Pontos de Interrogação
Revista de Crítica Cultural

BY-SA

ISSN: 2237-9681
Recebido: 29 set. 2025
Aprovado: 16 out. 2025
10.30620/pdi.v15n2.p45

ARTIGOS

A nuvem, a fazenda e o artificial: três contradições do capitalismo informacional

Pedro Victor Carvalho

Resumo: O artigo analisa as contradições estruturais do capitalismo informacional por meio de três metáforas: a nuvem, a fazenda e o artificial. Com base em revisão bibliográfica, demonstra-se que a narrativa de imaterialidade das tecnologias digitais oculta sua dependência de infraestruturas materiais, intensivas em recursos naturais e trabalho. A primeira contradição, ligada à computação em nuvem, desvela a ilusão de desmaterialização e a exploração de dados como mercadoria central. A segunda, referente às fazendas de *data centers*, expõe o caráter predatório de sua cadeia produtiva, marcada por assimetrias logísticas, precarização laboral e degradação ambiental, devido à extração de recursos e ao alto consumo energético. A terceira, associada à inteligência artificial, explicita seus custos socioambientais e humanos, incluindo o extrativismo de dados, a demanda intensiva por recursos naturais e a exploração de trabalho invisibilizado no treinamento e na moderação de sistemas. Conclui-se que o capitalismo informacional sustenta-se em um aparato material e político que reproduz lógicas coloniais, aprofunda desigualdades e gera impactos socioambientais, demandando a desnaturalização crítica de suas promessas de fluidez digital.

Palavras-chave: Computação em nuvem. Data centers. Capitalismo informacional. Inteligência artificial.

The cloud, the farm and the artificial: three contradictions of informational capitalism

Abstract: This article examines the structural contradictions of informational capitalism through three metaphors: the cloud, the farm, and the artificial. Based on a literature review, it demonstrates that the narrative of immateriality surrounding digital technologies masks its dependence on material infrastructures that are intensive in terms of natural resources and labor. The first contradiction, related to cloud computing, unveils the illusion of dematerialization and the exploitation of data as a central commodity. The second, concerning data center farms, exposes the predatory nature of their production chain, marked by logistical asymmetries, labor precarization, and environmental degradation due to resource extraction and high energy consumption. The third,

associated with artificial intelligence, highlights its social, environmental, and human costs, including data extractivism, intensive demand for natural resources, and the exploitation of invisible labor in system training and moderation. The study concludes that informational capitalism is sustained by a material and political apparatus that reproduces colonial logic, deepens inequalities, and generates socio-environmental impacts, demanding a critical denaturalization of its promises of digital fluidity.

Keywords: Cloud Computing. Data Centers. Informational Capitalism. Artificial Intelligence.

Introdução

O capitalismo contemporâneo, em sua fase informacional, é marcado por profundas contradições, que se manifestam na relação entre o digital e o material, o abstrato e o concreto, o global e o local. A narrativa de que a informação reside em um espaço etéreo, invisível aos olhos e sem lastro físico, tornou-se lugar-comum no imaginário da economia digital. No entanto, essa percepção de imaterialidade esconde complexas e, por vezes, brutais contradições, que se baseiam em uma infraestrutura tangível, intensiva em recursos e em mão de obra.

A partir de uma revisão de literatura, a análise proposta neste trabalho se estrutura em torno de três conceitos-metáforas — a nuvem, a fazenda e o artificial — que operam como chaves interpretativas para entender a relação problemática entre a base material e os impactos do digital. Cada uma dessas categorias, ao mesmo tempo que traduz uma promessa de progresso e eficiência, escancara tensões estruturais.

Cada conceito é o título de uma das seções deste ensaio. A primeira trata da computação em nuvem, a segunda das fazendas de *data centers* e a terceira dos serviços de inteligência artificial. Busca-se aqui uma politização desses conceitos, explorando como eles estão relacionados entre si e com a produção de violências e contradições.

1. Primeira contradição: a nuvem

> "A nuvem, como metáfora, até sugere que ela está lá fora — é imaterial, é invisível e nós, como usuários, não precisamos realmente pensar sobre isso."
> — Lauren E. Bridges (2025)

A expressão "nuvem" tornou-se um dos significantes mais simbólicos das contradições do capitalismo contemporâneo. Isso se estabelece na medida em que ela encapsula a promessa de um mundo digital instantâneo e desmaterializado. Nesse cenário, a presente seção busca apresentar e desconstruir uma primeira contradição: a narrativa de imaterialidade frequentemente associada à economia digital. Ao examinar suas características técnicas e relações com o capitalismo contemporâneo, busca-se discorrer acerca das dinâmicas inerentes a um sistema que produz a ilusão de desmaterialização, mas se estabelece com uma infraestrutura física.

Começamos com um exemplo: um usuário deseja realizar um *backup* das fotos de algum evento importante em sua vida e, para tanto, recorre a um serviço de computação em nuvem, popularmente conhecido como *drive* ou *cloud*. No momento em que o usuário armazena arquivos "na nuvem", opera-se uma dupla abstração: técnica e ideológica. Tecnicamente, os dados migram para servidores remotos; ideologicamente, cria-se a ilusão de que a informação flutua em um espaço etéreo, tal qual uma nuvem, desvinculado de suportes físicos. Convém destacar que a computação em nuvem não se limita apenas ao armazenamento de arquivos, mas é um dos principais suportes para o funcionamento da economia digital, pois é a partir dela que operam os servidores dos principais serviços da internet. Exemplo disso são os serviços de modelos de linguagem em grande escala, sendo os modelos mais conhecidos os transformadores pré-treinados generativos. Ao utilizar uma ferramenta dessa natureza, o usuário digita um *prompt* e, em uma fração de segundos, obtém um resultado que, embora instantâneo, exige uma ampla gama de recursos, como será visto adiante. Parece artificial, mas não é.

A definição de computação em nuvem é apresentada por Qian *et al.* (2009, p. 627, tradução nossa) como "uma técnica de computação na qual serviços de tecnologia da informação (TI) são fornecidos por unidades computacionais massivas e de baixo custo, conectadas por redes baseadas em protocolo de internet (IP)". Os autores ainda listam as seguintes características: emprego de recursos computacionais em larga escala, alta escalabilidade e elasticidade, *pool* de recursos virtualizados e físicos compartilhados e aplicabilidade em diferentes cenários. Tais características dizem respeito à:

1. Capacidade dessa tecnologia operar com milhares — ou até milhões — de servidores e *data centers*, que em síntese são dispositivos de armazenamento distribuídos globalmente, atendendo à demanda de múltiplos usuários simultaneamente.

2. Capacidade de aumentar o número de recursos disponíveis de maneira automatizada, garantindo a performance dos serviços, mesmo sob uma demanda imprevisível.

3. Oferta de serviços em que os provedores disponibilizam servidores físicos, armazenamento e redes com a possibilidade de virtualização — uso compartilhado de um mesmo recurso físico como unidades computacionais autônomas e distintas, compartilhadas de forma segura (sob isolamento lógico).

4. Utilização de algoritmos para monitorar em tempo real os recursos empregados — tais como unidades de processamento, armazenamento e rede —, alocando-os conforme disponibilidade.

5. Ausência de restrição a um tipo de aplicação, podendo servir a quase qualquer tarefa computacional, o que inclui, mas não se restringe a: processamento massivo de dados (inteligência artificial e *big data*), hospedagem de aplicações *web* (*sites* da internet e da intranet, interfaces de programação de aplicação), armazenamento e *backup* (serviços do tipo *drive* e *cloud*) e computação científica (simulações complexas, cálculos matemáticos e análises preditivas).

A ascensão da computação em nuvem e das tecnologias de datificação consolida-se como um pilar fundamental na reestruturação contemporânea do capitalismo. Trata-se da continuidade de uma transição paradigmática: de

um regime industrial para um regime informacional, tal qual proposto por Castells (1999). Essa transição tem como característica um cenário marcado pela mercantilização de dados e pela emergência de novos modelos de negócios baseados em vigilância, extração informacional e modelos generativos, cognitivos e preditivos (Carvalho, 2024). Para Mayer-Schönberger e Ramge (2022), três pressupostos condicionam a ascensão e a centralidade dessas tecnologias: (1) as vantagens informacionais como ativo estratégico; (2) a conversão de conhecimento em vantagens mercadológicas, sob uma lógica schumpeteriana; e (3) o informacionismo que redefine o poder a partir do controle de fluxos globais de informação — estes dois últimos baseados nas contribuições de Schumpeter (1961) e Castells (1999), que não serão aprofundadas neste trabalho.

Com a ocorrência dos processos supramencionados, Majerowicz (2022) menciona que, no bojo dessas transformações, incluindo as dinâmicas concorrenciais das empresas e das potências tecnológicas, estão:

> o processo de digitalização da economia e da vida social, a ascensão das plataformas, a automação baseada em inteligência artificial, os projetos nacionais e as políticas industriais de reestruturação manufatureira com base em tecnologias digitais, bem como a disputa tecnológica entre as grandes potências (Majerowicz, 2022, p. 30).

Tal evidência permite observar que as tecnologias digitais não apenas sustentam, mas também intensificam dinâmicas assimétricas de acumulação, nas quais a capacidade de processar e monetizar dados gera hierarquias globais de poder, sob as óticas da vigilância, como propõe Zuboff (2018), e dos dados, como apontam Schönberger e Ramge (2022). Dentro desse cenário, a própria noção de trabalho é ressignificada, já que os dados — produzidos tanto por trabalho vivo (interações humanas) quanto por trabalho morto (algoritmos e automação) (Silveira, 2021) — tornam-se a mercadoria central e interface de exploração de um capitalismo que opera em rede.

A escalabilidade elástica, capacidade de expansão conforme demanda, da computação em nuvem — ora celebrada como eficiência técnica — mascara externalidades ecológicas e geopolíticas, desde o consumo de recursos até

a dependência de cadeias globais de insumos. Assim, a tecnologia em nuvem emerge não como mero instrumento, mas como *lócus* de disputa material e simbólica, onde se articulam projetos de poder, resistências e reconfigurações espaço-temporais enquanto características das transformações mais recentes do capitalismo, tal qual proposto por Harvey (2014), que não enfatiza as dimensões digitais dessa exploração, mas aponta para uma transição paradigmática, em que opera um modelo de produção adaptável às mudanças do mercado e da tecnologia na relação capital-trabalho.

Uma demonstração da natureza material da economia digital é o fato de que a transformação de dados brutos em informações relevantes por meio do *big data*, com suporte de sistemas de inteligência artificial — como *machine learning, deep learning e big data analytics* —, depende de uma capacidade computacional robusta, fundamentada em semicondutores de alto desempenho (Majerowicz, 2022). Desse modo, o processo de digitalização e dataficação das economias se apoia em uma infraestrutura material concreta e no uso de tecnologias específicas, que não se restringem ao plano virtual, mas exigem uma base industrial voltada à produção, manutenção e constante aprimoramento (Carvalho, 2024).

No bojo de tais transformações, é possível identificar o surgimento de formações predatórias complexas, tal qual proposto por Sassen (2018). Novas tecnologias estão no cerne da transformação digital do capital financeiro, permitindo operações em escala e velocidade sem precedentes. Dessa forma não há uma brutalidade autoevidente, e sim mecanismos sofisticados de diversos campos do conhecimento. Como afirma a autora, tais dinâmicas

> são constituídas pela incorporação de elementos de domínios e capacidades-chave das nossas economias e sociedades líderes atuais; como já mencionado, incluem fragmentos de diversas formas essenciais de conhecimento e alinhamentos organizacionais (Sassen, 2018, p. 6, tradução nossa).

Ao alertar para a necessidade de recuperar a geografia dos principais setores econômicos, Sassen argumenta que produtos extraordinários de formas complexas de conhecimento contêm em si uma zona de extrema degradação dos trabalhadores, comunidades e do meio ambiente.

Conceituar computação em nuvem e explorar suas contradições contribuem para que a representação mítica do virtual como esfera autônoma e imaterial seja desnudada, principalmente porque os requisitos para conceituar tal tecnologia são capazes de dimensionar sua magnitude global. A infraestrutura que sustenta uma economia digital é visceralmente material — como será visto na seção a seguir. O paradoxo revelador reside justamente nesta contradição: quanto mais "leve" e "abstrata" se apresenta a experiência digital, mais pesada e material se torna sua base de sustentação, tal qual argumentado por Sassen (2018).

Nessa perspectiva, é possível apontar que, embora em uma análise mais superficial seja possível imaginar que a computação em nuvem é um serviço imaterial, sua existência depende de uma infraestrutura física e concreta. Essa materialidade revela as contradições inerentes ao capitalismo digital, no qual a aparente desmaterialização dos serviços esconde uma base extrativista intensiva. Portanto, longe de ser uma abstração, a nuvem é um empreendimento profundamente territorializado, com impactos socioambientais tangíveis e inserido em cadeias globais de exploração.

2. Segunda contradição: a fazenda

"A gramática é a política por outros meios."
— Donna Haraway (2023)

Executada a designação patrimonial, principalmente do Estado, o termo "fazenda" é normalmente usado para nomear uma área rural onde são desenvolvidas atividades agropastoris. No âmbito do capitalismo digital, fazenda refere-se a outro lugar: às fazendas de *data centers*, espinha dorsal da computação em nuvem. Uma fazenda de *data centers* é uma instalação física em grande escala, que contempla um ecossistema de tecnologias voltado principalmente para processamento e mineração de dados, mas que pode contemplar *hubs* de inovação e serviços, dentre outras atividades. Uma fazenda contém essencialmente servidores e equipamentos de rede em uma instalação física centralizada.

A partir desse conceito, opera-se uma segunda contradição: em vez de local de produção de recursos — ressalvados os impactos ambientais decorrentes de determinadas atividades agropecuárias —, uma fazenda de *data centers* é o resultado de uma cadeia de exploração que se constitui em outro nível de exploração e que perpetua essa lógica. Para chegar a esse destino é preciso retroceder um pouco. Antes de uma infraestrutura digital ser construída, existe toda uma cadeia logística e de exploração para fazer a fazenda funcionar.

A primeira dimensão é a logística, haja vista que os produtos digitais estão inseridos em uma era de fragmentação produtiva e de Cadeias Globais de Valor (CGVs). Tal cenário está associado ao processo de financeirização do capitalismo, que repercutiu na forma de organização político-espacial das corporações transnacionais e nos processos de apropriação de valor, tal qual proposto por Chesnais (2016) — tema que não será aprofundado neste texto. Destaca-se, porém, o argumento de que as CGVs tendem a fomentar processos de superexploração da força de trabalho, seja pela precarização da mão de obra empregada na base da produção e de um constante processo de troca desigual nas condições de trabalho, seja pela expansão de um modelo de negócios que opera sob formas de terceirização (*outsourcing*) ou deslocalização (*offshoring*), de maneira igualmente desigual, em países do Sul Global (Chesnais, 2016), afetando direta e indiretamente as comunidades locais.

Para além da lógica da própria constituição dessas cadeias, os fluxos logísticos revelam-se mais uma camada dessa exploração. A logística, frequentemente conceituada como área de estudo sobre a gestão da movimentação de recursos materiais e humanos, de ordem apolítica e tecnocrática, revela-se uma das forças centrais que condicionam os processos de exploração. Como afirma Cowen (2014), não se trata de mero instrumento técnico de eficiência mercantil, pois a circulação global de mercadorias é sustentada por uma arquitetura de violência que naturaliza hierarquias e exclui populações — e aqui se inclui o fluxo das mercadorias e infraestruturas necessárias à manutenção das fazendas de *data center*s, haja vista que estão conectadas à rede mundial de computadores.

Uma das naturalizações de hierarquias apontadas por Cowen (2014) também é explorada no trabalho de Tsing (2009). Ao afirmar que é preciso observar a diferença como elemento constitutivo e estruturante dessas cadeias, a autora revela que os aspectos culturais incutidos nas relações laborais, sejam elas formais ou clandestinas, obscurecem as relações de classe. Tsing (2009) afirma que as cadeias de suprimentos operam em "zonas cinzentas" legais, onde a governança é fragmentada e a responsabilidade é diluída. Isso se dá, principalmente, em razão da possibilidade de processos de deslocalização e terceirização, explorando desigualdades regionais e identitárias para maximizar lucros, favorecendo condições precárias de trabalho. Portanto, marcadores identitários são instrumentalizados para possibilitar baixos salários e condições laborais degradantes.

Na mesma perspectiva, Ghosn (2010) tensiona o discurso da fluidez logística, ao destacar a materialidade e os conflitos subjacentes às infraestruturas globais. Para a autora, as infraestruturas globais não anulam a geografia, mas reorganizam o espaço de maneira desigual, criando novas hierarquias e exclusões. Destaca-se aqui a materialidade e o potencial destrutivo e reorganizador desses processos, como canais físicos que viabilizam determinados fluxos. Ao destacar o atrito como "o outro" inevitável do fluxo, Ghosn (2010) desafia a visão tecnocrática e despolitizada da globalização desses processos.

Incluindo nesse processo a dimensão local, o surgimento de aplicativos de entrega e o impulso para substituir trabalho vivo por trabalho morto via tecnologia, Fernandes, Peregalli e Canettieri (2024) examinam como infraestruturas locais são redesenhadas não para o bem-estar urbano (e humano), mas para reduzir o tempo de circulação e viabilizar o fluxo acelerado do capital. Para os autores, a logística impõe, portanto, uma reconfiguração espacial e temporal das cidades, que se tornam cada vez mais fragmentadas, intermodais e subordinadas a sistemas logísticos globais. Em linha complementar, para Ghosn (2010) a urbanização é entendida como um processo de desterritorialização e reterritorialização, em que as redes de infraestrutura criam novas formas de organização espacial. Percebe-se assim como as infraestruturas de

dados, que dependem necessariamente dessas fazendas para o seu funcionamento, são capazes de reconfigurar as dinâmicas especiais de forma contraditória, em múltiplos níveis.

Para além dos impactos nas relações humanas, há um outro efeito predatório nessas dinâmicas: a exploração de recursos naturais. Ao cunhar a expressão "canibalização da natureza", Fraser (2024) alerta para a necessidade de se instituir um olhar a partir da ecologia, e não da economia, para entender as dinâmicas do sistema capitalista. Fraser (2024, p. 28) afirma que a natureza, tratada como gratuita nas contas do capital, "é apropriada livremente, ou a baixo custo, sem que haja reparação nem reposição, com base na suposição tácita de que é apta a infinita autorrestauração". Isso se observa, principalmente, na utilização de recursos computacionais, tendo em vista que as necessidades mercadológicas se sobrepõem à lógica da natureza:

> A computação, como indústria, depende e pressupõe o consumo da natureza como recurso. Muitas grandes corporações de computação reconhecem os impactos ambientais causados pela obtenção de matérias-primas, e qualquer argumento contra essa extração como desmedida se baseia, mais uma vez, no benefício econômico para a sociedade. Esses benefícios econômicos não são diretamente localizados, mas podem ser justificados às custas de comunidades marginalizadas ou perdidos na distribuição geográfica da responsabilidade moral (Comber e Eriksson, 2023, p. 5, tradução nossa).

Uma contribuição importante para compreender esse fenômeno é a noção de ruptura metabólica, elaborada por Marx (2015, 2017), que a conceitua como a relação de separação (ruptura) entre humanidade e natureza, e a (in)capacidade da última de se regenerar frente à exploração da atividade humana (metabólica), no contexto do sistema capitalista. Ou seja, um desajuste entre o metabolismo natural e a exploração da natureza. Tal contribuição foi resgatada e desenvolvida teoricamente por Foster (2000), vejamos:

> Na economia política desenvolvida de Marx, tal como apresentada no Capital, o conceito de "metabolismo" (*Stoffwechsel*) foi empregado para definir o processo de trabalho como "um processo entre o homem e a natureza, um processo pelo qual o homem, através das suas próprias ações, medeia, regula e controla o metabolismo entre ele mesmo e a natureza". Mas uma "falha (*rift*) irreparável" surgiu nesse metabolismo em decorrência das relações de

> produção capitalistas e da separação antagonista entre cidade e campo. Daí ser necessário, na sociedade de produtores associados, "governar o metabolismo humano com a natureza de modo racional", que excede completamente as capacitações da sociedade burguesa (Foster, 2000, p. 201).

Propondo um avanço nas contribuições teóricas de Foster (2000), a fim de entender o capitalismo como um regime ecológico mundial, Moore (2011) aduz que o capitalismo não age sobre a natureza, mas se desenvolve através das relações sociedade-natureza, ao passo que as crises ecológicas são constitutivas da dinâmica de acumulação. Independente da forma como se estabelece a relação entre capitalismo e natureza, e de eventuais tensões entre as contribuições de Foster e Moore, refletir acerca de uma ecologia-mundo — havendo diferenças significativas, a ponto de se poder discutir teoricamente tais reflexões a partir de escolas distintas (Luedy e Laan, 2020) — é fundamental para compreender como o capitalismo constantemente busca novas fontes de natureza barata (terra, energia, trabalho) para manter os seus regimes de acumulação (Moore, 2011). Isso se expressa de forma substancial nas fazendas de *data centers*, que são mais um desdobramento do sistema capitalista, operando agora sob a égide de infraestruturas digitais. Sobre o tema, é preciso apontar que:

> Em um ambiente de computação em nuvem, o *data center* consiste em vários servidores, equipamentos de resfriamento e fornecimento de energia que exigem uma enorme quantidade de energia computacional para acionar estruturas complexas. Devido à crescente demanda por poder de computação, o *data center* se tornou o centro de aumento significativo no consumo de energia, dissipação de calor e aumento na temperatura dos servidores. O consumo de energia do *data center* em nuvem aumentou tremendamente devido ao aumento nos requisitos de computação da carga de trabalho do usuário. Assim, economizar energia se tornou uma preocupação importante a ser abordada (Kaur, Singh e Gill., 2018, p. 213, tradução nossa).

As infraestruturas digitais dependem de recursos naturais de forma intensiva, principalmente minérios, água e energia. A mercantilização dos dados e as dinâmicas de vigilância, que dependem de tais infraestruturas, são formas de aprofundamento dessa ruptura entre a atividade humana e o metabolismo da natureza. É imperioso destacar que a extração de recursos opera em esca-

la global, abrangendo a economia digital, tendo em vista que "os processos e condições das práticas extrativistas foram abstraídos e aplicados a áreas inteiramente novas, desde o âmbito digital e intelectual até as finanças e a economia global" (Chagnon *et al.,* 2022, p. 761, tradução nossa).

Dessa forma, é preciso entender que as dinâmicas de exploração não agem de forma dissociada das relações espaciais onde ocorrem. Isto é, na medida em que territórios são alvos da exploração de recursos, a natureza, as comunidades e os ecossistemas locais são diretamente impactados.

3. Terceira contradição: o artificial

> "Há mil homens podando os ramos do mal
> para apenas um golpeando a raiz."
> — Henry D. Thoreau (2020)

O termo "artificial" está relacionado a "artificio", "técnica", "feito com arte e pela ação humana". Dois pontos são interessantes aqui. O primeiro: se algo é feito pelo homem, é feito a partir do que, senão da natureza? O segundo é a ideia de separação entre homem e natureza, como se o primeiro não fizesse parte dela, já que o natural se distingue do artificial justamente pela ação humana. Nesta seção, compreende-se que a ideia de artificial está relacionada a algo que não é encontrado na natureza. Eis um ponto de partida para continuar a refletir sobre o fio condutor deste texto: há uma base material que dá suporte ao digital e não seria diferente com o que convencionamos chamar de inteligência artificial (IA).

> A promessa que impulsiona o desenvolvimento da IA está codificada no próprio nome da tecnologia. Em 1956, seis anos após o artigo de Turing começar com a frase "As máquinas podem pensar?", vinte cientistas, todos homens brancos, reuniram-se no Dartmouth College para formar uma nova disciplina no estudo dessa questão. Eles vinham de áreas como matemática, criptografia e ciência cognitiva e precisavam de um novo nome para unificá-las. John McCarthy, o professor de Dartmouth que convocou o *workshop*, inicialmente usou o termo estudos de autômatos para descrever a busca por máquinas capazes de comportamento automático. Quando a pesquisa não atraiu muita

> atenção, ele buscou uma frase mais evocativa. Ele optou pelo termo inteligência artificial. O nome inteligência artificial foi, portanto, uma ferramenta de *marketing* desde o início, com a promessa do que a tecnologia poderia trazer embutida nela. Inteligência soa inerentemente boa e desejável, sofisticada e impressionante; algo que a sociedade certamente desejaria mais; algo que deveria proporcionar benefício universal. A mudança de nome funcionou. As duas palavras imediatamente despertaram mais interesse — não apenas de financiadores, mas também de cientistas, ansiosos por fazer parte de um campo em desenvolvimento com ambições tão colossais (Hao, 2025, p. 93, tradução nossa).

Tal qual o armazenamento em nuvem, em que o usuário salva um arquivo em um lugar do qual dificilmente ele saberá a localização, geograficamente falando — transmitindo uma sensação de que a transferência se deu para um lugar abstrato —, no caso dos modelos de inteligência artificial generativa a ficção é muito parecida: o usuário utiliza um comando em um *software* específico e, em uma fração de segundos, o resultado está disponível. É como utilizar uma calculadora, simples, prático e instantâneo, mas com qual custo?

Embora processos tecnológicos baseados em inteligência artificial — notadamente, o aprendizado profundo, o aprendizado de máquina, as redes neurais e IA generativa — sejam um campo distinto da ciência de dados, os dados são uma das bases de funcionamento desses sistemas. Por isso são abordados de forma conjunta neste trabalho. Como afirma Carvalho (2024, p. 132), "o grande volume de dados é uma das bases para as novas aplicações em inteligência artificial, incluindo-se as aplicações de natureza generativa, cognitiva e preditiva". De acordo com Lee (2019, p. 24), "os dados 'treinam' o programa para reconhecer padrões, fornecendo muitos exemplos, e o poder computacional permite que o programa analise esses exemplos em alta velocidade". De modo semelhante, Majerowicz (2022) aduz que muitas das aplicações entendidas hoje como inteligência artificial são técnicas baseadas na identificação e síntese de padrões em grandes massas de dados, a partir do uso intensivo de capacidade computacional.

Surge então a necessidade de entender qual o impacto do uso intensivo de capacidade computacional, preocupação que se estabelece diante dos dilemas técnicos e das implicações éticas relacionados com o ecossistema tecnoló-

gico que rodeia a IA, incluindo a computação em nuvem e os conglomerados de servidores. Nessa reflexão, Galaz (2025) introduz o conceito de máquinas obscuras e afirma que o uso dessas tecnologias apresenta diversos impactos negativos, como o consumo massivo de energia e recursos naturais, a criação de sistemas opacos (em que a tomada de decisões da máquina é pouco transparente) e riscos sociais como a comoditização de emoções e a desinformação. No tocante aos impactos ambientais, Galaz (2025) ainda reforça que corrida pela IA gera uma demanda por recursos computacionais mais robustos, que consomem mais recursos naturais, incluindo minérios e energia. Dessa forma, grandes empresas do setor chegam a apostar em energia nuclear e geotérmica e em *data centers* cada vez maiores, a ponto de provocarem transformações visíveis na paisagem natural.

> A inteligência artificial revolucionou as interações entre humanos e tecnologia por meio de interfaces conversacionais, assistentes de voz e recursos de geração de imagens. Embora essas inovações ofereçam ganhos notáveis de conveniência e eficiência em todos os setores, elas ocultam implicações ambientais significativas que permanecem amplamente invisíveis para os usuários finais. A desconexão entre ações simples como clicar em um botão e os recursos computacionais substanciais necessários para atender a essas solicitações cria uma lacuna de abstração que obscurece as consequências ambientais. Essa lacuna se amplia à medida que incentivos econômicos impulsionam o avanço tecnológico sem a devida consideração pela sustentabilidade (Sama, 2025, p. 43, tradução nossa).

É alarmante o fato de que a indústria digital global consome "água, materiais e energia em quantidade suficiente para ocupar o triplo da pegada de carbono de um país como o Reino Unido. As tecnologias digitais consomem atualmente 10% da eletricidade mundial e são responsáveis por quase 4% das emissões globais de dióxido de carbono" (Pitron, 2023, p. 12). Além do alto consumo de água e de energia, outros problemas destacados em relação à utilização dessas tecnologias envolvem a geração de lixo eletrônico — que impõe desafios de aproveitamento — e a poluição sonora decorrente da atividade (Nair, 2024).

Ao discutir sobre o aprimoramento de modelos com vistas à redução (ou não) de impactos ambientais em tecnologias de IA, Morand, Ligozat e Né-

véol (2024) afirmam que há uma tendência temporal no aumento de recursos empregados pelas tecnologias de aprendizado de máquina e IA. Isso significa que, com o passar do tempo, essas tecnologias demandam unidades de hardwares mais sofisticadas, mais complexas e que consomem uma gama maior de recursos. As autoras mencionam dois fenômenos importantes: o efeito rebote e a transferência de impactos. O primeiro anula os aprimoramentos técnicos de eficiência e a redução dos custos marginais de produção em função da ambição de modelos maiores e mais complexos. Já o segundo provoca redução do impacto de uma fase de produção ou operação, mas pode inadvertidamente aumentar o impacto de outra fase do ciclo. Portanto, observa-se que os avanços voltados para a otimização de modelos são praticamente nulos em relação ao avanço dessas tecnologias. Não adianta nada propor um avanço na eficiência de modelos se não houver uma reflexão acerca da escala e da necessidade de emprego dessas tecnologias.

O impacto ambiental direto gerado pelas IA é apenas uma das dimensões do problema, pois oferece uma visão reducionista que não questiona quem se beneficia com a IA, quais interesses estão em jogo e quais são as assimetrias de poder envolvidas. Como forma de oferecer mais algumas dimensões para o debate, Cellard, Parker e Haines (2025) propõem quatro princípios metodológicos para reabrir o "espaço-problema" do impacto ambiental da IA: (1) desvendar os entrelaçamentos materiais ao longo de toda a cadeia de suprimentos da IA; (2) ser sensível à geo-história, o contexto local de centros de dados e redes energéticas; (3) imaginar uma multiplicidade de soluções para a crise climática, além de fazer a contabilidade de carbono; e (4) reler a IA reconhecendo a heterogeneidade de atores e interesses em suas cadeias de produção. Nessa perspectiva, os autores propõem uma superação da visão da IA como código ou algoritmo, em prol de sua visão como uma infraestrutura material complexa, que envolve extração de minerais, consumo de água e energia, trabalho humano e impactos ecológicos (Cellard, Parker e Haines, 2025). A localização de um *data center*, por exemplo, pode afetar comunidades locais e ecossistemas, dependendo da fonte de energia empregada e da disponibilidade hídrica (Bridges, 2025).

Bridges (2023) propõe a superação da visão de crescimento das infraestruturas digitais sem atritos. Para a autora, é de fundamental importância compreender não só a natureza industrial e os custos sociais decorrentes dessas infraestruturas, mas também como as grandes corporações ou *big techs* exploram fissuras e incentivos em políticas para promover uma expansão acelerada, frequentemente à revelia do bem-estar das comunidades, valendo-se principalmente de forte influência política e da existência de lacunas regulatórias que tratam da infraestrutura digital como algo imaterial.

Ao discorrer sobre os custos sociais, trabalhistas e ambientais que se refletem mundialmente, por conta do uso dessas tecnologias, particularmente em países do Sul Global, Hao (2025) afirma que a corrida pelo desenvolvimento da IA e pela datificação generalizada das coisas obedece aos mesmos padrões do extrativismo e do colonialismo de dados. Para Couldry e Mejias (2019), há uma continuidade com a lógica histórica de apropriação colonial, de modo que a vida humana está sendo sistematicamente apropriada e convertida em dados para alimentar e expandir o capitalismo.

Isso ocorre principalmente com populações mais vulneráveis, tendo em vista que os padrões contínuos de colonialidade que moldam hierarquias de raça, conhecimento, economia e gênero são expressos nas novas tecnologias, seja territorialmente, seja estruturalmente (Mohamed, Png e Isaac, 2020). Exemplo disso é a forma como a divisão internacional e intelectual do trabalho opera nesses sistemas, o modo como a mão de obra precarizada, invisibilizada e não qualificada é demandada (Delfanti, 2021; Stilgoe *et al.*, 2022; Moreschi, Pereira e Gozman, 2020). Tais atividades compreendem principalmente o trabalho realizado por

> *crowdworkers* ou *turkers* por meio das chamadas *Human Intelligence Tasks* (HITs) ou Tarefas de Inteligência Humana, incluindo rotulagem de dados, verificação algorítmica, identificação de imagens, transcrição de textos, gravação de áudios, moderação de conteúdo generativo e outras microtarefas (Carvalho, 2024, p. 134).

Para além das microtarefas repetitivas, com curto intervalo de tempo e baixa remuneração, outro ponto que expõe a materialidade da inteligência

artificial é o trabalho de moderação realizado por humanos, um elemento constitutivo para a escalabilidade desses modelos. Ao analisar a necessidade de trabalhadores humanos, encarregados de moderar conteúdos extremamente perturbadores para treinar os filtros de segurança da IA, Hao (2025) afirma que as *big techs* realizam operações em países com alto desemprego, instituições frágeis e um legado colonial que condiciona um campo fértil para mão de obra barata e explorável. Assim, a terceirização é empregada como forma de se distanciar da responsabilidade, reduzir custos e proporcionar condições precárias de trabalho.

Um exemplo disso é a análise que a Hao (2025) faz da empresa Sama, no Quênia, uma subsidiária de grandes corporações que utilizava trabalho humano para realizar a categorização de descrições textuais explícitas de abuso sexual infantil, violência extrema e outros conteúdos sensíveis. A autora afirma que os trabalhadores eram expostos a material traumático por horas, por salários de fome (entre U$ 1,46 e U$ 3,74 por hora) e sem suporte médico, de modo que a exposição constante ao conteúdo violento causou graves danos à saúde mental, incluindo insônia, ansiedade, depressão e transtorno de estresse pós-traumático.

Considerações finais

A análise das três contradições — a nuvem, a fazenda e o artificial — permite compreender que o capitalismo informacional não se sustenta em uma esfera etérea e imaterial, mas em um complexo aparato técnico, logístico e territorial. A promessa de fluidez digital esconde os custos ecológicos, sociais e humanos da expansão tecnológica. Essas infraestruturas digitais configuram novos regimes de acumulação, nos quais o dado se torna mercadoria central, e a informação, um ativo estratégico. Essa dinâmica reforça assimetrias históricas, reproduzindo lógicas coloniais e extrativistas sob novas formas, seja na precarização do trabalho humano empregado em tarefas invisíveis, seja na apropriação desigual de recursos ambientais e energéticos.

Diante desse quadro, refletir criticamente sobre as contradições do capitalismo digital torna-se uma tarefa urgente. A crítica aqui desenvolvida

aponta para a necessidade de superar a abstração que envolve essas tecnologias. Compreendê-las como infraestruturas materiais e políticas é um passo fundamental para desnaturalizar as assimetrias de poder e os impactos por elas produzidos.

É imperioso destacar que este artigo não tem a pretensão de esgotar um debate tão complexo e multifacetado. Muito pelo contrário, busca-se desnaturalizar narrativas hegemônicas e propor novos pontos de partida para uma investigação crítica sobre o tema. Espera-se fomentar reflexões que ultrapassem os limites aqui traçados. Que as contradições apontadas sirvam, portanto, como um convite à problematização contínua e um estímulo para que futuras pesquisas possam desvendar com maior profundidade as ramificações políticas, econômicas e ecológicas de um tema em constante e acelerada transformação.

Referências

BRIDGES, L. E. Digital data has an environmental cost. Entrevistadora: Nora Young. [*S. l.*]: Spark, 4 nov. 2022. *Podcast*. Disponível em: https://www.cbc.ca/radio/spark/digital-data-has-an-environmental-cost-calling-it-the-cloud-conceals-that-researcher-says-1.6641268. Acesso em: 11 fev. 2026.

BRIDGES, L. E. From AI to PC: Reframing Artificial Intelligence as Parasitic Computation. *In:* REIA, J.; Forelle M.C.; WANG, Y (org.). *Reimagining AI for Environmental Justice and Creativity*. Charlottesville: Digital Technology for Democracy Lab, University of Virginia, 2025. p. 20-22.

CARVALHO, P. V. *Globalização da produção e desenvolvimento tecnológico:* ascensão chinesa e a disputa no setor de telecomunicações. 2024. 190 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) — Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais, Instituto de Humanidades, Artes e Ciências Professor Milton Santos, Universidade Federal da Bahia, 2024.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede.* (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v. 1). 6. ed. Tradução Roneide Venâncio Majer. Atualização Jussara Simões. São Paulo:Paz e Terra, 1999.

CELLARD, L.; PARKER, C.; HAINES, F. Beyond AI as an environmental pharmacon: Principles for reopening the problem-space of machine learning's carbon footprint. *Environment and Planning E: Nature and Space*, v. 8, n. 3, p. 1020-1045, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1177/25148486251332087. Acesso em: 6 set. 2025.

CHAGNON, C. W. *et al.* From extractivism to global extractivism: the evolution of an organizing concept. *The Journal of Peasant Studies*, v. 49, n. 4, p. 760-792, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1080/03066150.2022.2069015. Acesso em:: 11 fev. 2026.

CHESNAIS, F. *Finance Capital Today*: Corporations and Banks in the Lasting Global Slump. Leiden, Boston: Brill, 2016.

COMBER, R.; ERIKSSON, E. Computing as Ecocide. *In:* COMPUTING WITHIN LIMITS, 9., 2023, online. *Anais eletrônicos* [...]. [S. l.]: LIMITS, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.21428/bf6fb269.9fcdd0c0. Acesso em: 11 fev. 2026.

COULDRY, N.; MEJIAS, U. A. *The Costs of Connection:* How Data Is Colonizing Human Life and Appropriating It for Capitalism. Stanford: Stanford University Press, 2019.

COWEN, D. *The Deadly Life of Logistics*: Mapping Violence in Global Trade. Minneapolis, London: University of Minnesota Press, 2014.

SILVEIRA, S. A. Capitalismo digital. *Revista Ciências do Trabalho*, n. 20, p. 1-10, 2021. Disponível em: https://rct.dieese.org.br/index.php/rct/article/view/286. Acesso em: 11 fev. 2026.

DELFANTI, A. Machinic dispossession and augmented despotism: Digital work in an Amazon warehouse. *New Media & Society*, v. 23, n. 1, p. 39-55, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1461444819891613. Acesso em: 11 fev. 2026.

FERNANDES, B. S.; PEREGALLI, A.; CANETTIERI, T. Costurando a cidade: crise do capital, urbanização logística e entregadores de aplicativo. *Cadernos Metrópole*, v. 26, n. 59, p. 97-121, jan./abr. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2236-9996.2024-5905. Acesso em: 11 fev. 2026.

FOSTER, J. B. *Marx's Ecology*: Materialism and Nature. New York: Monthly Review Press, 2000.

FRASER, N. *Capitalismo canibal*: como nosso sistema está devorando a democracia, o cuidado e o planeta e o que podemos fazer a respeito. Tradução Aline Scatola. São Paulo: Autonomia Literária, 2024.

GALAZ, V. *Dark Machines*: How Artificial Intelligence, Digitalization and Automation is Changing our Living Planet. London, New York: Routledge, 2025.

GHOSN, R. Flow and its others: fixity, fragmentation, and friction. *In:* ACSA ANNUAL MEETING, 98., 2010, New Orleans. *Anais eletrônicos* [...]. Washington, DC: ACSA Press, 2010. p. 244-249. Disponível em: https://www.acsa-arch.org/proceedings/Annual%20Meeting%20Proceedings/ACSA.AM.98/ACSA.AM.98.30.pdf. Acesso em: 11 fev. 2026.

HAO, K. *Empire of AI:* Inside the Reckless Race for Total Domination. London: Allen Lane, 2025.