

**FACULDADE DE INFORMÁTICA E ADMINISTRAÇÃO PAULISTA (FIAP)**

**GLOBAL SOLUTIONS 2025/2**

**SOLUÇÕES EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUSTENTÁVEIS - SERS**

São Paulo/SP, Brasil

2025

**FACULDADE DE INFORMÁTICA E ADMINISTRAÇÃO PAULISTA (FIAP)**

**GLOBAL SOLUTIONS 2025/2**

**SOLUÇÕES EM ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUSTENTÁVEIS - SERS**

Orientador: Prof. Roberto Torres Vaver

São Paulo/SP, Brasil

2025

## **1. Introdução**

As inteligências artificiais (IAs) tem se destacado como uma das tecnologias mais transformadoras do século XXI, com aplicações em diversas áreas, como saúde, educação e indústria. Entretanto, o aumento no uso de IA, especialmente com o crescimento de modelos complexos e data centers dedicados, tem gerado uma crescente demanda por eletricidade. Esta energia necessária para alimentar os sistemas de IA não é neutra em termos ambientais, muito pelo contrário, a geração de eletricidade pode envolver significativas emissões de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo imensamente para o já alarmante aquecimento global.

## **2. Consumo Energético de Data Centers e IA**

Data centers são as infraestruturas físicas que suportam o processamento de dados utilizados pelos sistemas de IA. Estes centros são responsáveis por armazenar grandes volumes de informações e realizar os cálculos necessários para o treinamento e operação de modelos de machine learning utilizando a IA. Estima-se que, em 2024, os data centers nos Estados Unidos consumiram cerca de 200 TWh de eletricidade, com 53 a 76 TWh desses consumos sendo diretamente atribuídos a modelos de IA, como o GPT-4. Esse consumo energético cresce exponencialmente à medida que mais pessoas e empresas adotam essas tecnologias, *trend* essa que segue se espalhando entre os jovens e mais velhos da sociedade.

Até 2028, as projeções indicam que o consumo de energia para suportar as operações de IA nos data centers podem chegar a triplicar, representando um desafio significativo para a sustentabilidade energética e dos índices de poluição do mundo inteiro. Esse crescimento está diretamente relacionado ao aumento do uso da IA em diversas indústrias e à necessidade de treinamento de modelos cada vez mais sofisticados e extremamente específicos, direcionados e com um *fine tuning* voltado a uma ou um pequeno conjunto de atividades específicas, como ocorre em diversas plataformas de extração de petróleo off-shore, que contam com diversos modelos de inteligência artificial, com destaque a dois: 1- um modelo responsável pelo processamento dos diversos dados colhidos durante as extrações, utilizados para melhorar a manutenção da plataforma; e 2- o modelo responsável por, enquanto a plataforma realiza suas operações padrões, simular toda a plataforma de maneira artificial, para prever os movimentos

e possíveis estresses que o maquinário vai sofrer, bem como as quantidades extraídas e a energia gasta, entre outros dados, agindo de maneira parecida com o Demônio de Laplace, mas em escopo muito menor e extremamente específico.

### **3. Intensidade de Carbono e Emissões de GEE**

A pegada de carbono, que mede a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida por quilowatt-hora de eletricidade consumida, varia amplamente dependendo da matriz energética de cada região. Em locais como a Califórnia, que possui uma matriz energética predominantemente renovável, a intensidade de carbono pode ser tão baixa quanto 70 g CO<sub>2</sub>/kWh. No entanto, em regiões que dependem de fontes fósseis, como a Virgínia Ocidental, esse valor pode ser muito mais alto, chegando a 300 g CO<sub>2</sub>/kWh.

Esse fator é determinante para as emissões geradas por cada consulta ou operação realizada em modelos de IA. Por exemplo, uma simples consulta ao ChatGPT pode resultar em 650 g CO<sub>2</sub> na Califórnia e até 1.150 g CO<sub>2</sub> na Virgínia Ocidental. Considerando o crescente volume de interações e a crescente complexidade dos modelos bem como o trabalho necessário para treinar estes modelos mais complexos, o impacto ambiental das operações de IA, como um todo, se prova substancial e, com o tempo, uma verdadeira ameaça a qualidade e existência do verde no planeta.

### **4. Desafios de Sustentabilidade e Regulação**

Embora algumas empresas de tecnologia estejam adotando práticas mais sustentáveis, como o uso de fontes de energia renováveis e o desenvolvimento de data centers mais eficientes, citando como exemplo a AWS (serviço de cloud da Amazon), a Microsoft Azure, o Google Cloud e a EQUINIX, a maioria dos grandes centros de dados ainda depende em grande parte de fontes fósseis, como o gás natural, para suprir suas necessidades energéticas. Além disso, o processo de resfriamento necessário para evitar o superaquecimento dos servidores consome uma quantidade significativa de energia elétrica e água, exacerbando o impacto ambiental da operação desses data centers e gastando ainda mais destes recursos preciosos para o desenvolvimento humano.

A regulação sobre o impacto ambiental dos data centers e o consumo de energia gerado pela IA ainda está em seu processo embrionário, porém, o debate segue crescendo em proporções, o que funciona como um alerta sobre um dos malefícios do futuro dependente em IA. Embora algumas iniciativas de transparência estejam sendo discutidas, a falta de dados precisos sobre o consumo e as emissões torna difícil a elaboração de políticas públicas eficazes para controlar os efeitos ambientais dessa tecnologia.

## **5. Projeções Futuras e Alternativas Energéticas**

Com o crescimento projetado do uso de IA, espera-se que a demanda por eletricidade possa aumentar de forma exponencial nos próximos anos. Até 2028, a necessidade de energia para IA nos Estados Unidos pode alcançar 165 a 326 TWh por ano, o que representaria um aumento substancial no consumo global de eletricidade. Este crescimento está diretamente relacionado à expansão dos data centers de IA, que exigem recursos computacionais cada vez mais poderosos e eficientes.

Nesse cenário, é fundamental investir em alternativas energéticas sustentáveis, como a energia solar, geotérmica e hidrelétrica. Além disso, melhorias na eficiência dos processos de treinamento de IA e a adoção de tecnologias de hardware mais eficientes, como TPUs e GPUs, poderão mitigar o impacto energético desses modelos.

O aumento do consumo de energia para sustentar os data centers de IA também gera impactos econômicos para os consumidores de energia. Segundo a matéria do *Olhar Digital*, referenciada abaixo, concessionárias de energia estão exigindo que empresas como Google, Amazon e Microsoft arquem com uma parcela maior dos custos para conectar seus data centers à rede elétrica. Essa diferença pode ser repassada para os consumidores, aumentando seus custos mensais de energia.

Além disso, a expansão da IA pode gerar transformações significativas no mercado de trabalho e na infraestrutura urbana. A demanda por energia, tecnologias mais avançadas e novos modelos de negócios exigirá uma adaptação por parte das comunidades e governos.

## **7. Conclusões e Recomendações**

A análise dos impactos energéticos da inteligência artificial revela um cenário de crescimento acelerado, que exige atenção urgente quanto à sustentabilidade ambiental. Para garantir que a IA continue a ser uma força transformadora sem agravar os problemas climáticos, é fundamental que as gigantes do setor, que tem grande parte de seu *market cap* centralizado entre um punhado de grandes *players* do mercado financeiro (demonstrado na imagem presente nas referências) adotem práticas de eficiência energética e que governos e reguladores implementem políticas claras de controle de emissões, visando o estímulo empresarial ao uso de energias renováveis, tais quais o Sol e o Vento no Nordeste Brasileiro, que detém a capacidade de ser um grande fornecedor e abrigador do mercado de data centers no Brasil. Além disso, deve haver maior transparência sobre o impacto ambiental dos data centers e a necessidade de uma colaboração entre empresas, pesquisadores e formuladores de políticas para desenvolver soluções mais sustentáveis.

É fundamental que o setor de IA seja tratado como uma área estratégica de pesquisa, com a implementação de tecnologias que priorizem o uso de fontes renováveis e a otimização da eficiência no consumo de energia. Com esses esforços, é possível garantir que a revolução digital ocorra de maneira sustentável e responsável, com benefícios duradouros para a sociedade como um todo.

## **Referências**

<https://www.youtube.com/watch?v=k8atfG7Kv2A>

<https://mittechreview.com.br/impacto-energetico-ia-inteligencia-artificial-data-centers/?srsltid=AfmBOooXDX4BN1E0R4LDT-oUjKEXmsNjTPLYsUAbcLJza7KOcsR9BX3>

<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2025/01/24/inteligencia-artificial-tecnologia-demanda-geracao-colossal-de-energia-eletrica-entenda.ghtml>

<https://datacentremagazine.com/top10/top-10-sustainable-data-centre-companies>

<https://olhardigital.com.br/2025/07/30/pro/boom-de-data-centers-acende-disputa-quem-paga-a-conta-de-energia-nos-eua/>

