado o rateio da produção de celulose e papel.

Intensidade energética

A intensidade energética é calculada pela razão entre o consumo energético (tep) e o valor adicionado (milhões de reais de 2010 na estrutura de 2010) de cada segmento industrial.

A intensidade energética da indústria como um todo é influenciada por diversos fatores, incluindo mudanças na participação dos segmentos no PIB industrial, que pode não ter relação com a eficiência energética e com as tecnologias utilizadas nas plantas industriais. O indicador também é impactado por mudanças na intensidade energética dos segmentos.

Matriz energética e participação dos segmentos

É monitorada a evolução da matriz energética da indústria e de cada um dos segmentos industriais, além da participação de cada segmento industrial no consumo energético e no valor adicionado da indústria.

Decomposição da variação do consumo de energia

A decomposição da variação do consumo de energia permite separar a parcela referente ao crescimento econômico, às mudanças na estrutura da indústria (na participação de cada segmento) e na intensidade energética de cada segmento.

A decomposição da variação do consumo energético é calculada pelo método logarithmic mean Divisia index method (LMDI) (Ang, 2005), seguindo as seguintes equações:

$$\Delta E_{tot} = E^T - E^0 = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int}$$

$$\Delta E_{act} = \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - E_i^0} \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right)$$

$$\Delta E_{str} = \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - E_i^0} \ln \left(\frac{S_i^T}{S_i^0} \right)$$

$$\Delta E_{int} = \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - E_i^0} \ln \left(\frac{I_i^T}{I_i^0} \right)$$

Onde:

i é cada subsetor

E é o consumo de energia total

T é o ano final do período analisado

T = 0 é o ano inicial do período analisado

ΔE_{tot} é a mudança agregada no consumo de energia

ΔE_{act} é o efeito atividade

ΔE_{str} é o efeito estrutura

ΔE_{int} é o efeito intensidade

$$Q = \sum_i Q_i$$

$$S_i = \sum_i \frac{Q_i}{Q}$$

$$I_i = \sum_i \frac{E_i}{Q_i}$$

Q é o nível de atividade total (valor adicionado)

S é a participação do segmento i na atividade

I é a intensidade energética do segmento i

Índice de eficiência energética na indústria (ODEX industrial)

O cálculo do ODEX industrial utiliza como indicadores o consumo específico (consumo energético dividido por produção física) de aço, papel e celulose, cimento e açúcar, e consumo energético dividido por um índice produção para outros alimentícios, têxtil, química, cerâmica, ferroligas, não ferrosos e outros da metalurgia, mineração e pelotização e outras indústrias. Esse índice de produção é calculado pela variação do valor adicionado a estrutura constante de 2010.

O consumo específico captura a evolução da eficiência energética melhor do que a intensidade energética. É utilizado para segmentos energointensivos, mais homogêneos e com disponibilidade de dados.

Para alguns segmentos mais heterogêneos, como a química e não ferrosos e outros da metalurgia, o indicador não é suficientemente desagregado para conseguir expurgar o efeito de mudanças na participação dos subsegmentos (efeito subestrutura).

Taxa de reciclagem e outros

A taxa de reciclagem é um indicador adicional para interpretar a evolução do consumo e ações de economia circular na indústria. Na indústria siderúrgica, é monitorado o consumo de sucata de ferro e aço e a difusão do lingotamento contínuo (processo mais eficiente). Na indústria de alumínio é monitorada a taxa de recuperação de sucata. Já na indústria de papel é monitorada a taxa de reciclagem de papel (recuperação de aparas / consumo aparente de papel).

3.3. Residencial

O setor residencial foi responsável por 11% do consumo final de energia e por 27% do consumo elétrico em 2023 (EPE, 2024).

As estatísticas energéticas nacionais apresentam dados de consumo por fonte de energia do setor residencial. Para realizar análises mais robustas, são utilizados dados desagregados por uso final e por equipamento, obtidos do Modelo do Setor Residencial (MSR) da EPE. O Modelo utiliza como base o Balanço Energético Nacional da EPE, a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PPH) do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL/Eletrobras), a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), Pesquisa Nacional por Amostra de

Domicílios Contínua Anual (PNADC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dados demográficos do IBGE, consumo de gás natural da Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado (ABEGÁS), consumo específico por equipamento do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), venda de equipamentos da Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (ELETROS), Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), e Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX), dados de sistemas de aquecimento solar da Associação Brasileira de Energia Solar Térmica (ABRASOL) e dos programas habitacionais Minha Casa Minha Vida e Minha Casa Verde e Amarela, dentre outras fontes.

O modelo inclui informações e premissas de consumo energético por uso final, estoque de equipamentos, posse, consumo médio por equipamento no estoque e novos equipamentos, tempo de uso, dentre outras. A Tabela 4 apresenta os dados e indicadores referentes ao setor residencial.

Tabela 4: Dados e indicadores do setor residencial

Dados e indicadores	Unidade	Fonte
Consumo final de energia por fonte de energia	Mil Tep	Balanço Energético Nacional - EPE
Matriz energética do setor residencial	% de cada fonte no consumo	Balanço Energético Nacional - EPE
Consumo elétrico e energético por domicílio	kWh/ domicílio e tep/ domicílio	Estimativa do Modelo MSR da EPE
Domicílios com sistemas de aquecimento solar (SAS)	% dos domicílios	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base na ABRASOL e na POF do IBGE
Área instalada de SAS por mil habitantes	M ² /mil habitantes	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base na ABRASOL
Consumo evitado de energia residencial com SAS	Mil tep	Estimativa do Modelo MSR da EPE
Consumo final de energia no setor residencial por uso final	Mil tep	Estimativa do Modelo MSR da EPE
Percentual de domicílios que aquecem água por fonte de energia	% do número de domicílios	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base na POF do IBGE
Percentual de domicílios que cozinham por fonte de energia	% do número de domicílios	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base na PNADCA do IBGE
Posse de equipamentos	Unidades/ domicílio	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base na PPH do PROCEL e na POF do IBGE
Consumo médio anual por equipamento	kWh/equipamento	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base na PPH do PROCEL
Participação de cada equipamento no consumo residencial de energia elétrica	%	Estimativa do Modelo MSR da EPE
Índice de eficiência energética residencial (ODEX residencial energético)	Índice (ano 2005 = 100)	Estimativa do Modelo MSR da EPE
Índice de eficiência elétrica residencial - (ODEX residencial elétrico)	Índice (ano 2005 = 100)	Estimativa do Modelo MSR da EPE
Número de domicílios	Domicílios	Dados demográficos do IBGE
Estoque de equipamentos	Equipamentos	Estimativa do Modelo MSR da EPE com base em dados demográfico do IBGE e dados de posse de equipamentos da PPH do PROCEL

Fonte: EPE

Eletrrodomésticos e iluminação: estoque, posse, vendas e consumo específico

A posse de eletrodomésticos é o número médio de equipamentos por domicílio, considerando que cada domicílio pode ter mais de um equipamento. Os principais eletrodomésticos contemplados no Atlas são: geladeira, condicionador de ar, chuveiro elétrico, ventilador/circulador de ar, televisão, lâmpadas e máquina de lavar.

O estoque de eletrodomésticos é o número de eletrodomésticos no País. É estimado pela posse média de eletrodomésticos e o número de domicílios.

O consumo específico por eletrodoméstico é medido em kWh por equipamento representativo do estoque em um dado ano. É estimado no Modelo MSR considerando o estoque de equipamentos, a potência média e tempo médio de uso por ano. No caso de iluminação residencial, são consideradas as lâmpadas LED, incandescentes e fluorescentes compactas.

Consumo por uso final

Os usos finais considerados são: cocção de alimentos, conservação de alimentos, aquecimento de água, climatização de ambientes, entretenimento e comunicações, iluminação, lavanderia e outros usos finais atendidos por equipamentos elétricos (eletrodomésticos).

Aquecimento de água inclui o consumo de energia em chuveiros elétricos, chuveiros a gás (gás natural e GLP) e aquecimento solar de água.

Cocção inclui o consumo de energia em fornos e fogões a gás (gás natural e GLP), fornos e fogões elétricos e a combustíveis tradicionais (carvão vegetal, lenha ou pó de serra).

Climatização de ambientes inclui o consumo de energia em aparelhos de ar-condicionado, ventiladores e circuladores de ar.

Já o consumo de eletricidade para outros usos finais é calculado pela diferença entre o consumo elétrico residencial e o consumo elétrico destinados aos demais usos finais.

Índice de eficiência energética residencial

Os usos finais considerados para compor o ODEX residencial energético são iluminação, refrigeração de ambiente, refrigeração de alimentos, lavagem de roupa, entretenimento (tv), aquecimento de água para banho e cocção de alimentos. Estes usos finais foram selecionados por juntos representarem aproximadamente 95% do consumo de energia elétrica do setor residencial. A fórmula a seguir representa a metodologia de cálculo do ODEX Residencial Energética.

$$ODEX_{Residencial\ Energético_t} = 100 \cdot \left\{ \frac{1}{\sum_{i=1}^7 \left[\frac{C_{i,t}}{\sum_{i=1}^7 C_{i,t}} \cdot \frac{\left(\frac{x_{i,t-1}}{b_{i,2005}} \right)}{\left(\frac{x_{i,t}}{b_{i,2005}} \right)} \right]} \right\}$$

Onde:

$C_{i,t}$ = Consumo total de energia dos domicílios em mil tep para atender o uso final i no tempo t;

$x_{i,t}$ = Consumo específico de energia dos domicílios em mil tep de uma unidade de equipamento representativo e dedicado a atender o uso final i no tempo t;

$b_{i,2005}$ = Consumo específico de energia dos domicílios em mil tep de uma unidade de equipamento representativo e dedicado a atender o uso final i no ano base (no caso, 2005);

i = Sete usos finais considerados no indicador ODEX residencial elétrico: (i) iluminação, (ii) climatização de ambientes, (iii) conservação de alimentos, (iv) lavanderia, (v) entretenimento (televisão), (vi) aquecimento de água para banho, (vii) cocção de alimentos;

t = Ano de análise.

É importante destacar que, ao considerar apenas o consumo específico dos equipamentos representativos dos usos finais selecionados como prioritários do setor residencial, o ODEX residencial não é influenciado pelo aumento da posse de equipamentos, como por exemplo vem acontecendo de forma expressiva para os aparelhos de ar-condicionado, nem por mudanças no tempo de uso do equipamento ao longo do tempo.

Além do ODEX residencial energético, também é calculado o ODEX residencial elétrico, cuja metodologia inclui apenas o consumo elétrico dos seguintes usos finais e equipamentos elétricos: iluminação (lâmpadas), refrigeração de ambiente (incluindo aparelhos de ar-condicionado, ventiladores e circuladores de ar), refrigeração de alimentos (geladeiras), lavagem de roupa, entretenimento (televisões) e aquecimento de água para banho (chuveiro elétrico). Estes usos finais foram selecionados por juntos representarem aproximadamente 80% do consumo de energia elétrica do setor residencial.

3.4. Serviços

O setor de serviços é um setor heterogêneo, que engloba os setores comercial e serviços públicos, com diversas tipologias de edificações, iluminação pública e saneamento. Foi responsável por 5% do consumo final de energia e por 24% do consumo elétrico em 2023 (EPE, 2024). A eletricidade é a principal fonte consumida, representando 90% do consumo desse setor (EPE, 2024).

Os dados para formar os indicadores são de diferentes fontes. O Balanço Energético Nacional (EPE, 2024) apresenta dados de consumo por fonte para o setor comercial e para o público. O Anuário Estatístico de Energia Elétrica apresenta dados com maior detalhamento, apenas para energia elétrica, incluindo iluminação pública, poder público e serviço público (água, esgoto, saneamento e tração elétrica). A Pesquisa do Consumo de Energia no Setor de Serviços, contratada pela EPE com recursos do Projeto de Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral – Projeto META (EPE, 2015), fornece informações de consumo desagregadas em diversos segmentos, como: atacado e comércio varejista, hotéis e restaurantes, edifícios públicos, água, esgoto e saneamento, iluminação pública, escritórios, saúde, educação e outros. Os dados por segmento são estimados no Modelo Comercial (MD.Comercial) da EPE, que utiliza informações das fontes acima citadas, além da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS (IBGE), Balanço de Energia Útil (MME, 2005), ANP, ABEGÁS e outros.

A Tabela 5 apresenta os dados e indicadores utilizados para elaborar o setor de serviços do Atlas, com respectiva unidade de medida e fonte da informação.

Tabela 5: Dados e indicadores do setor de serviços

Dados e indicadores	Unidade	Fonte
Consumo final energético por fonte nos serviços	Tep	EPE (Balanço Energético Nacional)
Consumo de eletricidade no setor comercial	TWh	EPE (Balanço Energético Nacional)

Área construída de estabelecimentos comerciais	Milhões de m ²	Estimativa do modelo Md.Comercial da EPE
Venda de equipamentos centrais de refrigeração	Tonelada de refrigeração	ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento (Boletim econômico)
Variação do faturamento do setor de refrigeração, ar-condicionado, ventilação e aquecimento	%	ABRAVA (Boletim econômico)
PIB da construção civil	R\$	IBGE
Consumo de energia por fonte, por segmento público (edifícios públicos, hospitais públicos, educação pública, iluminação pública, saneamento (apenas energia elétrica, outros))	Tep	Estimativa do modelo Md.Comercial da EPE
Área construída de prédios públicos	M ²	Estimativa do modelo Md.Comercial da EPE
Consumo elétrico e energético por m2 das edificações comerciais e públicas	kWh/m ² tep/m ²	Indicador calculado
Consumo final energético por segmento do setor de serviços (atacado e comércio varejista, hotéis e restaurantes, edifícios públicos, iluminação pública, água, esgoto e saneamento, escritórios, saúde, educação e outros)		Estimativa do modelo Md.Comercial da EPE
Participação do faturamento do comércio eletrônico por perfil de comprador	%	abcomm – Associação Brasileira de Comércio Eletrônico (Dashboard de dados do e-commerce)
Compra eletrônica por região do país	%	abcomm (Dashboard de dados do e-commerce)
Participação do e-commerce no varejo tradicional	%	abcomm (Dashboard de dados do e-commerce)
Distribuição dos gastos com energia elétrica na administração pública federal	%	MGISP - Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos (Painel de Custeio Administrativo)

Fonte: EPE

A intensidade energética do setor de serviços pode ser calculada pelo rateio entre o consumo final do setor e o valor adicionado. Entretanto, por se tratar de um setor heterogêneo, esse indicador é muito influenciado por mudanças da estrutura do setor de serviços (variação na participação dos segmentos), apresentando limitações para ser considerado uma proxy da eficiência energética. Para o cálculo do ODEX são necessários os seguintes dados: número de empregados para cada um dos segmentos: edifícios públicos e serviços, hospitais (públicos e privado), hotéis, restaurantes, educação, atacado, escritórios, outras atividades e comércio varejistas. Esses dados nesta abertura não estão disponíveis. Em função de limitação de dados, não é calculado o ODEX do setor de serviços.

3.5. Transportes

Atualmente, o setor de transportes é o principal consumidor de energia, responsável por 33% do consumo final em 2023 (EPE, 2024). O modo de transportes mais utilizado no Brasil é o rodoviário, tanto para movimentação de carga quanto de pessoas.

O Balanço Energético Nacional (EPE, 2024) apresenta dados de consumo por fonte e por modo. A EPE desenvolveu diversos modelos para desagregar as informações de consumo de energia em

transporte de cargas e passageiros, por tipo de veículo e por atividade (tonelada-quilômetro e passageiro-quilômetro), permitindo análises mais robustas, sendo eles: o Modelo Demanda de Veículos Leves, o Modelo Rodoviário Leves a diesel, o Modelo Rodoviário de Cargas, o Modelo Rodoviário Coletivo de Passageiros, o Modelo Ferroviário de Cargas, o Modelo Metroferroviário, o Modelo Ferroviário Regional, o Modelo Aquaviário de Cargas, o Modelo Aquaviário de Passageiros, o Modelo Aéreo e o Modelo Integrado de Transportes (que consiste em ferramenta de análise integrada dos modelos de transporte citados anteriormente). Além do BEN, os modelos utilizam dados da ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, FENABRAVE – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, ABRACICLO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares, ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos, ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres, dentre outros.

A Tabela 6 apresenta os dados e indicadores utilizados para elaborar o setor de transportes do Atlas, com respectiva unidade de medida e fonte da informação.

Tabela 6: Dados e indicadores do setor de transportes

Dados e indicadores	Unidade	Fonte
Consumo de energia por fonte de energia e modo de transporte	Tep	Balanco Energético Nacional (EPE)
Consumo de energia no transporte rodoviário por tipo de veículo e fonte de energia	Tep	Estimativa dos Modelos da EPE
Intensidade energética por modo no transporte de passageiros	Tep/ (10 ⁶ p.km)	Estimativa dos Modelos da EPE
Participação de cada modo na atividade de transporte de passageiros	% do p.km	Estimativa dos Modelos da EPE
Consumo específico médio do transporte individual de passageiros	Tep/10 ⁶ km	Estimativa dos Modelos da EPE
Frota de automóveis	Milhões de unidades	Estimativa dos Modelos da EPE
Frota de leves por tipo de motorização	% da frota	Estimativa dos Modelos da EPE
Consumo energético por fonte no transporte rodoviário individual ciclo Otto	Tep	Estimativa dos Modelos da EPE
Matriz energética do transporte rodoviário individual ciclo Otto	% do consumo	Estimativa dos Modelos da EPE
Intensidade energética por modo no transporte de cargas	Tep/ t.km	Estimativa dos Modelos da EPE
Participação de cada modo na atividade de transporte de cargas	% do t.km	Estimativa dos Modelos da EPE
Frota de caminhões por categoria (semileves, leves, médios, semipesados e pesados)	Número de veículos	Estimativa dos Modelos da EPE
Consumo específico médio de caminhões novos por categoria	Km/L ou km/kWh	Estimativa dos Modelos da EPE
Consumo de óleo diesel A e biodiesel no transporte rodoviário	Bilhões de litros	BEN (EPE)
Percentual médio de adição de biodiesel no diesel	%	Legislação Federal e Modelos internos

Fonte: EPE

O ODEX do setor de transportes é calculado com os seguintes indicadores:

- Consumo específico do transporte individual de passageiros (automóveis + motocicletas + veículos comerciais leves) [tep/ passageiro-km];
- Consumo específico de ônibus [tep/ passageiro-km];
- Consumo específico de caminhões [tep/ tonelada-km];
- Consumo específico do transporte ferroviário (carga + passageiros) [tep/ tonelada-km];
- Consumo específico do transporte marítimo (carga + passageiros) [tep/ tonelada-km];
- Consumo específico do transporte aeroviário (carga + passageiros) [tep/ tonelada-km].

Para converter o transporte de passageiros em t.km foi considerado um peso médio de 75 kg por pessoa para os modos ferroviário e aquaviário, e 90 kg o peso médio de uma pessoa com mala no transporte aeroviário.

4. Conclusões

O Atlas da Eficiência Energética Brasil é uma importante ferramenta para monitorar os indicadores relacionados a eficiência energética nos usos finais e analisar o progresso da eficiência energética no País. A cada ciclo novos gráficos e indicadores podem ser apresentados, considerando a disponibilidade de informações.

Referências

EPE, 2015. PESQUISA DO CONSUMO DE ENERGIA NO SETOR DE SERVIÇOS. DISPONÍVEL EM: [BIT.LY/R44RT4F8](https://bit.ly/r44rt4f8)

EPE, 2022. BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – MANUAL METODOLÓGICO 2ª EDIÇÃO. DISPONÍVEL EM: [BIT.LY/D3P0J7G5](https://bit.ly/d3p0j7g5)

EPE, 2024. BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. DISPONÍVEL EM: [BIT.LY/D4G4K8L2](https://bit.ly/d4g4k8l2)

ENERDATA, 2008. DEFINITION OF ENERGY EFFICIENCY INDEX ODEX IN ODYSSEE DATABASE.

ENERDATA, 2020A. DEFINITION OF ENERGY EFFICIENCY INDEX ODEX IN ODYSSEE DATA BASE. DISPONÍVEL EM: [BIT.LY/E3F3G19J7](https://bit.ly/e3f3g19j7)

ENERDATA, 2020B. DEFINITION OF DATA AND ENERGY EFFICIENCY INDICATORS IN ODYSSEE DATABASE. DISPONÍVEL EM: [BIT.LY/G4H7L1N8](https://bit.ly/g4h7l1n8)

ANEXO – Exemplo com cálculo do ODEX

A seguir é apresentado o cálculo do ODEX para um exemplo fictício. A Tabela 7 apresenta dados de atividade e consumo de um setor residencial fictício com apenas dois usos finais, com dados de consumo específico, consumo energético e o cálculo dos índices de consumo específico, participação no consumo, índice de eficiência energética total calculado, índice de eficiência energética com média móvel, ganhos de eficiência e a economia de energia. O ano base utilizado é o ano 2020.

Tabela 7: Princípio de cálculo do índice de eficiência energética (exemplo fictício)

	2020	2021	2022	2023
Consumo energético (C)				
Carros (Mtep)	135	136	140	142
Aviões (Mtep)	28	29	30	32
Consumo específico (CE)				
Carros (tep/p.km)	8,7	8,5	8,4	8,3
Aviões (tep/t.km)	80	79	74	73
Índice de consumo específico (ICE) ¹				
Carros	100	97,7	96,6	95,4
Aviões	100	98,8	92,5	91,3
Participação no consumo (p) ²				
Carros	82,8%	82,4%	82,4%	81,6%
Aviões	17,2%	17,6%	17,6%	18,4%
Índice de eficiência energética (I)				
I_{t-1}/I_t ³		1,0216	1,0217	1,0124
I_t/I_{t-1} ⁴		0,9788	0,9788	0,9878
ODEX (2020=100) ⁵	100	95,8	95,8	94,6
ODEX (média móvel 3 anos) ⁶	100	98,9	97,9	96,1

Fonte: Adaptado de Enerdata (2006)

¹O índice é definido como igual a 100 no ano base (2020), e os valores consecutivos são dados pelo índice em t-1 multiplicado pelo consumo específico em t dividido pelo consumo específico em t-1 [$\text{Índice}_{t-1} \times (CE_t/CE_{t-1})$]. Também pode ser calculado como o consumo específico em t dividido pelo consumo específico no ano base t_0 multiplicado por 100 [$(CE_t/CE_{t_0}) \times 100$]. O Índice de consumo específico para carros em 2023 é $96,6 \times \frac{8,3}{8,4} = 95,4$ ou $\frac{8,3}{8,7} \times 100 = 95,4$.

²A participação do consumo energético relacionado a um serviço energético (ou setor, segmento, equipamento ou modo de transporte) é calculado pelo consumo do serviço energético i dividido pelo consumo total [$C_i/\Sigma C_i$]. A participação dos carros no consumo em 2023 é $\frac{142}{(142+32)} = 82\%$.

³ I_{t-1}/I_t é calculado pelo índice em t-1 do serviço energético i = 1 dividido pelo índice em t do serviço energético i=1, multiplicado pela participação do serviço energético i = 1 no consumo, mais o índice em t-1 do serviço energético i = 2 dividido pelo índice em t do serviço energético i = 2, multiplicado pela participação do serviço energético i = 2 no consumo [$\Sigma_i (I_{t-1,i}/I_{t,i} \times CE\%)$]. $\frac{I_t}{I_{t-1}}$ em 2023 é $\frac{96,6}{95,4} \times 81,6\% + \frac{92,5}{91,3} \times 18,4\% = 1,0124$.

⁴ $\frac{I_t}{I_{t-1}}$ é calculado como $\frac{1}{\frac{I_{t-1}}{I_t}}$. Portanto, $\frac{I_t}{I_{t-1}}$ em 2023 é $\frac{1}{1,0124} = 0,9878$.

⁵O ODEX é definido como 100 ano base, e nos demais anos calculado como o ODEX no ano anterior (t-1) multiplicado por I_t/I_{t-1} . Em 2023 o ODEX é $95,8 \times 0,9878 = 94,6$

⁶ A média móvel de 3 anos para o ano t é calculada como a média de t-2, t-1 e t. Para o primeiro ano o valor é igual a 100, e para o segundo ano o valor é calculado pela média de apenas 2 anos, t e t₀. Em 2023 a média móvel do ODEX é $1 - \left(\frac{98,9+97,9+96,1}{3} \right) = 96,1$

A taxa de economia de energia acumulada entre o ano base e o ano t é calculado por $1 - \left(\frac{ODEX}{100} \right)$. Neste caso, a economia foi de 3,9% entre 2020 e 2023, ou seja, $1 - \left(\frac{96,1}{100} \right) = 3,9\%$.