

## **GRUPO DE ESTUDO GERAÇÃO TÉRMICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - GTE**

### **Metodologia do Indicador ODEX para monitoramento da eficiência energética no Brasil**

**Patrícia Messer Rosenblum, Flávio Raposo de Almeida, Glaucio Vinicius Ramalho Faria  
EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA**

#### **RESUMO**

A eficiência energética fornece diversos benefícios como redução do desperdício de energia e das emissões de gases de efeito estufa. Porém, como não é possível medi-la diretamente, são empregados indicadores para monitorar o seu progresso, avaliar a economia de energia associada às medidas de eficiência e orientar as políticas públicas nesse tema. Uma opção de indicador é a intensidade energética, calculada como a razão entre energia e variáveis monetárias como produto interno bruto (PIB) ou valor adicionado (VA). Embora este seja um dos indicadores mais utilizados, ele possui limitações relevantes, sobretudo pela influência de diversos efeitos não associados à eficiência energética propriamente dita.

Uma abordagem alternativa é o uso de um indicador agregado, tal como o ODEX, índice de eficiência energética desenvolvido para o programa europeu ODSYSSEE-MURE e utilizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para monitorar a eficiência energética no Brasil. Trata-se de um indicador que busca isolar os efeitos de mudanças na estrutura econômica de um país, além de permitir agregar tendências expressas em diferentes unidades de medida. Para tal, o ODEX é composto pelo índice de variação dos melhores indicadores de consumo específico disponíveis, ponderado pelo peso de cada subsetor/equipamento/serviço energético/mofo de transporte no consumo energético de cada ano.

Os três setores monitorados no Brasil são indústria, transportes e residências. Dessa forma, o ODEX brasileiro é representado pela média do ODEX de cada um destes setores, ponderada pelas suas respectivas participações no consumo final de energia. De acordo com os resultados da última versão do Atlas da Eficiência Energética, de 2005 a 2023 foi apurado um ganho de 11,2% de eficiência energética, resultado de décadas de investimentos público e privados. Este artigo busca detalhar a metodologia do ODEX Brasil, identificando as vantagens e limitações do uso de um indicador baseado em índices, além de apresentar os resultados mais recentes deste indicador apurados pela EPE.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Eficiência Energética; indicadores; ODEX; planejamento energético.

## 1.0 INTRODUÇÃO

Ganhos de eficiência energética são obtidos através da realização de um serviço energético que utilize menos energia para um mesmo nível de conforto e utilidade do usuário. Dentre os múltiplos benefícios da eficiência energética, destacam-se alguns como a redução do desperdício de energia e das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Adicionalmente, outros benefícios que podem ser alcançados são ganhos de produtividade para os negócios e aumento da renda disponível das famílias. No entanto, a postergação dos investimentos de expansão do setor elétrico é um benefício chave em termos de planejamento e transição energética, sendo um dos eixos estratégicos do Plano Nacional de Transição Energética [1] e parte das estratégias de combate às mudanças do clima.

Muito embora seja desejável mensurar a eficiência energética e usufruir de seus benefícios, não é possível medi-la diretamente. A forma alternativa de contornar essa limitação é o uso de indicadores específicos que buscam monitorar o seu progresso, medir a economia de energia associada às ações de eficiência e orientar as políticas públicas, passos fundamentais para o planejamento energético de um país. Dentre os indicadores mais utilizados a nível nacional/regional, destacam-se o consumo específico, a intensidade energética e aqueles relacionados à penetração de tecnologias eficientes no mercado.

O indicador de intensidade energética é calculado a partir da razão entre o consumo de energia e o nível de atividade em valores monetários (Produto Interno Bruto ou Valor Adicionado). Essa relação traz limitações relevantes para a análise da eficiência, pelo fato de ser influenciada por diversos efeitos não associados à eficiência, em especial mudanças na estrutura setorial da economia. Mesmo assim, a intensidade energética é amplamente utilizada, inclusive para monitorar a meta 7.3 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030<sup>1</sup> [2], e um dos fatores principais é a facilidade em obter os dados para esse indicador.

A fim de aprimorar o monitoramento dos avanços na eficiência energética no País e apoiar a formulação de políticas públicas neste tema, a EPE começou a desenvolver em 2011 um sistema de indicadores de eficiência energética. O processo foi feito com apoio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH, da Enerdata e da Agência Francesa de Transição Ecológica (ADEME), utilizando as melhores práticas internacionais, o que permitiu reunir dados macroeconômicos e setoriais, de consumo de energia e nível de atividade, com o maior detalhamento disponível. A partir dessas informações, foi elaborado o ODEX para o Brasil, um indicador adaptado do índice de mesmo nome que é utilizado no programa ODYSSEE-MURE [3] da União Europeia.

O ODEX é um índice de eficiência energética que busca isolar o efeito de mudanças estruturais, e para isso utiliza a índices de variação dos melhores indicadores disponíveis para representar a eficiência energética – o que permite combinar diferentes unidades –, ponderados pelo peso no consumo energético em cada ano. A sua divulgação se dá por meio do relatório Atlas da Eficiência Energética Brasil [4], divulgado anualmente pela EPE. Já no âmbito da administração pública federal, o ODEX Brasil é utilizado como indicador para o monitoramento do objetivo de promover eficiência energética no Planejamento Estratégico Participativo 2024-2027 do Ministério de Minas e Energia (MME), e a meta para este indicador foi estabelecida em 91,8 no referido período [5].

## 2.0 INDICADORES DE EFICIÊNCIA

Indicadores de eficiência energética são grandezas que relacionam o consumo de energia com o nível de atividade de um serviço energético, no intuito de medir ou estimar a evolução da eficiência energética. No entanto, o consumo de energia é influenciado por diversos fatores não diretamente relacionados à eficiência energética, como: mudanças estruturais (da indústria para serviços); mudanças entre setores

---

<sup>1</sup> O ODS 7 é ‘garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos’. A meta 7.3 global é ‘até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética da economia brasileira’, e a meta brasileira é ‘Até 2030, aumentar a taxa de melhoria da eficiência energética da economia brasileira’, e o indicador para medir a meta é ‘intensidade energética medida em termos de energia primária e de PIB’.

(mais ou menos energointensivos); ciclos econômicos (afetando o nível de utilização da capacidade instalada e transporte de cargas); clima (consumo para climatização); fatores não permanentes (verões mais ou menos quentes); e fatores sociais (como domicílios maiores e com menos habitantes).

A escolha dos indicadores depende do objetivo da análise que se deseja fazer, seja medir o impacto de um projeto, programa ou conjunto de políticas, seja monitorar tendências, definir metas ou realizar comparações internacionais. O indicador deve ser coerente com o objetivo da medição e fazer uso dos instrumentos mais adequados.

A Figura 1 relaciona alguns aspectos fundamentais na escolha de indicadores de eficiência energética, tais como: principais abordagens de construção de indicadores – ascendente ou *bottom-up* e descendente ou *top-down* –; níveis de agregação das informações; níveis de análise da eficiência energética; e volume de dados necessário em cada caso.

Figura 1: Pirâmide dos indicadores de eficiência energética



Fonte: Adaptado de UNDP: *Sustainable Energy for All – Global Tracking Framework*; e Vikhorev, Greenough e Brown (2013): *An advanced energy management framework to promote energy awareness*.

Em geral, o nível de agregação dos indicadores é inversamente proporcional à necessidade de uso de dados, de forma que no topo da pirâmide encontram-se os indicadores mais agregados, com baixa demanda por dados. À medida que se caminha para a base da pirâmide, os indicadores se tornam mais complexos<sup>2</sup>, pois exigem dados mais detalhados. Quanto mais desagregados, mais preciso são os indicadores, destacando-se, nesse caso, dados por setor, subsetor, uso final, tipo de processo, planta etc.

O dilema fundamental do processo de escolha de indicadores se resume ao fato de que construir uma base com informações detalhadas exige alto investimento em pesquisas setoriais, de forma recorrente, o que nem sempre é viável ou até desejável. Portanto, deve-se buscar um equilíbrio entre o custo e o benefício de produzir indicadores mais detalhados. Dados de uso final e de atividade são desejáveis, porém, nem sempre estão disponíveis, limitando a análise ao uso de indicadores agregados.

Este é um problema particularmente importante em países em desenvolvimento, onde recorrentemente há falta de dados de uso final e de atividade, limitando os indicadores às camadas superiores da pirâmide. Isso se dá, sobretudo, porque as atividades de elaboração e manutenção de sistemas de indicadores requerem recursos de médio e longo prazo em atividades de coleta, validação de dados, desenvolvimento de balanços energéticos e realização de pesquisas adicionais, bem como capacitação profissional e manutenção de corpo técnico qualificado para interpretação dos indicadores e compreensão do contexto no qual estão inseridos.

<sup>2</sup> Os dados de atividade devem estar relacionados com o de energia, e de preferência em base física, por uso final.

## 2.1 Intensidade Energética

A intensidade energética é um tipo de indicador posicionado no topo da pirâmide (Figura 1) e representa a medida da demanda energética de uma economia necessária para prover bens e serviços à sociedade. Embora a sua elaboração exija um volume de dados reduzido, esse indicador é diretamente influenciado pela estrutura econômica do país. Os setores econômicos demandam quantidades diferentes de energia para geração de valor adicionado, portanto taxas de crescimento distintas entre os setores acarretam mudanças na estrutura da economia e alteram a intensidade energética independentemente de ganhos de eficiência energética nas tecnologias ou processos [6].

O uso da intensidade energética como aproximação (*proxy*) da eficiência energética requer cautela na realização de comparações internacionais. Países em desenvolvimento como o Brasil são caracterizados por relevante participação das indústrias energointensivas exportadoras no consumo energético nacional. Mudanças na participação desses segmentos industriais no PIB influenciam a intensidade energética e provocam conclusões equivocadas a respeito da eficiência, mesmo que as plantas industriais utilizem tecnologias eficientes. Ainda nesse tocante, a análise comparativa da eficiência energética entre países com diferentes níveis de renda requer certos cuidados, uma vez que o aumento de poder aquisitivo das famílias de menor renda proporciona o aumento da demanda por serviços energéticos e por energia, o que não deve ser considerado redução da eficiência energética.

Em termos de concepção, quando o indicador de intensidade energética é calculado a partir da Energia Primária, e não a partir do Consumo Final de Energia, a eficiência dos centros de transformação de energia e o grau de renovabilidade do setor elétrico influenciam o resultado. Por exemplo, países cuja matriz elétrica é majoritariamente térmica apresentam reduções na intensidade energética (calculada a partir da Energia Primária) quando adicionam capacidade instalada baseada em plantas de geração eólica, solar ou hidráulica, uma vez que tais fontes, por definição, não apresentam perdas na transformação [7].

## 2.2 Decomposição do Consumo Final de Energia

Diversos fatores interferem na variação do consumo final de energia de um país no decorrer de um período. Portanto, são utilizadas técnicas de decomposição para a identificação das principais causas por trás desses movimentos. Tais técnicas também são especialmente úteis para minimizar o efeito das mudanças estruturais [6] que podem influenciar os resultados calculados pelo indicador de intensidade energética. A literatura acadêmica sobre Economia da Energia aponta que as variações do consumo final de energia decorrem de três efeitos principais [8]:

- Efeito Atividade: expõe as alterações decorrentes do nível de atividade econômica;
- Efeito Estrutura: mostra o impacto de alterações dos pesos dos setores;
- Efeito Intensidade: capta a influência da intensidade energética da produção no consumo final de energia, sendo a componente que se aproxima melhor de um eventual “ganho de eficiência”.

Há diferentes métodos de decomposição do consumo final de energia, o que consiste geralmente no uso de artifícios algébricos para a fatoração de um índice construído a partir de uma análise *top-down*. A abordagem genérica do que se convencionou chamar de *Divisia Index* consiste em separar a variação da energia final ( $\Delta E$ ) nos efeitos Atividade, Estrutura e Intensidade, respectivamente representados pela primeira, segunda e terceira parcelas na Equação 1 abaixo:

$$\Delta E = \sum_i^k \frac{E_i}{Q_i} \times \frac{Q_i}{Q} \times \Delta Q + \sum_i^k \frac{E_i}{Q_i} \times \Delta \left( \frac{Q_i}{Q} \right) \times Q + \sum_i^k \Delta \left( \frac{E_i}{Q_i} \right) \times \frac{Q_i}{Q} \times Q + \varepsilon$$

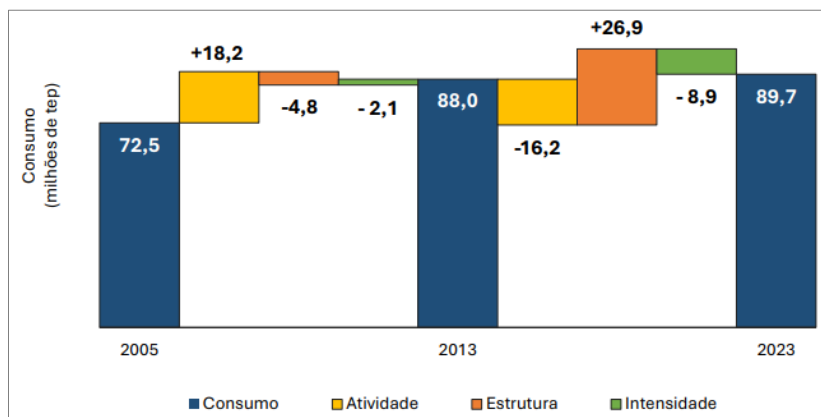
Onde, para cada setor  $i$  dentre os  $k$  setores de uma economia,  $E_i$  representa o consumo final de energia do setor  $i$ ;  $Q_i$  representa a produção física do setor  $i$  ou, alternativamente, o seu Valor Adicionado (VA); e  $Q$  é o total da produção física dos  $k$  setores ou, alternativamente, o Produto Interno Bruto (PIB).

A parcela  $\varepsilon$  representa o resíduo de efeitos de segunda e terceira ordem que podem existir neste tipo de decomposição algébrica, fazendo com que a soma dos efeitos não seja necessariamente igual à variação total da energia final. No entanto, uma forma de contornar essa limitação é o uso da média logarítmica por meio do método *Logarithmic Mean Divisia Index* (LMDI) [P], o que permite distribuir o valor do resíduo entre os três efeitos de primeira ordem. Esse método é utilizado por instituições como IEA e o Projeto ODYSSEE-MURE para decomposição do consumo final de energia. A EPE utiliza o LMDI para a decomposição do consumo final de energia na indústria, conforme a Equação 2:

$$\Delta E = \sum_i^k \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - E_i^0} \ln \left( \frac{Q^t}{Q^0} \right) + \sum_i^k \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - E_i^0} \ln \left( \frac{\sum_i^k \frac{Q_i^t}{Q^t}}{\sum_i^k \frac{Q_i^0}{Q^0}} \right) + \sum_i^k \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - E_i^0} \ln \left( \frac{\sum_i^k \frac{E_i^t}{Q_i^t}}{\sum_i^k \frac{E_i^0}{Q_i^0}} \right)$$

Onde, para cada setor  $i$  dentre os  $k$  setores, as variáveis  $E_i$ ,  $Q_i$  e  $Q$  representam as mesmas grandezas da Equação 1, e são avaliadas nos instantes 0 e  $t$  como  $E_i^0$ ,  $E_i^t$ ,  $Q_i^0$ ,  $Q_i^t$ ,  $Q^0$  e  $Q^t$ . O resultado dessa decomposição é apresentado no relatório do Atlas de Eficiência Energética [4], conforme na Figura 2:

Figura 2: Decomposição do consumo final da indústria nos efeitos Atividade, Estrutura e Intensidade



Fonte: EPE: Atlas de Eficiência Energética Brasil 2024.

### 2.3 Índices de eficiência energética

A fim de contornar as limitações do indicador de intensidade energética e minimizar a influência dos efeitos sobre o consumo final de energia, os indicadores baseados em índices surgem como alternativa para o monitoramento da eficiência energética. Em geral, utilizam abordagem ascendente (*bottom-up*) na sua concepção, o que requer mais dados, apresentam maior complexidade, e os posiciona nas camadas inferiores da pirâmide de indicadores (Figura 1). No entanto, se aproximam da eficiência de fato ao utilizar dados mais desagregados e variáveis físicas associadas ao consumo de energia, quando possível.

No Brasil, a agregação de índices de eficiência energética se dá pelo uso do ODEX, um indicador que permite o monitoramento do progresso da eficiência energética de um país ou região ao longo do tempo de forma mais precisa do que a intensidade energética, buscando corrigir o efeito estrutura. Trata-se de uma abordagem *bottom-up* (ascendente) que utiliza os melhores indicadores disponíveis, preferencialmente em base física e por uso final, agregando-os de forma ponderada.

### 3.0 ODEX Brasil

O ODEX Brasil é um indicador adaptado do índice de mesmo nome utilizado no programa *ODYSSEE Database* [3] da União Europeia. Na prática, consiste em um índice que apura o progresso da eficiência energética a partir da ponderação de números-índice de indicadores específicos para os setores industrial, residencial e de transportes. Demais setores<sup>3</sup> de demanda (serviços, agropecuária e setor energético) não são incluídos em função da indisponibilidade de dados para representar a eficiência energética de forma adequada.

O ODEX de um setor é baseado nos índices de consumo unitário dos subsetores, ponderados pela participação no consumo setorial de energia. O indicador de consumo unitário por subsetor ou segmento setorial pode ser expresso em unidades características de cada setor com objetivo de fornecer a melhor aproximação de avaliação da eficiência energética, tais como o consumo por domicílio, o consumo por produção física, ou consumo por atividade de transporte. Esses valores apurados em cada ano são então divididos pelos valores equivalentes no ano inicial 2005, tornando-se, portanto, índices adimensionais. A partir do ODEX apurado para cada setor, o ODEX Brasil (índice nacional) é obtido como a ponderação dos resultados setoriais pelos seus respectivos consumos finais de energia.

A concepção do indicador considera o ano de 2005 como ano base (valor = 100), em função, sobretudo, da disponibilidade de dados setoriais 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, isso indica que houve piora na eficiência energética ao longo dos anos em questão. As tabelas 1 e 2 mostram os indicadores setoriais, a unidade de medida das atividades em cada setor, bem como as fontes de dados para elaboração dos índices de consumo unitário.

Tabela 1: Indicadores setoriais e unidade de medida da atividade

Setor	Detalhamento	Atividade
<b>Industrial</b>	Segmentos de Siderurgia, Papel e Celulose, Cimento e Açúcar	Produção física de aço, papel + celulose, cimento e açúcar (toneladas)
	Segmentos de Outros alimentícios, Têxtil, Química, cerâmica, ferroligas, não ferrosos e outros da metalurgia, mineração e pelotização e outras indústrias	Valor adicionado (unidade monetária) <sup>4</sup>
<b>Residencial</b>	Usos finais de iluminação (lâmpadas), refrigeração de ambiente (ar-condicionado), refrigeração de alimentos (geradeiras e freezer), lavagem de roupa (máquina de lavar roupa), entretenimento (tv)	Equipamento típico <sup>5</sup>
<b>Transportes</b>	Modo rodoviário – individual (automóveis + motocicletas + veículos comerciais leves), Modo rodoviário – Ônibus	passageiro-quilômetro
	Modo rodoviário – Caminhões	tonelada-quilômetro
	Modo ferroviário (carga + passageiros)	
	Modo aquaviário (carga + passageiros)	
Modo aeroviário (carga + passageiros)		

Fonte: EPE: Manual Metodológico do Atlas de Eficiência Energética<sup>6</sup>

<sup>3</sup> A premissa implícita no cálculo do indicador geral é que os setores não representados possuem os mesmos ganhos de eficiência que a média dos setores incluídos na apuração. Adicionalmente, os setores excluídos da análise contribuem com menos de 30% do consumo final energético ao longo de toda a série histórica, o que acaba por provocar pouca influência no resultado final.

<sup>4</sup> Atualmente as séries de valor adicionado do Balanço Energético Nacional (BEN) utilizam o ano de 2010 como ano de referência. O manual metodológico do BEN 2ª edição [9] apresenta a correspondência entre os setores do BEN com a CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

<sup>5</sup> Mudanças na posse do equipamento e no seu uso não alteram o indicador, que utiliza as mesmas premissas do ano base para captar apenas a eficiência média de um equipamento.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/manual-metodologico-do-atlas-da-eficiencia-energetica>.

Tabela 2: Fontes de dados

Setor	Descrição
<b>Industrial</b>	<b>Produção física:</b> Instituto Aço Brasil (IABr); Indústria Brasileira de Árvores (Ibá); Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC); e Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). <b>Valor adicionado:</b> Sistema de Contas Nacionais do IBGE; e Balanço Energético Nacional (BEN)
<b>Residencial</b>	Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do IBGE; Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC) do IBGE; Dados demográficos do IBGE; Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PPH); Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL/ENBPar); Dados de sistemas de aquecimento solar da Associação Brasileira de Energia Solar Térmica (ABRASOL); Programas habitacionais Minha Casa Minha Vida e Minha Casa Verde e Amarela; 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); dentre outros.
<b>Transportes</b>	<b>Dados de atividade e modo de transporte:</b> estimativas de Modelo de Transportes (EPE); Balanço Energético Nacional; Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA); Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE); Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO); Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC); Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ); Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) e Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

Fonte: EPE: Manual Metodológico do Atlas de Eficiência Energética

### 3.1 Particularidades do indicador

As principais particularidades do ODEX podem ser resumidas pela ponderação de índices, apuração conservadora da variação agregada dos índices, e pelo tratamento de dados realizado para a publicação do ODEX Brasil. A ponderação de índices consiste no uso de média ponderada de índices adimensionais de consumo unitário característicos de cada um dos segmentos que constituem o setor, o que permite a coexistência de indicadores oriundos de diferentes unidades de medida.

Os valores dos ODEX setoriais são calculados a cada ano pela atualização dos valores do índice no ano anterior. Para isso, o fator de atualização consiste na média harmônica ponderada das taxas de variação de cada um dos subsetores ou segmentos que o constituem, onde os pesos são definidos pela participação no consumo final de energia do setor no ano base. Trata-se de um fator conservador, uma vez que a média harmônica é a menor<sup>7</sup> dentre as três principais médias pitagóricas [10].

A constituição da série histórica final do ODEX Brasil utiliza a média móvel de 3 períodos dos valores calculados para o índice a cada ano. Ou seja, os valores publicados para o índice em cada ano  $t$  são a média entre os valores calculados para  $t$ ,  $t - 1$  e  $t - 2$ . Esta abordagem reforça o objetivo principal do índice de verificar as tendências de médio prazo, suavizando eventuais flutuações decorrentes de fatores não mensurados pelos indicadores setoriais, tais como variações climáticas, comportamentos atípicos, ciclos econômicos e imperfeições estatísticas (principalmente em relação aos dados estimados para o último ano).

### 3.2 Limitações do indicador

<sup>7</sup> Dado um conjunto de números reais positivos  $x_1, \dots, x_n$ ; se  $n$  é natural, a Média Harmônica (MH) deste conjunto é menor ou igual à Média Geométrica (MG), que é menor ou igual à Média Aritmética (MA), o que é conhecido como desigualdade entre as médias pitagóricas e pode ser representado pela seguinte relação:  $MH \leq MG \leq MA$ .

O ODEX melhora consideravelmente a análise em relação à intensidade energética e reduz o efeito estrutura, mas ainda existem pontos que essa metodologia não consegue alcançar. A utilização de indicadores baseados em índices dificulta análises do tipo causa-efeito. O objetivo destes indicadores é reportar a evolução conjunta dos índices que o compõem, de modo que identificar os comportamentos e contribuições individuais para a variação agregada do índice requer análises complementares.

O uso do ODEX também dificulta a identificação da contribuição de programas de eficiência energética, tais como Procel e Programa de Eficiência Energética da ANEEL, no resultado dos ganhos de eficiência energética para o país. O monitoramento dos ganhos de um programa requer indicadores detalhados e específicos para cada caso, no entanto, o ODEX não se propõe a utilizar esse nível de desagregação.

#### 4.0 RESULTADOS APURADOS PELO ODEX

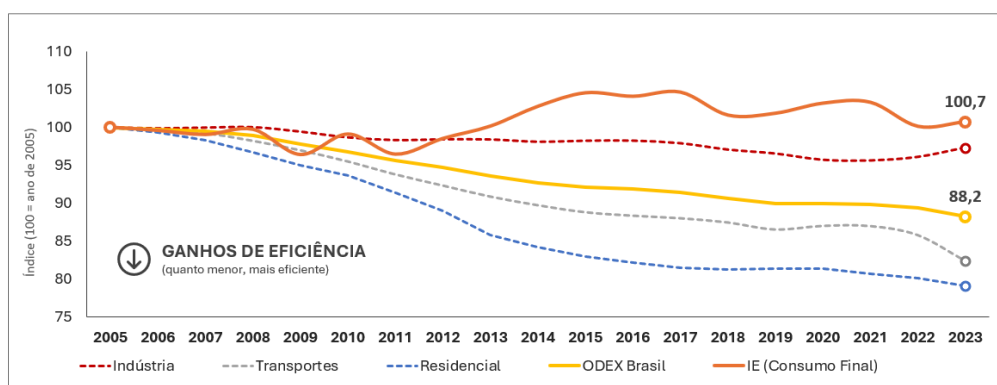
O Atlas de Eficiência Energética Brasil 2024 é a publicação mais recente da EPE que reporta os valores apurados para o ODEX Brasil e os ODEX setoriais. Nota-se que, ao longo da série histórica foram registrados ganhos de eficiência energética para todos os três setores, o que representou a redução do ODEX Brasil em 11,8% em relação ao ano base 2005.

Embora o ODEX industrial tenha se mantido relativamente estável, observa-se relativo aumento deste indicador nos anos de 2022 e 2023, decorrente em grande medida do efeito estrutura interno a alguns segmentos energointensivos, tais como Ferro gusa e aço e Não ferrosos e outros da metalurgia.

Os principais fatores que contribuíram para os ganhos de eficiência no setor residencial foram a redução do consumo específico médio de eletricidade do estoque de equipamentos, em função da primeira compra ou substituição de aparelhos obsoletos ou em final de vida útil por aparelhos mais eficientes. Por outro lado, nas demais fontes de energia houve relativa intensificação do uso de biomassa para cocção em função do aumento das restrições orçamentárias e do peso do GLP nas despesas familiares, principalmente para as famílias de baixa renda.

Já no setor de transportes, a queda do indicador foi o resultado da efficientização do estoque médio de veículos ao longo das últimas décadas, decorrente de programas<sup>8</sup> do governo, combinado com o aumento da frota de motocicletas e de veículos comerciais leves. Foram registrados ganhos sistêmicos no transporte de cargas devido ao uso de modos de transporte menos energointensivos como o avanço do transporte ferroviário e aquaviário de cargas. Somado a isso, foi verificada a melhoria da eficiência energética na frota de caminhões, sobretudo os pesados, que apresentaram aumento de participação na frota de transporte de cargas e contribuíram para a efficientização geral do setor.

Figura 3: ODEX Brasil x Intensidade Energética (IE) do Consumo Final de Energia



<sup>8</sup> Proconve, Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV), Inovar Auto e Rota 2030.

Nota-se que ao longo da série histórica, a Intensidade Energética brasileira se manteve relativamente constante, variando apenas 0,7% em desde 2005. No entanto, ao longo dos anos, a curva apresentou oscilações relevantes, associadas a movimentos econômicos como crises internacionais e domésticas. A tendência geral de crescimento pode estar associada ao crescimento da produção de itens energointensivos de baixo valor agregado em relação aos demais produtos manufaturados.

O uso do ODEX, em detrimento da Intensidade Energética, se mostra mais adequado como indicador para o monitoramento dos ganhos de eficiência energética, pois permite representar as particularidades setoriais ao invés da visão limitada do conjunto da economia.

## 5.0 CONCLUSÕES

A avaliação da eficiência energética parte inicialmente da definição de um objetivo, seja a medição de um programa específico, ou o acompanhamento de um conjunto de políticas, ou o monitoramento das tendências de um país. Em cada caso, os indicadores de monitoramento devem ser bem definidos, assim como as melhores fontes de dados disponíveis e os procedimentos de coleta a serem utilizados para garantir a continuidade do monitoramento.

Ao utilizar abordagens *top-down* ou descendentes, o conjunto de explicações sobre os resultados dos indicadores pode ficar limitado, sendo necessária a realização de análises complementares ou ferramentas de decomposição de efeitos. Mudanças estruturais impactam a intensidade energética, pois nem todos os segmentos têm a mesma intensidade e crescem da mesma forma. Por outro lado, o uso de abordagens *bottom-up* ou ascendentes impõe complexidade na coleta sistemática de dados, muito embora tornem o indicador mais próximo da eficiência energética real.

O ODEX monitora os ganhos de eficiência energética setorial e nacional, utilizando o índice de evolução de uma série de indicadores adimensionais representativos, ponderados por seu peso no consumo final de energia. A comparação direta entre os números-índice da intensidade energética do consumo final de energia e do ODEX revela que os indicadores baseados em abordagem ascendente permitem eliminar efeitos que tornam a análise enviesada. Enquanto a intensidade energética do Brasil se manteve relativamente estável entre 2005 e 2023, o ODEX apresentou ganhos de quase 12%. Dessa forma, esse índice é uma melhor aproximação para medição da evolução da eficiência energética brasileira, pois reduz os efeitos de mudanças na estrutura da economia, utilizando indicadores físicos sempre que disponíveis.

## 6.0 BIBLIOGRAFIA

- [1] Plano Nacional de Transição Energética. (Brasil, 2024). Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/dte/cgate/plante>. Acesso em 15 de abril de 2025.
- [2] Transformando Nosso Mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. (Organização das Nações Unidas. Brasília: Ipea, 2015). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods7.html>. Acesso em 15 de abril de 2025.
- [3] Definition of Energy Efficiency Index ODEX in ODYSSEE Database. (Enerdata, 2020) Disponível em: <https://www.indicators.odyssee-mure.eu/odex-indicators-database-definition.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2025.
- [4] Atlas de Eficiência Energética Brasil 2024. (Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2024). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-de-eficiencia-energetica-brasil-2024>. Acesso em 15 de abril de 2025.
- [5] Planejamento Estratégico Participativo 2024-2027 do Ministério de Minas e Energia (Brasil, 2024). Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e>

- [programas/governanca/planejamento-estrategico/planejamento-estrategico-participativo-e-gestao-de-riscos/o-que-e/atas/sei\\_0986934\\_ata\\_de\\_reuniao-1.pdf](#)
- [6] *White paper* conceitos indicadores de eficiência energética. (EPE, 2023). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/white-paper-conceitos-e-indicadores-de-eficiencia-energetica>. Acesso em 15 de abril de 2025.
- [7] *Fact Sheet* sobre o Perfil da Matriz Elétrica Brasileira. Quais são as principais razões para as altas taxas de eficiência na geração elétrica no Brasil? (EPE, 2022). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-659/EPEFactSheetEficienciaNaTransformacao.pdf>. Acesso em 10 março de 2025.
- [8] H. Queiroz et al. “Economia da Energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial – 2. Ed.” (Rio de Janeiro: Elsevier, 2016).
- [9] Manual Metodológico do Balanço Energético Nacional 2ª edição. (EPE, 2022). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/manual-metodologico-do-balanco-energetico-nacional>. Acesso em 15 de abril de 2025.

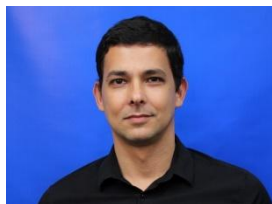
## DADOS BIOGRÁFICOS



Patrícia Messer Rosenblum é Analista de Pesquisa Energética na EPE, engenheira ambiental pela PUC-Rio e Mestre em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ (2015). Ingressou na EPE em 2013, atuando com modelagem de demanda de energia, políticas e indicadores de eficiência energética, resposta da demanda e, recentemente, estatísticas energéticas. Participou de estudos como Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), Plano Nacional de Energia (PNE), Atlas da Eficiência Energética, Balanço de Energia Útil e Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Anteriormente trabalhou na ICF International com inventários de emissões de GEE e mitigação de emissões em setores industriais.



Flávio Raposo de Almeida é Analista de Pesquisa Energética na EPE, engenheiro de produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e pela École Centrale de Nantes (2012), Mestre em Planejamento Energético pelo Programa de Planejamento Energético COPPE/UFRJ (2016). Iniciou na EPE em 2015 e desde 2019 atua na equipe de Estatísticas Energéticas da Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos em publicações como a Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica, o Boletim Trimestral de Consumo de Eletricidade, o Anuário Estatístico de Energia Elétrica, o Balanço Energético Nacional, Atlas de Eficiência Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) e Plano Nacional de Energia (PNE).



Glaucio V. R. Faria é Consultor Técnico na EPE, engenheiro eletricista pela Universidade do Federal do Rio de Janeiro (2007), possui MBA em Gestão de Projetos pelo IBMEC/RJ (2019) e MBA em Gestão Pública pela ENAP (2023). Iniciou na EPE em 2008 e, desde 2019, coordena da área de Estatísticas Energéticas na Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos, responsável por diversas publicações, como a Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica, o Boletim Trimestral de Consumo de Eletricidade, o Balanço Energético Nacional, o Anuário Estatístico de Energia Elétrica, o Atlas de Eficiência Energética entre outras.