



## ARTIGOS E ENSAIOS

## O paradoxo do capital digital: inteligência artificial, crise climática e flexibilização ambiental

*The Paradox of Digital Capital: Artificial Intelligence, Climate Crisis, and Environmental Deregulation*

*La Paradoja del Capital Digital: Inteligencia Artificial, Crisis Climática y Flexibilización Ambiental*

**Pedro Alberto Cardoso Samuel<sup>1</sup>**

[orcid.org/0000-0002-2580-1870](https://orcid.org/0000-0002-2580-1870)  
[pedro@pedrosamuel.com](mailto:pedro@pedrosamuel.com)

**Recebido em:** 26 out. 2025.

**Aprovado em:** 26 out. 2025.

**Publicado em:** 15 dez. 2025.

**Resumo:** O presente artigo é fruto de tese de doutoramento que versou sobre os possíveis impactos da inteligência artificial no trabalho. Neste texto, o objetivo é analisar as contradições entre o avanço tecnológico representado pela inteligência artificial (IA) e a crise socioambiental contemporânea, destacando a forma como o capitalismo digital aprofunda a exploração do trabalho e a degradação ambiental. Partindo do método materialista histórico-dialético, busca-se demonstrar que o desenvolvimento tecnológico no capitalismo não é neutro, mas um instrumento de acumulação e dominação, que reorganiza a produção e amplia desigualdades globais.

**Palavras-chave:** capitalismo digital; inteligência artificial; crise climática; *data centers*; Rio Grande do Sul.

**Abstract:** This article is the result of a doctoral thesis that examined the possible impacts of artificial intelligence on labor. The objective of this work is to analyze the contradictions between technological advancement represented by artificial intelligence (AI) and the contemporary socio-environmental crisis, highlighting how digital capitalism deepens labor exploitation and environmental degradation. Based on the historical-dialectical materialist method, it seeks to demonstrate that technological development under capitalism is not neutral but rather an instrument of accumulation and domination that reorganizes production and amplifies global inequalities.

**Keywords:** digital capitalism; artificial intelligence; climate crisis; data centers; Rio Grande do Sul.

**Resumen:** El presente artículo es fruto de una tesis doctoral que abordó los posibles impactos de la inteligencia artificial en el trabajo. El objetivo de este estudio es analizar las contradicciones entre el avance tecnológico representado por la inteligencia artificial (IA) y la crisis socioambiental contemporánea, destacando cómo el capitalismo digital profundiza la explotación del trabajo y la degradación ambiental. A partir del método materialista histórico-dialéctico, se busca demostrar que el desarrollo tecnológico en el capitalismo no es neutro, sino un instrumento de acumulación y dominación que reorganiza la producción y amplía las desigualdades globales.

**Palabras clave:** capitalismo digital; inteligencia artificial; crisis climática; centros de datos; Rio Grande do Sul.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença  
[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### 1 Introdução

O fim do capitalismo está próximo. Talvez não por um processo revolucionário como previsto por Marx (2013) e mais pelo fim da coexistência da

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

humanidade com a vida biológica na Terra. Esta, por sinal, não irá acabar e sim continuar, só que com outras espécies. Aliás, já existia antes dos homínidos há 2,5 milhões de anos e continuará após a passagem do *Homo sapiens*.

A previsão de Marx (2013) era a de que o capitalismo carregava em si as contradições que levariam ao seu fim, pela luta de classes e pela incapacidade de sustentar a exploração indefinidamente. E estava certo, pois a exploração infinita da natureza não é possível, está cada vez mais evidente, basta abrirmos os jornais e vermos os efeitos das mudanças climáticas no mundo inteiro.

Talvez a previsão mais distante feita por Marx seja a superação do modo de produção capitalista pela ação consciente do proletariado revolucionário. A possibilidade de um "fim do capitalismo" não por superação política mas por colapso ecológico arrastaria junto a própria humanidade. Seria um fim "não emancipatório", mas catastrófico.

Então temos um paradoxo: o capitalismo cria as condições materiais que permitem a vida humana em grande escala como estamos acostumados hoje, mas ao mesmo tempo mina a possibilidade de continuidade dessa vida. Não se trata de "melhorar o capitalismo" com reformas verdes ou ESG, porque essas medidas apenas prolongam o ciclo de acumulação. Qual a única solução possível? A mudança da produção em alta escala, o fim da obsolescência programada e a busca desenfreada pelo lucro. Ou melhor, a escolha de um novo modo de produção.

O capitalismo se desenvolveu a partir de sucessivas revoluções tecnológicas que ampliaram exponencialmente a capacidade produtiva da humanidade. A Primeira Revolução Industrial, com a introdução da máquina a vapor e a mecanização do trabalho, transformou radicalmente o processo produtivo e marcou a submissão do trabalhador ao ritmo da máquina. A Segunda Revolução Industrial, impulsionada pela eletricidade, pelo aço e pelo motor a combustão, consolidou a produção em massa e inaugurou o consumo em larga escala. Já a Terceira Revolução, baseada na

microeletrônica, na informática e na automação, permitiu o salto para a globalização produtiva, reorganizando cadeias de valor em escala mundial. Cada uma dessas etapas foi saudada como avanço civilizatório, mas também aprofundou as contradições do capital: aumento da exploração do trabalho, destruição ambiental e concentração de riqueza em poucos polos de poder.

Hoje, assiste-se à consolidação de um processo tecnológico marcado pela inteligência artificial, pela digitalização e pela interconexão em rede. Essa etapa representa não apenas a automação de tarefas manuais, mas também a substituição de atividades intelectuais, desafiando frontalmente o papel humano na produção. Entretanto, também gera impactos no meio ambiente ampliando as ameaças a própria continuidade da vida no Planeta se submetida unicamente ao imperativo da acumulação capitalista.

Os *data centers* nos quais dados são armazenados e impulsionam respostas cada vez mais rápidas pelos programas baseados em sistemas autônomos inteligentes consomem grande quantidade de energia elétrica. Eles armazenam e processam informações, podendo ser divididos em dois tipos: nuvem (*cloud*), para operar serviços na internet, e IA, para treinar modelos de linguagem complexos.

O principal projeto de *data centers* no Rio Grande do Sul é a *Scala AI City*, um complexo de grande escala em Eldorado do Sul, com investimento inicial de R\$ 3 bilhões. O empreendimento visa criar o maior polo de infraestrutura digital da América do Sul, impulsionar a inteligência artificial no Brasil e gerar cerca de 3 mil empregos diretos e indiretos. O projeto também busca atrair cargas internacionais de IA, aproveitar a energia limpa do estado e a conexão com o cabo submarino Malbec, que une São Paulo, Rio de Janeiro e Buenos Aires (Estado [...], 2024, 2025; Gonzatto, 2024; Mozelli, 2025).

O presente artigo pretende analisar, portanto: de que forma a inteligência artificial e seus suportes infraestruturais (*data centers*) evidenciam o paradoxo entre avanço tecnológico e crise socioambiental no capitalismo?

Adota-se como método de análise o materialismo histórico-dialético, por compreender que a realidade social deve ser apreendida em sua totalidade, considerando as contradições imanentes ao modo de produção capitalista. A pesquisa é de caráter bibliográfica e documental. Justifica-se pela necessidade de articular teoria e prática social, situando o fenômeno em estudo – o avanço tecnológico representado pela inteligência artificial e pela infraestrutura de *data centers* – dentro das determinações históricas do capitalismo, de modo a apreender suas contradições e implicações sociais.

## 2 O desenvolvimento tecnológico e a reorganização do modo de produção

O capitalismo se constituiu historicamente como um modo de produção dinâmico, orientado pela necessidade de acumulação ampliada e pela constante busca de novas formas de extração de mais-valia. Nesse processo, o desenvolvimento tecnológico não se apresenta como elemento neutro, mas como força motriz que reorganiza profundamente a produção e a sociabilidade. A cada revolução tecnológica, assistiu-se a uma expansão sem precedentes da capacidade produtiva, acompanhada por um recrudescimento das contradições sociais, ambientais e econômicas (Harvey, 2004).

A Primeira Revolução Industrial, marcada pela introdução da máquina a vapor e pela mecanização fabril, transformou radicalmente a base produtiva. O trabalhador foi submetido a um novo regime temporal, no qual o ritmo da máquina passou a determinar a cadência do labor. Esse processo rompeu com formas anteriores de organização artesanal, concentrando os meios de produção nas fábricas e intensificando a separação entre trabalho vivo e trabalho morto. Marx (2013, p. 543) destaca que a maquinaria capitalista "torna-se o mais poderoso meio para reduzir o tempo de trabalho necessário e, ao mesmo tempo, transformar toda a vida do trabalhador em tempo de trabalho".

Com a difusão da eletricidade, a utilização do aço e o advento do motor a combustão, consoli-

dou-se a produção em massa. Esse período não apenas intensificou a urbanização e a concentração fabril, como também deu origem a um novo padrão de consumo. A mercadoria deixou de ser voltada exclusivamente à necessidade imediata e passou a integrar um sistema de produção em larga escala. O fordismo e o taylorismo constituíram expressões organizacionais desse estágio, disciplinando o trabalho humano segundo a lógica da eficiência máxima (Landes, 1994).

O século XX testemunhou um salto qualitativo com o advento da microeletrônica, da informática e da automação. A chamada Terceira Revolução Industrial permitiu a reestruturação produtiva em escala global, deslocando cadeias de valor e consolidando a interdependência internacional do capital (Pérez, 2003). Nesse contexto, a lógica do *just-in-time*, a financeirização e a flexibilização produtiva marcaram uma nova etapa de exploração do trabalho. O capital não apenas reduziu postos industriais, mas também expandiu formas de precarização em serviços e atividades terceirizadas, especialmente na periferia do sistema (Marini, 2000).

Na contemporaneidade, a digitalização, a inteligência artificial (IA) e a interconexão em rede representam um novo patamar de desenvolvimento das forças produtivas. Diferentemente das etapas anteriores, em que a automação incidia sobretudo sobre tarefas manuais, a IA amplia a substituição de funções intelectuais e cognitivas. Como observa Sotelo Valência (2022), a intensificação tecnológica no capitalismo periférico não significa emancipação, mas maior exploração via elevação da mais-valia relativa. Sob o imperativo da acumulação, tais inovações não têm se revertido em redução da jornada, mas em controle algorítmico e expansão do exército industrial de reserva (Marx, 2013).

Cada revolução tecnológica foi saudada como avanço civilizatório, mas trouxe consigo efeitos contraditórios. A ampliação da produtividade esteve sempre vinculada à exploração crescente do trabalho, à destruição ambiental e à concentração da riqueza. O estágio atual não foge à regra: a expansão de *data centers*, cadeias logísticas automatizadas e sistemas de vigilância

digital produz novas formas de precarização e pressiona os limites ecológicos. Para Harvey (2004), a tecnologia no capitalismo atua como mecanismo de “desvalorização criativa”, resolvendo momentaneamente crises de rentabilidade, mas engendrando novas contradições.

Portanto, o desenvolvimento tecnológico, longe de representar um processo linear de progresso, deve ser compreendido como parte constitutiva da lógica de acumulação capitalista. Cada salto técnico reorganiza o modo de produção, redefine a posição do trabalho vivo e intensifica as contradições sociais. A atual etapa da inteligência artificial expressa de forma aguda esse movimento: ao mesmo tempo que promete ganhos de eficiência inéditos, ameaça a continuidade da vida digna do trabalhador e acirra a crise socioambiental em escala global (Netto; Braz, 2012).

Diante desse panorama teórico, torna-se fundamental compreender como as contradições estruturais do capitalismo se expressam nas formas atuais de desenvolvimento tecnológico. A inteligência artificial e a expansão global dos *data centers*, longe de se configurarem como soluções neutras ou sustentáveis, revelam-se como manifestações concretas da lógica de acumulação que intensifica o consumo energético, pressiona recursos hídricos e amplia a pegada ecológica da infraestrutura digital. Assim, a próxima seção busca examinar criticamente os impactos ambientais associados a essas tecnologias, articulando teoria e realidade material, para demonstrar como o avanço técnico sob o capital não elimina, mas aprofunda a crise socioambiental em curso.

### 3 O problema da mudança climática

A crise climática e ecológica constitui a maior ameaça já enfrentada pela humanidade, colocando em risco não apenas ecossistemas específicos, mas a própria possibilidade de continuidade da vida humana na Terra (Thunberg, 2023).

Estudos recentes apontam que a temperatura média global já se elevou em cerca de 1,2°C desde a era pré-industrial, sendo inequívoca a

influência humana no aquecimento da atmosfera, dos oceanos e da terra. Constata-se, ainda, que mudanças rápidas e generalizadas já ocorreram na atmosfera, nos oceanos, na criosfera e na biosfera (IPCC, 2021).

Pesquisas demonstram também que as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera – incluindo dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos e gases fluorados – atingiram níveis inéditos em milhões de anos, alcançando em 2022 aproximadamente 420 ppm de CO<sub>2</sub><sup>2</sup>, valor muito superior às médias históricas. Além disso, desde 1991, a humanidade emitiu mais dióxido de carbono do que em todo o restante da sua história anterior. Estimativas do IPCC indicam que, se as taxas atuais de emissões forem mantidas, o orçamento de carbono capaz de limitar o aquecimento global a 1,5°C poderá ser ultrapassado antes de 2030 (Thunberg, 2023).

Segundo estimativas globais, o mundo lança cerca de 51 bilhões de toneladas de gases de efeito estufa por ano na atmosfera. Esses números variam, mas seguem em tendência de crescimento, e a redução das emissões a zero é considerada condição indispensável para conter o aquecimento global e evitar os piores efeitos das mudanças climáticas. Entretanto, praticamente todas as atividades vinculadas à vida moderna – a exemplo da produção agrícola, dos processos industriais e dos meios de transporte – acarretam a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. E

Esse número, zero, não é negociável. Se não pararmos de lançar gases efeito estufa à atmosfera, a temperatura continuará a subir. Eis uma analogia bastante útil: o clima é como uma banheira enchida lentamente. Mesmo se fecharmos um pouco a torneira e deixarmos apenas um fio de água escorrendo, em algum momento a banheira acabará transbordando. Esse é o tipo de desastre do qual temos que nos prevenir. Estabelecer a meta de apenas reduzir as emissões – em lugar de acabar de vez com elas – não será suficiente. A única meta sensata é zero (Gates, 2021, p. 15).

Os gases de efeito estufa possuem a capacidade de reter calor, elevando a temperatura média da superfície terrestre. Quanto maior a

<sup>2</sup> A leitura “420 ppm de CO<sub>2</sub>” significa que há 420 partes por milhão de monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no ar.

concentração desses gases na atmosfera, maior tende a ser o aquecimento global. Além disso, uma parcela significativa de tais emissões permanece ativa por extensos períodos, sendo que aproximadamente um quinto do dióxido de carbono liberado atualmente ainda persistirá após dez mil anos. Esse é o motivo pelo qual precisamos chegar à meta de zero emissões de gases (Gates, 2021).

Entre 1850 e 2021, alguns países foram responsáveis por uma parcela desproporcional das emissões acumuladas: os Estados Unidos lideraram com 420 GtCO<sub>2</sub><sup>3</sup>, seguidos por China com 241,8 GtCO<sub>2</sub>, Rússia com 117,3 GtCO<sub>2</sub> e Alemanha com 93,1 GtCO<sub>2</sub>. Caso as políticas atuais não sejam alteradas, projeta-se que o aquecimento global possa alcançar 3,2°C até o final do século XXI (IPCC, 2021).

No período pré-industrial, o ciclo de carbono na terra estava em relativo equilíbrio, o que significa que a natureza, como as plantas, absorvia a mesma quantidade de dióxido de carbono emitida. O que alterou foi a queima de combustíveis fósseis: petróleo, carvão ou gás natural (Gates, 2021).

Pesquisadores (Angus, 2023; Saito, 2024) sugere-

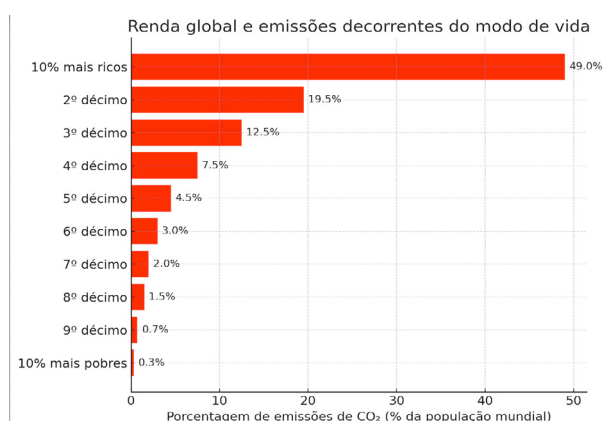
rem que estamos vivendo no Antropoceno, novo período geológico após o Holoceno, que durou de 10 mil a 12 mil anos. Introduzido na discussão por Paul Crutzen, em 2000, o Antropoceno

[...] resume a ideia de que os seres humanos se tornaram a principal fonte geológica emergente que hoje afeta o futuro do sistema terrestre. Embora muitas vezes seja datado da Revolução Industrial (fim do século XVIII), o surgimento do Antropoceno remonta mais precisamente ao fim da década de 1940 e ao início da década de 1950. Evidências científicas recentes sugerem que houve um pico por volta de 1950, marcando uma Grande Aceleração do impacto humano sobre o meio ambiente, e o traço estratigráfico mais dramático da ruptura antropogênica encontra-se na precipitação de radionuclídeos proveniente dos testes com armas nucleares (Angus, 2023)<sup>4</sup>.

Contudo, ao contrário do que sugere a retórica dominante que atribui responsabilidade difusa à "humanidade" como um todo, os dados empíricos demonstram que a contribuição para o colapso climático é profundamente desigual.

O grupo dos 1% mais ricos da população mundial é responsável por mais do que o dobro da poluição por carbono do que a soma da metade mais pobre da humanidade (Thunberg, 2023) (gráfico 1).

**Gráfico 1** – Renda Global e as Emissões Provenientes dos Modos de Vida



**Fonte:** elaboração própria com base nos dados de Thunberg (2023).

<sup>3</sup> 420 GtCO<sub>2</sub> é um estoque ou limite de emissões globais de carbono, o que refere a uma medida de estoque ou emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em gigatoneladas, ligado ao conceito de "orçamento de carbono" (*carbon budget*).

<sup>4</sup> Embora não seja objeto central deste artigo, importante referir que a discussão acerca do Antropoceno não pode ser dissociada da lógica bélica e destrutiva do capitalismo em sua fase imperialista. O marco estratigráfico da chamada Grande Aceleração, associado à precipitação de radionuclídeos decorrente dos testes nucleares pós-Segunda Guerra Mundial, explicita como a guerra e a corrida armamentista estiveram no centro da reorganização do sistema mundial no século XX. A guerra nuclear deve ser compreendida como parte de uma dinâmica mais ampla, em que o capitalismo, orientado pela lógica de acumulação incessante, converte a própria produção bélica em setor estratégico da economia.

O gráfico revela de forma cristalina a contradição estrutural do capitalismo: a apropriação desigual da riqueza mundial e a correspondente desigualdade na responsabilidade pelas emissões de CO<sub>2</sub>. Enquanto os 10% mais ricos concentram quase metade das emissões globais, os 50% mais pobres respondem por apenas 7%, apesar de constituírem a maioria da humanidade. Isso se expressa também na relação entre renda e o uso de energia, a renda *per capita* de um país e a quantidade de eletricidade utilizada por sua população (Gates, 2021).

A relação entre renda e consumo energético constitui outro elemento central na compreensão das dinâmicas contemporâneas do desenvolvimento. Em termos gerais, observa-se que, quanto maior a renda *per capita* de um país, maior tende a ser a demanda por energia elétrica, seja para fins produtivos, seja para o consumo doméstico. Essa associação reflete a centralidade da energia como insumo indispensável à vida moderna, articulando-se aos processos de industrialização, urbanização e ampliação do acesso a bens e serviços que demandam eletricidade.

Sob a perspectiva das desigualdades globais, tal fenômeno revela o caráter assimétrico do desenvolvimento. Enquanto países de alta renda apresentam padrões de consumo energético intensivos, que viabilizam a expansão de setores tecnológicos e de serviços de alta complexidade, grande parte dos países de baixa renda ainda convive com cenários de exclusão energética, em que parcelas significativas da população não possuem acesso adequado à eletricidade. Essa desigualdade evidencia a concentração de recursos energéticos como expressão material da divisão internacional do trabalho e da renda.

No entanto, o aumento do consumo energético não se restringe a implicações econômicas e sociais, mas também comporta impactos ambientais significativos. À medida que a elevação da renda estimula maior utilização de eletricidade e, conseqüentemente, a expansão da produção industrial e do consumo de bens, intensificam-se as emissões de gases de efeito estufa, sobretudo quando a matriz energética é predominantemente dependente de combustíveis fósseis.

Desse modo, a correlação entre renda e energia torna-se um ponto nevrálgico para os debates acerca da sustentabilidade, uma vez que traduz a tensão entre crescimento econômico, padrões de consumo e limites ambientais.

Esse dado confirma que a crise ecológica não é resultado de uma "humanidade abstrata", mas sim de um modo de produção baseado na acumulação capitalista. A exploração da natureza, assim como do trabalho, está organizada segundo a lógica da mais-valia: o capital maximiza lucros apropriando-se de recursos ambientais como se fossem infinitos, transferindo os custos da degradação para a classe trabalhadora e para os países periféricos.

O discurso dominante costuma imputar a responsabilidade da crise climática a "todos", diluindo a culpa. No entanto, o gráfico desmonta essa ideologia, mostrando que a pegada ecológica acompanha diretamente a posição de classe e a concentração de renda. Ou seja, não se trata de um "problema de consumo individual", mas da forma como o sistema organiza a produção, distribuindo os benefícios e externalizando os danos.

Isso torna evidente a necessidade de um combate definitivo ao modo de produção capitalista, pois a humanidade enfrenta os limites absolutos do sistema, sobretudo em decorrência das emissões de dióxido de carbono resultantes da queima contínua de combustíveis fósseis desde a Revolução Industrial. O avanço tecnológico, ao possibilitar a expansão desmedida da economia, desencadeou efeitos cumulativos que se manifestam na elevação descontrolada da temperatura média global, na intensificação de secas e chuvas extremas, na ocorrência de incêndios de grandes proporções, no derretimento das calotas polares, na elevação do nível dos mares, na ampliação das chamadas "zonas de sacrifício", na contaminação difusa dos bens comuns e na perda acelerada da biodiversidade. Ressalta-se, entretanto, que tais impactos recaem de maneira desproporcional sobre os povos do Sul Global, os quais, em sua maioria vulnerável, são compelidos a enfrentar migrações climáticas forçadas e condições de trabalho degradantes em busca

de sobrevivência (Saito, 2024).

Ao evidenciar que o desenvolvimento tecnológico sob o capitalismo não se apresenta como um processo neutro, mas como força motriz da intensificação da exploração e da degradação ambiental, torna-se necessário analisar como tais contradições se materializam em contextos específicos. O caso recente das enchentes históricas que atingiram o Rio Grande do Sul em 2024 exemplifica de forma dramática a interação entre crise climática e vulnerabilidades sociais, ao mesmo tempo que expõe a contradição de se projetar, em meio ao colapso ambiental, a instalação de megainfraestruturas digitais de alto impacto, como a chamada *Scala AI City* em Eldorado do Sul. Dessa forma, a reflexão que segue busca articular os efeitos globais das mudanças climáticas com a realidade concreta de um território duramente atingido por eventos extremos, mas escolhido como polo estratégico para o avanço da inteligência artificial e da acumulação digital.

#### 4 A expansão dos *data centers*: entre a catástrofe climática e o capital digital

Em abril-maio de 2024, Porto Alegre foi gravemente afetada por um episódio de enchentes históricas, inserido numa crise de magnitude estadual que implicou impactos socioambientais, econômicos e estruturais profundos. As fortes chuvas que se estenderam desde o final de abril até início de maio romperam patamares de precipitação tradicionais, elevando drasticamente o nível do Lago Guaíba – que acumulou 564,8 mm de chuva (INMET, 2025), superando registros anteriores e configurando um dos maiores desastres relacionados ao clima já vivenciados na capital gaúcha.

Além do volume pluviométrico excepcional, o evento escancarou fragilidades da infraestrutura urbana, especialmente nos sistemas de drenagem e de controle de cheias, bem como deficiências na manutenção de diques, comportas e estações de bombeamento. Os efeitos imediatos se estenderam para perda de moradia, interrupção de serviços públicos essenciais (água,

eletricidade, transporte), danos de infraestrutura e estabelecimentos comerciais, riscos à saúde pública decorrentes de contaminação hídrica. A magnitude do desastre motivou a decretação de estado de calamidade pública e acionamentos emergenciais por parte das autoridades municipais, estaduais e federais (CIDH, 2025).

As enchentes históricas que atingiram Porto Alegre e diversas regiões do Rio Grande do Sul em 2024 não podem ser compreendidas apenas como um evento extremo isolado, mas como expressão concreta dos efeitos das mudanças climáticas em curso. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021) já havia alertado que o aquecimento global intensifica a frequência e a severidade de eventos hidrometeorológicos extremos, como chuvas torrenciais, inundações e deslizamentos de terra.

No caso brasileiro, estudos recentes apontam que o aumento da temperatura média, associado ao desequilíbrio dos regimes de precipitação, tem resultado em maior irregularidade climática, combinando períodos de estiagem prolongada com episódios de precipitação concentrada em curtos intervalos de tempo (ANA, 2023; INPE, 2022). Isso contribui para a intensificação dos desastres naturais, sobretudo em áreas urbanas que já enfrentam fragilidades estruturais em drenagem, saneamento e ocupação do solo.

O evento de 2024 no Rio Grande do Sul se insere nesse contexto e, além disso, relatórios da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2023) identificam a região sul do Brasil como altamente vulnerável a extremos climáticos associados tanto ao aquecimento do Atlântico quanto à intensificação do fenômeno El Niño, que em 2023/2024 esteve entre os mais intensos das últimas décadas.

Em um contexto de intensificação das consequências dos efeitos das mudanças climáticas, o Estado do Rio Grande do Sul e a Scala Data Centers, empresa privada, assinaram recentemente acordo para maior projeto de infraestrutura digital do estado gaúcho, com investimento inicial de R\$ 3 bilhões (podendo chegar a 500 bilhões) para a construção da "cidade de *data centers*"

na cidade de Eldorado do Sul (Governo [...], 2024; Repórter Brasil, 2025).

O projeto faz parte da iniciativa conhecida como "AI City", que busca posicionar o Rio Grande do Sul como polo de tecnologia e inovação na América Latina, com capacidade para atrair empresas globais de tecnologia. O empreendimento deve contar com apoio institucional e logístico do governo estadual, além de envolver incentivos para infraestrutura local (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024).

Em 2024, Eldorado do Sul foi uma das localidades mais afetadas pelo evento extremo de chuvas intensas que inundaram grande parte do Rio Grande do Sul. Dos 39.556 habitantes, cerca de 32.500 foram atingidos – isso corresponde a 82,2% da população. Do total de domicílios da cidade, estimado em 20.800 imóveis, cerca de 15.100 foram atingidos pela inundação (enchentes, enxurradas ou deslizamentos) – isso seria cerca de 72,95% dos imóveis (Terra, 2025). Entretanto, o terreno onde está sendo construído o *data center* não foi atingido pela enchente (Repórter Brasil, 2025).

De acordo com legislação municipal aprovada, Lei Municipal n. 5.949/24 de Eldorado do Sul, especificamente publicada para viabilizar o empreendimento, o processo de licenciamento ocorrerá de maneira simplificada e baseada na autodeclaração. Ressalta-se que, até o momento, não existem normas específicas que regulamentem o licenciamento ambiental de *data centers* na esfera estadual do Rio Grande do Sul, tampouco no âmbito federal brasileiro.

O licenciamento ambiental simplificado, adotado no município de Eldorado do Sul para viabilizar a implantação do polo de *data centers*, constitui um exemplo de flexibilização regulatória em favor do capital. Ao substituir procedimentos mais rigorosos de avaliação ambiental por mecanismos autodeclarat rios e de tramitação acelerada, transfere-se ao empreendedor o protagonismo sobre a aferição de impactos, reduzindo-se o papel fiscalizador do Estado. Tal dinâmica, ainda que justificada pelo discurso da modernização e da atração de investimentos, implica riscos significativos à sustentabilidade socioambiental

e à segurança coletiva.

É preciso reconhecer que empreendimentos do porte de grandes *data centers* não podem ser considerados de "baixo impacto",   medida que, "[...] em geral, *data centers* exigem volumes significativos de energia e água para sua operação e para o resfriamento dos equipamentos. Outro componente que infla a pegada ambiental é o lixo eletr nico gerado pela alta demanda das máquinas" (Repórter Brasil, 2025).

A Scala Data Centers prevê que o complexo chamado *Scala AI City* terá uma demanda elétrica de cerca de 4,75 GW quando em operação plena. Esse valor supera a capacidade de geração de grandes hidrelétricas brasileiras, como a usina de Jirau (cerca de 3,7 GW), que hoje abastece aproximadamente 40 milhões de pessoas (Repórter Brasil, 2025). Um relatório recente da consultoria JLL calcula que todos os *data centers* em operação na área de Porto Alegre somam hoje apenas 11 MW. E, em termos comparativos, 4,75 GW de consumo é o equivalente a todo o estado do Rio de Janeiro (Setti, 2024).

A Scala Data Centers já havia inaugurado, no final de 2023, um *data center* em Porto Alegre com capacidade de 4,8 MW, fruto de um investimento de aproximadamente R\$ 240 milhões. Contudo, esse ativo foi severamente impactado pelas enchentes de 2024, permanecendo inoperante por 68 dias (Setti, 2024).

O Ministério de Minas e Energia (MME) autorizou uma reserva energética de 5 gigawatts (GW) para a *Scala AI City*, que será instalada em Eldorado do Sul. Essa autorização é a maior reserva energética já concedida para uma empresa de *data centers* no Brasil (Rio Grande do Sul, 2025).

Enquanto o governo federal autoriza a maior reserva energética da história do país para viabilizar a instalação da *Scala AI City* em Eldorado do Sul, a realidade cotidiana dos consumidores brasileiros segue marcada pela elevação constante das tarifas de energia elétrica. Entre 2010 e 2024, as tarifas de energia elétrica no mercado regulado acumularam um aumento de 177%, passando de cerca de R\$ 112/MWh para R\$ 310/MWh. Esse crescimento supera em cerca de 45% a inflação no mesmo período – o IPCA acumulado foi de

aproximadamente 122% (Abraceel, 2025).

Nos últimos anos, o custo da conta de luz para famílias e pequenas empresas tem sido pressionado por uma combinação de fatores: crise hídrica, dependência de termelétricas, encargos setoriais e repasses inflacionários. Como resultado, o acesso à energia tornou-se um dos principais vetores de desigualdade social no Brasil, penalizando especialmente as camadas mais pobres.

Somando-se Eldorado e outros empreendimentos de armazenamento e processamento de dados previstos para o Brasil – nas cidades do Rio de Janeiro (RJ), Maringá (PR) e Uberlândia (MG) –, o consumo de energia equivalerá ao de 16,4 milhões de residências. Um quinto *data center* será construído em Caucaia (CE) e poderá ser usado pelo TikTok (Silva, 2025).

O *site* Data Center Map lista 189 data centers no Brasil (Data Center Map, 2025). Enquanto um *data center* voltado para inteligência artificial pode alcançar níveis de consumo energético equivalentes ao de milhões de residências, um *data center* convencional, com potência instalada de aproximadamente 20 megawatts, pode apresentar consumo diário semelhante ao de cerca de 80 mil casas. O setor funciona de forma semelhante ao mercado imobiliário de locações, em que o cliente instala os equipamentos e a empresa responsável pelo espaço garante a provisão de energia e refrigeração – fatores que, diante da alta demanda dos *data centers* de IA, tornam-se elementos críticos do ponto de vista ambiental (Silva, 2025). Isso, porque os equipamentos poderosos que são usados nesses centros esquentam muito e exigem um sistema de refrigeração adequado, que pode ser abastecido com água.

A inteligência artificial tem sido cada vez mais incorporada ao nosso dia a dia. Cada solicitação enviada a sistemas de inteligência artificial aciona uma rede complexa de servidores, cujo processamento demanda elevado consumo de energia elétrica, produção significativa de calor e, em diversos casos, utilização intensiva de água para o resfriamento dos equipamentos. Intera-

ções mais complexas com modelos generativos, como o ChatGPT, podem demandar entre 0,1 e 1 watt-hora por pergunta. Para fins comparativos, carregar um celular de 0% a 100% consome, em média, 3 watt-hora, o que significa que uma única consulta ao *chatbot* pode chegar a um terço desse valor. Estimativa divulgada pela plataforma BestBrokers em 2024 calcula que o ChatGPT consome aproximadamente 453,6 milhões de kWh por ano para atender às demandas de cerca de 200 milhões de usuários ativos semanais (Alves, 2024).

O consumo massivo de energia elétrica e de água, aliado à necessidade de sistemas de resfriamento e à produção de resíduos eletrônicos, revela um potencial de impactos cumulativos que ultrapassa os limites municipais e se conecta a desafios globais, como a mudança climática e a pressão sobre recursos hídricos. Nesse sentido, a adoção de um licenciamento simplificado para empreendimentos de alta complexidade ambiental representa não apenas uma incongruência técnica, mas também um retrocesso na perspectiva da precaução ambiental.

Embora não detalhe especificamente os incentivos, a lei municipal n. 5.949/24 de Eldorado do Sul também abre brechas para possíveis incentivos fiscais, de infraestrutura ou urbanísticos ao mencionar que o ente público poderá conceder, por meio de lei específica, isenção de tarifas e tributos municipais, além de colaboração na execução de projetos de proteção ambiental.

### Considerações finais

A análise realizada permite evidenciar que as enchentes históricas de 2024 no Rio Grande do Sul e, em particular, a situação de Porto Alegre e Eldorado do Sul não constituem meramente acidentes climáticos isolados, mas expressam os limites absolutos de um sistema global cuja lógica de acumulação depende da exploração incessante da natureza e do trabalho humano. O colapso ambiental observado no estado gaúcho se articula diretamente com a dinâmica do capitalismo contemporâneo, no qual a crise climática não é um desvio, mas uma consequen-

ência estrutural.

Nesse contexto, a expansão dos *data centers* e da chamada "inteligência artificial generativa" inscreve-se como uma das faces mais agudas dessa contradição. O avanço tecnológico, frequentemente celebrado como sinônimo de modernização e progresso, revela-se também como vetor de intensificação das desigualdades sociais, do consumo energético desmedido e da flexibilização de normas ambientais e fiscais em favor do grande capital. A "AI City", projetada em Eldorado do Sul, simboliza esse paradoxo: ao mesmo tempo que promete reposicionar o Rio Grande do Sul como polo global de inovação, sua instalação é garantida por renúncias fiscais, reservas energéticas excepcionais e licenciamento ambiental simplificado – medidas que contrastam com a realidade da população, que enfrenta tarifas elevadas de energia e condições crescentes de vulnerabilidade climática.

A contradição essencial, portanto, emerge de forma cristalina: o mesmo capitalismo que produz a crise climática, ao intensificar o uso de combustíveis fósseis, expandir zonas de sacrifício e precarizar a vida no Sul Global, apresenta como solução um novo ciclo de acumulação baseado em tecnologias digitais e inteligência artificial – tecnologias essas cuja infraestrutura, materializada em gigantescos *data centers*, aprofunda a pressão sobre recursos naturais e energéticos. A promessa de inovação, competitividade e modernização esconde, assim, a reprodução ampliada das desigualdades sociais e ambientais.

A crítica marxista mostra-se fundamental para compreender a essência desse processo. O que está em jogo não é apenas a eficiência de uma tecnologia ou a capacidade de mitigação de seus impactos, mas a própria racionalidade do capital, que converte ciência e técnica em instrumentos de valorização econômica, mesmo diante da ameaça concreta à sobrevivência coletiva. O futuro que se projeta a partir dessa dinâmica é marcado pela tensão entre destruição e possibilidade de transformação: ou se mantém a trajetória de expansão predatória do capital digital, com custos sociais e ambientais insustentáveis, ou se

constrói um horizonte alternativo que subordine o desenvolvimento tecnológico às necessidades humanas e à preservação dos bens comuns, organizando um novo sistema produtivo, para além do próprio capitalismo.

Portanto, é preciso posicionar-se urgentemente em relação ao que se pretende sustentar coletivamente.

## Referências

ABRACEEL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA. Tarifa de energia elétrica sobe 45% acima da inflação em 15 anos. Destaques, [s. l.], 9 jun. 2025. Disponível em: <https://abraceel.com.br/destaques/2025/06/tarifa-de-energia-eletrica-sobe-45-acima-da-inflacao-em-15-anos/>. Acesso em: 14 set. 2025.

ALVES, Luis. Quanto o ChatGPT gasta de energia para responder a uma pergunta? Metrôpoles, [s. l.], 5 abr. 2024. Disponível em: <https://www.metropoles.com/ciencia/gasto-energia-pergunta-chatgpt>. Acesso em: 14 set. 2025.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2023. Brasília, 2023.

ANGUS, Ian. Enfrentando o antropoceno: capitalismo fóssil e a crise do sistema terrestre. São Paulo: Boitempo, 2023.

CIDH – COMISSÃO INTERAMERICANA DE DIREITOS HUMANOS. Impactos das enchentes no Rio Grande do Sul: observações e recomendações para a garantia dos direitos econômicos, sociais, culturais e ambientais. Relatório da visita de trabalho da REDESCA ao Brasil. Doc. 50. Brasília: OEA / REDESCA / CIDH, 31 mar. 2025. Disponível em: [https://www.oas.org/pt/cidh/relatorios/pdfs/2025/informe\\_redesca\\_brasil\\_pt.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.oas.org/pt/cidh/relatorios/pdfs/2025/informe_redesca_brasil_pt.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 14 set. 2025.

DATA CENTER MAP. Data Centers – Database. Disponível em: [https://www.datacentermap.com/datacenter-s/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.datacentermap.com/datacenter-s/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 14 set. 2025.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Governo detalha projeto de instalação de data center para representantes do poder público de Eldorado do Sul. Portal do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 24 set. 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/governo-detalha-projeto-de-instalacao-de-data-center-para-representantes-do-poder-publico-de-eldorado-do-sul>. Acesso em: 31 ago. 2025.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Ministério de Minas e Energia autoriza reserva energética para cidade de data centers no Rio Grande do Sul. Portal do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 14 maio 2025. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/ministerio-de-minas-e-energia-autoriza-reserva-energetica-para-cidade-de-data-centers-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 31 ago. 2025.

GATES, Bill. Como evitar um desastre climático: as soluções que temos e as inovações necessárias. São Paulo: Companhia das Letras, 2021.

GONZATTO, Marcelo. Eldorado do Sul aposta em data center bilionário para evitar perda de moradores e reerguer município. GaúchaZH, Porto Alegre, 12 set. 2024. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2024/09/eldorado-do-sul-aposta-em-data-center-bilionario-para-evitar-perda-de-moradores-e-reerguer-municipio-cm0zquiug00ca01z2io0ykza5.html>. Acesso em: 31 ago. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Com investimento de R\$ 3 bilhões, Estado e Scala Data Centers assinam acordo para o maior projeto de infraestrutura digital do RS. Portal do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 11 set. 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/com-investimento-inicial-de-r-3-bilhoes-governo-do-rs-e-scala-data-centers-assinam-acordo-para-o-maior-projeto-de-infraestrutu>. Acesso em: 14 set. 2025.

HARVEY, David. O novo imperialismo. Tradução de Emir Sader. São Paulo: Loyola, 2004.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Inundação histórica no Rio Grande do Sul completa um ano. Disponível em [https://portal.inmet.gov.br/noticias/inundacao-historica-no-rio-grande-do-sul-completa-um-ano?utm\\_source=chatgpt.com](https://portal.inmet.gov.br/noticias/inundacao-historica-no-rio-grande-do-sul-completa-um-ano?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 14 set. 2025.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Relatório sobre mudanças climáticas e extremos hidrológicos no Brasil. São José dos Campos, 2022.

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

LANDES, David S. Prometeu desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa Ocidental, desde 1750 até a nossa época. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

MARINI, Ruy Mauro. Dialética da dependência. Petrópolis: Vozes, 2000.

MARX, Karl. O capital: crítica da economia política. O processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. Livro I.

MOZELLI, Rodrigo. Conheça a "cidade data center" em construção no Brasil. Olhar Digital, São Paulo, 23 abr. 2025. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2025/04/23/pro/conheca-a-cidade-data-center-em-construcao-no-brasil/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

NETTO, José Paulo; BRAZ, Marcelo. Economia política: uma introdução crítica. São Paulo: Cortez, 2012.

PÉREZ, Carlota. Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and golden. Reino Unido: Edward Elgar Publishing, 2003.

REPÓRTER BRASIL. 'Cidade de data centers' no RS pode gastar mais energia que 40 milhões de pessoas. Repórter Brasil, [s. l.], 22 abr. 2025. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2025/04/cidade-data-centers-rs-energia/>. Acesso em: 14 set. 2025.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Ministério de Minas e Energia autoriza reserva energética para cidade de data centers no Rio Grande do Sul. Portal do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 14 maio 2025. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/ministerio-de-minas-e-energia-autoriza-reserva-energetica-para-cidade-de-data-centers-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 14 set. 2025.

SAITO, Kohei. O capital no Antropoceno. São Paulo: Boitempo, 2024.

SETTI, Rennan. Depois da tragédia, a inteligência artificial: Scala terá 'cidade de data centers' no RS, com investimento inicial de R\$ 3 bilhões. O Globo (Blog Capital), [s. l.], 11 set. 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/blogs/capital/post/2024/09/depois-da-tragedia-a-inteligencia-artificial-scala-tera-cidade-de-data-centers-no-rs>.

SILVA, Victor Hugo. Primeiros data centers de IA no Brasil podem consumir mesma energia de 16 milhões de casas: conheça os projetos. G1, [s. l.], 3 ago. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2025/08/03/primeiros-data-centers-de-ia-no-brasil-podem-consumir-mesma-energia-de-16-milhoes-de-casas-conheca-os-projetos.ghtml>. Acesso em: 14 set. 2025.

SOTELO VALÊNCIA, Adrián. A superexploração do trabalho na era da turbulência global: perspectivas do capitalismo no século XXI. São Paulo: Práxis, 2022.

TERRA. "Não tenho planos: marcas das enchentes assombram famílias gaúchas um ano após tragédia". Terra, [s. l.], 28 abr. 2025. Disponível em: <https://www.terra.com.br/planeta/cop30/nao-tenho-planos-marcas-das-enchentes-assombram-familias-gauchas-um-ano-apos-tragedia%2Cc6168b81cf8cc7c8358c469defaf22a3dcgnerq6.html>. Acesso em: 14 set. 2025.

THUNBERG, Greta. O livro do Clima. São Paulo: Companhia das Letras, 2023.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. State of the Climate in South America 2023. Genebra, 2023.

---

## Pedro Alberto Cardoso Samuel

Possui graduação em Ciências Jurídicas e Sociais, Mestrado e Doutorado em Serviço Social pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

---

## Endereço para correspondência

PEDRO ALBERTO CARDOSO SAMUEL

Riachuelo n. 1038, sala 1506, Centro Histórico, 90010-272

Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

*Os textos deste artigo foram revisados por Araceli Pimentel Godinho e submetidos para validação dos autores antes da publicação.*