



2ª SEMANA ESTADUAL DO(A)
TÉCNICO(A)
INDUSTRIAL
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O impacto energético do(s) uso(s) da Inteligência Artificial.



Luis Henrique M. de Castro

Professor / Pesquisador

Doutorando em Educação ProPEd-UERJ - Cibercultura

FAETEC/UERJ/FAPERJ/EduCiber

Caminho escolhido

Iniciando nossas conversas

Usos e perspectivas da
Inteligência Artificial

O impacto energético do(s)
uso(s) da Inteligência Artificial



Primeira parte

Iniciando as nossas conversas

Dado

De maneira geral, é o conteúdo quantificável e que por si só não transmite nenhuma mensagem que possibilite o entendimento sobre determinada situação.

Os dados podem ser considerados a unidade básica da informação.

Sem dados, não temos informações.

Informação

É o resultado do processamento dos dados. Ou seja, os dados foram analisados e interpretados sob determinada ótica, e a partir desta análise se torna possível qualificar esses dados.

Entrada (dados) >> Processamento (análise dos dados) >> Saída (informação)

Conhecimento

- Ato ou efeito de conhecer
- O conhecimento é derivado das informações percebidas, decodificadas, catalogadas, interpretadas e armazenadas através de processos cognitivos.

Aprendizagem

- Aprendizagem é um processo de mudança de comportamento obtido através da experiência construída por fatores emocionais, neurológicos, relacionais e ambientais.
- Aprender é o resultado da interação entre estruturas mentais e o meio ambiente.
- Aprendizado de máquina são algoritmos de computação que podem ser melhorados via dados de treinamento sem programação explícita.

Nuvem

Metáfora utilizada para descrever uma rede global de servidores, cada um com uma função única e todos acessíveis de forma ubíqua.

A nuvem não é uma entidade física, mas uma vasta rede de servidores remotos ao redor do globo que são conectados e operam como um único ecossistema.

Esses servidores são responsáveis por armazenar e gerenciar dados, executar aplicativos e fornecer conteúdos ou serviços.

Big Tech

Grandes empresas de tecnologia que dominam o cenário global de produção de informações e/ou produtos tecnológicos.

- Alphabet Inc. (Google)
- Amazon
- Apple Inc.
- Meta
- Microsoft / OpenAI
- E algumas outras...

Internet

TIC – DOMICÍLIOS – 2023 - BRASIL	SIM	NÃO
DOMICÍLIOS COM ACESSO À INTERNET	84%	16%
DOMICÍLIOS COM ACESSO À INTERNET POR BANDA LARGA	73%	27%
INDIVÍDUOS QUE JÁ ACESSARAM A INTERNET	89%	11%
USUÁRIOS DE INTERNET	88%	12%
INDIVÍDUOS QUE OUVIRAM MÚSICAS PELA INTERNET	65%	35%
INDIVÍDUOS QUE ASSISTIRAM VÍDEO PELA INTERNET	54%	46%

Inteligência artificial

- Área da computação que desenvolve sistemas e algoritmos que permitem que máquinas realizem tarefas antes possíveis apenas para seres humanos.
- Possibilita que sistemas aprendam com grandes bancos de dados e simulem uma inteligência.
- O primeiro uso do termo data de 1956
- Efeito mais expressivo nas últimas décadas em virtude do aumento do poder computacional.

Inteligência artificial



Inteligência artificial

- *Um sistema de IA é um sistema baseado em máquina que, para objetivos explícitos ou implícitos, infere, a partir da entrada que recebe, como gerar saídas como previsões, conteúdo, recomendações ou decisões que podem influenciar ambientes físicos ou virtuais. Diferentes sistemas de IA variam em seus níveis de autonomia e adaptabilidade após a implantação. (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico OCDE, 2023)*

Inteligência artificial pela Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é um conjunto de tecnologias que permite aos computadores executar funções avançadas, como ver, entender e traduzir idiomas, analisar dados e fazer recomendações.

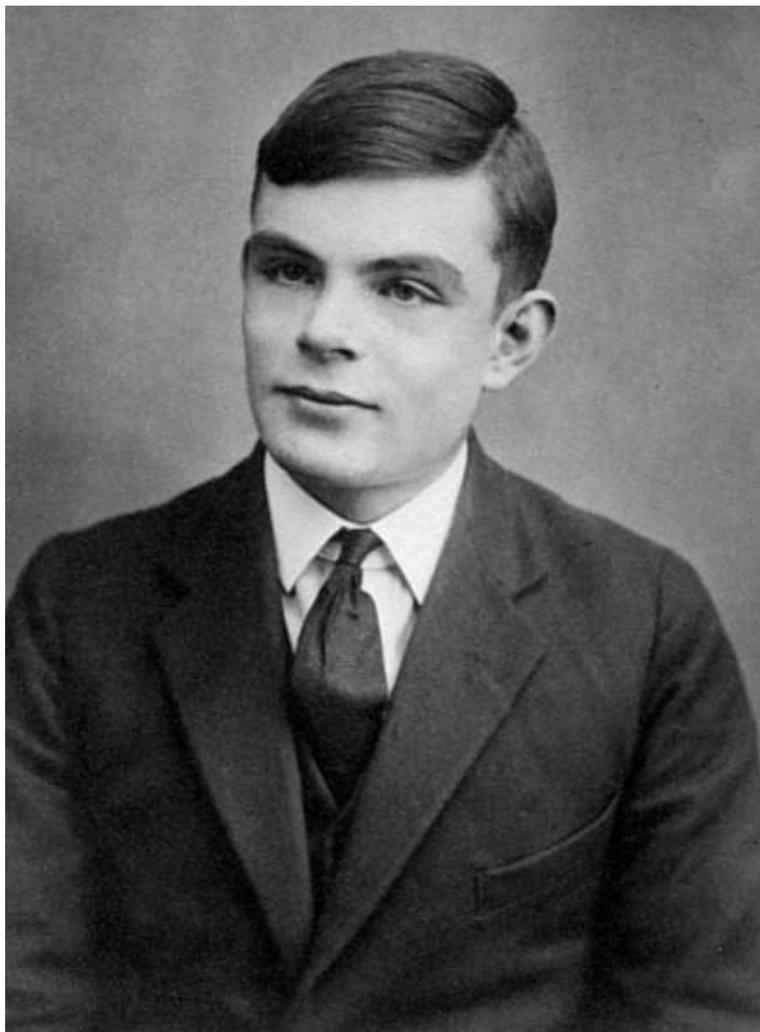
A IA pode realizar tarefas de forma autônoma e sem supervisão humana, desde tarefas simples, como definir jogadas em um tabuleiro de xadrez, até tarefas complexas, como pilotar um carro sem motorista.

A IA também pode automatizar tarefas de inspeção visual, como a detecção de defeitos na manufatura ou a análise de imagens médicas, melhorando a precisão e a eficiência.

“Eu não sei o que é
inteligente, mas sei quando
algo parece inteligente”

Alan Turing

Alan Turing



Alan Turing

O primeiro cientista a articular uma visão completa sobre Inteligência Artificial foi Alan Turing (1912-1954), em um artigo publicado em 1950.

Neste trabalho é proposto o Teste de Turing: uma avaliação da capacidade de uma máquina que imita o comportamento inteligente de um ser humano.

Abordagem da chamada IA:

Abordagem Simbólica: a inteligência é a capacidade de manipular símbolos usando a lógica.

Abordagem conexionista: a inteligência é a capacidade de realizar tarefas complexas de classificação usando redes neurais.

Abordagem de aprendizado: pressupõe que a inteligência é a capacidade de aprender com a experiência.

(VICKERS; ALLADO-MCDOWELL)

Tipos de Inteligência Artificial

- Inteligência Artificial Limitada (Narrow Artificial Intelligence, NAI)
- Inteligência Artificial Geral (Artificial General Intelligence, AGI)
- Superinteligência Artificial (Artificial Superintelligence, ASI)

Tipos de Inteligência Artificial

Inteligência Artificial Limitada (Narrow Artificial Intelligence, NAI)

- Também chamada de “ IA fraca ”.
- Tem como único objetivo realizar as atividades para as quais foi programada, armazenando uma grande quantidade de dados e fazendo cálculos complexos com rapidez.
- Capaz de realizar funções específicas e solucionar problemas pré-determinados.
- Usa aprendizagem de máquina , aprendizagem profunda e processamento de linguagem natural para se autoaprimorar.

Máquinas reativas e Memória limitada

Tipos de Inteligência Artificial

Máquinas reativas - Primeiro tipo de inteligência artificial, então seus recursos são mais limitados.

Não armazenam muitos dados e reagem a estímulos de acordo com a maneira como foram configuradas.

Causa – Efeito

Tipos de Inteligência Artificial

Memória limitada - é um avanço em relação às máquinas reativas, armazenam mais informações, usando-as para tomar decisões.

Tipos de Inteligência Artificial

Inteligência Artificial Geral (Artificial General Intelligence, AGI)

IA forte – Ainda em desenvolvimento

Pensamento abstrato;

Conhecimento do contexto;

Raciocínio lógico;

Aprendizado por transferência;

Percepção sensorial;

Habilidades motoras finas;

Compreensão da linguagem natural.

Tipos de Inteligência Artificial

Superinteligência Artificial (Artificial Superintelligence, ASI)

Existe apenas no campo teórico. Ainda é uma abstração.

IA Realmente existente

Sistemas automatizados que extraem padrões, de grande base de dados realizando classificações e predições com algoritmos estatísticos e probabilísticos que rodam em máquinas de alto processamento.

Estamos falando em sistemas automatizados

- Assistentes virtuais, como Siri da Apple e Alexa da Amazon ;
- Sistemas de recomendação personalizados, como os usados por plataformas de streaming de vídeo;
- Sistemas de detecção de padrões, como os usados em análise de dados e aprendizado de máquina; e
- IAs Generativas, como ChatGPT e Midjourney.

Evolução da IA

Imagem hiper realística de Harry Potter.

Midjourney generations over time:
“a hyper-realistic image of Harry Potter”

Source: [Midjourney, 2023](#)



V1, February
2022



V2, April 2022



V3, July 2022



V4, November 2022



V5, March 2023



V5.1, March 2023



V5.2, June 2023



V6, December 2023

Evolução da IA

Como determinar o valor do resistor limitador de corrente para polarizar um led amarelo?

Evolução da IA

◆ Determinando o Valor do Resistor Limitador de Corrente para um LED Amarelo

Entendendo o Papel do Resistor:

Quando você conecta um LED a uma fonte de alimentação, é fundamental limitar a corrente elétrica que passa por ele. Se a corrente for excessiva, o LED pode queimar. O resistor, nesse caso, atua como um "limitador de velocidade", garantindo que o LED receba apenas a quantidade de corrente necessária para funcionar corretamente e emitir luz.

Dados Necessários:

Para calcular o valor ideal do resistor, você precisará de algumas informações sobre o seu circuito:

- **Tensão da Fonte (Vs):** Qual a voltagem da bateria ou fonte que você está utilizando?
- **Tensão Direta do LED (Vf):** Essa informação, geralmente expressa em volts, indica a queda de tensão no LED quando ele está conduzindo corrente. Você encontra esse valor na datasheet do LED amarelo que você está utilizando.
- **Corrente Direta do LED (If):** A corrente direta é a corrente máxima que o LED pode suportar sem ser danificado. Também encontrada na datasheet.

Fórmula para o Cálculo:

A lei de Ohm nos fornece a fórmula para calcular o valor do resistor:

$$R = (V_s - V_f) / I_f$$

Onde:

- **R:** Resistência (em ohms)
- **Vs:** Tensão da fonte (em volts)
- **Vf:** Tensão direta do LED (em volts)
- **If:** Corrente direta do LED (em amperes)

Exemplo:

Suponha que você tenha:

- Uma fonte de 5V
- Um LED amarelo com $V_f = 2.1V$ e $I_f = 20mA$ (0,02A)

Aplicando a fórmula:

$$R = (5V - 2.1V) / 0.02A = 145 \text{ ohms}$$

Evolução da IA

Escolhendo o Valor Comercial:

Na prática, você encontrará resistores com valores comerciais específicos. Escolha o valor comercial mais próximo e superior ao calculado. Por exemplo, no caso acima, você poderia usar um resistor de 150 ohms.

Considerações Adicionais:

- **Potência do Resistor:** Além do valor da resistência, é importante considerar a potência que o resistor deverá dissipar. Use a fórmula $P = I^2R$ para calcular a potência e escolher um resistor com potência nominal maior.
- **Datasheet do LED:** A datasheet do LED é a fonte mais confiável de informações sobre as suas características.
- **Calculadoras Online:** Existem diversas calculadoras online que facilitam o cálculo do resistor para LEDs.

Importante:

- **Segurança:** Sempre tome as devidas precauções de segurança ao trabalhar com circuitos elétricos.
- **Experimentação:** A eletrônica é prática. Não tenha medo de experimentar diferentes valores de resistores e observar o resultado.

Onde Encontrar a Datasheet:

A datasheet do LED amarelo pode ser encontrada no site do fabricante ou em distribuidores eletrônicos.

Dicas Adicionais:

- **Comece com um resistor de valor maior:** Se você não tiver certeza do valor exato, comece com um resistor de valor maior. Isso garantirá que o LED não queime, mesmo que a corrente seja um pouco menor do que o ideal.
- **Use um multímetro:** Um multímetro é uma ferramenta essencial para medir a tensão e a corrente em um circuito.

Em Resumo:

Para determinar o valor do resistor limitador de corrente para um LED amarelo, você precisa conhecer a tensão da fonte, a tensão direta e a corrente direta do LED. Utilizando a lei de Ohm, você pode calcular o valor ideal do resistor e escolher um valor comercial próximo.

Gostaria de mais detalhes sobre algum outro aspecto do circuito? Por exemplo, posso explicar como ligar os componentes em um circuito ou como escolher uma fonte de alimentação adequada.



Segunda parte

Os usos e as perspectivas

Onde está a IA?

- Algoritmos de pesquisa;
- Chatbots;
- Algoritmos de recomendação e relevância;
- Assistentes pessoais e casas inteligentes;
- Filtros de spam e conteúdo impróprio;
- Corretor automático;
- Face ID – Reconhecimento facial;
- Indústria;
- Logística...

Usos no mundo

- As 50 principais ferramentas de IA atraíram **mais de 24 bilhões de visitas** entre setembro de 2022 e agosto de 2023.
- **O ChatGPT liderou com 14 bilhões de visitas**, representando mais de 60% do tráfego analisado.

Usos no mundo

- O setor de IA registrou uma média de **2 bilhões de visitas** mensais em 2023, com um aumento para **3,3 bilhões** nos últimos 6 meses.
- As ferramentas de chatbot de IA foram as mais populares, gerando **19,1 bilhões de visitas**.
- Mais de **63% dos usuários de ferramentas de IA acessaram por meio de dispositivos móveis**.

Países com mais acessos a sistemas de IA

Country	Total Visits	% of Total Traffic
United States	5.5 B	22.62%
India	2.1 B	8.52%
Indonesia	1.4 B	5.60%
Philippines	1.3 B	5.25%
Brazil	1.3 B	5.22%
United Kingdom	665 M	2.74%
Japan	642 M	2.65%
Germany	630 M	2.60%
Mexico	579 M	2.39%
Canada	534 M	2.20%

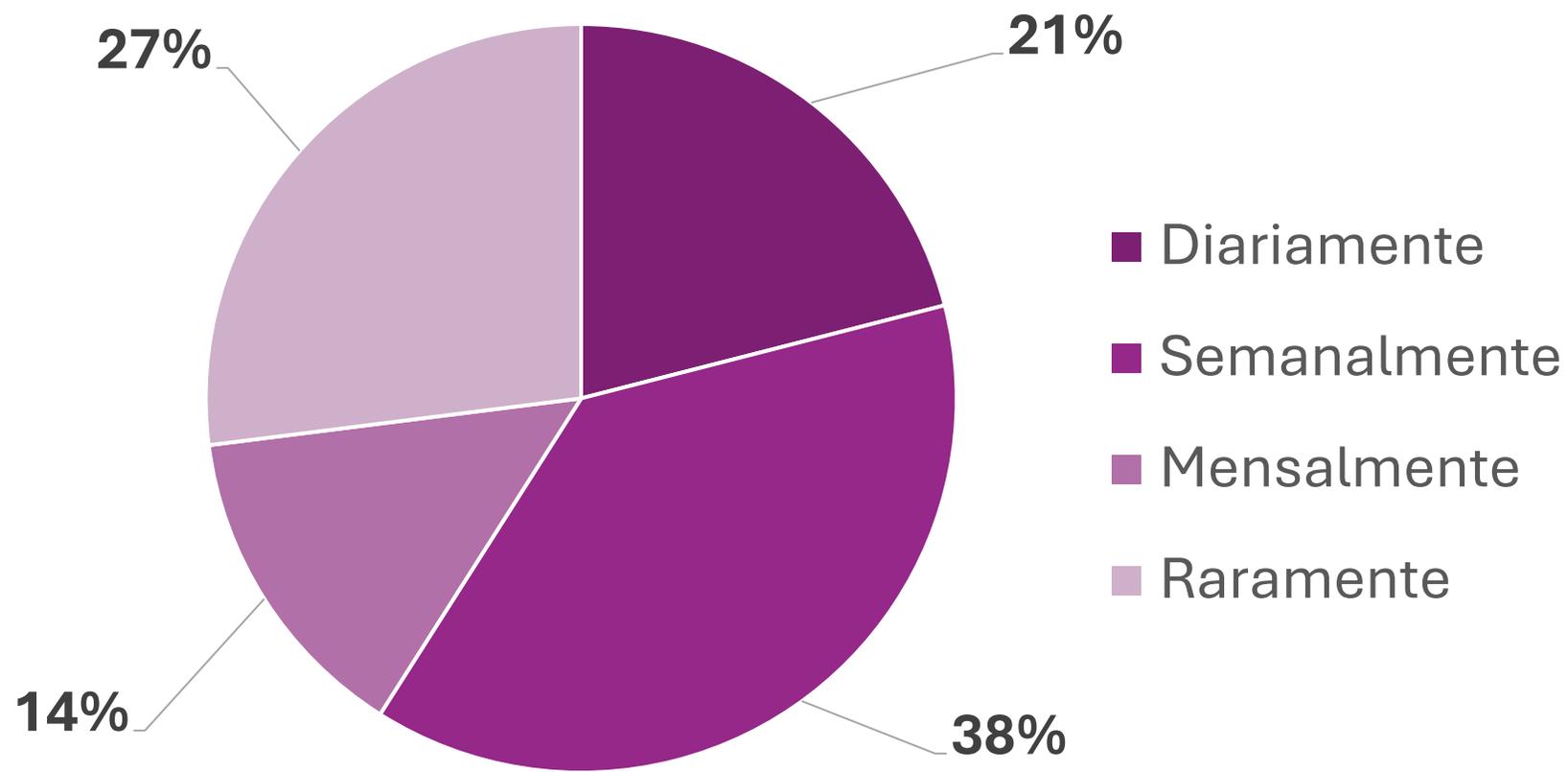
Writerbuddy, 2023

As 25 IAs mais usadas no mundo em 2023

1. **ChatGPT (14,6 bilhões de acessos)** milhões)
2. Character.ai (3,8 bilhões)
3. QuillBot (1,1 bilhão)
4. MidJourney (500,4 milhões)
5. HuggingFace (316,6 milhões)
6. Bard (242,6 milhões)
7. NovelAI (238,7 milhões)
8. CapCut (203,8 milhões)
9. JanitorAI (192,4 milhões)
10. CivitAI (177,2 milhões)
11. Vocal Remover (165,5 milhões)
12. You (140,3 milhões)
13. Perplexity AI (134,4 milhões)
14. CutOut Pro (133,5 milhões)
15. Craiyon (128,1 milhões)
16. HotPot (125,3 milhões)
17. Copy.ai (109,3 milhões)
18. Leonardo.ai (101,6 milhões)
19. Jasper (94,9 milhões)
20. DeepAI (89,1 milhões)
21. ElevenLabs (88,6 milhões)
22. Tome (88,4 milhões)
23. Stable Diffusion (85,1 milhões)
24. Writesonic (80,7 milhões)
25. Playground AI (79,3 milhões)

Writerbuddy, 2023

Frequência de usos da IA - Brasil



Writerbuddy, 2023

Alguns usos – América Latina

- Vídeo em computador (48%);
- Automação de processos de tomada de decisão (47%);
- Geração de gráficos de conhecimento (44%);
- Reconhecimento de texto (44%);
- Detecção de anomalia (43%);
- Internet das Coisas – IoT, na sigla em inglês – (42%);
- Reconhecimento de áudio e voz (41%).

Os usos nas empresas

Usos de Big Data - Brasil

TECNOLOGIAS	USOS %
A partir de dados próprios da empresa, provenientes de dispositivos inteligentes ou sensores, como trocas de dados entre máquinas, sensores digitais, etiquetas de identificação por radiofrequência, etc	67
A partir de dados de geolocalização provenientes do uso de dispositivos portáteis, como telefone móvel, conexão wireless ou GPS	59
A partir de dados gerados a partir de mídias sociais, como redes sociais, blogs, sites de compartilhamento de conteúdo de multimídia	64
A partir de outras fontes de Big Data	47

Usos de dispositivos inteligentes - Brasil

TECNOLOGIAS	USOS %
Gerenciamento de consumo de energia, como medidores, termostatos ou lâmpadas inteligentes	46
Segurança de instalações, como sistemas de alarme, detectores de fumaça, travas de portas e câmeras de segurança inteligentes	84
Processos de produção, como sensores ou etiquetas de identificação por radiofrequência que são monitorados ou controlados via Internet e usados para monitorar ou automatizar processos	27
Gestão de logística, como sensores monitorados ou controlados via Internet para rastreamento de produtos ou veículos na gestão de depósito	39
Manutenção de equipamentos, como sensores monitorados ou controlados através da Internet para monitorar as necessidades de manutenção de máquinas ou veículos	38
Atendimento ao cliente, como câmeras ou sensores inteligentes monitorados ou controlados através da Internet para monitorar as atividades dos clientes ou oferecer-lhes uma experiência de compra personalizada	33

Usos de robôs - Brasil

TECNOLOGIAS	USOS %
Vigilância, segurança ou tarefas de inspeção, como o uso de drones, etiquetas de identificação de radiofrequência, etc	34
Transporte de pessoas ou mercadorias, como o uso de veículo guiado automaticamente, etc.	8
Limpeza ou tarefas de eliminação de resíduos	42
Sistemas de gerenciamento de estoque, como paletização e manuseio de mercadorias	38
Trabalhos de montagem	26
Tarefas de balconista de loja robótico	3
Trabalhos de construção ou reparos	31

Usos de IA - Brasil

TECNOLOGIAS	USOS %
Mineração de texto e análise da linguagem escrita	15
Reconhecimento de fala, que converte a linguagem falada em formato legível para máquinas	11
Geração de linguagem natural (GLN) para linguagem escrita ou falada	13
Reconhecimento e processamento de imagens, que identificam objetos ou pessoas	32
Machine learning, como deep learning, para predição e análise de dados	16
Automatização de processos de fluxos de trabalho	66
Movimentação física de máquinas por meio de decisões autônomas, como robôs, veículos e drones autônomos	6

Perspectivas de usos da IA

Perspectivas de usos

43% das empresas preveem investimentos área de IA nos próximos 12 meses, ao passo que 36% já iniciaram os aportes, que devem continuar pelo próximo ano. Apenas 17% ainda não implementaram qualquer solução com IA e sequer têm previsão de investimento.

IT Forum Inteligência, 2024

Perspectivas para o mercado de trabalho

De acordo com relatório do Fórum Econômico Mundial, cerca de 75 milhões de empregos podem ter sido eliminados em consequência do uso da inteligência artificial entre 2018 e 2022. No entanto, o mesmo relatório sugere que a inteligência artificial pode criar cerca de 97 milhões de empregos até 2025.

Revista Exame, 4/5/2023



Terceira parte

O impacto energético com os usos da Inteligência Artificial



infraestrutura do data center do Condado de Mayes, Oklahoma

Por que a IA aumenta o consumo de energia?

- **Processamento intensivo:** Os modelos de IA exigem uma grande quantidade de poder computacional para serem treinados e utilizados. Isso significa que são necessários servidores mais poderosos e em maior número, o que, por sua vez, aumenta o consumo de energia.
- **Treinamento constante:** Os modelos de IA precisam ser constantemente treinados com novos dados para melhorar sua performance. Esse processo de treinamento é extremamente intensivo em termos de computação e, conseqüentemente, de energia.
- **Aumento da demanda:** A popularização da IA e sua integração em diversos produtos e serviços aumenta significativamente a demanda por processamento, elevando o consumo de energia.



O vapor é liberado pelas torres de resfriamento no data center de The Dalles, no Oregon.

O que o Google está fazendo para mitigar esse aumento?

- **Energia renovável:** A empresa está expandindo o uso de fontes de energia renovável, como energia solar e eólica.
- **Eficiência energética:** O Google investe em tecnologias e práticas para aumentar a eficiência energética de seus centros de dados e outras instalações.
- **Chips personalizados:** A empresa está desenvolvendo chips personalizados para acelerar o processamento de tarefas de IA, tornando-o mais eficiente em termos de energia.
- **Inteligência artificial para otimização:** Ironicamente, a própria IA está sendo utilizada para otimizar o consumo de energia nos centros de dados do Google, identificando oportunidades de redução e ajustando os recursos de acordo com a demanda.



Mays County, Oklahoma (Estados Unidos)

Impacto energético: O caso ChatGPT

Fase de treinamento

Quando treinamos um modelo como o ChatGPT, executamos cálculos complexos em grandes quantidades de dados, em hardwares extremamente potentes. Esse processo pode levar semanas ou até meses e consumir eletricidade substancial.

Dataset	Quantity (tokens)	Weight in training mix	Epochs elapsed when training for 300B tokens
Common Crawl (filtered)	410 billion	60%	0.44
WebText2	19 billion	22%	2.9
Books1	12 billion	8%	1.9
Books2	55 billion	8%	0.43
Wikipedia	3 billion	3%	3.4

Impacto energético: O caso ChatGPT

Fase de treinamento – Noção de custo

O GPT-4 da OpenAI usou cerca de U\$ 78 milhões em computação para treinar, enquanto o Gemini Ultra do Google custou U\$ 191 milhões em computação

THE AI INDEX REPORT, 2024

Impacto energético: O caso ChatGPT

Fase de treinamento – Gasto energético

Para treinar o GPT-3, um modelo com 175 bilhões de parâmetros, requer aproximadamente **1,28 GWh** de energia.

O treinamento do GPT-4 é ainda mais exigente. Com uma estimativa de 280 bilhões de parâmetros, ele requer aproximadamente **1,75 GWh** de energia.

Com base nos parâmetros estimados para o GPT-5, que deve ter cerca de 500 bilhões de parâmetros, podemos projetar o consumo de energia para treinamento em **3,50 GWh**.

Impacto energético: O caso ChatGPT

Fase de inferência

Cada processo de consulta ChatGPT envolve a execução de um modelo computacional para gerar uma resposta coerente e contextualmente relevante.

Impacto energético: O caso ChatGPT

Cálculo	Busca Google	GPT-3 (média)	GPT-4 (média)	GPT-5 (projetado)
Energia por consulta (estimada)	0,18 Wh	0,3 Wh 2,9 Wh	0,5 Wh 5,0 Wh	1 Wh 10 Wh
Total de consultas por dia	10.000.000			
Consumo total diário de energia	1,8 MWh	3,0 MWh	5,0 MWh	10,0 MWh
Consumo total anual de energia	657 MWh	1.095 MWh	1.825 MWh	3.650 MWh

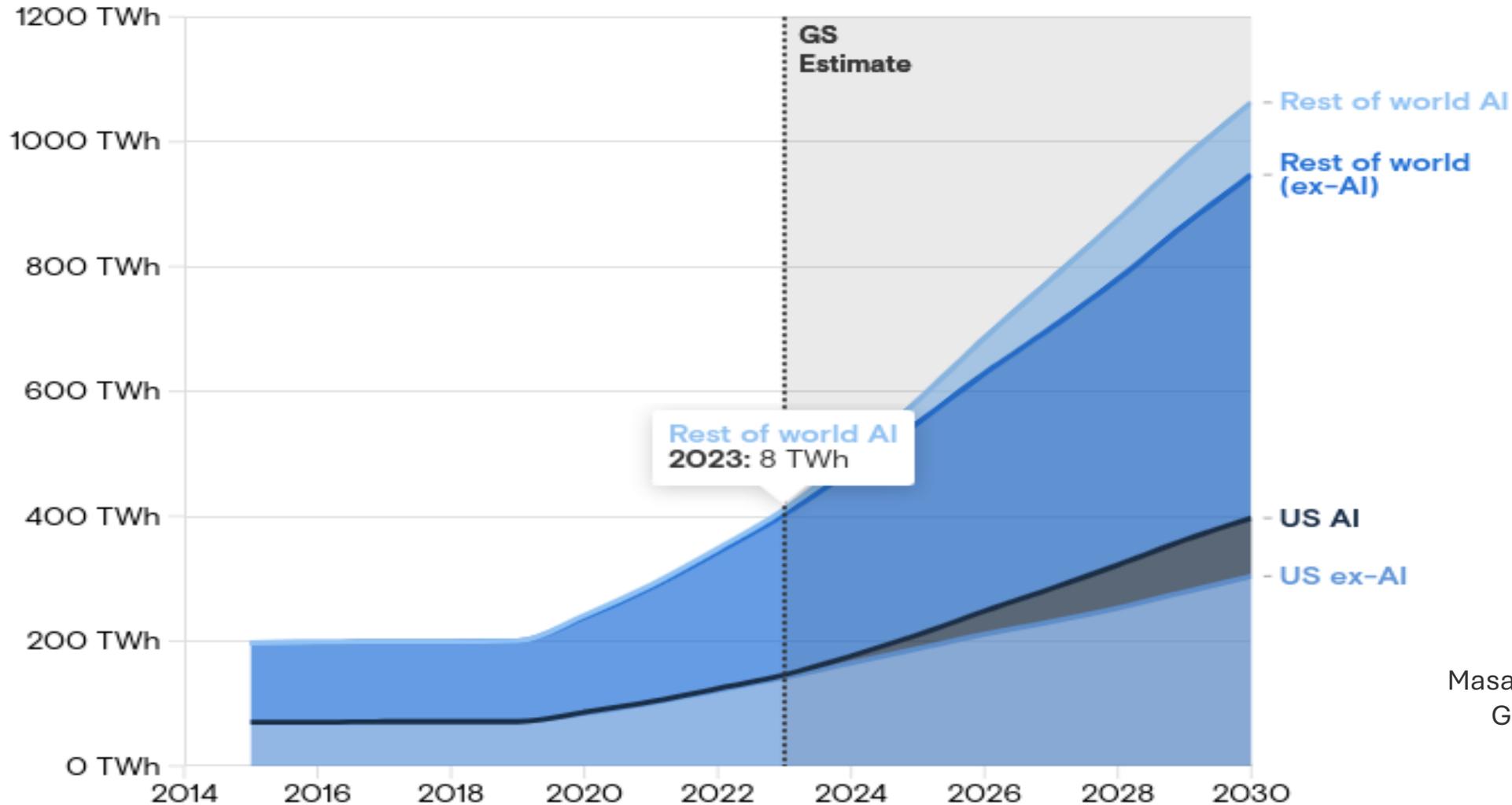
Para pensarmos...

“Uma única interação pode consumir tanta energia quanto deixar uma lâmpada LED de baixo brilho acesa por uma hora.”

Alex de Vries, VU Amsterdam

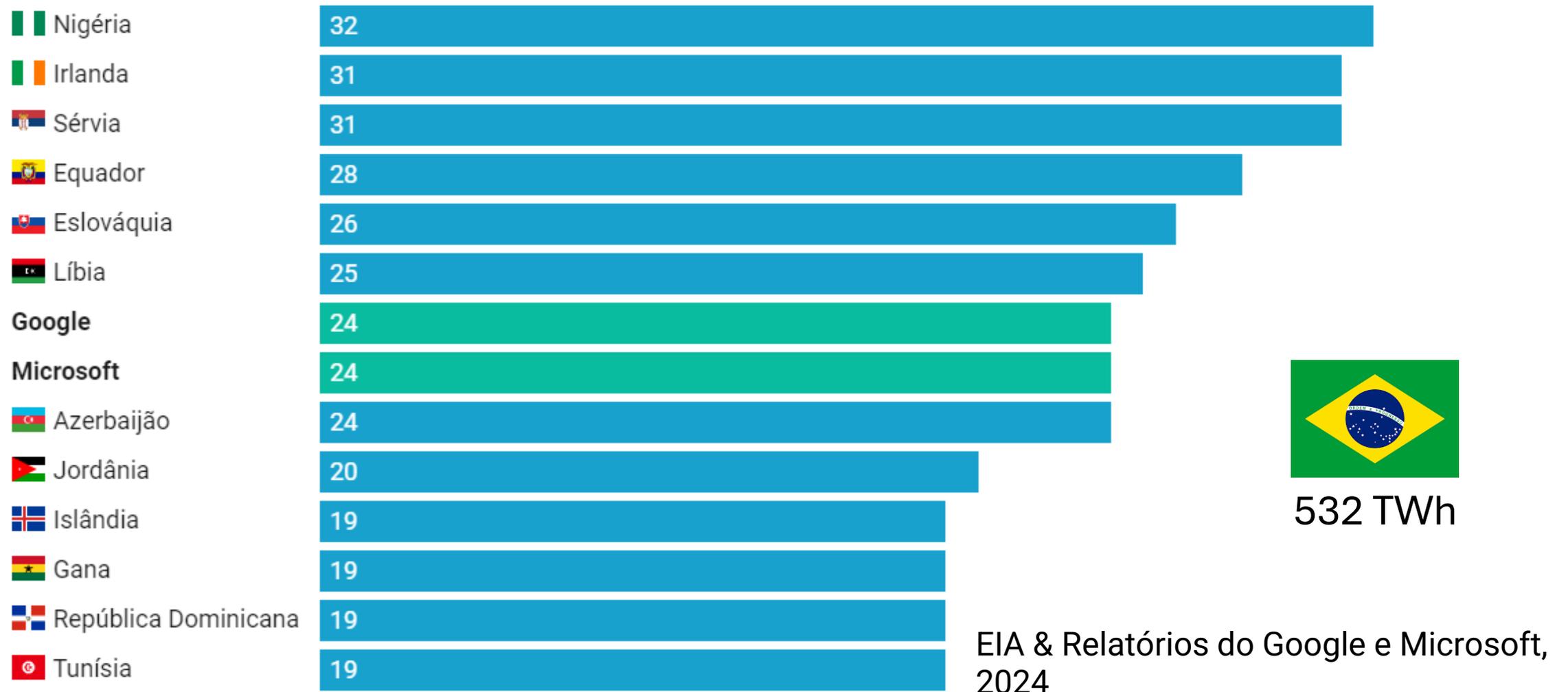
Impacto energético: Consumo de servidores

Consumo mundial dos data centers



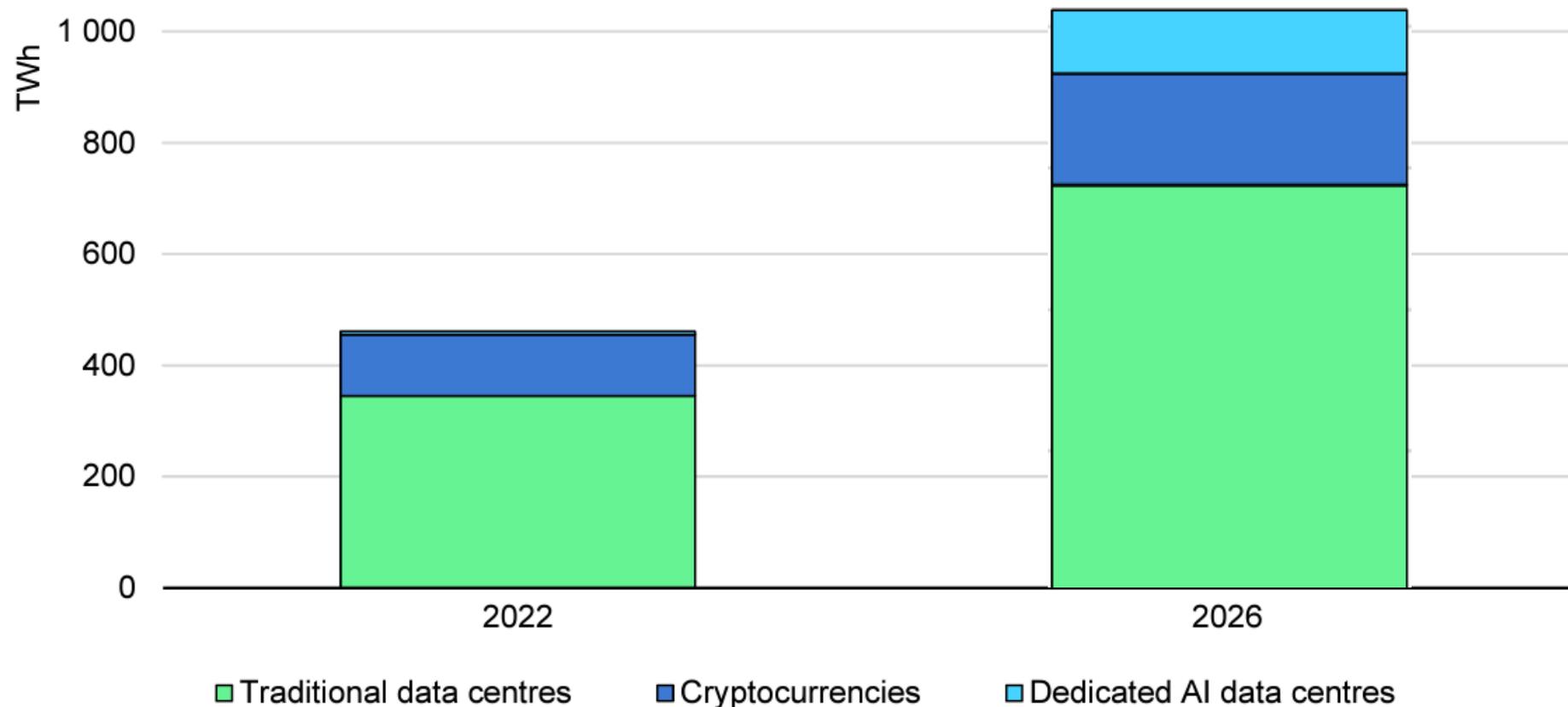
Masanet et al. (2020), Cisco, IEA, Goldman Sachs Research

Consumo energético em terawatt-hora (TWh).



Impacto energético: Consumo de servidores

Demanda estimada de eletricidade de data centers tradicionais, dedicados de IA e criptomoedas, 2022 e 2026



Masanet et al. (2020), Cisco, IEA, Goldman Sachs Research / NTT DATA Brasil

Demanda futura

Em uma visão mais geral, os data centers representaram, em 2022, aproximadamente 2% do consumo global de energia elétrica, com cerca de 460 TWh (Terawatts por hora). Existem estimativas que apontam que, em 2026, esse número pode chegar em 1.050 TWh (NTT DATA Brasil)

Obrigado.

Luis Henrique M. de Castro

Professor / Pesquisador

Doutorando em Educação ProPEd-UERJ - Cibercultura

FAETEC/UERJ/FAPERJ/EduCiber