



A verdadeira
**TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA**
justa

FELIPE COUTINHO



AEPET

Associação dos Engenheiros da Petrobrás

Os termos sustentabilidade e transição energética são tão repetidos quanto indefinidos, e usados como peças de propaganda, manipulação e agitação. Recentemente, o atual presidente da Petrobrás, Jean Paul Prates, trouxe um adjetivo com sua “transição energética justa”.^[1]

Matriz energética brasileira e mundial

O termo “transição energética” traz a ideia que deixaremos de usar certas fontes para usar outras, geralmente se pressupõe que as piores fontes ficam para trás e as melhores chegam para as substituir, também é comum se assumir que será rápida esta mudança.

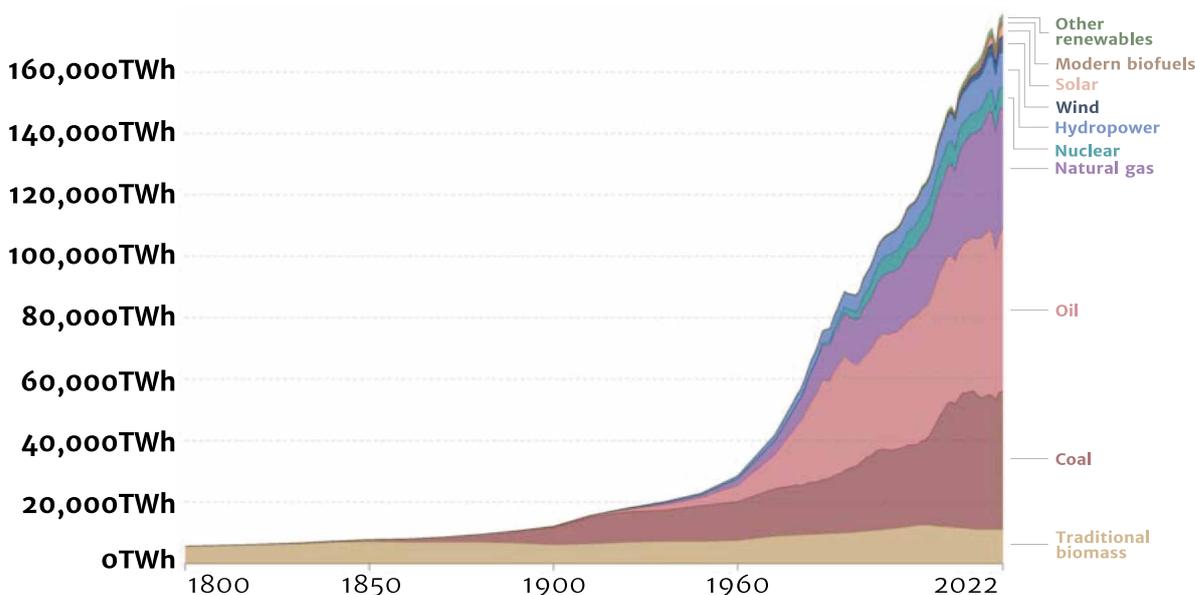
A realidade é bem distinta. As transições energéticas são historicamente lentas; as fontes anteriores não são simplesmente substituídas por novas, mas se somam a elas. Se no passado energias piores foram somadas a energias melhores, como a biomassa (lenha) ao se somar com o carvão mineral e o petróleo, por exemplo, nas futuras transições não existe essa garantia. As melhores energias, mais baratas de serem produzidas, mais concentradas em energia, mais flexíveis e confiáveis, podem ser gradativamente extintas e se somarem a energias de pior qualidade.

O Gráfico 1 apresenta a consumo mundial das energias primárias, por fonte, de 1800 a 2022.^[2]

Gráfico 1: Consumo mundial de energia primária por fonte (1800-2022)

Global primary consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.



Source: Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023): Vaclav Smil (2017) OurWorldinData.org/energy • CC BY



O Gráfico 1 demonstra como acontecem as transições energéticas, as fontes primárias se somam, não são substituídas. O processo é lento e não há garantia que as fontes primárias que chegam para se somar às antigas são melhores, mais baratas e mais capazes de realizar trabalho, aumentar a produtividade, promover o crescimento e o desenvolvimento.

A matriz energética mundial depende dos fósseis que representam 83,7% do total (Petróleo 31,48%, Carvão Mineral 27,36% e Gás Natural 24,84%). A energia nuclear representa 4,3% e as potencialmente renováveis 12,0% (Hidrelétrica 6,88%, Eólica e Solar 4,66%, outras 0,47%).

O Gráfico 2 apresenta a origem das fontes primárias de energia para o mundo e os países selecionados em 2021.

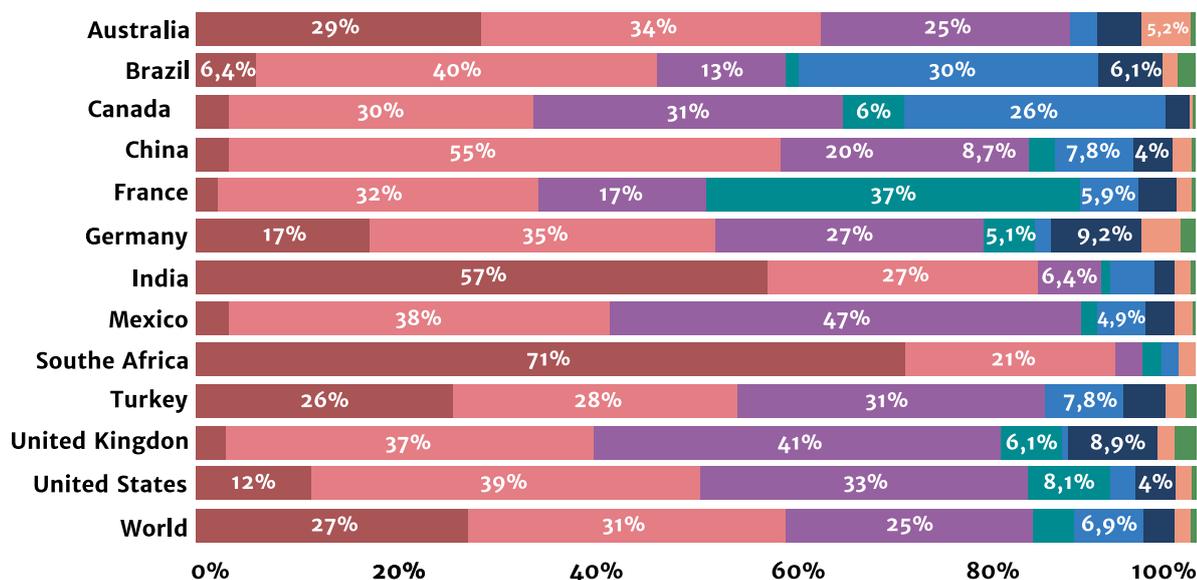
Gráfico 2: Fontes primarias de energia por país para 2021

Primary energy consumption by source, 2021

Our World
in Data

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Coal Oil Gas Nuclear Hydropower Wind Solar Other renewables



Source: Statistical Review of World Energy - BP (2022)

OurWorldinData.org/energy • CC BY

O Brasil tem a maior participação relativa das energias potencialmente renováveis entre os principais países do mundo, com 39,72% (Hidrelétrica 30,48%, Eólica e Solar 7,48%, outras 1,76%). Os fósseis representam 59,09% (Petróleo 39,75%, Carvão Mineral 6,35% e Gás Natural 12,99%) e a energia nuclear 1,19%.

Enquanto o Brasil tem 39,72% da sua matriz energética com fontes potencialmente renováveis, o mundo tem apenas 12,0%, os EUA têm 8,65% e a África do Sul com apenas 3,35%.^[3]



Fontes primárias potencialmente renováveis

Há aspectos que limitam as energias potencialmente renováveis em cumprir papel histórico equivalente ao das energias de origem fóssil em relação ao desenvolvimento econômico e social.

Os seus custos de produção são relativamente mais altos, considerando os custos externalizados pelos seus produtores, como o custo de distribuição, o custo do complemento de suprimento de energia confiável para compensar a intermitência, além das subvenções diretas e indiretas tais como os impostos relativamente mais baixos, os créditos de carbono, vantagem de acesso prioritário à rede de distribuição e os subsídios de capital.

A intermitência na produção é típica das energias eólica e solar fotovoltaica. Os parques eólicos precisam de capacidade instalada maior, caso se pretenda garantir a demanda nos períodos de menor incidência dos ventos. Tanto eólica quanto a solar fotovoltaica precisam de complemento de fontes confiáveis, tais como as fósseis, nuclear ou a hidrelétrica, para garantir o suprimento mesmo com sua intermitência.

A energia elétrica não serve para os mesmos fins que os combustíveis líquidos e o carvão. Os combustíveis líquidos de origem fóssil são fundamentais para o transporte de mercadorias e pessoas, navegação e aviação. As atividades industriais de mineração e siderurgia dependem das energias fósseis.

Não se produz painéis fotovoltaicos, baterias e turbinas eólicas a partir da energia elétrica. Mineração de metais raros, siderurgia e fusão de metais para produção de ligas dependem de energias muito concentradas e de altas temperaturas, ou seja, precisam de fontes primárias de energia com elevada qualidade.

Também a manutenção da rede de distribuição de energia elétrica, com a substituição de cabos de transmissão constituídos por elementos metálicos, depende das energias fósseis.

Existe diferença entre quantidade e qualidade das energias primárias. Por exemplo, as energias solar, eólica, das ondas e marés têm densidades energéticas muito baixas, relativamente baixa capacidade de realização de trabalho, elevado custo para suas obtenções, reduzidas facilidades, flexibilidades e confiabilidades aos seus usos, além de que limitadas temperaturas podem ser atingidas a partir de suas aplicações. [4]

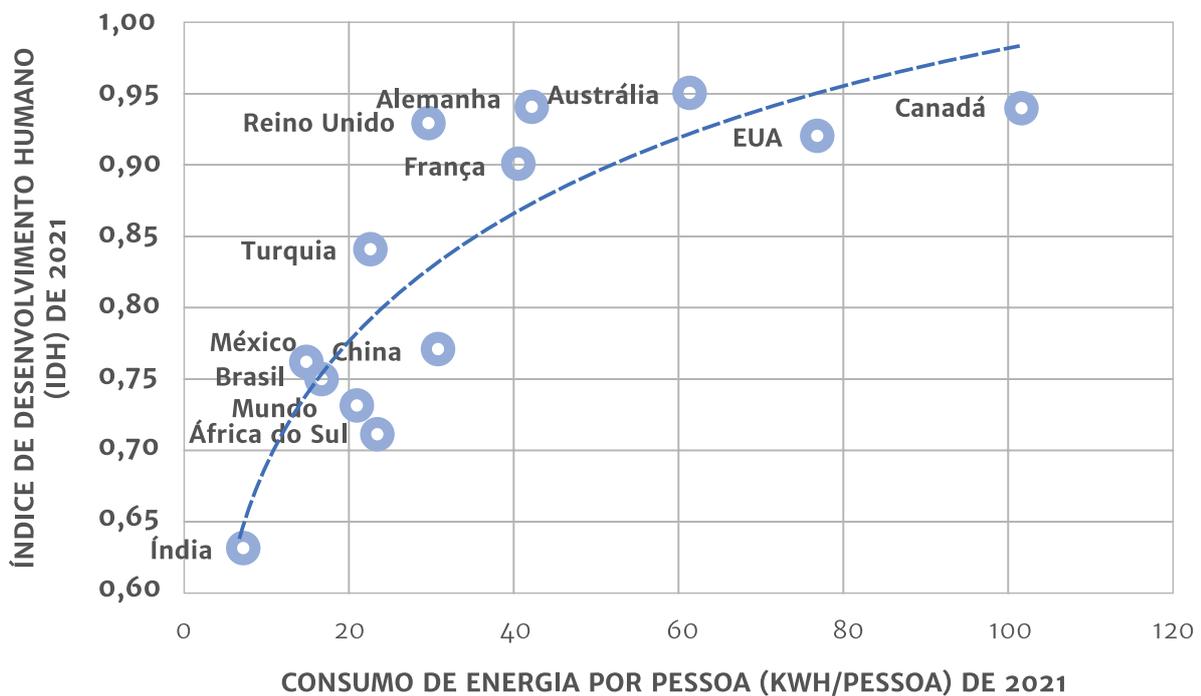


Consumo per capita de energia e desenvolvimento

Existe relação entre consumo de energia per capita, crescimento econômico e desenvolvimento humano.

O Gráfico 3 apresenta o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos países em função do consumo de energia primária per capita, com dados de 2021. [5] [6]

Gráfico 3: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em função do consumo per capita de energia para 2021



Quanto maior o consumo de energia per capita, maior o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos países. O consumo de energia está correlacionado, reforça e é reforçado, pelo desenvolvimento das nações. Não existe país com alto desenvolvimento humano e baixo consumo relativo de energia. [4]

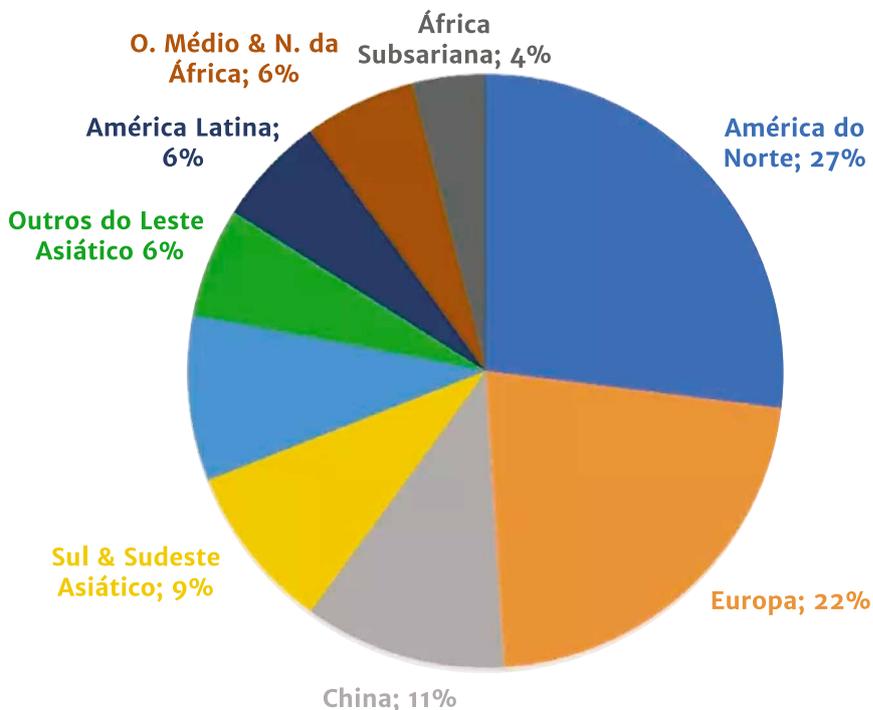
Desigualdade na emissão histórica e atual de gases de efeito estufa

De maneira análoga à desigualdade do consumo de energia está disparidade das emissões histórica e atual de gases do efeito estufa, em geral, e do gás carbônico (CO₂), em particular.

O Gráfico 4 apresenta o inventário histórico por região dos 2.450 bilhões de toneladas de CO₂ emitidas entre 1850 e 2020. [7]



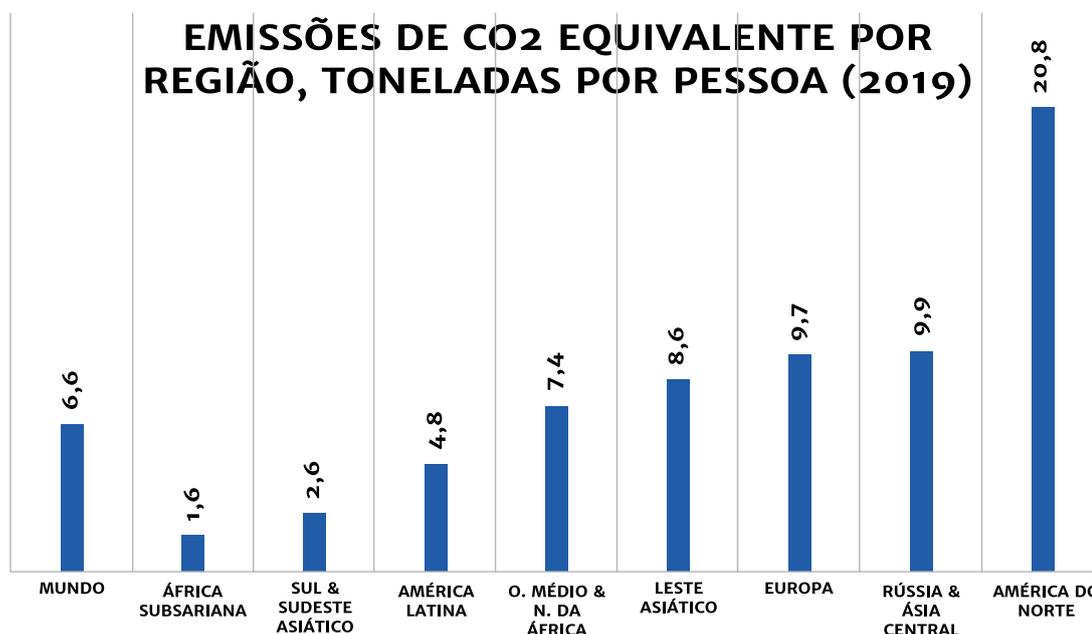
Gráfico 4: Emissões históricas por região (1850-2020), das 2.450 bilhões de toneladas de CO2



América do Norte e Europa emitiram 49% do inventário histórico de CO2, enquanto suas populações representam apenas cerca de 12% da população mundial.

A desigualdade também se revela nas emissões por região atuais. O Gráfico 5 apresenta as emissões de CO2 equivalente (CO2e) por pessoa e por região em 2019.

Gráfico 5: Emissões médias de CO2e, em toneladas per capita por região (2019)

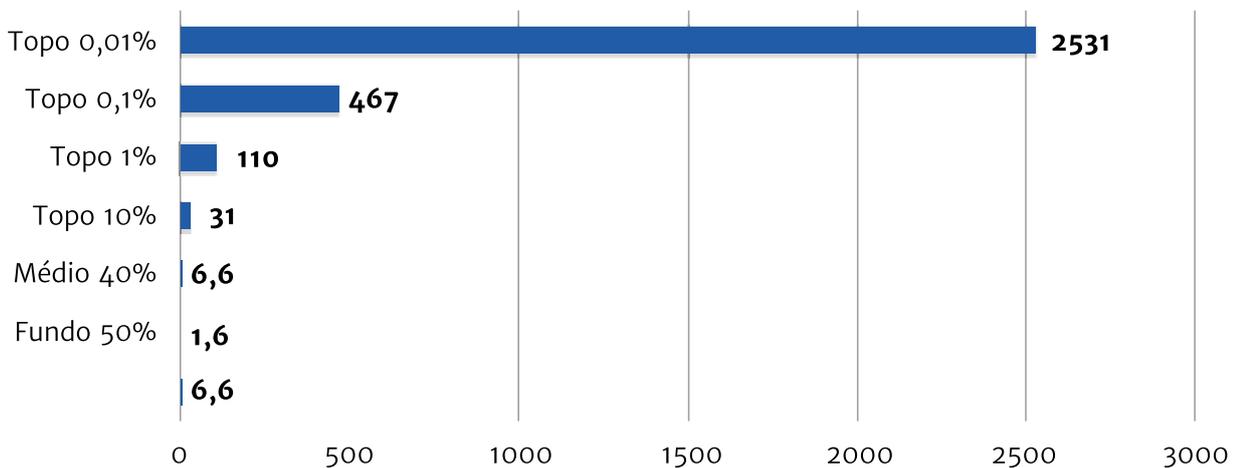


A América do Norte emite 3,15 vezes mais CO₂ equivalente do que a média mundial, enquanto a América Latina emite 0,73 vezes e a África Subsaariana apenas 0,24 vezes a média mundial.

A desigualdade na emissão de CO₂ acontece entre as regiões e países, mas também entre as frações das populações mais ricas e mais pobres. O Gráfico 6 apresenta as emissões de CO₂ equivalente por grupos da população mundial.

Gráfico 6: Emissão de CO₂e, em toneladas per capita por grupos da população mundial (2019)

EMISSÕES DE CO₂ EQUIVALENTE POR GRUPOS DA POPULAÇÃO MUNDIAL, TONELADAS POR PESSOAS (2019)



A fração dos 0,01% mais ricos emitiram 383 vezes mais CO₂ do que a média da população mundial e 1582 vezes mais do que os 50% mais pobres.

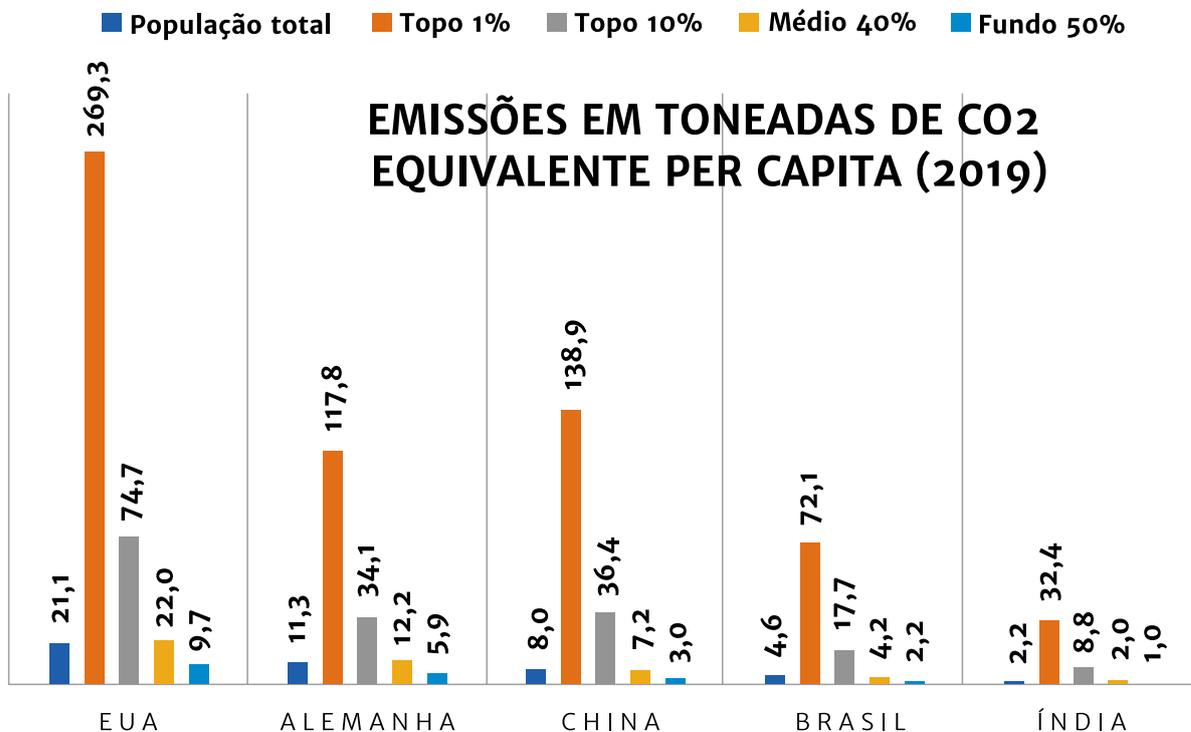
O cenário de desigualdade entre pessoas ricas e pobres, dentro de cada país e entre os países é apresentado no Gráfico 7.

A fração dos 1% mais ricos dos EUA emite 28 vezes mais CO₂ do que os 50% mais pobres no seu país, 122 vezes mais do que os 50% mais pobres do Brasil e 269 vezes mais na comparação com os 50% mais pobres da Índia. [7]

A injustiça se revela tanto no consumo de energia quanto na emissão de CO₂, entre os países e entre ricos e pobres.



Gráfico 7: Emissões de CO2e, em toneladas per capita por grupos da população por país (2019)



Transição energética justa

Para se desenvolver econômica e socialmente o Brasil precisa consumir muito mais energia. As energias potencialmente renováveis são mais caras de serem produzidas, menos confiáveis e dependem das fósseis para serem produzidas e mantidas. O Brasil já tem a matriz energética com maior participação relativa das renováveis entre os principais países do mundo e, para se desenvolver, precisa consumir muito mais energia confiável e relativamente mais barata, como o petróleo e o gás natural. Para alcançar padrões de desenvolvimento norte americano ou europeu, o Brasil precisa consumir cerca de cinco vezes mais petróleo e gás natural. [4]

Para que a transição energética seja justa é necessário reduzir as desigualdades

da renda, da riqueza, do consumo de energia e das emissões per capita, tanto entre os países quanto dentro de cada país. Para isso é fundamental que haja aumento significativo da participação do Estado na economia, nos investimentos produtivos e no controle dos sistemas financeiro e de crédito. Para alcançar e manter a redução das desigualdades é preciso democratizar a propriedade dos meios de produção, com a promoção de cooperativas industriais, comerciais, de serviços e de crédito. Com a melhor distribuição da propriedade dos meios de produção, haverá melhor e mais sustentável distribuição da riqueza e da renda, assim como haverá mais justiça no consumo por pessoa e por país de energia, com emissões de carbono proporcionalmente justas.



* **Felipe Coutinho** é engenheiro químico e vice-presidente da Associação dos Engenheiros da Petrobrás (AEPET)

Julho de 2023

<https://aepet.org.br/>

<https://felipecoutinho21.wordpress.com/>

Referências

- [1] epbr, “Prates defende Petrobras como impulsionadora da transição energética no país”.
- [2] H. Ritchie, M. Roser e P. Rosado, “Energy,” 2022.
- [3] Our World in Data, “Which sources does our global energy come from? How much is low-carbon?”.
- [4] F. Coutinho, “Entreguismo se disfarça pintado de verde,” 2023.
- [5] Our World in Data, “Explore data on Energy”.
- [6] Our World in Data, “The Human Development Index around the world”.
- [7] L. Chancel, T. Piketty, E. Saez e G. Zucman, “World Inequality Report 2022, World Inequality Lab wir2022.wid.world,” 2022.





Av. Nilo Peçanha, 50 Grupo 2409 – Centro – RJ - (21) 2277-3750

www.aepet.org.br

e-mail: aepet@aepet.org.br

<https://felipecoutinho21.wordpress.com/>