

Junho 2025

IA sustentável para um futuro mais verde

Como desenvolver métricas de sustentabilidade
em IA e incorporá-las a práticas recomendadas
para garantir impacto mensurável

Índice

- 3 Resumo executivo
- 4 A IA sustentável vai além de uma simples exigênciаа
- 6 O que queremos dizer com "verde"
- 9 Os esforços por trás da IA sustentável
- 11 Mensurando as mudanças de sustentabilidade
- 14 Da teoria à ação: práticas recomendadas para obter o máximo impacto
- 17 Da visão ao impacto: A IA sustentável em ação
- 20 Considerações finais

Resumo executivo

Com a rápida adoção da IA, torna-se ainda mais urgente assegurar sua sustentabilidade — não como um aspecto secundário, mas como um princípio que deve nortear seu desenvolvimento e aplicação.

A inteligência artificial (IA) está transformando rapidamente diversos setores, impulsionando a inovação e redefinindo estratégias de negócio. No entanto, seu crescimento exponencial traz desafios ambientais significativos, especialmente no que diz respeito à pegada de carbono, ao consumo de energia e ao uso de água.

Este guia destaca a importância estratégica de incorporar a sustentabilidade à inovação em IA, apresentando caminhos práticos e mensuráveis para alinhar seu desenvolvimento ao compromisso com o meio ambiente.

Principais insights:

- **Transição para uma IA sustentável (Green AI):** Ir além das prioridades convencionais da IA para equilibrar desempenho com sustentabilidade, tendo a eficiência como métrica central.
- **Compreender o impacto ambiental da IA:** Enfrentar questões como consumo de energia, emissões e uso de recursos hídricos e materiais, com algoritmos otimizados, arquiteturas eficientes e estratégias de resfriamento sustentáveis.
- **Mapear o ecossistema de atores:** Identificar os principais players — incluindo fabricantes de hardware, operadores de data center, formuladores de políticas e desenvolvedores de IA — que moldam a pegada ambiental da IA e promovem mudanças sistêmicas.

- **Padronizar a mensuração:** Estabelecer modelos de medição bem definidos e acionáveis que as organizações possam utilizar para avaliar e aperfeiçoar o desempenho ambiental da IA
- **Definir práticas recomendadas para sustentabilidade de ponta a ponta:** Incorporar sustentabilidade nos fluxos de trabalho da IA por meio de uso de dados responsável, modelos eficientes, alocação ética de recursos e implantação considerando todo o ciclo de vida.
- **Fomentar a colaboração em escala setorial:** Alinhar organizações, formuladores de políticas e comunidades de pesquisa para acelerar a adoção de práticas sustentáveis em IA por meio do compartilhamento de conhecimento e de um engajamento regulatório mais ativo e coordenado.

Além disso, exploramos casos de aplicações reais e compartilhamos os aprendizados, mostrando como os princípios de IA sustentável são aplicados na prática por meio de estudos de caso, percepções do setor e descobertas baseadas em dados que revelam as práticas recomendadas e os possíveis desafios. Ao incorporar a sustentabilidade desde a concepção e o desenvolvimento da IA, torna-se possível liberar todo o potencial transformador dessa tecnologia, ao mesmo tempo em que se reduz de forma concreta seu impacto ambiental.

“ A sustentabilidade em IA é mais do que uma obrigação. É também uma oportunidade para gerar valor de longo prazo, inovar com responsabilidade e preparar o futuro da IA em um mundo cada vez mais consciente em relação aos recursos.”

A IA sustentável vai além de uma simples exigência

À medida que organizações e comunidades correm para explorar todo o potencial da IA, torna-se essencial avaliar e enfrentar o impacto dessa tecnologia nas projeções climáticas e de energia.

A aplicação da IA na chamada "transição verde" vem ganhando cada vez mais destaque. De sistemas inteligentes de manutenção preditiva a ferramentas que monitoram com precisão impactos ambientais e otimizam o uso de energia e recursos, a tecnologia tem se mostrado uma aliada estratégica para acelerar pesquisas e promover inovações sustentáveis com efeitos diretos no meio ambiente.

No entanto, assim como a IA pode servir como uma ferramenta poderosa para atingir as metas da "transição verde", também pode gerar impactos adversos e criar novos riscos ambientais.

A crescente demanda computacional, aliada a uma infraestrutura que consome muitos recursos, está remodelando os ambientes digitais e intensificando significativamente o impacto ambiental do setor. Diante desse cenário, cresce o debate entre especialistas, formuladores de políticas e lideranças empresariais: é fundamental estabelecer formas de avaliar e implementar a sustentabilidade como pilar central do desenvolvimento da IA.

Adotar a sustentabilidade como estratégia não é apenas uma prática recomendada — é um diferencial competitivo. Essa abordagem fortalece a resiliência organizacional, estimula a inovação e contribui para a longevidade dos negócios.

Ao analisar iniciativas de IA sob a perspectiva da sustentabilidade e do uso responsável, as organizações podem mitigar riscos e, ao mesmo tempo, gerar valor tangível. Empresas que já adotam essas diretrizes têm registrado avanços em eficiência operacional, redução de custos, fortalecimento de reputação e engajamento positivo com stakeholders — ao mesmo tempo em que impulsionam um futuro mais verde.

“

A sustentabilidade em IA vai muito além da redução do consumo de energia ou da redução da pegada de carbono.”

Sustentabilidade em IA: um desafio multidimensional

Na interseção entre fatores ambientais, sociais e econômicos, promover a sustentabilidade em IA exige uma mudança fundamental na forma como os sistemas de IA são projetados e gerenciados.

Com a crescente dependência das organizações na IA para otimizar operações e gerar novas oportunidades, surge uma questão essencial: **a própria IA pode ser, de fato, sustentável? A resposta está em repensar seu desenvolvimento e implantação** — seja como agente de inovação, seja como promotora de práticas alinhadas às responsabilidades ambientais e éticas.

No entanto, a sustentabilidade não avança de forma isolada. **O ritmo da inovação em IA exige uma base compartilhada, sustentada pela colaboração e pelo intercâmbio livre de conhecimento.** Em áreas em rápida evolução como a IA, o progresso depende da expertise coletiva e de um relacionamento ativo com estruturas regulatórias. Iniciativas isoladas tendem a criar barreiras que comprometem avanços significativos.

Esse desafio pode ser superado com a colaboração entre empresas, especialistas e formuladores de políticas, criando um ambiente onde as práticas recomendadas e os aprendizados possam ser livremente compartilhados — e evitando o ressurgimento de práticas insustentáveis que colocam em risco a saúde ambiental e o bem-estar social no longo prazo.

A agenda global de Green AI – estrutura compartilhada que promove a adoção setorial de práticas sustentáveis – oferece um caminho para equilibrar desempenho com eficiência, ao mesmo tempo em que reforça a transparência, a equidade e a geração de valor.¹

A NTT DATA promove essa cultura colaborativa ao liderar iniciativas sustentáveis que a posicionam como uma referência global em TI verde.²

A parceria com a Green Software Foundation resultou no desenvolvimento da especificação de Intensidade de Carbono de Software (SCI, na sigla em inglês), um marco para o avanço da IA sustentável.

¹ Green Software Foundation, [Software Carbon Intensity Specification](#)

² Everest Group Sustainable IT Services PEAK Matrix® Assessment 2025

Um framework para reduzir a pegada de sustentabilidade da IA

Por trás de cada modelo treinado, consulta processada e insight gerado, existe uma realidade muitas vezes negligenciada: o imenso consumo de recursos da IA. Para explorar todo o seu potencial, é fundamental compreender o tamanho do seu impacto.

Com a aceleração da adoção da IA, cresce também a demanda por potência computacional, o que gera mudanças nas matrizes de consumo de energia e pressão sobre recursos naturais. A dependência de vastas infraestruturas de armazenamento de dados e o elevado consumo de energia comprometem as promessas de inovação sustentável. Para garantir que os avanços em IA estejam alinhados às responsabilidades ambientais e sociais, é essencial que os esforços em sustentabilidade estejam fundamentados em referenciais globais.

Os padrões de Ambiental, Social e de Governança (ESG) funcionam como uma estrutura de referência, com indicadores concretos que ajudam a enfrentar a crise climática, acelerar a transição ecológica e promover maior equidade social. Esses padrões podem ser organizados em quatro grandes objetivos (conforme ilustrado no diagrama abaixo).

“

O paradoxo é simples: para ser explorada em prol da sustentabilidade, a própria IA deve ser sustentável.”



A sustentabilidade exige um compromisso multidimensional

Integrar a sustentabilidade orientada por IA às estratégias de governança permite alinhar a visão organizacional aos compromissos globais, refletindo a complexidade dos contextos reais e os desafios dinâmicos do mundo real. Sustentabilidade não deve ser vista como um objetivo isolado, mas sim como uma jornada multidimensional que leva em conta as interconexões entre os três pilares do modelo ESG.

O que queremos dizer com "verde"

Para que a IA seja um verdadeiro habilitador da sustentabilidade ambiental,

a tecnologia não deve se tornar um fardo para o meio ambiente.

É aí que surge a Green AI - não apenas como um conceito, mas como uma necessidade.



Ao longo dos últimos anos, a busca por resultados cada vez mais potentes impulsionou a pesquisa em IA na direção de modelos com maior escalabilidade, complexidade e intensidade computacional. A precisão consolidou-se como o principal critério de avanço, enquanto a eficiência foi deixada em segundo plano.

O resultado? Um sistema em que os custos financeiros e ambientais dobram a cada meses, impondo uma pressão enorme sobre a infraestrutura computacional, as redes elétricas e as reservas hídricas.³

Os impactos ambientais gerados pela IA já não são mais uma teoria

A pegada de carbono gerada pelo treinamento de modelos de IA aumentou drasticamente nos últimos anos. Em alguns casos, o consumo computacional é mais de 300 mil vezes maior do que o de seus predecessores. Esses custos crescentes, combinados com um foco específico no desempenho, tornaram o desenvolvimento da IA um domínio cada vez mais exclusivo — acessível apenas àqueles com recursos para sustentar sua insaciável demanda energética.

“ Até 2028, mais da metade da eletricidade destinada a data centers será usada para IA. Nesse cenário, a IA poderá consumir, sozinha, o equivalente a 22% de toda a eletricidade residencial dos Estados Unidos.⁴

Esse cenário insustentável contraria diretamente o potencial da IA como agente de promoção da sustentabilidade ambiental — com aplicações que podem ajudar a gerenciar redes elétricas, melhorar a conservação da água, monitorar a biodiversidade, combater incêndios florestais e até mesmo identificar e recuperar materiais recicláveis.

Mas a IA também pode acelerar a degradação ambiental quando utilizada para otimizar a extração de combustíveis fósseis ou intensificar o consumo de recursos industriais.

Outro ponto crucial é a vulnerabilidade da própria IA frente às mudanças climáticas. Com o aumento da complexidade nas cadeias de suprimento de hardware, infraestrutura e energia, torna-se essencial fortalecer a resiliência desses sistemas frente às interrupções provocadas pelas mudanças climáticas.

³ Bolón-Canedo et al, [A review of green artificial intelligence: Towards a more sustainable future](#)

⁴ US Department of Energy, [DOE releases new report evaluating increase in electricity demand from data centers](#)

Green AI é uma responsabilidade, não uma opção

Definimos Green AI como o desenvolvimento e a implementação de sistemas de IA projetados para minimizar seu impacto ambiental em todo o ciclo de vida da tecnologia. Isso inclui decisões conscientes em cada etapa — desde o processamento de dados e o treinamento de modelos até a operação e o uso de hardware — para reduzir o consumo de energia, as emissões de gases de efeito estufa, o uso de água e a extração de recursos não renováveis.

Green AI é sobre integrar a sustentabilidade às inovações impulsionadas por IA, tornando-as eficientes e ecologicamente responsáveis. Não se trata de uma escolha, mas de uma responsabilidade. Ao incorporar a sustentabilidade ao design, ao desenvolvimento e à implementação da IA, garantimos que essa tecnologia atue como uma ferramenta para do progresso ambiental — e não como um fator de degradação.

Compreensão de toda a pegada ecológica da IA

A Green AI redefine os parâmetros de avaliação da IA ao desafiar o conceito de que o progresso é medido exclusivamente por ganhos mínimos em precisão, enfatizando, em vez disso, o equilíbrio entre alto desempenho e consumo mínimo de recursos.

Em contraste com a Red AI, que prioriza ganhos crescentes de precisão e intensifica o uso computacional, a Green AI enfatiza a eficiência, a sustentabilidade e o desenvolvimento responsável. Isso significa que fatores como consumo de energia, emissões de carbono e acessibilidade são considerados essenciais no design e na avaliação de soluções de IA.

Para isso, é essencial compreender a fundo a pegada ecológica da IA, que pode ser mensurada por quatro indicadores-chave: demanda energética, potencial de aquecimento global, consumo de água e esgotamento de recursos abióticos.

“

O impacto ambiental dos sistemas de IA vai além da utilização de energia operacional e das emissões de gases de efeito estufa.”



Demanda energética

Consumo total de energia pelos sistemas de IA ao longo de seu ciclo de vida, incluindo transmissão de dados, treinamento de modelos e operação.



Potencial de aquecimento global

Emissões de gases de efeito estufa (como dióxido de carbono) geradas por atividades relacionadas à IA, como o uso de energia em data centers e no treinamento de modelos.



Consumo de água

Volume de água utilizado para o resfriamento de data centers e para a fabricação de componentes de hardware.

Métricas ambientais



Esgotamento de recursos abióticos

A extração e o uso de recursos não renováveis, como é o caso dos minerais de terras raras, necessários para a produção de hardware de IA.

1. Demanda energética

A demanda energética é um indicador fundamental para avaliar a sustentabilidade da IA, considerando todo o hardware de informação, comunicação e tecnologia necessário para programar, treinar e operar sistemas de IA. Esses sistemas representam uma parcela significativa do consumo global de eletricidade.

Com o consumo de energia elétrica crescendo a uma taxa anual de 12%, os data centers hoje respondem por cerca de 1,5% da demanda global. Estimativas apontam que, entre 2024 e 2030, essa taxa pode chegar a 15% ao ano — mais de quatro vezes o crescimento de outros setores.⁵ Se esse ritmo for mantido, os data centers poderão consumir quase 1.050 TWh até 2026.⁶ Esse consumo crescente compromete os avanços em eficiência energética e pode afetar outros serviços críticos.⁷

Embora os avanços em eficiência, como a adoção de data centers hiperescaláveis, tenham amenizado parte desse impacto, a demanda crescente das aplicações baseadas em IA continua pressionando os sistemas elétricos globais.

2. Potencial de aquecimento global

A pegada de carbono do processamento computacional da IA está diretamente relacionada ao seu consumo de energia, muitas vezes proveniente de fontes não renováveis.

A expectativa é que a pegada de carbono dos data centers mais do que dobre até 2030, alcançando cerca de 860 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) — o equivalente a aproximadamente 1% das emissões globais.⁸

Sem estratégias agressivas de descarbonização, a expansão da pegada de carbono da IA corre o risco de comprometer as metas climáticas globais, convertendo uma tecnologia promissora em fator de risco ambiental, e não em motor de desenvolvimento.⁹

3. Consumo de água

O consumo de água é um indicador crucial — e muitas vezes negligenciado — da sustentabilidade da IA, já que modelos de larga escala dependem de servidores de alta densidade que geram calor extremo e exigem resfriamento intensivo. Para controlar a temperatura e manter suas operações, os data centers recorrem à retirada de grandes volumes de água doce, usada tanto para o resfriamento dos equipamentos quanto para a geração de energia.

Apesar dos avanços em tecnologias de resfriamento, o treinamento de um único modelo de IA pode consumir milhões de litros de água potável. Mesmo buscas simples, de 10 a 50 consultas, podem usar até 500 ml de água — o equivalente a uma garrafinha.

Conforme os modelos de IA se expandem, sua pegada hídrica também cresce, impondo maior pressão sobre os recursos hídricos que já são limitados. Sem medições e ações proativas de mitigação, a crescente dependência do uso da água pela IA pode agravar o estresse hídrico global. É por isso que a captação e o consumo de água são indicadores fundamentais para o desenvolvimento sustentável da IA.¹⁰

4. Esgotamento de recursos abióticos

O consumo de recursos naturais e o uso de hardware são indicadores fundamentais de sustentabilidade, especialmente à medida que a infraestrutura digital acelera o esgotamento mineral.

A produção de hardware de IA, desde semicondutores até componentes de data centers, requer grandes volumes de matérias-primas essenciais — muitas das quais são extraídas em quantidades limitadas. Apenas os dispositivos digitais consomem 9,4% da produção global de cobalto e 8,9% do fornecimento de paládio, sendo caracterizados por ciclos de vida curtos e reposição frequentes.¹¹

Data centers, que compõem a infraestrutura principal da IA, consomem grandes quantidades de cobre, alumínio e minerais de terras raras, com servidores sendo substituídos em ciclos cada vez mais curtos para atender às demandas de desempenho.

5 International Energy Agency, 2025, [Energy and AI: World Energy Outlook Special Report](#)

6 MIT Technology Review, 2025, [We did the math on AI's energy footprint. Here's the story you haven't heard.](#)

7 Desislavov et al, 2023, [Trends in AI inference energy consumption: Beyond the performance-vs-parameter laws of deep learning](#)

8 Goldman Sachs, 2024, [AI is poised to drive 160% increase in data center power demand](#)

9 International Energy Agency, 2025, [Energy and AI: World Energy Outlook Special Report](#)

10 Pengfei et al, 2023, [Making AI less "thirsty": Uncovering and addressing the secret water footprint of AI models](#)

11 European Parliament, 2021, [The role of artificial intelligence in the European Green Deal](#)

Os esforços por trás da IA sustentável

Quem está promovendo esse impacto?

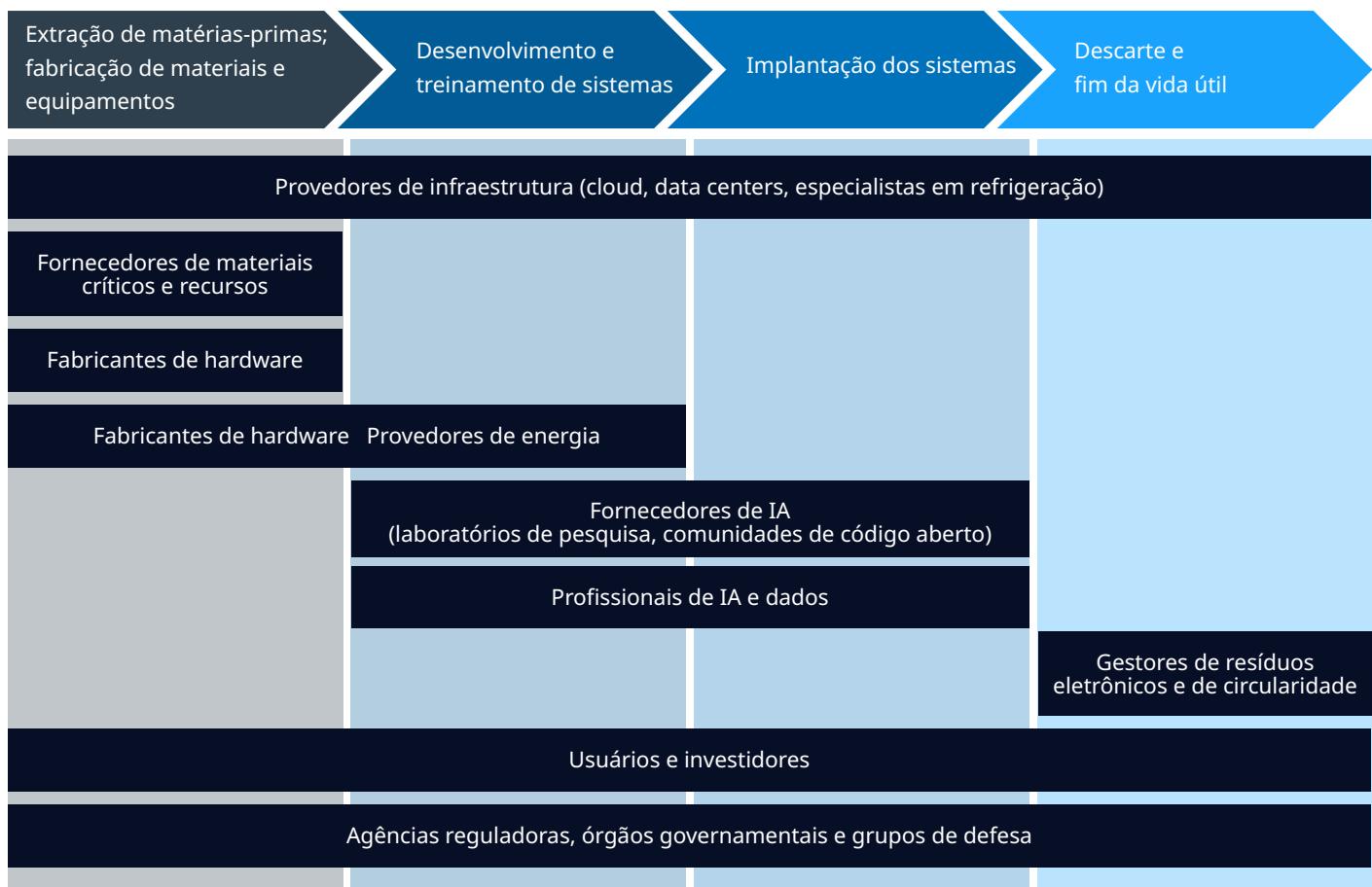
Diversos agentes-chave precisam colaborar para viabilizar o desenvolvimento de uma IA sustentável. Esses atores influenciam diretamente como os sistemas de IA consomem energia, utilizam recursos e impactam o meio ambiente.

Garantir uma IA sustentável exige tanto o aprimoramento da tecnologia quanto uma governança bem coordenada, com

responsabilidades claramente definidas entre os diferentes stakeholders.

Ao mapear os relacionamentos entre esses agentes — cada um representando elementos essenciais do ecossistema de IA sustentável — é possível entender como contribuem para as diferentes fases do ciclo de vida da IA.

E, ao categorizá-los de acordo com suas funções, conseguimos ilustrar melhor suas interdependências e responsabilidades.



Considerando a complexidade do ecossistema de IA sustentável, é fundamental reconhecer que a responsabilidade está distribuída entre todos os atores — e não recai sobre uma única entidade.

A crescente demanda por aplicações de IA intensifica a necessidade por capacidade computacional, armazenamento e centros de dados, especialmente com o uso de GPUs — o que, por sua vez, resulta em um aumento expressivo no consumo de energia.

Essa interconexão significa que melhorias em uma área específica — como desenvolvimento, treinamento ou implementação de sistemas — podem, inadvertidamente, aumentar a demanda em outras frentes, gerando efeitos colaterais.

Ao mapearmos de forma abrangente os relacionamentos entre esses agentes, é possível identificar e otimizar os impactos positivos dos nossos esforços. Essa compreensão holística é essencial para fomentar um ecossistema de IA verdadeiramente sustentável.

Atores no ecossistema da IA sustentável

Para entender melhor a distribuição de responsabilidades ao longo do ciclo de vida da IA, examinamos detalhadamente cada um dos principais atores, destacando onde as intervenções podem ser mais eficazes e avaliando seu impacto, riscos associados e contribuições para as metas de sustentabilidade.

Ao reconhecer as ações individuais que contribuem para a gestão de recursos e a geração de resultados, assim como suas responsabilidades e interações, podemos avaliar sua verdadeira influência nas práticas sustentáveis.



1. Fornecedores de energia

Empresas de energia — como concessionárias, operadoras de energia renovável e redes inteligentes — fornecem a energia elétrica que alimenta a infraestrutura de IA, incluindo data centers e sistemas computacionais. Esses fornecedores têm um papel crucial na migração de sistemas de IA para fontes renováveis, mantendo confiabilidade e eficiência.



2. Fabricantes de hardware

Responsáveis por projetar e produzir semicondutores, processadores e equipamentos específicos para IA, esses fabricantes definem a capacidade computacional e a eficiência energética dos sistemas. Operadores de nuvem e data centers também influenciam significativamente a pegada ambiental, ao gerenciar o armazenamento e o processamento de dados. São eles também que determinam a pegada de hardware e os requisitos de resfriamento da IA, com impacto direto na sustentabilidade.



3. Usuários

Usuários interagem diariamente com aplicações baseadas em IA, fornecendo feedback que impulsiona melhorias nos sistemas. Seus padrões de uso e preocupações ajudam a definir medidas práticas e éticas da IA. Os usuários corporativos integram a IA em finanças, saúde, varejo e manufatura, entre outros, contribuindo para a demanda por produtos e serviços de IA. Essas empresas geralmente investem em práticas sustentáveis de IA para tornar suas implementações ecologicamente corretas, socialmente responsáveis e economicamente viáveis.



4. Grupos de ética e defesa da IA

Além da governança formal, o impacto ambiental da IA é acompanhado por instituições acadêmicas, organizações sem fins lucrativos e entidades fiscalizadoras que atuam em defesa da transparência e da responsabilização.



5. Cadeias de suprimento da mineração

Componentes de IA dependem de minerais críticos como lítio, cobalto e silício — muitas vezes extraídos de forma nociva para o meio ambiente. As práticas de mineração e da cadeia de suprimentos de terras raras determinam a pegada ecológica e ética do hardware de IA.



6. Investidores em tecnologia e venture capital

As iniciativas de larga escala para uma IA sustentável dependem de investimentos privados. Esses agentes determinam se as inovações de IA priorizam eficiência energética ou uso intensivo de recursos computacionais. Embora as empresas liderem a inovação, é fundamental que haja conscientização por parte dos consumidores e marcos regulatórios eficazes para garantir a responsabilidade ambiental.



7. Órgãos reguladores e formuladores de política

Os governos e as entidades reguladoras definem o desenvolvimento de uma IA sustentável por meio da implementação de políticas relacionadas ao consumo de energia, à ética de dados e à mensuração da pegada de carbono. Os exemplos incluem a Lei de IA da Comissão Europeia, a AI for Good das Nações Unidas e os órgãos nacionais de supervisão de IA, como o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos Estados Unidos. Essas entidades definem os padrões do setor e aplicam as normas de conformidade.



8. Provedores de gestão de lixo eletrônico

O hardware obsoleto de IA contribui para o lixo eletrônico, com poucos sistemas implementados para reciclagem e reaproveitamento. Os principais players da sustentabilidade da IA incluem a Umicore, a Sims Recycling Solutions e os programas de lixo eletrônico apoiados pelo governo, com foco nos princípios da economia circular.



9. Fornecedores de IA

Os fornecedores e desenvolvedores de IA criam e refinam os algoritmos de IA, as arquiteturas de machine learning e as técnicas de otimização de modelos. São eles que decidem como os modelos são treinados, quanto poder computacional eles precisam e qual a eficiência de seu desempenho em aplicações do mundo real. Organizações e iniciativas como OpenAI, DeepMind, Meta AI, Hugging Face e IBM Watson lideram o desenvolvimento de IA com eficiência energética por meio de inovações como poda de modelos (model pruning), quantização e aprendizagem federada.

Mensurando as mudanças de sustentabilidade

Sustentabilidade não é apenas uma questão de compliance. O modo como a mensuramos é o que define o nosso sucesso.

Na corrida acelerada pela sustentabilidade, medir é poder. Quantificar, analisar e agir com base no desempenho sustentável tornou-se fundamental. As organizações agora reconhecem que a sustentabilidade é mais do que um exercício de compliance; é um fator de mitigação de riscos, resiliência da marca e criação de valor a longo prazo.

Mas com esse reconhecimento vem um desafio: como medir a sustentabilidade de forma eficaz para que nosso progresso não seja apenas retórico?

Medir com precisão a IA sustentável é muito complexo, e a ausência de frameworks padronizados de relatórios de sustentabilidade representa um obstáculo significativo. Ao contrário dos setores tradicionais, que se beneficiam de frameworks estabelecidos, como o Protocolo de Gases de Efeito Estufa, a IA carece de diretrizes coesas para avaliar de forma consistente o consumo de energia, as emissões de carbono, o uso de água e a geração de resíduos eletrônicos de forma coletiva.¹² Essa situação é ainda mais complicada pela necessidade de consolidar diversos pontos de dados em todo o ciclo de vida da IA, fazendo com que os stakeholders tenham que navegar em um cenário fragmentado de inconsistências e avaliações incompletas.

Muitos dos dados essenciais necessários para avaliar a sustentabilidade da IA já podem ser registrados automaticamente. Alguns fabricantes de hardware informam os níveis de emissão de produtos específicos, enquanto os dados operacionais, como frequência de cálculo, tempo de execução e utilização de hardware, fornecem a base para métricas de eficiência que informam o desempenho da sustentabilidade.

“

O verdadeiro desafio está no desenvolvimento de soluções que sejam fáceis de usar e capazes de coletar todo o espectro de dados necessários para avaliações mais relevantes de sustentabilidade.”



No entanto, essas ferramentas geralmente enfrentam um dilema entre facilidade de uso e precisão. A obtenção de resultados precisos exige um número significativo de informações de entrada, o que pode ser oneroso para os usuários e impedir a adoção generalizada. Embora os sistemas de registro automatizados reduzam parte dessa complexidade, ainda assim não conseguem suprir totalmente a lacuna entre acessibilidade e uma análise abrangente.

Como utilizar os métodos existentes para medir a sustentabilidade de ponta a ponta

A infraestrutura global distribuída da IA apresenta desafios específicos para medir com precisão seu impacto ambiental.

Por exemplo, um fator significativo, como a intensidade de carbono dos data centers, varia significativamente entre as regiões devido às diferenças nas redes de energia e ao momento em que são utilizadas. Essa variabilidade torna os cálculos de emissão de carbono altamente complexos, exigindo a integração de fatores dinâmicos, como o mix de energia da rede, assim como a eficiência do hardware e as práticas operacionais.

As ferramentas existentes dependem de uma série de suposições e estimativas com base nas informações disponíveis, oferecendo modelagem de estimativa básica e relatórios que geralmente não estão disponíveis publicamente para os usuários.

À medida que a adoção da IA avança, as organizações precisam refinar sua abordagem para medir os indicadores de sustentabilidade de forma coletiva.

Algumas organizações implementaram mecanismos automatizados de geração de relatórios, mas sua eficácia continua limitada pela falta de frameworks padronizados e integrados para rastrear fatores ambientais coletivamente.

Embora existam técnicas estabelecidas para o monitoramento de métricas individuais, todo o seu potencial está nas avaliações de sustentabilidade harmonizadas e em tempo real, que fornecem uma visão abrangente e multifacetada do impacto ambiental da IA. Sem essas avaliações, os esforços de sustentabilidade correm o risco de ignorar as compensações mais importantes e fazer otimizações equivocadas, transferindo os ônus ambientais para outro lugar em vez de reduzi-los.

Uma visão panorâmica do desenvolvimento sustentável

A maioria dos métodos de medição atuais quantifica métricas ambientais individuais em vez de fornecer uma visão integrada e completa dos efeitos das práticas sustentáveis de IA.

Essa visão limitada pode levar a uma compreensão incompleta do impacto ambiental geral. Por exemplo, a otimização do consumo de energia em uma parte do ciclo de vida da IA pode, inadvertidamente, aumentar o consumo de água ou a geração de lixo eletrônico em outra.

Por meio de uma combinação de várias ferramentas de medição e de uma perspectiva holística, as organizações podem implementar medidas de sustentabilidade para reduzir o impacto ambiental em uma área e, ao mesmo tempo, agravá-lo em outra.¹³

Para promover a sustentabilidade em IA, as organizações precisam de uma visão completa de seus esforços para mitigar o impacto ambiental. As avaliações do ciclo de vida proporcionam essa clareza ao avaliar simultaneamente os sistemas de IA em todos os estágios, desde a produção do hardware até o descarte.

Esses frameworks revelam os estágios que mais consomem recursos, permitindo que as organizações identifiquem áreas críticas para fazer intervenções. Juntamente com as ferramentas de modelagem de cenários, as avaliações do ciclo de vida permitem que as organizações prevejam compensações, projetem o impacto das estratégias de sustentabilidade e implementem intervenções orientadas, como a transição para energia renovável ou a otimização do uso de hardware.

Identificação das fases que geram alto impacto

Nem todos os estágios de desenvolvimento e implantação de IA apresentam o mesmo grau de impacto ambiental.

Algumas fases, como a fabricação de hardware e o treinamento de modelos em larga escala, consomem energia, matérias-primas e água de forma desproporcional. A tabela a seguir serve como um guia para identificar métricas que exigem atenção urgente e facilitar a elaboração de relatórios transparentes, dividindo cada fase do ciclo de vida e as métricas correspondentes.¹⁴

- Ambientalmente significativo
- Área de alto impacto que requer atenção urgente

	Extração de matérias-primas	Fabricação de materiais	Fabricação de equipamentos	Desenvolvimento e treinamento de sistemas	Implantação dos sistemas	Descarte e fim de vida útil
Energia			●	●	●	
Emissões (dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa)	●	●	●	●	●	
Água	●	●	●	●	●	
Minerais	●	●				●
Descarte de eletrônicos						●

13 Longpre et al, 2024, [The Responsible Foundation Model Development Cheatsheet: A Review of Tools & Resources](#)

14 SustAIIn magazine, 2023, [Just measure it: The environmental impact of AI](#)

Ferramentas de monitoramento de consumo de energia para determinar as demandas de energia

Os frameworks padronizados de benchmarking de energia oferecem um método estruturado para selecionar modelos com base na eficiência computacional de ponta a ponta, garantindo insights entre os modelos.

Esses frameworks avaliam modelos de código aberto e proprietários em ambientes de teste seguros para fornecer insights transparentes sobre o desempenho energético em aplicações de IA. Para usuários e desenvolvedores, fornecem insights açãoáveis que vão além dos dados brutos de consumo de energia, oferecendo métricas claras e interpretáveis que ajudam os profissionais de IA a entender as compensações entre o desempenho e a eficiência do modelo. Isso permite a seleção de modelos que se alinham às prioridades de sustentabilidade sem comprometer os recursos.

Além das comparações de modelos individuais, as pontuações e classificações de energia fornecem uma base crucial para avaliações de ciclo de vida de ponta a ponta, estendendo as avaliações de sustentabilidade além da eficiência de treinamento para abranger o uso total de recursos.

Para oferecer suporte à adoção generalizada, as classificações de eficiência energética podem ser incorporadas à documentação técnica, aos catálogos de modelos e às divulgações de produtos de IA, promovendo uma cultura de responsabilidade.

Os rótulos de benchmarking garantem relatórios de energia padronizados e verificáveis, o que reforça a importância da transparência energética em todo o ecossistema de IA. Além disso, as atualizações regulares da tabela de classificação permitem uma reavaliação contínua, mantendo as classificações dos modelos relevantes à medida que surgem novos padrões e a tecnologia evolui.

Um exemplo importante é o AI Energy Score, que apresenta uma classificação de eficiência relativa entre as aplicações de IA.¹⁵ Ao incorporar o monitoramento de energia à governança, às aquisições e às políticas regulatórias de IA, essas ferramentas oferecem suporte aos padrões de sustentabilidade de todo o setor, já que sistemas de IA com eficiência energética se tornam a norma e não a exceção.

O papel do hardware na sustentabilidade de ponta a ponta

Além da eficiência computacional, a infraestrutura física da IA continua sendo um dos principais determinantes da sustentabilidade. O consumo de energia dos modelos de IA está intrinsecamente ligado ao hardware usado como fonte de energia, desde semicondutores e aceleradores até servidores de data center.

A intensidade de carbono de computação (CCI, na sigla em inglês) é uma nova métrica que aborda esse desafio. É uma medida padronizada da eficiência do hardware, permitindo que desenvolvedores, organizações e formuladores de políticas avaliem a pegada de carbono de aceleradores de IA em todas as cargas de trabalho.¹⁶

A CCI oferece uma visão completa da sustentabilidade do hardware ao incorporar emissões da extração de matéria-prima, fabricação de chips e consumo de energia operacional. Essa abordagem permite uma avaliação comparativa transparente e oferece suporte à tomada de decisões orientada por dados no desenvolvimento da infraestrutura de IA.

Ao integrar os cálculos de emissões incorporadas às estratégias de sustentabilidade da IA, as organizações podem otimizar a aquisição de hardware para que as cargas de trabalho de IA sejam executadas nos aceleradores mais eficientes em relação à emissão de carbono.

Os desenvolvedores podem utilizar a CCI para avaliar a seleção de hardware, conciliando potência computacional com sustentabilidade, e as organizações podem usar esses insights para alinhar a aquisição com as metas corporativas de ESG. Para concluir, os formuladores de políticas podem incorporar a CCI aos frameworks regulatórios para garantir que a expansão da IA não tenha um custo ambiental insustentável.

À medida que os esforços de sustentabilidade da IA vão além da eficiência energética, a CCI complementa os benchmarks existentes, permitindo o monitoramento de carbono de ponta a ponta da infraestrutura de IA. Ao incorporar avaliações do ciclo de vida do hardware à governança da IA, as organizações podem estabelecer padrões de eficiência de carbono em todo o setor, tornando a sustentabilidade um princípio fundamental para o avanço contínuo da IA.

15 Hugging Face, 2025, [AI Energy Score](#)

16 Google Cloud, 2025, [Designing sustainable AI: A deep dive into TPU efficiency and lifecycle emissions](#)

“

Atualmente, cerca de metade das empresas da Fortune 500 estabeleceram metas de zero líquido, um aumento notável em comparação com 2020, quando apenas 8% haviam assumido tais compromissos.”¹⁷

Da teoria à ação: práticas recomendadas para obter o máximo impacto

Esta seção apresenta um framework de estratégias práticas para incorporar a sustabilidade nos fluxos de trabalho de IA sem comprometer o desenvolvimento tecnológico.

Compreender a pegada ambiental da IA é apenas o começo. A medição das emissões, do uso de energia e do consumo de recursos fornece uma base fundamental, mas a medição, por si só, não promove mudanças. As organizações devem ir além da coleta de dados e incorporar a sustabilidade em todo o ciclo de vida da IA, implementando estratégias que reduzam sua pegada sem comprometer o desempenho ou a inovação.

A verdadeira sustabilidade exige ação.

As práticas recomendadas de sustentabilidade devem ser projetadas para aplicações no mundo real. Metas ambientais ambiciosas são essenciais, mas devem ser combinadas com metodologias estruturadas e açãoáveis que abordem a sustabilidade em todos os estágios da implementação da IA.

A sustentabilidade em IA é um desafio abrangente, que exige ações coordenadas em diferentes níveis. As práticas recomendadas apresentadas a seguir foram estruturadas justamente para refletir essa abordagem integrada. Algumas se concentram na fase de projeto e desenvolvimento, garantindo que os sistemas de IA sejam construídos com a eficiência em mente, em vez de serem tratados como uma reflexão tardia.

Outras abordam a infraestrutura que alimenta a IA, reconhecendo que as demandas de energia da computação em grande escala devem ser gerenciadas estrategicamente. Um conjunto final de práticas aborda o ciclo de vida de recursos de forma mais ampla, reconhecendo que a sustentabilidade não se refere apenas à energia, mas também ao uso responsável de dados, à longevidade do hardware e à redução de lixo eletrônico.

Tornar a sustentabilidade uma realidade exige uma ação coordenada em todos esses níveis. Ao incorporar essas práticas recomendadas ao ciclo de vida da IA, as organizações podem alinhar a inovação à responsabilidade ambiental.

1. Sustentável por design

Padrões Green Software

A aplicação de padrões de Green Software - disponível como um banco de dados on-line de código aberto¹⁸ - é essencial para otimizar os sistemas de IA quanto à eficiência, à longevidade e ao mínimo impacto ambiental desde a fase de concepção.

O desenvolvimento sustentável da IA pode, então, priorizar estruturas de código com eficiência energética, arquiteturas leves e otimizações algorítmicas que reduzam a sobrecarga computacional. O alinhamento com esses modelos padronizados oferece uma abordagem estruturada para integrar a sustentabilidade ao desenvolvimento de modelos de IA, de modo que a eficiência se torne um componente mensurável e acionável do projeto do sistema de IA.

Alternativas de modelos sustentáveis

O desenvolvimento sustentável da IA exige arquiteturas de modelos que minimizem a sobrecarga computacional sem comprometer o desempenho. Arquiteturas de modelos leves, estratégias de reutilização adaptáveis e técnicas de otimização orientadas por precisão oferecem caminhos viáveis para reduzir o impacto ambiental e, ao mesmo tempo, manter a alta funcionalidade.

Evitar a computação desnecessária utilizando modelos menores e orientados por objetivos, reciclando arquiteturas pré-treinadas e fazendo o ajuste fino para tarefas específicas mantém os sistemas de IA eficientes sem processamento redundante. Ao incorporar a eficiência no projeto do modelo, os stakeholders podem reduzir o consumo de energia sem abrir mão da eficiência.

Padronização de relatórios de sustentabilidade

A padronização dos relatórios de sustentabilidade é fundamental para garantir a transparência, a responsabilidade e a comparabilidade entre os modelos de IA. Sem um mecanismo de relatório unificado, as avaliações de sustentabilidade permanecem fragmentadas, dificultando a medição do progresso real.

O alinhamento com frameworks de contabilidade de carbono reconhecidos mundialmente, como o Greenhouse Gas Protocol (Protocolo de gases de efeito estufa), reforça a credibilidade das avaliações de sustentabilidade. Ao incorporar relatórios de impacto padronizados nos fluxos de trabalho de IA, as organizações podem tornar seus esforços de sustentabilidade mais rigorosos, mensuráveis e acionáveis, em vez de assumirem compromissos vagos.

2. Otimização em nível de infraestrutura

Cargas de trabalho de IA sincronizadas

O impacto ambiental da IA depende não apenas do consumo de energia, mas também de quando e onde o processamento computacional ocorre. A otimização espaço-temporal garante que as cargas de trabalho de IA sejam executadas em regiões onde o mix de energia é mais limpo e em períodos específicos para minimizar a sobrecarga de recursos.

Os operadores de cloud e data center podem priorizar o treinamento em redes com alto consumo de energia renovável para reduzir as emissões de carbono, enquanto os desenvolvedores e as organizações de IA podem programar cargas de trabalho fora dos horários de pico ou em climas mais frios para minimizar a dependência de sistemas de resfriamento com uso intensivo de água. A incorporação de dados ambientais em tempo real nas decisões de programação reduz ainda mais as emissões e a tensão da rede.

Eficiência do data center e sistemas de resfriamento

Até mesmo os modelos de IA mais sustentáveis dependem de data centers que consomem muita energia, o que torna críticas as melhorias no nível da infraestrutura.

Os data centers devem atender aos mesmos padrões de sustentabilidade aplicados aos modelos de IA. Isso inclui o gerenciamento ambiental com certificação comprovada, de acordo com a norma ISO 14001:2015, e a otimização da eficácia do consumo de energia e água para diminuir o uso intensivo de recursos na computação de IA. A distribuição inteligente da carga de trabalho, a fabricação de semicondutores de baixo impacto e as soluções de resfriamento líquido que minimizam a retirada de água reduzem ainda mais a pressão ambiental.

Computação proporcional ao consumo de energia

A maior parte da infraestrutura de IA permanece ineficiente mesmo em condições de baixo uso, consumindo uma quantidade significativa de energia, até mesmo quando está ociosa. Com a computação proporcional ao consumo de energia, a potência é dimensionada dinamicamente de acordo com a demanda computacional, reduzindo o desperdício em sistemas de baixa utilização.

Os provedores de cloud e os operadores de data center devem implementar a consolidação da carga de trabalho para distribuir dinamicamente as tarefas em menos servidores para manter uma maior eficiência. Além disso, os sistemas de gestão de energia com tecnologia de IA podem otimizar a distribuição de energia desligando a infraestrutura redundante sem comprometer a confiabilidade. Quando cada watt de potência contribui para uma computação expressiva, a computação baseada em energia proporcional minimiza o desperdício e torna a IA mais sustentável.

3. Fechando o ciclo

Uso responsável dos dados

Evitar o armazenamento redundante de dados é uma estratégia essencial, porém pouco considerada, para a sustentabilidade da IA. O armazenamento, o processamento e a transferência de conjuntos de dados duplicados aumentam o consumo de energia, as demandas de armazenamento e as emissões de carbono, sobrecarregando a infraestrutura computacional.

A implementação de estratégias robustas de gerenciamento de dados, como protocolos de eliminação de duplicidade, técnicas eficientes de compactação de dados e repositórios centralizados, evita a redundância e, ao mesmo tempo, oferece suporte à acessibilidade. A aprendizagem federada e a edge computing reduzem as transferências de dados, otimizando o desempenho da IA e reduzindo os custos de armazenamento e consumo de energia.

Métricas ambientais desagregadas para maior precisão

A pegada ambiental da AI consiste em fatores interdependentes que devem ser relatados separadamente para evitar comparações equivocadas.

A incorporação de métricas ambientais desagregadas em uma estrutura mais ampla de ciclo de recursos permite o monitoramento não apenas das emissões, mas também da extração de materiais, do consumo de água e do lixo eletrônico.

Sem uma diferenciação bem definida, os esforços de sustentabilidade correm o risco de transferir os ônus em vez de reduzir o impacto geral. Os frameworks de relatórios devem garantir a transparência do consumo de energia, carbono, água e materiais e, ao mesmo tempo, levar em consideração essas interdependências.

Ciclos de vida de hardware estendidos por meio de práticas circulares

A rápida evolução da IA acelera a obsolescência do hardware, aumentando o lixo eletrônico e o esgotamento de recursos decorrentes de GPUs, CPUs e aceleradores especializados desatualizados. Um ecossistema de IA sustentável exige princípios de economia circular que estendam a vida útil do hardware por meio de renovação, reutilização e reciclagem responsável.

Os stakeholders em todo o ciclo de vida da IA devem priorizar componentes modulares e atualizáveis em vez de realizar substituições frequentes. As atualizações de firmware e as aplicações de segunda vida para aceleradores antigos reduzem a rotatividade, enquanto a colaboração com os fabricantes mantém os sistemas de IA compatíveis com hardware eficiente em termos de energia e de longa duração. Ao incorporar estratégias de TI circular, os stakeholders podem reduzir as emissões relacionadas ao hardware, limitar o desperdício de material e desenvolver uma infraestrutura de IA mais sustentável.



Da visão ao impacto: A IA sustentável em ação

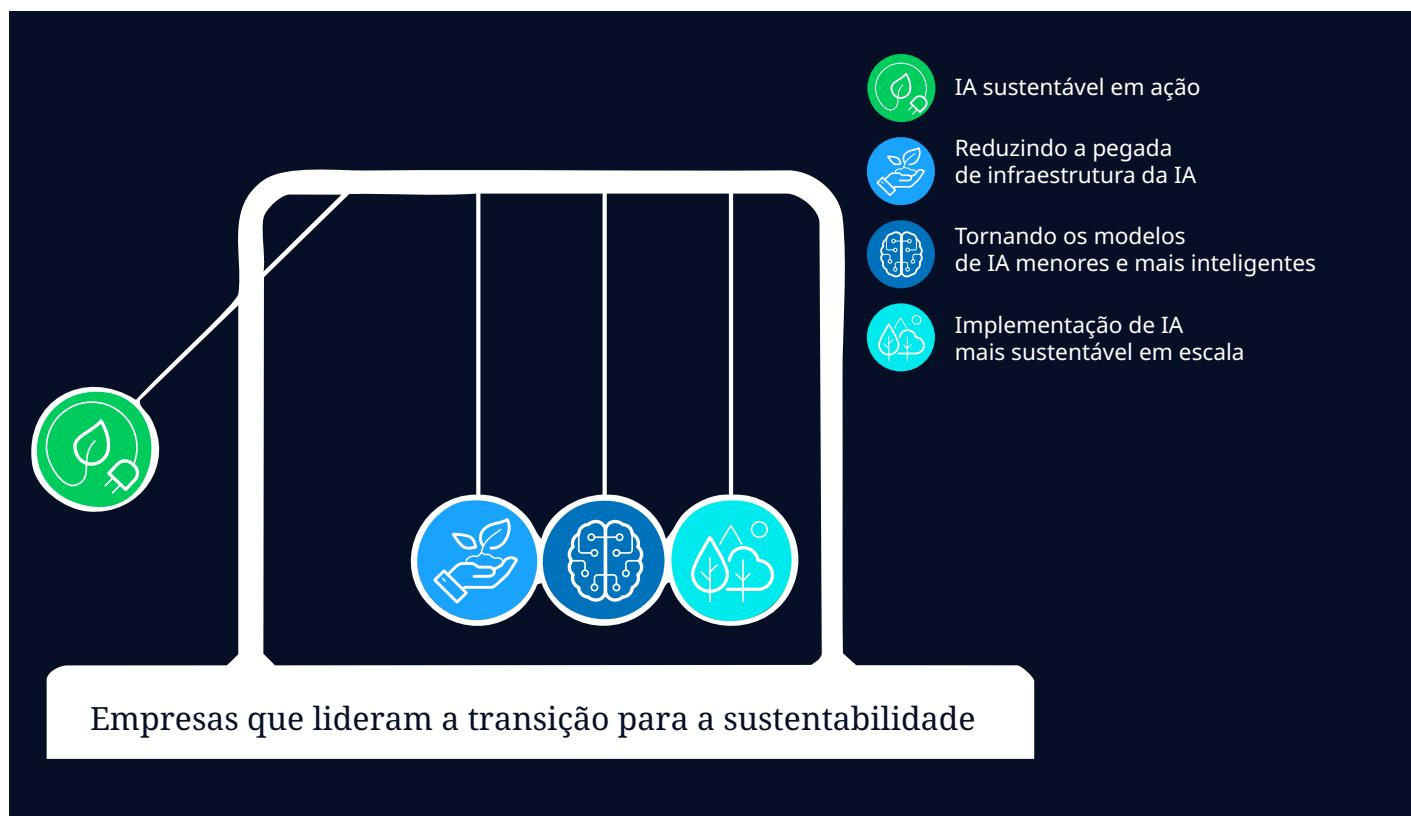
Depois de explorar os princípios, as práticas recomendadas e as técnicas de medição que definem a IA sustentável, a próxima etapa é examinar como essas estratégias se traduzem em uma implementação no mundo real.

O verdadeiro teste da sustentabilidade está em sua execução, em que as estratégias vão além dos frameworks teóricos e se transformam em ações estruturadas e orientadas por resultados. Sem esses resultados demonstráveis, a sustentabilidade corre o risco de se tornar um esforço fragmentado em vez de uma transformação sistêmica.

Os estudos de caso fornecem uma ponte entre os compromissos de alto nível e o progresso mensurável. Aplicações do mundo real oferecem insights sobre o que é bem-sucedido, o que falha e como as organizações podem corrigir o curso para maximizar o impacto. Esses estudos de caso revelam as complexidades da aplicação dos princípios de sustentabilidade na prática, onde prioridades conflitantes, restrições tecnológicas e realidades operacionais devem ser cuidadosamente navegadas. Também destacam a importância do contexto. As soluções que funcionam em um sistema de IA podem não ser universalmente aplicáveis, reforçando a necessidade de adaptabilidade nas estratégias de sustentabilidade.

Este capítulo examina três iniciativas pioneiras que traduzem os compromissos de sustentabilidade em um impacto mensurável.

Cada estudo de caso representa uma abordagem distinta para otimizar o ciclo de vida da IA, desde a minimização das emissões relacionadas à infraestrutura até a redefinição dos padrões de eficiência no treinamento de modelos em larga escala. A avaliação de seus resultados fornece uma base para que as organizações possam aperfeiçoar seus próprios roteiros de sustentabilidade.



1. Serviços de GPU remota para grandes modelos de linguagem

Desafio: o custo de energia da implementação de IA em larga escala

A rápida expansão da IA elevou as demandas computacionais a níveis insustentáveis. Os grandes modelos de linguagem (LLMs) exigem GPUs de alto desempenho, transferências constantes de dados e resfriamento em grande escala, contribuindo para emissões significativas de carbono. Muitas organizações dependem de data centers baseados em cloud, geralmente alimentados por energia não renovável, para oferecer suporte às suas cargas de trabalho de IA.

No entanto, a crescente adoção expôs as ineficiências e os custos ambientais da infraestrutura tradicional de IA. **É necessária uma alternativa escalável e consciente em termos de energia.**

Solução: Serviços de GPU remotos voltados ao treinamento de IA com foco em eficiência energética

A NTT DATA, com a participação no IOWN Global Forum, apresentou serviços de GPU remota para GenAI, utilizando a tecnologia de rede all-photonic (APN). Essa solução transfere as cargas de trabalho de IA para locais com eficiência energética otimizada, reduzindo o impacto do carbono sem comprometer o desempenho.

O processamento não está mais confinado a data centers centralizados. Os modelos de IA são treinados e operam em ambientes projetados para a máxima eficiência. A rede de banda larga e baixa latência elimina os gargalos, tornando o treinamento de IA mais rápido e sustentável.

Impacto: Repensando a implementação da IA

- Menor emissão de carbono:** As cargas de trabalho de IA estão migrando para instalações otimizadas, reduzindo a dependência de infraestruturas com alta pegada de carbono.
- Treinamento de IA mais rápido e mais eficiente:** A conectividade de banda larga e baixa latência da APN elimina os “gargalos”, permitindo que os modelos sejam treinados com mais rapidez e eficiência.
- Gestão dinâmica de energia:** As cargas de trabalho de IA são distribuídas de forma inteligente com base na eficiência energética em tempo real, de modo que apenas a potência computacional necessária seja utilizada.
- Soberania digital aprimorada:** As organizações obtêm maior controle sobre como e onde a IA é processada, permitindo a otimização regional de energia e manter o compliance com as normas de sustentabilidade.

Visão do futuro: Um novo modelo para a infraestrutura de IA

A sustentabilidade da IA depende não apenas da economia de energia. As escolhas de infraestrutura moldam diretamente o impacto ambiental de longo prazo da IA. A transferência de cargas de trabalho para locais com otimização de energia reduz a utilização desnecessária de recursos e, ao mesmo tempo, preserva o desempenho.

A mudança em direção aos serviços remotos de GPU e à tecnologia APN representa uma mudança fundamental na implementação da IA. A eficiência computacional e a sustentabilidade evoluem juntas, estabelecendo um novo padrão de referência para a infraestrutura de IA.

Como os serviços remotos de GPU reduzem o consumo de energia da IA



2. “tsuzumi”: Uma abordagem com baixa emissão de carbono para LLMs

Desafio: o crescimento incontrolável dos LLMs

A rápida expansão dos LLMs está levando o consumo de energia a níveis insustentáveis. O treinamento e a inferência exigem uma enorme capacidade de processamento, com modelos como o GPT-3 exigindo centenas de terawatts-hora, intensificando as emissões de carbono e sobrecarregando a infraestrutura.

A confiança do setor em escalar o tamanho do modelo para melhorar o desempenho agravou o problema, levando a aumentos exponenciais nos custos de energia com retornos cada vez menores. É fundamental abordar o crescimento insustentável dos LLMs para encontrar uma abordagem mais eficiente.

Solução: Um modelo que repensa a eficiência

O tsuzumi da NTT desafia a premissa de que modelos maiores significam um melhor desempenho.

O modelo tsuzumi-7B mostra que as demandas computacionais da IA podem ser drasticamente reduzidas sem comprometer o desempenho, oferecendo uma alternativa de baixa emissão de carbono aos LLMs convencionais.

Ao aproveitar a quantização, a poda (model pruning) e a compactação do modelo, o tsuzumi reduz o consumo de energia para treinamento em 250 a 300 vezes em relação aos modelos tradicionais e os custos de inferência em 20 a 70 vezes, sempre mantendo o alto desempenho.

Essa abordagem redefine o equilíbrio entre eficiência e desempenho, provando que a inovação em IA não precisa ter um custo ambiental insustentável.

Impacto: Um caminho sustentável para o desenvolvimento da IA

- **Menor consumo de energia, maior eficiência:** A arquitetura leve da tsuzumi garante que as operações de IA necessitam de muito menos energia, reduzindo a pressão sobre os data centers e a infraestrutura computacional.
- **Minimização do descarte de hardware de IA:** Ao eliminar a necessidade de escala contínua de modelos, o tsuzumi permite que as organizações maximizem a usabilidade da infraestrutura de IA existente, diminuindo o lixo eletrônico e o custo ambiental da produção de hardware.
- **Uma mudança em direção ao desenvolvimento de IA com consciência energética:** o tsuzumi estabelece uma nova referência para a IA com baixa emissão de carbono, demonstrando que a sustentabilidade e o desempenho podem coexistir sem concessões. Seu sucesso desafia os desenvolvedores de IA a priorizar arquiteturas com eficiência energética em vez de confiar no crescimento desenfreado de modelos.

Visão do futuro: Projetando a IA para conciliar o desempenho e a sustentabilidade

Com o tsuzumi, entramos em uma nova era de desenvolvimento de IA com consciência energética, provando que a eficiência pode impulsionar o progresso sem compensações ambientais.

À medida que a adoção da IA se acelera, as organizações devem ir além da expansão orientada pelo tamanho e adotar a otimização como o caminho para a inovação sustentável da IA.

3. IA sustentável em instalações locais: redução da dependência da nuvem para reduzir as emissões

Desafio: o crescente custo de energia do treinamento em IA

O treinamento de LLMs exige uma imensa capacidade de computação, o que leva a um alto consumo de energia, emissões de carbono e sobrecarga da infraestrutura. Os métodos tradicionais de treinamento de IA dependem de GPUs que consomem muita energia, transferências contínuas de dados e sistemas de resfriamento em grande escala, o que agrava o impacto ambiental.

À medida que os modelos são expandidos, a infraestrutura existente não consegue sustentar seu crescimento sem aumentar os custos de energia e as emissões. É necessária uma abordagem mais eficiente, escalável e sustentável para mitigar esses efeitos.

Solução: Soluções sustentáveis de IA no local

Para enfrentar esse desafio, a NTT DATA desenvolveu soluções sustentáveis de IA instaladas no local que permitem às organizações hospedar cargas de trabalho de IA em sua própria infraestrutura, em vez de depender de data centers em nuvem.

Ao eliminar a necessidade de transferências constantes de dados e otimizar o uso de energia localmente, essa abordagem reduz a pegada de carbono da IA e, ao mesmo tempo, mantém o desempenho.

As organizações podem processar dados no local com maior controle sobre a eficiência energética, reduzindo sua dependência de instalações centrais com emissão elevada de carbono sem sacrificar os recursos de IA.

Impacto: Treinamento de IA mais inteligente e mais ecológico

- **Emissões de carbono mais baixas:** O treinamento de IA é transferido para instalações otimizadas, minimizando o uso desnecessário de energia e as demandas de resfriamento.
- **Eficiência otimizada:** A conectividade de alta velocidade e baixa latência da APN reduz os gargalos, possibilitando um treinamento mais rápido com menos recursos.
- **Gestão inteligente de energia:** As cargas de trabalho são distribuídas dinamicamente com base na eficiência energética em tempo real, garantindo que o treinamento em IA ocorra somente quando e onde for mais sustentável.

Visão do futuro: Dimensionar a IA, não sua pegada ambiental

A IA sustentável exige mais do que melhorias de desempenho. É necessário também uma infraestrutura desenvolvida visando à eficiência energética. Os serviços remotos de GPU da NTT DATA redefinem o treinamento em IA, provando que a escalabilidade e a sustentabilidade podem coexistir. À medida que as organizações adotam cada vez mais a IA, o processamento inteligente e distribuído será fundamental para reduzir o impacto ambiental de longo prazo causado pela tecnologia.

Considerações finais

Mantendo o progresso por meio da colaboração

A IA sustentável não é uma meta fixa, mas uma busca em evolução que exige inovação contínua e colaboração entre setores.

Nenhuma entidade pode abordar sozinha o impacto ambiental da IA. Os formuladores de políticas, os fornecedores de tecnologia e os líderes do setor devem trabalhar juntos para refinar as métricas de sustentabilidade, oferecer suporte aos avanços tecnológicos e incorporar práticas responsáveis em escala. Ao promover o conhecimento compartilhado e a ação coletiva, as organizações podem garantir que a IA continue sendo uma tecnologia poderosa e sustentável.

Incorporando a sustentabilidade à governança

Diretrizes claras e aplicáveis são essenciais para garantir que a responsabilidade ambiental seja priorizada juntamente com o desempenho e a inovação.

A sustentabilidade deve ser incorporada à própria base da governança da IA, formando políticas, frameworks de desenvolvimento e padrões regulatórios. Relatórios padronizados, projetos com consciência energética e avaliações do impacto do ciclo de vida devem se tornar parte integrante dos sistemas de IA, habilitando a responsabilidade e alinhando o progresso tecnológico com as metas globais de sustentabilidade.

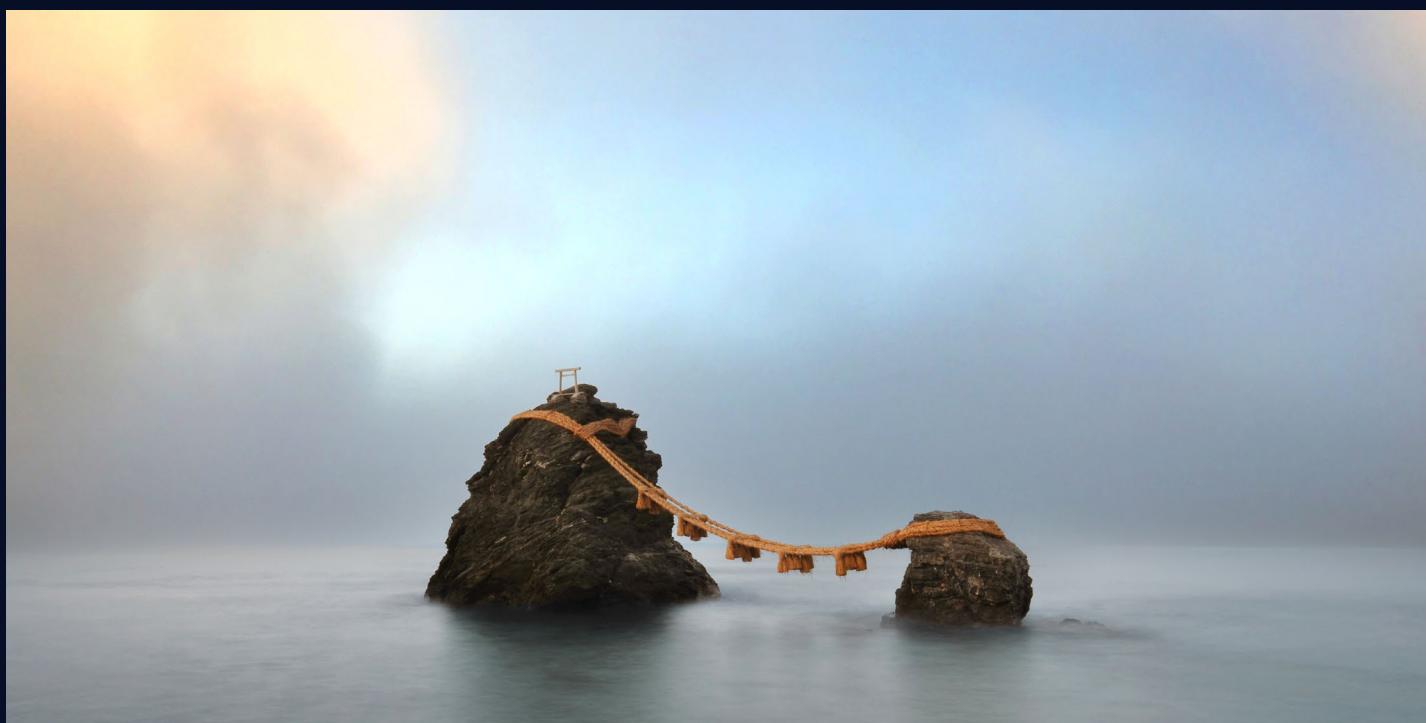
Compromisso com mudanças de longo prazo

Ao priorizar arquiteturas de IA com maior eficiência energética, impulsionar padrões de sustentabilidade no setor e investir em soluções ecológicas escaláveis, a NTT DATA reafirma seu compromisso em gerar impacto significativo em direção a um futuro mais sustentável.

Não estamos apenas nos adaptando às pressões de sustentabilidade ao moldar o futuro da IA responsável. Como provedor de serviços de IA, contamos com anos de experiência e com as ferramentas necessárias para promover a conscientização sobre a importância da IA ética, estabelecer uma governança responsável e implementar soluções de forma segura e em conformidade.

Nosso compromisso vai além da conformidade, reforçando que a IA sustentável não representa uma limitação, mas uma oportunidade de redefinir a forma como a tecnologia contribui para os negócios e para o planeta. À medida que a adoção da IA se acelera, cresce também a urgência de alinhar inovação e sustentabilidade, garantindo que a próxima geração de inteligência artificial seja ao mesmo tempo poderosa e responsável.

[Saiba mais sobre os serviços de Dados e Inteligência Artificial da NTT DATA.](#)



Autores

Claudia Ligonie Lerma

Consultora em Tecnologia e Estratégia

Gadhu Sundaram

Líder de Inovação, Estratégia e Consultoria em
Tecnologia para Sustentabilidade

Aitor Arenas Pérez

Especialista em Dados e Analytics

Adil Moujahid

Gerente Técnico, Centro de Excelência em IA

Marta Rodriguez Padron

Gerente de Consultoria em Tecnologia

Sobre a NTT DATA

A NTT DATA é uma empresa global inovadora de negócios e serviços de tecnologia com mais de US\$ 30 bilhões em receita. Atendemos 75% das empresas da Fortune 100 em todo o mundo, com o compromisso de ajudar nossos clientes a inovar, otimizar e transformar em longo prazo. Como Global Top Employer, temos diversos especialistas em mais de 50 países e um robusto ecossistema de parceiros de empresas estabelecidas e startups. Nossos serviços incluem consultoria de negócios e tecnologia, dados e inteligência artificial, soluções para diferentes setores, assim como o desenvolvimento, a implementação e a gestão de aplicações, infraestrutura e conectividade. Somos também um fornecedor líder de infraestrutura digital e IA em todo o mundo. A NTT DATA, parte do Grupo NTT, investe mais de US\$ 3,6 bilhões por ano em P&D para ajudar as organizações e a sociedade a avançar com confiança e sustentabilidade para um futuro digital.

Para mais informações, visite br.nttdata.com.



