



21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:  
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

## **Educação Matemática Crítica e Inteligência Artificial: reflexões ético-ambientais no contexto do PET Matemática e Meio Ambiente<sup>1</sup>**

SILVA, A. R.<sup>1</sup>; PEREIRA, F. G. B. V.<sup>1</sup>; SILVA, G. F.<sup>1</sup>; PINTO, G. M. F.<sup>1</sup>; GONÇALVES, R. G.<sup>1</sup>;  
NASCIMENTO, E. C. S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo PET- Matemática e Meio Ambiente, UFRRJ, Campus Seropédica; <sup>2</sup>Tutora do Grupo PET - Matemática e  
Meio Ambiente, UFRRJ, Campus Seropédica

Email: amanda.ahcor1@gmail.com, felipe.barbier@gmail.com, geovanna.rj2003@gmail.com,  
gmfpinto@gmail.com, r.geaquinto@gmail.com, eulinacoutinhosilva@gmail.com,  
petmatematicaufrrj@gmail.com

**RESUMO:** A Inteligência Artificial (IA) é uma ferramenta digital que tem se tornado cada vez mais presente no cotidiano da sociedade, principalmente com os recém chegados modelos de linguagem, como o ChatGPT, mas também em outros espaços. Tendo essa compreensão, o grupo PET Matemática e Meio Ambiente da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro se propôs a investigar melhor quais são os possíveis impactos ambientais e sociais causados pela chegada das IAs, através do prisma da Educação Matemática Crítica (EMC). Os objetivos deste trabalho são identificar quais são os principais debates feitos acerca das IAs, além de promover espaços para argumentação dentro dos ambientes acadêmicos e escolares. Como metodologia, a equipe realizou pesquisas em diferentes fontes, incluindo portais de notícias, artigos acadêmicos, palestras, livros e documentários relacionados ao tema. A partir dessas investigações, foi organizada uma mesa-redonda durante a última edição do Colóquio PET, evento promovido pelo PET Matemática e Meio Ambiente, onde foram discutidos os principais resultados e reflexões obtidas. Além disso, com base nos estudos realizados, será promovido um Cine-Debate no Instituto de Ciências Exatas da UFRRJ, ampliando as discussões sobre as implicações investigadas nas pesquisas.

**Palavras-chave:** Educação Matemática Crítica; Inteligência Artificial; Meio Ambiente; Sustentabilidade.

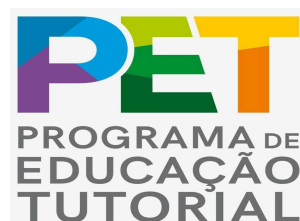
### **Critical Mathematics Education and Artificial Intelligence: Ethical and Environmental Reflections in the Context of the PET Mathematics and Environment Group**

---

<sup>1</sup> Área do conhecimento de enquadramento com base no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): Ciências Exatas e da Terra; Conselho e Ciência e Tecnologia (CCT/PR): Sintonia com Transformação Digital; ODS: Educação de Qualidade.



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

**ABSTRACT** : Artificial Intelligence (AI) is a digital tool that has become increasingly present in society's daily life, especially with the newcomers language models, such as ChatGPT, but also in other spaces. With this understanding, the PET Mathematics and Environment group at the Federal Rural University of Rio de Janeiro proposed to further investigate what are the possible environmental and social impacts caused by the arrival of AIs, through the prism of Critical Mathematics Education (CME). The objectives of this work are to identify the main debates about AIs, in addition to promoting spaces for argumentation about these impacts within academic and school environments. As a methodology, the team conducted research across different sources, including news portals, academic articles, lectures, books, and documentaries related to the topic. Based on these investigations, a round table was organized during the last edition of the PET Colloquium, an event promoted by PET Mathematics and Environment, where the main results and reflections obtained were discussed. Furthermore, based on the studies carried out, a Film Debate will be held at the Institute of Exact Sciences at UFRRJ, expanding discussions on the implications investigated in the research.

**Keywords:** Critical Mathematics Education; Artificial Intelligence; Environment; Sustainability.

### Introdução

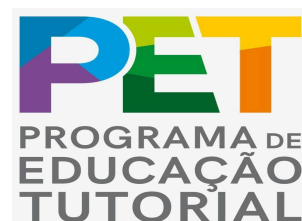
Inteligência Artificial (IA) consolidou-se como uma das forças tecnológicas mais transformadoras do século XXI, transcendendo o âmbito da ficção científica para se tornar uma ferramenta digital ubíqua. Sua influência, que já permeia algoritmos de recomendação e sistemas de automação, foi amplificada exponencialmente com o advento dos modelos de linguagem de grande escala, como o *ChatGPT*, que se introduziram de forma visceral no cotidiano de bilhões de pessoas, reconfigurando práticas laborais, educacionais e de comunicação.

Contudo, a velocidade e a profundidade desta revolução tecnológica frequentemente ofuscam uma reflexão crítica sobre suas externalidades. Para além da fascinação com suas capacidades, existem também os impactos ambientais e sociais inerentes ao seu ciclo de vida, desde o consumo energético colossal necessário para o treinamento de modelos complexos até as implicações éticas sobre o trabalho, a privacidade, a desinformação e a equidade social.

Dessa forma, este trabalho se estrutura em dois objetivos centrais: o primeiro consiste em identificar e mapear os principais debates e narrativas que circundam o desenvolvimento e



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

a implementação das IAs na sociedade contemporânea; e o segundo, promover espaços de argumentação e discussão crítica sobre os impactos identificados no ambiente acadêmico, fomentando assim uma postura mais consciente e questionadora perante essas tecnologias.

### **Método**

O grupo PET Matemática e Meio Ambiente, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), tem como um de seus eixos centrais de atuação a investigação de como a Educação Matemática Crítica (EMC) pode contribuir para a discussão de questões socioambientais em sala de aula, partindo do pressuposto de que a matemática não se exclui dos debates sobre democracia, como afirma o pesquisador Ole Skovsmose, mas também pode ser usada como uma lente de leitura do mundo, o grupo busca formas de problematizar a relação entre sociedade, tecnologia e natureza por meio de uma perspectiva matemática engajada.

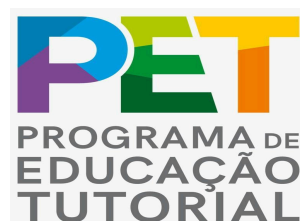
Em suas investigações sobre os impactos ambientais das tecnologias digitais, o grupo deparou-se primeiramente com artigos científicos que revelam alta emissão de carbono e alto consumo de água para resfriamento de *Data Centers*, essenciais para o funcionamento dos grandes servidores.

Paralelamente à investigação técnica, a pesquisa do grupo deparou-se de forma providencial a obra "Colonialismo Digital: por uma Crítica Hacker-fanoniana", que proporciona uma lente teórica fundamental para enriquecer a crítica, ao complementar a questão ambiental com uma dimensão sociopolítica. A obra estabelece um diálogo entre o pensamento do psiquiatra e revolucionário Frantz Fanon, figura seminal dos estudos pós-coloniais, e os princípios da ética *hacker*, propondo um marco analítico para compreender as tecnologias digitais como instrumentos de uma nova modalidade de colonialismo.

Foram então realizados pelo PET Matemática e Meio Ambiente dois eventos principais que trouxeram a oportunidade de levantar essas discussões em espaços acadêmicos. As figuras 1 e 2 do anexo correspondem ao Colóquio PET, o qual contou com uma mesa redonda organizada pelo grupo intitulada "Inteligência Artificial: Impactos Ambientais, Sociais e o Colonialismo Digital", contando com a presença dos professores Mariana da Silva



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

Soriano (GÊtCiMat) e o professor Marcelo Azevedo Neves do corpo docente do Departamento de Física da UFRRJ. As figuras 3 e 4 do anexo correspondem ao Cine Debate, no qual os participantes assistiram coletivamente ao documentário e, em seguida, foi iniciado um momento de debate. O grupo expôs pontos importantes que relacionam os pontos levantados pela obra com seus estudos e os participantes expuseram suas opiniões sobre o assunto.

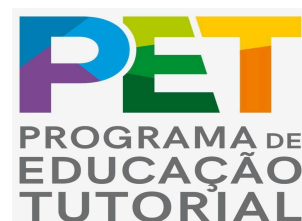
### **Resultados e Discussão**

Para o funcionamento dos diversos serviços online atuais (redes sociais, *ChatGPT*, armazenamentos em nuvem, etc), são necessárias enormes estruturas para que esses dados possam ser conservados e processados, chamadas *Data Centers*, que cada vez mais tem se tornado uma realidade, inclusive no Brasil. Estudos recentes apontam o impacto ambiental decorrente da expansão dos *Data Centers* em escala global, especialmente diante do crescimento da demanda por sistemas de Inteligência Artificial. Guidi *et al.* (2024) demonstram que o aumento da infraestrutura computacional nos Estados Unidos, impulsionado pela corrida tecnológica da IA, é um dos principais vetores de consumo energético e de emissão de carbono na atual década. Lin *et al.* (2023) afirmam que o rápido crescimento do uso de energia por centros de dados representa uma oportunidade e ao mesmo tempo um desafio para o planejamento e a gestão das redes elétricas, exigindo estratégias de eficiência e sustentabilidade. Essas construções demandam grandes quantidades de recursos naturais, tornando inevitável o seu impacto no meio ambiente.

Em seu relatório ambiental de 2024, a empresa *Google* revelou que suas emissões de carbono aumentaram quase 50% nos últimos cinco anos (Bartlett, 2024), sendo 13% em relação a 2023. Segundo o relatório, esses aumentos foram impulsionados principalmente pelo alto consumo de energia dos *Data Centers* para operar sistemas de Inteligência Artificial (IA). Este crescimento contrasta com declarações da empresa de alcançar emissões líquidas zero até 2030, pois a demanda por IA está sobrecarregando o uso apenas de fontes de energia renovável, forçando-a a recorrer temporariamente a fontes que emitem carbono. Outros pesquisadores analisaram o custo energético para treinar modelos de processamento de



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:  
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

linguagem neural. Ao converter esse consumo em emissões aproximadas, estimaram que a pegada de carbono de um grande modelo de linguagem é cerca de 300.000 kg de emissões de dióxido de carbono, o equivalente a cerca de 125 voos de ida e volta entre Nova York e Pequim (Strubell; Ganesh; McCallum, 2020).

No que diz respeito ao consumo de água, o Relatório de Sustentabilidade da *Microsoft* de 2022 (*Microsoft*, 2023) apontou um aumento de 34% no consumo de água em seus *Data Centers* em relação a 2021, impulsionado pela implementação de sistemas de Inteligência Artificial, o correspondente a 6,4 milhões de litros de água. Já um estudo da Universidade da Califórnia Riverside de 2023 (LI *et al.*, 2023) detalhou ainda que o treinamento completo do modelo GPT-3, realizado nos *Data Centers* da *Microsoft*, consumiu aproximadamente 700 mil litros de água potável, sendo utilizados em média 500 ml a cada 20 a 50 interações com IA. Esse consumo é elevado, considerando que o *ChatGPT* atingiu 800 milhões de usuários ativos semanalmente, segundo o *CEO* da *OpenAI* (Exame, 2025). Este grande consumo de água ocorre principalmente pela necessidade de resfriamento dos equipamentos, mantidos entre 15°C a 25°C para seu bom funcionamento.

Considerados atores relativamente novos no sistema energético global, os *Data Centers*, têm um consumo de eletricidade estimado em 415 TWh. Esse montante equivale a aproximadamente 1,5% do consumo mundial em 2024, com crescimento médio anual de 12% ao longo do último quinquênio, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2025). As previsões é que esse valor mais que dobre em 2030, atingindo 945 TWh. De acordo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2025, o consumo total de energia no Brasil em 2024 foi de 561,6 TWh, ou seja, o previsto para os *Data Centers* em 2030 representa quase 160% do consumo energético atual do país.

Segundo Paulo (2024), relatórios do Santander indicam que o Brasil é extremamente atrativo para *Data Centers* por possuir uma matriz energética majoritariamente limpa. Nos Estados Unidos, 4% da eletricidade consumida em 2022 foi destinada a esses centros, com projeção de 6% em 2026, enquanto na União Europeia a participação é de quase 4%, chegando a 17% na Irlanda.. Diante das altas demandas energéticas e de recursos naturais,



21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

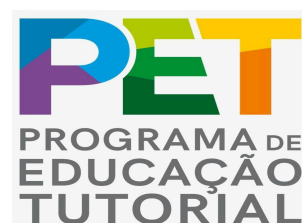
ocorre a expansão dos *Data Centers* para outros territórios, como o Sul Global, expansão vista por uma lente mais crítica pelo livro “Colonialismo Digital: Por uma Crítica Hacker-fanoniana”. Segundo os autores Deivison e Walter, o consumo massivo de energia no Norte Global evidencia a face material e insustentável da nuvem digital, impulsionando a exploração neocolonial de territórios no Sul Global. Os autores argumentam que essa dinâmica reproduz a lógica histórica do colonialismo, transformando regiões periféricas em “zonas de sacrifício”, onde se externam os custos ambientais e sociais, enquanto *Big Techs* como *Google*, *Meta* e *Amazon* consolidam seu domínio e monopólio sobre recursos e dados.

Essas questões foram levantadas no dia 14 de agosto de 2025, quando o PET Matemática e Meio Ambiente organizou, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, o “VII Colóquio Matemática em Movimento: Diálogos entre Cultura, Tecnologia e Ambiente”, com a participação de 28 alunos de graduação de diversos cursos, como Física, Engenharias e Administração. Nesse evento, o subgrupo Matemática Crítica e Educação Ambiental promoveu a Mesa Redonda “Inteligência Artificial: Impactos Ambientais, Sociais e o Colonialismo Digital”, com os professores convidados Mariana da Silva Soriano e Marcelo Azevedo Neves, estimulando o debate sobre os temas propostos.

As exposições da Professora Mariana Soriano e do Professor Marcelo Neves ofereceram visões complementares sobre os desafios colocados pela Inteligência Artificial na contemporaneidade. A professora Mariana trouxe a dimensão pedagógica, ilustrando como trabalhar o tema de forma crítica em sala de aula. Ela detalhou uma atividade prática em que utilizou posts do *Instagram* para incentivar reflexões entre os alunos sobre o uso consciente da IA e seus possíveis impactos negativos, articulando essas discussões com conceitos matemáticos e demonstrando o potencial de abordagens interdisciplinares. Em contrapartida, o professor Marcelo Neves aprofundou-se na materialidade da infraestrutura digital, apresentando dados sobre os impactos ambientais da IA, com foco no consumo intensivo de energia e água pelos *Data Centers*. Ele problematizou a viabilidade do Plano Nacional de Inteligência Artificial face à limitação da capacidade elétrica brasileira, evidenciando a pressão que essa demanda exerce sobre o meio ambiente e a infraestrutura nacional. Neves



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

evidenciou a desconexão entre os planos de expansão tecnológica e a realidade socioambiental. As intervenções feitas, pelos alunos participantes refletiram preocupações com a regulação dos sistemas com IAs integradas e críticas ao Plano Nacional de Inteligência Artificial, destacando, conforme o grupo *Intercept* Brasil (Martins, 2025), a ausência do Ministério do Meio Ambiente em seu planejamento.

As redes sociais utilizam amplamente sistemas de Inteligência Artificial para garantir a eficiência de seus algoritmos, mas esse modelo lucrativo traz consequências significativas. O documentário exibido no evento do Instituto de Ciências Exatas, com a participação de 32 alunos de graduação e mestrado da UFRRJ, abordou os mecanismos ocultos e os impactos sociopsicológicos das mídias sociais. Por meio de depoimentos de ex-funcionários de grandes empresas de tecnologia, o filme revela como os algoritmos são projetados para capturar a atenção dos usuários, promovendo vício, polarização política e desinformação. Sua tese central aponta que o modelo baseado em anúncios segmentados transforma o usuário em produto, ameaçando a saúde mental, a democracia e a percepção da realidade.

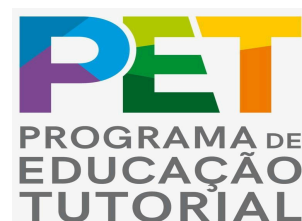
### **Conclusões**

As conclusões deste estudo, que abordou a temática da Inteligência Artificial sob uma perspectiva crítica e interdisciplinar, mostraram-se relevantes para compreender o funcionamento do avanço tecnológico e os impactos por ele gerados nos âmbitos social, ambiental e político. As análises e debates promovidos pelo grupo PET Matemática e Meio Ambiente demonstram que, embora a IA ofereça inúmeras possibilidades de inovação e otimização de processos, ela também impõe desafios éticos e ambientais que demandam atenção e responsabilidade coletiva.

Assim, os eventos promovidos – a mesa-redonda no Colóquio PET e o Cine-Debate – possibilitaram o diálogo sobre tecnologia, inovação, meio ambiente e outras temáticas correlatas. Conforme estabelecido nos objetivos do trabalho, o grupo buscou identificar e mapear os principais debates e narrativas sobre o desenvolvimento e a implementação das inteligências artificiais na sociedade contemporânea, bem como promover espaços de



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

argumentação e discussão crítica acerca de seus impactos. A partir dessas atividades, os objetivos propostos foram alcançados de forma significativa.

Por fim, destaca-se a importância de dar continuidade a iniciativas como esta, que fomentam o debate coletivo e promovem a integração entre participantes e temáticas contemporâneas, contribuindo para a formação de uma postura crítica, ética e reflexiva diante das transformações tecnológicas em curso.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação pelo financiamento dos projetos e objetivos. Reconhece-se também o apoio da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que incentiva as pesquisas acadêmicas. Além disso, agradecemos às tutoras e a todo grupo PET Matemática e Meio Ambiente, por todo o apoio dado nos eventos e estudos.

### Referências

BARTLETT, K. **Google's carbon emissions surge nearly 50% due to AI energy demand.** CNBC, 2024. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2024/07/02/googles-carbon-emissions-surge-nearly-50percent-due-to-ai-energy-demand.html>. Acesso em: 08 out. 2025.

EXAME. **ChatGPT chega a 800 milhões de usuários ativos por semana.** Exame, 2025. Disponível em: <https://exame.com/inteligencia-artificial/chatgpt-chega-a-800-milhoes-de-usuarios-ativos-por-semana/>. Acesso em: 08 out. 2025.

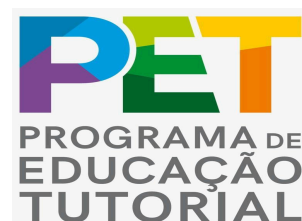
FAUSTINO, D.; LIPPOLD, W. **Colonialismo digital: por uma crítica hacker-fanoniana.** São Paulo: Boitempo, 2023.

GUIDI, L. et al. **Environmental Burden of United States Data Centers in the Artificial Intelligence Era.** 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2411.09786>. Acesso em: 08 out. 2025.

IEA. **Energy demand from AI.** IEA, 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/energy-demand-from-ai>. Acesso em: 08 out. 2025.



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF





21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025  
XXX ENAPET

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:  
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

LI, P. et al. **Making AI Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models.** arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2304.03271>. Acesso em: 08 out. 2025.

LIN, T. et al. **Exploding AI Power Use: an Opportunity to Rethink Grid Planning and Management.** 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2311.11645>. Acesso em: 08 out. 2025.

MARTINS, L. **Governo escanteia Ministério do Meio Ambiente e ignora riscos em política nacional de data centers.** Intercept Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/04/28/governo-escanteia-ministerio-do-meio-ambiente-e-ignora-riscos-em-politica-nacional-de-data-centers/>. Acesso em: 08 out. 2025.

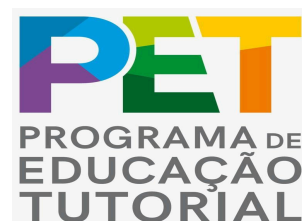
MICROSOFT. **No caminho para 2030: nosso relatório de sustentabilidade ambiental de 2022.** 2023. Disponível em: <https://news.microsoft.com/pt-br/no-caminho-para-2030-nosso-relatorio-de-sustentabilidade-ambiental-de-2022/>. Acesso em: 08 out. 2025.

PAULO, D. **Brasil é atrativo para data centers em meio ao boom da IA, indica Santander.** Teletime, 2024. Disponível em: <https://teletime.com.br/17/07/2024/brasil-e-atrativo-para-data-centers-em-meio-ao-boom-da-ia-indica-santander/>. Acesso em: 08 out. 2025.

STRUBELL, E.; GANESH, A.; MCCALLUM, A. Energy and Policy Considerations for Modern Deep Learning Research. **Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence**, v. 34, n. 09, p. 13693–13696, 3 abr. 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1906.02243>. Acesso em: 08 out. 2025.



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
70910-900, Brasília - DF



### Anexos

**Figura 1 - Os professores Mariana da Silva Soriano (GETCiMat) e o professor Marcelo Azevedo Neves do corpo docente do Departamento de Física da UFRRJ no Colóquio PET durante a mesa redonda organizada pelo grupo**



Fonte: Autoria própria (2025)

**Figura 2 - Participantes no Colóquio PET**



Fonte: Autoria própria (2025)

**Figura 3 - Cine Debate: Impactos Ambientais de *Data Centers* e Inteligência Artificial**



Fonte: Autoria própria (2025)

**Figura 4 - Participantes do Cine Debate**



Fonte: Autoria própria (2025)