

IA com emissões líquidas zero pode se tornar realidade?

Uma nova análise sugere que, na próxima década, a inteligência artificial poderá aumentar a eficiência energética e compensar seu consumo



Conteúdo

Introdução 03

01

Alimentando a infraestrutura da IA:
data centers 06

02

Aproveitando os benefícios: eficiência energética 10

03

Analizando os efeitos líquidos da IA sobre o uso de energia 13

04

Avaliando o impacto climático 16

05

Encontrando o equilíbrio 19

Contatos 22



Introdução

Modelos poderosos de IA começaram a impulsionar ganhos de produtividade e inovação em empresas de todos os setores. Ao mesmo tempo, o boom na construção de *data centers* tem causado uma grande pressão sobre o sistema energético. Até 2026, de acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), *data centers* no mundo todo – incluindo os que são usados para operar IA – poderão consumir tanta eletricidade quanto o Japão.

Para atender a essa demanda, gigantes da tecnologia, investidores e empresas de energia têm se unido em projetos multibilionários para adicionar capacidade de geração – contando com energia fóssil, em alguns casos, e nuclear em outros. E algumas grandes empresas de tecnologia com metas ambiciosas de redução de carbono já reconheceram que operar modelos de IA em larga escala fez suas emissões dispararem.

As empresas podem aproveitar a IA para melhorar a eficiência em diversas áreas por meio de soluções sustentáveis, especialmente no uso de energia. Segundo um relatório da PwC Alemanha, Microsoft e Universidade de Oxford, a tecnologia pode ser usada para, por exemplo, prever quando um ambiente vai esquentar e resfriá-lo antecipadamente de forma automática; otimizar rotas de aviões comerciais e navios cargueiros; e aprimorar tanto a fórmula quanto os processos de produção do cimento.



Isso levanta a seguinte questão: será que a própria IA pode compensar o aumento no seu consumo de energia e nas emissões que gera? A PwC construiu um modelo para simular o efeito da IA na demanda de energia em dois contextos: *data centers* e o restante da economia. E descobrimos que, se a IA conseguir melhorar a eficiência energética da economia como um todo a uma taxa de adoção de apenas um décimo, isso já seria suficiente para compensar o aumento de energia exigido pelos *data centers* – de forma que o efeito líquido da IA no consumo de energia e nas emissões poderia ser neutro.

Sobre a análise

Para esta análise, a PwC desenvolveu um modelo de dinâmica de sistemas que simula os efeitos da adoção da IA sobre o consumo de energia e as emissões, considerando três cenários econômicos distintos – detalhes disponíveis [aqui](#).

Esses cenários são definidos com base em diferentes abordagens à adoção de IA e à mitigação das mudanças climáticas. O modelo opera em sete regiões, oito países e 17 setores econômicos. Duas premissas principais sustentam o modelo:



A cada aumento de 1 ponto percentual na participação da atividade empresarial viabilizada pela IA, há um ganho de 0,4 ponto percentual na eficiência energética dos *data centers*.



A cada aumento de 1 ponto percentual na participação da atividade empresarial viabilizada pela adoção da IA, também ocorre um ganho de 0,1 ponto percentual na eficiência energética fora dos *data centers*.

Por exemplo: se a participação da atividade empresarial impulsionada pela IA passar de 12% para 32% em dez anos, esse aumento de 20 pontos percentuais se traduz em uma melhora de 2% na eficiência energética fora dos *data centers*.

Este conteúdo é assinado por Robert N. Bernard, Renate de Lange, Sammy Lakshmanan e Scott Likens e pode ser acessado em sua versão original [aqui](#).

01



Alimentando a infraestrutura da IA: *data centers*

Os *data centers* têm sido destaque nas discussões sobre IA e energia. É nesses locais que ocorre a maior parte do consumo energético relacionado à IA, pois eles abrigam os chips e o hardware que realizam as operações, o treinamento e o aprendizado de máquina – além de outros serviços, como a computação em nuvem.

As empresas de tecnologia têm investido fortemente na construção de novos *data centers* para atender à demanda por serviços de IA. A Microsoft, por exemplo, anunciou planos para investir cerca de US\$ 80 bilhões em *data centers* durante o ano fiscal de 2025. E a expectativa é que esse movimento continue, à medida que mais pessoas e empresas passem a adotar a IA em larga escala.

Treinar e operar modelos de IA normalmente exige recursos enormes – embora relatórios recentes sobre o modelo desenvolvido pela DeepSeek, uma empresa chinesa, tenham chamado a atenção para a possibilidade de criar ferramentas de IA que operem de forma muito mais econômica. Pesquisas também têm apontado caminhos promissores para o desenvolvimento de chips mais eficientes e métodos de resfriamento mais eficazes para *data centers*. Mesmo considerando melhorias na eficiência de software e hardware de IA, é provável que o consumo de energia pelos *data centers* continue crescendo.

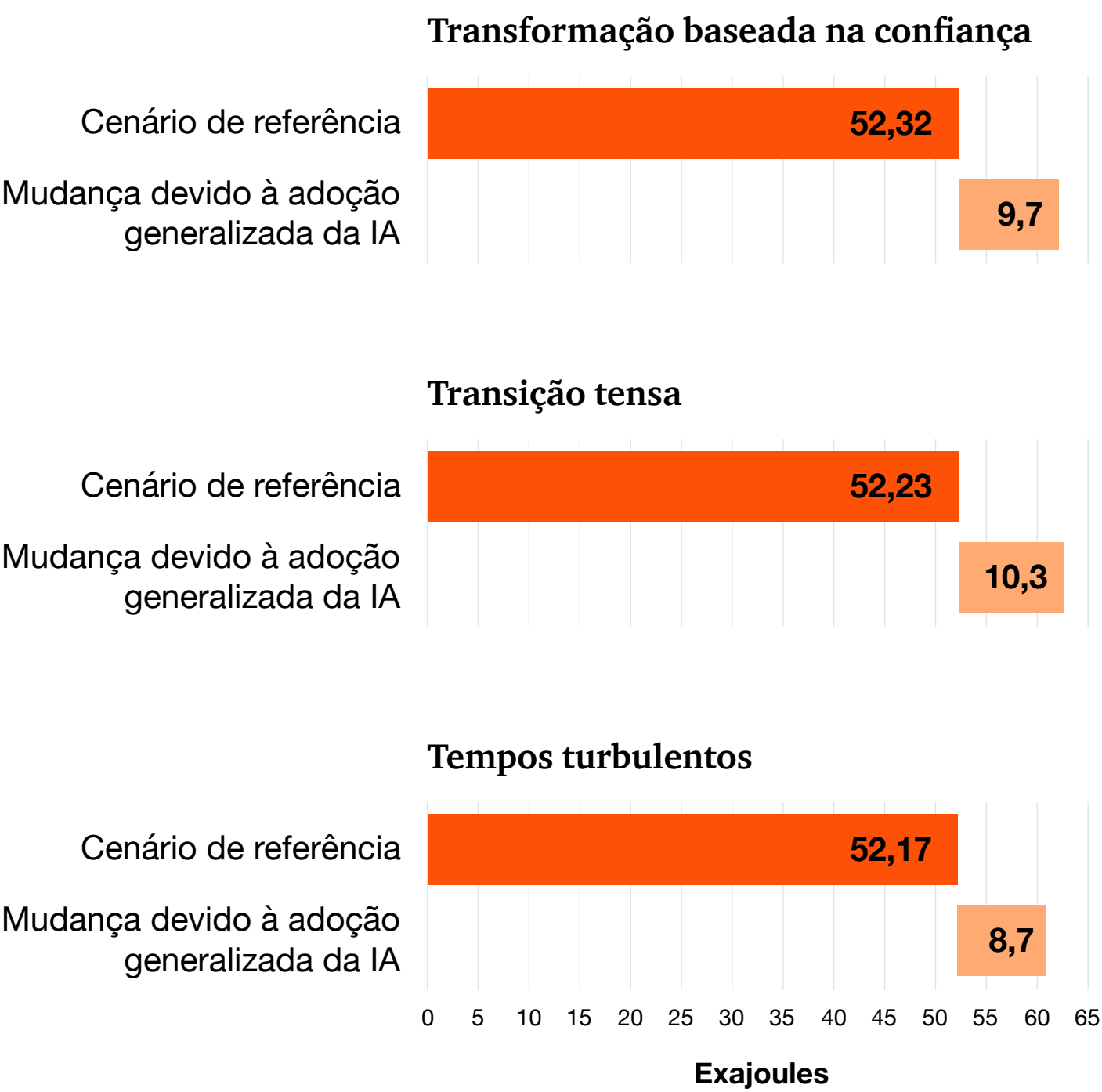


Nossas próprias simulações em três cenários sugerem que o aumento projetado no uso de IA levaria os *data centers* a consumir entre 13% e 16% mais energia em 2035 do que em um cenário de referência com níveis atuais de uso de IA. No período de 2024 a 2035, o consumo total de energia nos *data centers* seria de 18% a 21% maior com o uso intensivo de IA do que sem ele.

Aumento da demanda por energia em *data centers*

A adoção generalizada da IA aumentaria o uso de energia dos *data centers* até 2035

Projeção do consumo total de energia em *data centers*, 2024–2035



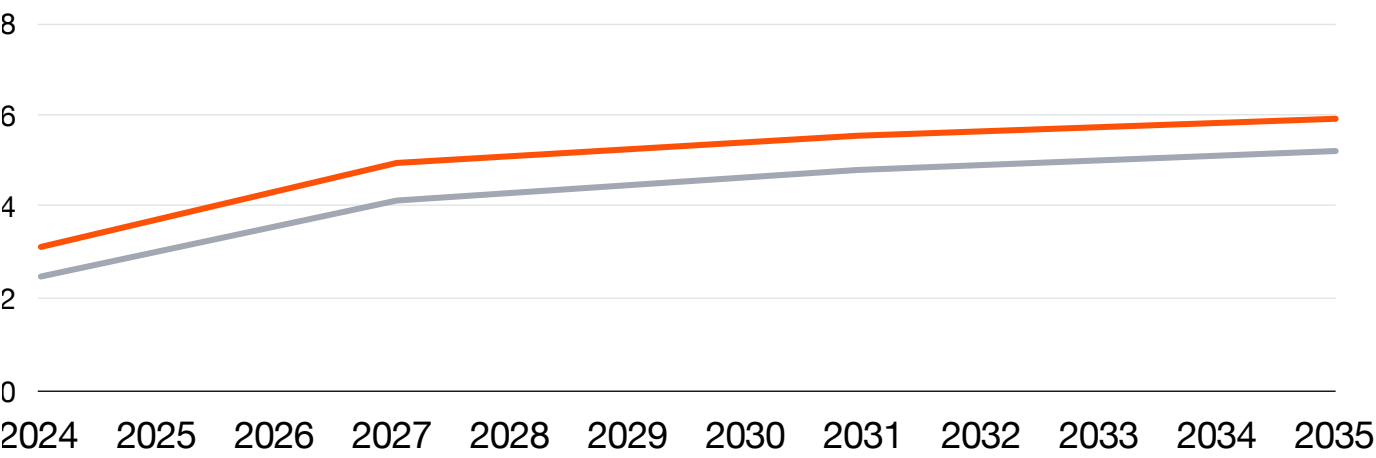
Data centers consumirão mais energia se a IA for amplamente adotada

Projeção do consumo anual de energia dos *data centers*, em exajoules



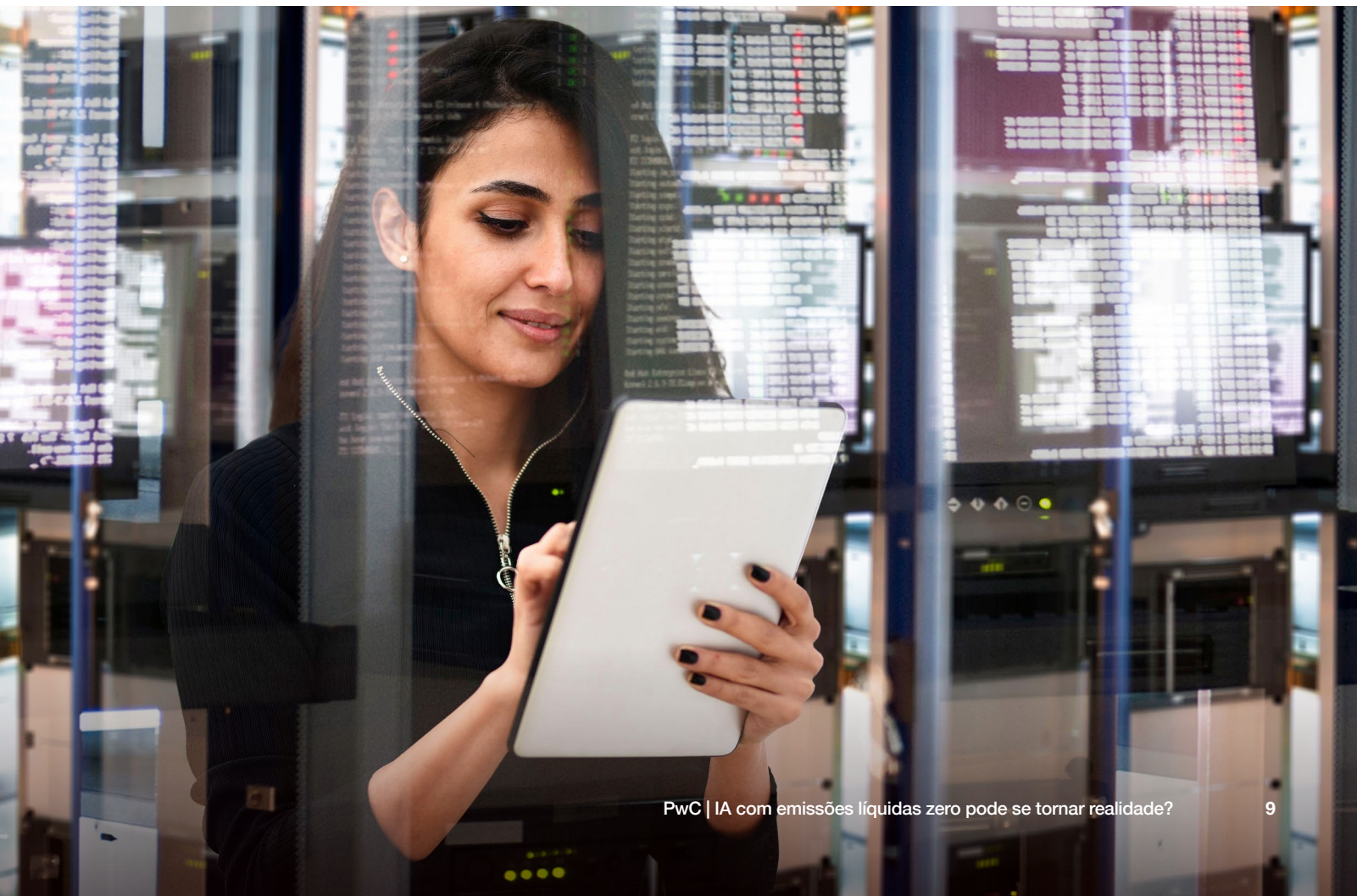
Tempos turbulentos

Exajoules



Obs.: os números consideram todas as formas de uso de energia em *data centers*. O cenário de referência assume que o uso de IA permanece em níveis históricos.

Fonte: *Network for Greening the Financial System Phase IV Scenarios* (novembro de 2023), análise da PwC.



02



Aproveitando os benefícios: eficiência energética

Para modelar o impacto da IA no restante da economia (ou seja, em todos os setores fora dos *data centers*), partimos do pressuposto de que empresas e organizações usarão a IA para melhorar a eficiência energética, com o objetivo de economizar dinheiro e reduzir as emissões de carbono. Já existem muitas aplicações de IA voltadas para esse fim. Elas podem, por exemplo, ajustar automaticamente os padrões de carregamento de veículos elétricos e otimizar processos de fabricação, entre outras funcionalidades.

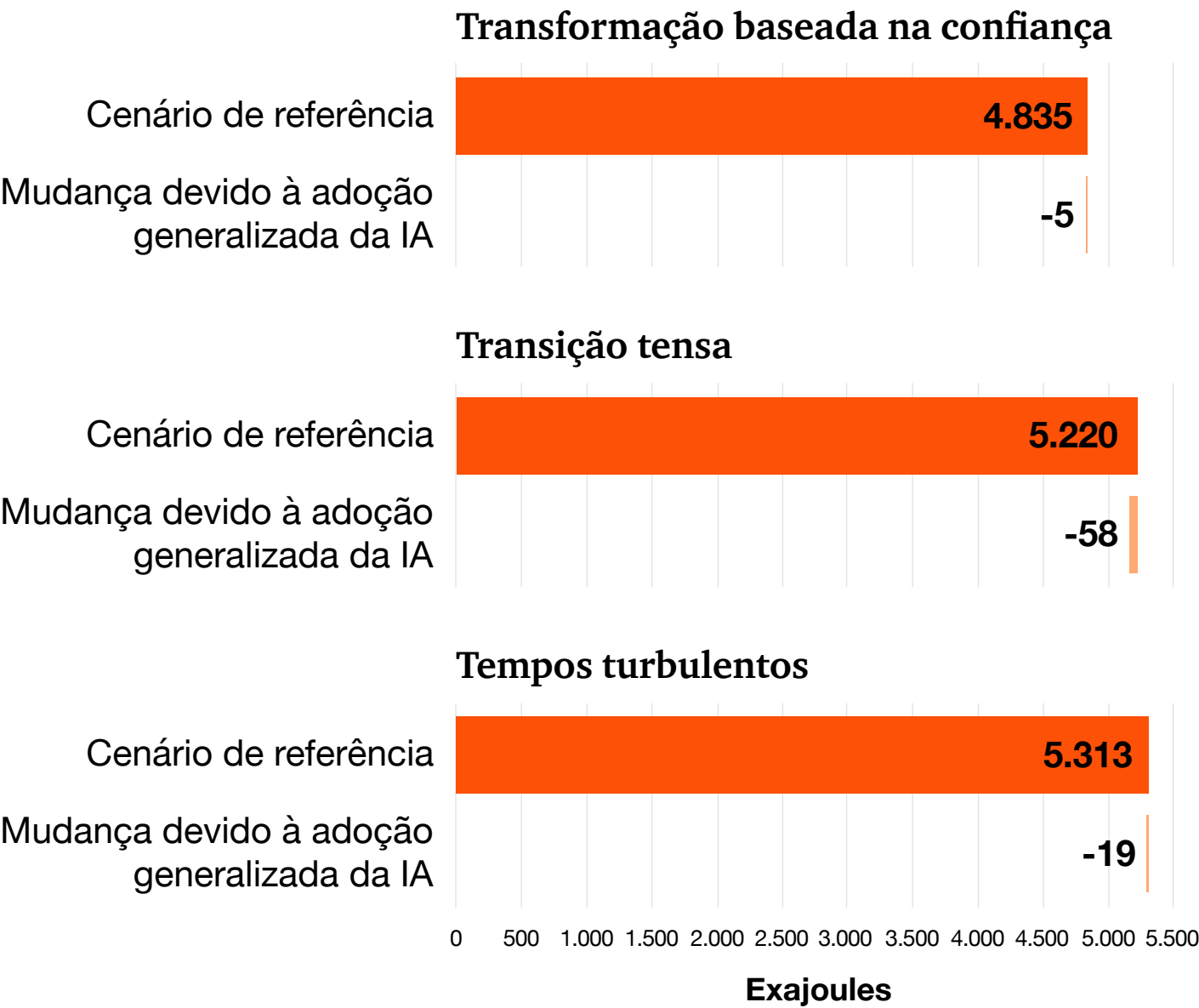
E há motivos para acreditar que ainda mais soluções serão desenvolvidas: segundo a PwC, startups de tecnologia climática que utilizam IA arrecadaram US\$ 6 bilhões em investimentos de capital de risco nos primeiros nove meses de 2024 – um bilhão a mais do que o total arrecadado em todo o ano de 2023.

Considerando que cada aumento de um ponto percentual no uso de IA leve a uma melhora de 0,1 ponto percentual na eficiência energética – direta ou indiretamente – os aumentos projetados na adoção da IA resultariam em um consumo de energia entre 0,3% e 1,3% menor fora dos centros de dados, em 2035, em comparação com os níveis de adoção considerados como base. No período de 2024 a 2035, a economia total de energia fora dos *data centers* ficaria entre 0,1% e 1,0%.

Economia de energia viabilizada pela IA

Até 2035, o uso de energia fora dos *data centers* cairá se a IA for amplamente adotada

Projeção do consumo total de energia fora dos *data centers*, 2024–2035



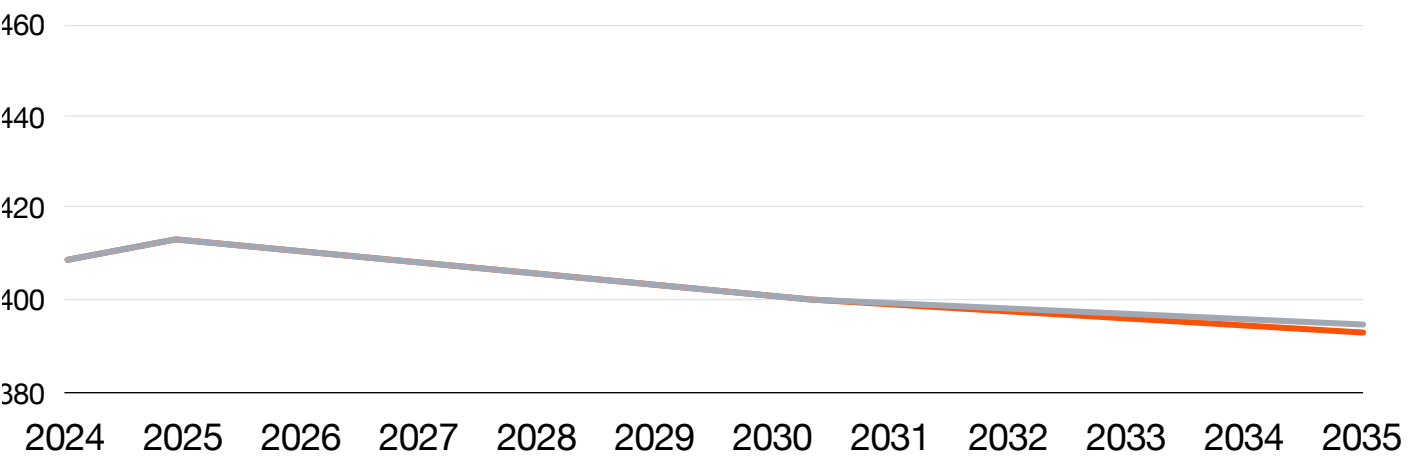
Adoção generalizada da IA resultaria em menor consumo de energia fora dos *data centers*

Projeção do consumo anual de energia fora dos *data centers*, em exajoules



Transformação baseada na confiança

Exajoules



Obs.: os números consideram todas as formas de uso de energia em *data centers*. O cenário de referência assume que o uso de IA permanece em níveis históricos.

Fonte: *Network for Greening the Financial System Phase IV Scenarios* (novembro de 2023), análise da PwC.



03



Analizando os efeitos líquidos da IA sobre o uso de energia

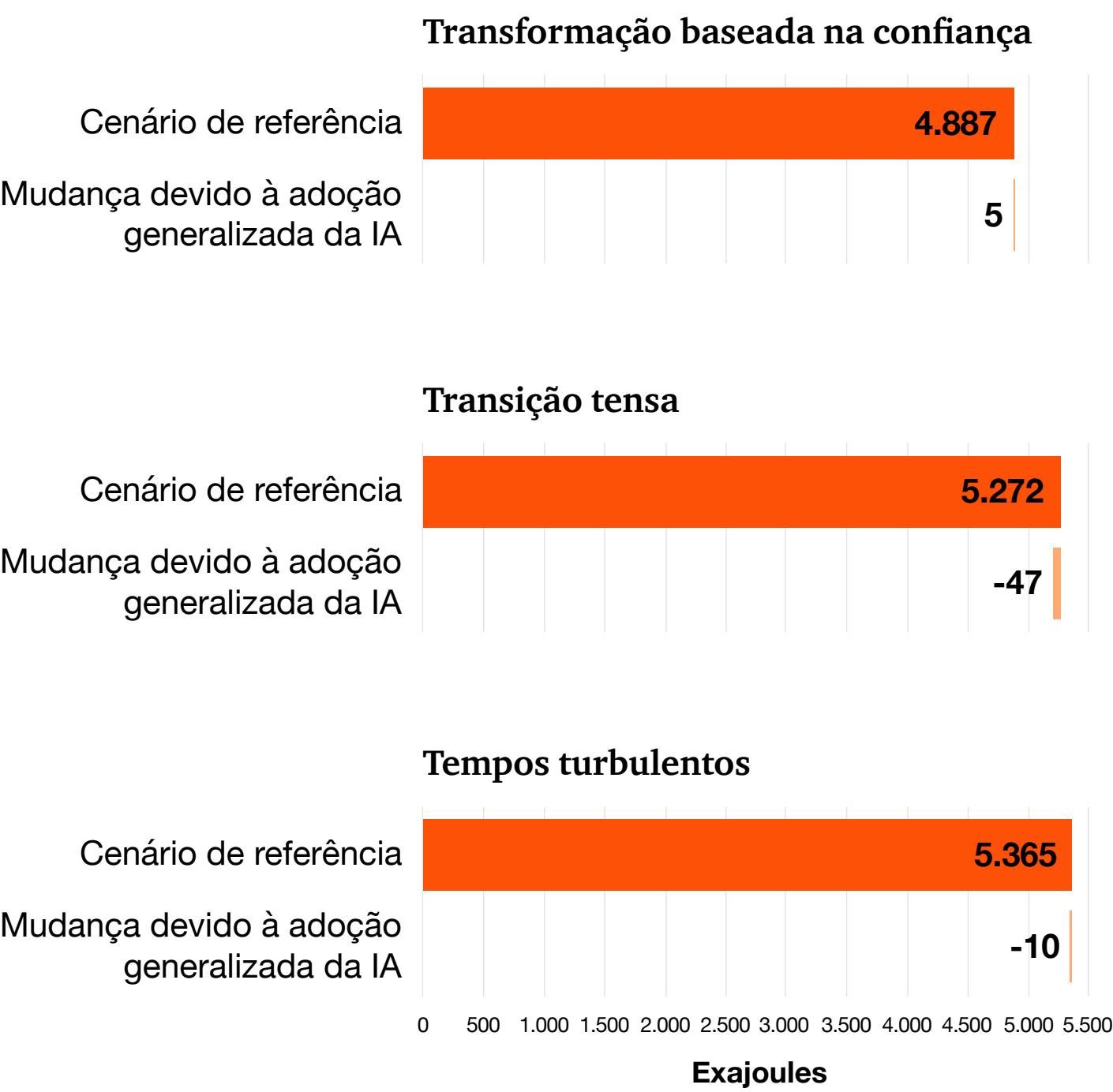
Considerando o aumento do consumo de energia em centros de dados e os potenciais ganhos de eficiência impulsionados pela IA, concluímos que a adoção de IA reduziria o consumo total de energia na economia de maneira modesta. No ano de 2035, a redução líquida do consumo energético seria de 0,5% a 1,1%, dependendo do cenário.

No período entre 2024 e 2035, a adoção de IA poderia resultar em mudanças cumulativas no uso de energia, variando desde uma redução de 0,9% até um aumento de 0,1%. Em resumo, o aumento adicional no consumo energético dos *data centers* seria amplamente compensado pelas economias de energia obtidas no restante da economia.

O efeito líquido: uma modesta redução no uso de energia com ampla adoção da IA

Com ampla adoção da IA, o uso total de energia seria aproximadamente o mesmo que no cenário de referência

Projeção do uso total de energia, 2024–35



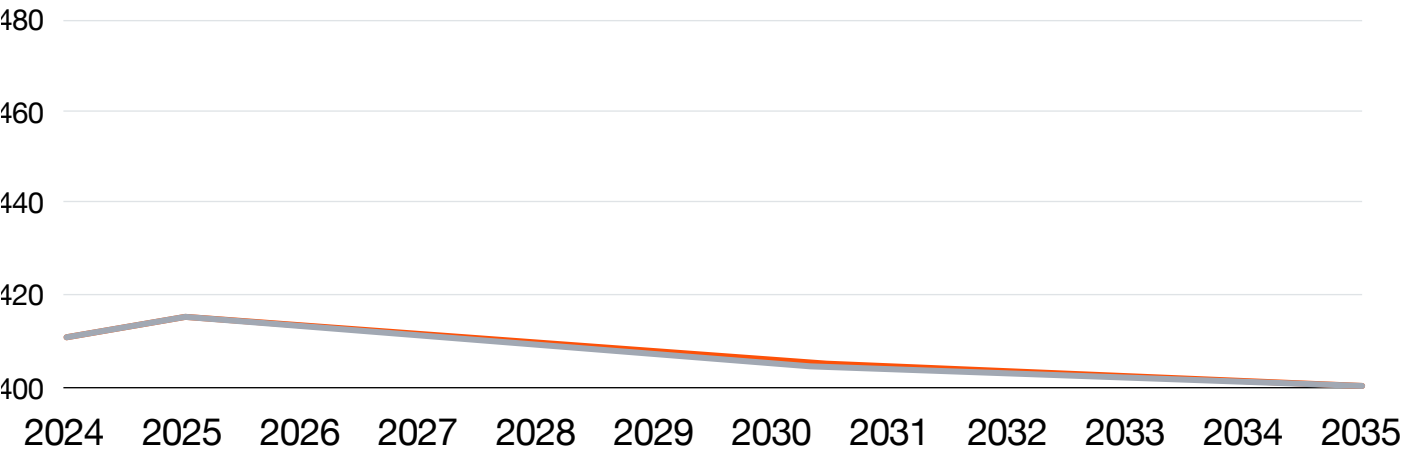
Com adoção generalizada da IA, o consumo adicional de energia nos *data centers* seria amplamente compensado pela economia de energia em outras áreas

Projeção do consumo anual de energia, em exajoules



Transformação baseada na confiança

Exajoules



Obs.: os números consideram todas as formas de uso de energia em *data centers*. O cenário de referência assume que o uso de IA permanece em níveis históricos.

Fonte: *Network for Greening the Financial System Phase IV Scenarios* (novembro de 2023), análise da PwC.



04



Avaliando o impacto climático

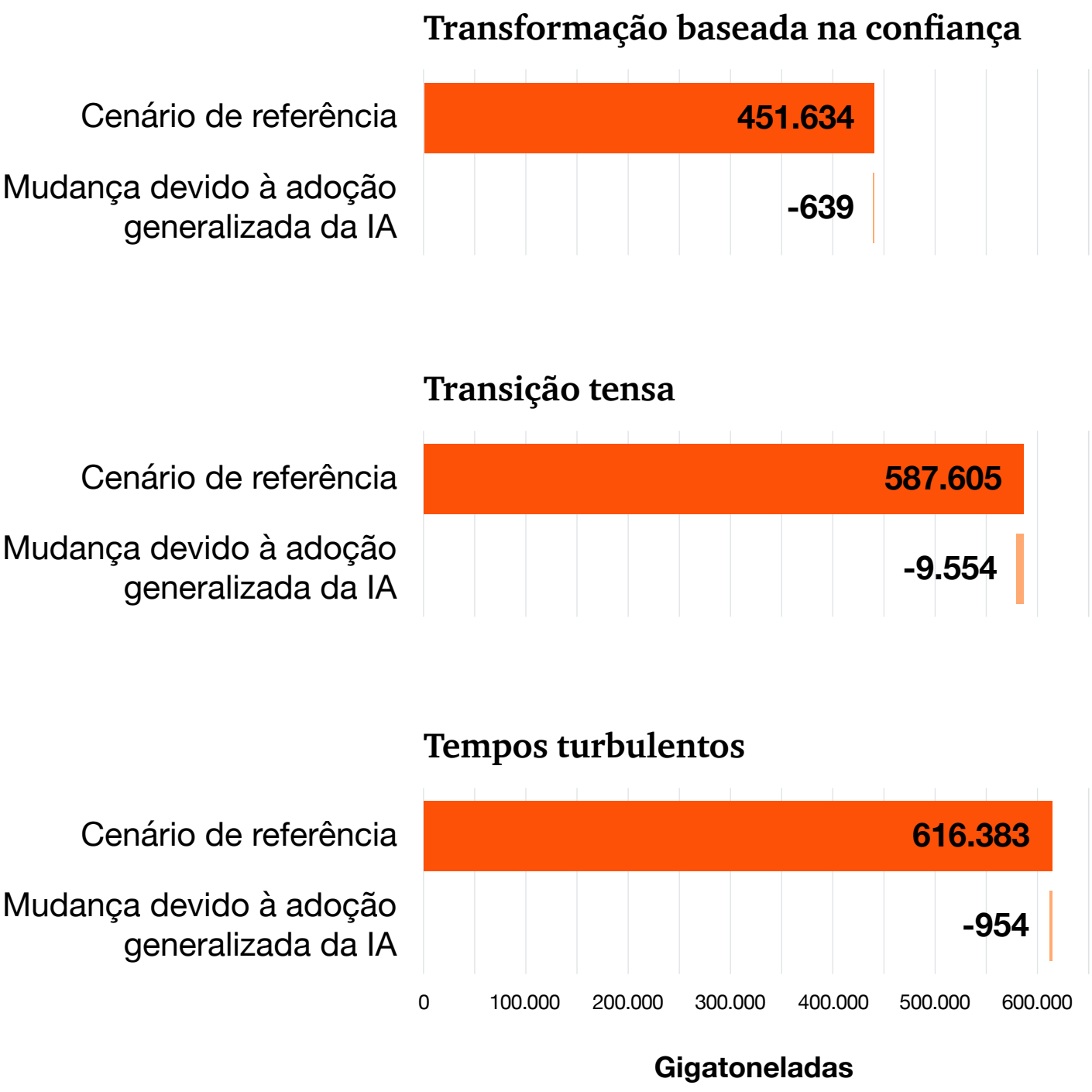
Finalmente, estimamos a diferença nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), tanto nos *data centers* quanto em outras áreas, associada à ampla adoção de IA (e, em alguns cenários, uma transição mais significativa para energias renováveis).

Essas estimativas mostram que a ampla adoção de IA poderia reduzir o total das emissões de GEE no período de 2024 a 2035 entre 0,1% e 1,1%. Além disso, em 2035, as emissões seriam entre 0,3% e 1,9% menores com ampla adoção de IA do que sem ela.

Emissões de carbono evitadas com adoção generalizada da IA

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) seriam menores com adoção generalizada da IA do que no cenário de referência

Projeção das emissões totais de GEE, 2024–35



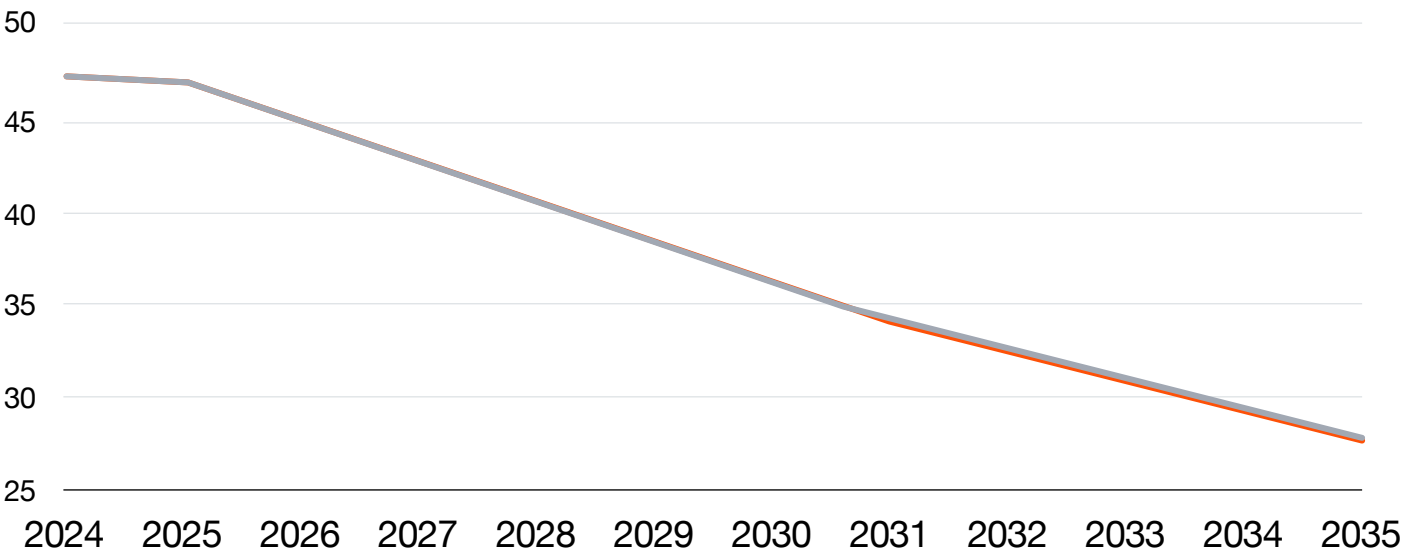
Ao reduzir o consumo geral de energia, a adoção generalizada de IA limitaria as emissões de carbono

Projeção anual das emissões de gases de efeito estufa (GEE), em gigatoneladas



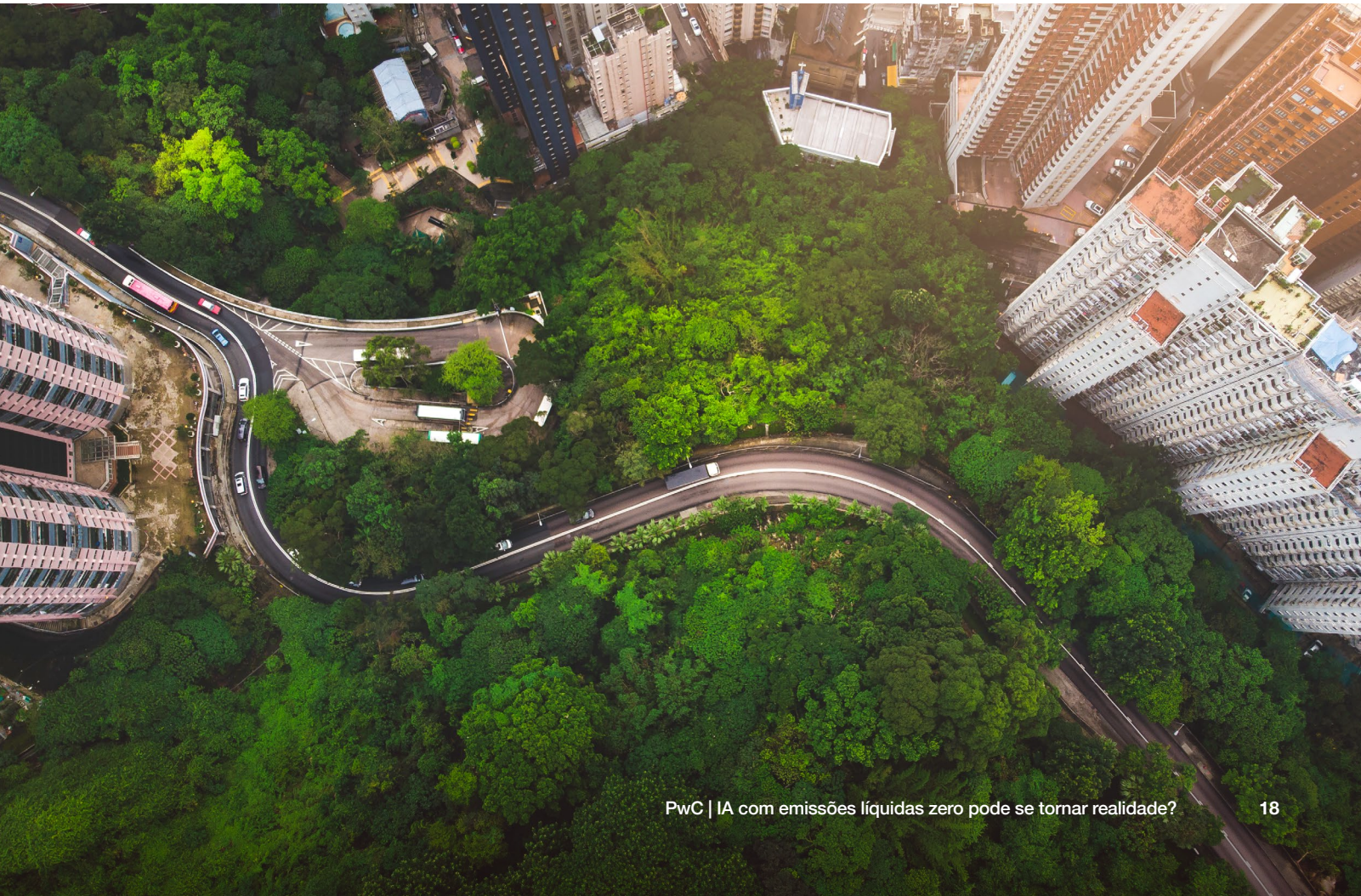
Transformação baseada na confiança

Gigatoneladas



Obs.: os números consideram todas as formas de uso de energia em *data centers*. O cenário de referência assume que o uso de IA permanece em níveis históricos.

Fonte: *Network for Greening the Financial System Phase IV Scenarios* (novembro de 2023), análise da PwC.



05



Encontrando o equilíbrio

Empresas de tecnologia e operadoras de *data centers* não são as únicas tentando aproveitar os ganhos de desempenho proporcionados pela IA, ao mesmo tempo que buscam controlar o consumo de energia e os impactos ambientais. Qualquer empresa que use aplicações de IA – seja para aprimorar ou criar produtos, oferecer melhores experiências aos clientes ou otimizar processos internos – pode se beneficiar ao otimizar sua demanda energética.

Quatro ações podem ajudar as empresas a equilibrar a equação entre IA e energia



Use a IA como uma solução energética do lado da demanda. Gerenciar a demanda de energia é uma forma relativamente simples de reduzir custos e emissões. Segundo pesquisas do Fórum Econômico Mundial em parceria com a PwC, empresas em todo o mundo poderiam economizar até US\$ 2 trilhões por ano até 2030 utilizando plenamente as tecnologias já disponíveis. À medida que o sistema energético global se digitalizar, as empresas poderão fornecer mais e melhores dados para os modelos de IA, permitindo economias significativas de energia.



Acompanhe as emissões do seu programa de IA. Em empresas que dependem de serviços em nuvem em vez de servidores próprios, o uso de IA gera emissões de Escopo 3 (aquelas resultantes de atividades na cadeia de valor da organização, e não de suas operações diretas). Os principais fornecedores de soluções de IA na nuvem já disponibilizam rastreadores de emissões para os seus clientes. Eles podem ajudar a TI e o departamento de sustentabilidade a avaliar o desempenho ambiental das iniciativas de IA e a identificar formas de reduzir os custos associados.



Dimensione a IA de acordo com as necessidades do negócio. Modelos de linguagem grandes (LLMs), por exemplo, normalmente realizam uma tarefa com custo e consumo de energia maiores do que modelos menores projetados especificamente para essa função. Escolher a ferramenta de IA certa para cada tarefa – em vez de usar um modelo “faz-tudo” com capacidade excessiva – pode ajudar as empresas a economizar e evitar emissões desnecessárias. É como usar um carro pequeno para circular na cidade em vez de uma caminhonete pesada.

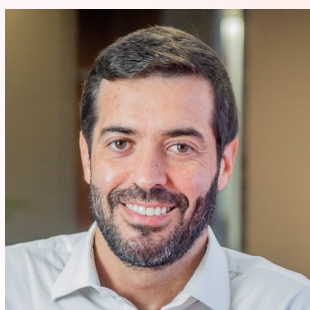


Considere a sustentabilidade ao escolher fornecedores de IA. Empresas que fornecem LLMs raramente divulgam detalhes sobre seu consumo de energia e desempenho ambiental, e as métricas ainda não são padronizadas. Ainda assim, as equipes corporativas de IA e sustentabilidade podem trabalhar juntas para buscar fornecedores que divulguem métricas de sustentabilidade abrangentes e demonstrem compromisso com práticas ambientalmente responsáveis, como uso de algoritmos otimizados, soluções avançadas de hardware e *data centers* alimentados por energia renovável, tanto na operação principal quanto na reserva.

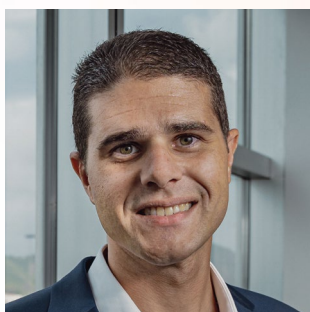




Contatos



Adriano Correia
Sócio e deputy de
Clients & Industries
adriano.correia@pwc.com



Daniel Martins
Sócio e líder da indústria
de Energia e Serviços
de Utilidade Pública
daniel.martins@pwc.com

Siga a PwC nas redes sociais



Neste documento, “PwC” refere-se à PricewaterhouseCoopers Brasil Ltda., firma membro do network da PricewaterhouseCoopers, ou conforme o contexto sugerir, ao próprio network. Cada firma membro da rede PwC constitui uma pessoa jurídica separada e independente. Para mais detalhes acerca do network PwC, acesse: www.pwc.com/structure