

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL & SUSTENTABILIDADE: APLICAÇÕES, IMPACTOS E INFLUÊNCIAS NO BRASIL

Igo Maxwel Pereira Araújo¹
John Hebert da Silva Felix²

RESUMO

Como e quando Inteligência Artificial (IA) e Sustentabilidade se fundiram? A princípio, dado o caráter conceitual próprio de ambos, esta leitura se coloca como uma jornada multi e interdisciplinar percorrida ao traçar um paralelo entre a evolução das IA's e a percepção humana de ter que progredir sem destruir seu (hoje) único meio habitável. Em segundo lugar, põe-se a inserção da sociedade brasileira nessa evolução, perante o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial – PBIA –, mais alguns correntes usos desses dispositivos em pesquisas científicas e aplicações do dia a dia. Dessas perspectivas, para lidar com a temática, recorreu-se a uma revisão bibliográfica metodologicamente assentada em um tratamento quanti-qualitativo, que tentou articular prós e contras de cada tópico e subtópico, sob uma visão crítica de dados e fatos. Para tanto, foi discretizada a noção de Desenvolvimento Sustentável pelo *Triple Bottom Line* e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Nesse meio tempo, com a finalidade de melhorar a precisão e dar maior celeridade aos procedimentos, demonstrou-se pragmaticamente como a utilização supervisionada de IA (aqui, o *ChatGPT*) se fez útil na elaboração de palavras-chave para a busca de referências adotada. Finalmente, em concomitância à indicação do estado da arte, aplicações, impactos e influências das Inteligências Artificiais, no Brasil e no mundo, foram cautelosamente debatidos. Concluiu-se, dos casos tomados, que essa aplicabilidade, se tratada de forma correta na rotina de organizações, lares e instituições, tende a estimular ambientes mais competitivos, dinâmicos e salutar, ainda que restem desafios. Ótica essa também discutida para o Brasil sob as ações do PBIA aliadas a dados recentes da *Writerbuddy.ai*, bem como do relatório *Ipsos-Google (Our life with AI)* e a inspiração técnica advinda da China, com a sua inovadora IA *DeepSeek*. Por fim, vê-se que o ser, decidindo em consciência e cooperação com a máquina, se torna ainda mais capaz de transformar obstáculos em situações colaborativas e sustentáveis, trazendo a IA para nos ajudar a pensarmos e agirmos em prol de “Nosso Futuro Comum”.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Tripé da Sustentabilidade. Desenvolvimento Sustentável. Brasil. Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA).

ABSTRACT

How and when did Artificial Intelligence (AI) and Sustainability merge? First, given the conceptual nature of both, this reading presents itself as a multidisciplinary and interdisciplinary journey undertaken by drawing a parallel between the evolution of AI and the human perception of having to progress without destroying its (currently) only habitable environment. Second, the insertion of Brazilian society in this evolution is presented, in light of the Brazilian Plan for Artificial Intelligence (PBIA), as well as some current uses of these devices in scientific research and everyday applications. From these perspectives, to address the issue, we resorted to a bibliographic review methodologically based on a quantitative-qualitative approach, which attempted to articulate the pros and cons of each topic and subtopic, under a critical view of

¹ Discente da Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos (GRHAE), da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB): igomaxpa@gmail.com.

² Docente do Programa de Pós-graduação (PGEA) da UNILAB: johnfelix@unilab.edu.br.

data and facts. To this end, the notion of Sustainable Development was discretized by the Triple Bottom Line and the 17 Sustainable Development Goals (17 SDGs) of the United Nations (UN). In the meantime, in order to improve accuracy and speed up procedures, it was pragmatically demonstrated how the supervised use of AI (here, ChatGPT) was useful in developing keywords for the reference search adopted. Finally, in conjunction with the indication of the state of the art, applications, impacts and influences of Artificial Intelligence, in Brazil and worldwide, were cautiously debated. It was concluded, from the cases taken, that this applicability, if treated correctly in the routine of organizations, homes and institutions, tends to stimulate more competitive, dynamic and healthy environments, even if challenges remain. This perspective was also discussed for Brazil under the actions of PBIa combined with recent data from Writerbuddy.ai, as well as the Ipsos-Google report (Our life with AI) and the technical inspiration coming from China, with its innovative AI DeepSeek. Finally, we see that the being, deciding in consciousness and cooperation with the machine, becomes even more capable of transforming obstacles into collaborative and sustainable situations, bringing AI to help us think and act in favor of “Our Common Future”.

Keywords: Artificial Intelligence. Triple Bottom Line. Sustainable Development. Brazil. Brazilian Artificial Intelligence Plan (PBIa).

1 INTRODUÇÃO

“(...) *Can machines think?*”... (“Máquinas podem pensar?”), escreve Alan Turing (1950, p. 433) em seu artigo *Computing Machinery and Intelligence*, ou “Máquinas de Computação e Inteligência”, em tradução livre. À época, claro, pergunta quase ambígua que pode ter causado inúmeras reações: algumas favoráveis, outras nem tanto...

No entanto, ao propor a hipótese de que “máquinas poderiam pensar”, suas implicações e envolvimento nesse questionamento (vide seção 1 – *The Imitation Game* – “O Jogo da Imitação”), o laureado cientista da computação londrino Alan Mathison Turing, tal-qualmente destacado matemático, criptógrafo, filósofo e biólogo do século XX, expôs ao mundo o que se tornaria inflexão para as Ciências Computacionais. Moldou-se, a partir daí, o início dos fundamentos para as atuais pesquisas em *Machine Learning* (“Aprendizagem de Máquina”), Máquinas de Vetores de Suporte (*SVM's*), Redes Neurais Artificiais Convolucionais e Recorrentes (respectivamente, *CNN* e *RNN*), Modelos Generativos, Modelos de Linguagens em Grande Escala (*LLM's*), dentre tantos paradigmas que, hoje, convencionou-se nomear “Inteligência Artificial”, ou IA, conforme definem Ludermir (2021) e Wanner *et al.* (2020).

Em paralelo a esse e outros cada vez mais acelerados avanços tecnológicos da humanidade, emergiram também grandes inquietações com o futuro do Planeta. Vieram à tona dúvidas sobre as influências dessas novas técnicas e tecnologias nas alterações da dinâmica geoambiental e preocupações com nosso próprio destino enquanto espécie, no que diz respeito à exploração, usos e deterioração do meio em que estamos: ambiente, recursos naturais, energia,

recursos humanos, vida...

Após anos de observações, empirismo e pesquisas sistemáticas, surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável: “(...) É aquele desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987, p. 41, traduzido)...

Mais recentemente, Leahy, Carrington e Duan *et al.* (2019, mencionados por Nishant, Kennedy e Corbett, 2020) comentaram que discutir como mera possibilidade as mudanças climáticas e ou um talvez longínquo aquecimento global constitui um momento que já não faz mais sentido, dada a situação a qual chegamos, tendendo ao agravamento... De igual forma, relataram eles que, mesmo décadas depois do afamado Relatório da Comissão *Brundtland* para o Desenvolvimento Sustentável (*Our Common Future* – “Nosso Futuro Comum” – de 1987), globalmente, remanesce o enfrentamento de ideias para retransformar as atividades humanas atuais e garantir a extensão da nossa vida na Terra. Extremos e complexos desafios que requerem todo nosso conhecimento científico e tecnológico acumulados, a serviço de soluções imediatas, bem como outras de maior período de maturação. Incluem-se aí as mais avançadas variedades de Inteligências Artificiais presentes nos dias atuais, capazes de ajustar-se a novas demandas e executar tarefas semelhantes, ou até mais intrincadas que as atividades humanas, uma vez que se façam essas IA’s convenientemente treinadas.

Isso posto, são apontados por Nishant, Kennedy e Corbett (2020) três principais eixos de utilidade das IA’s no atual cotidiano: primeiro, a padronização e automatização de trabalhos exaustivamente repetitivos, fazendo com que as pessoas, em si, se concentrem em tarefas mais abstratas, que exijam delas maior ênfase nas qualidades cognitivas e reflexivas humanas; em segundo plano, a IA pode conceber uma estratificação de resultados que, provavelmente, seriam inviáveis de serem examinados profundamente sem seu auxílio, já que esses resultados estariam presos em quantidades volumosas e caóticas de dados (audiovisual, documentos escritos ou midiáticos etc.); e, por último, mas nunca menos importante, a Inteligência Artificial pode conectar-se à Rede (*web*) em tal frequência que a sua velocidade para a resolução de problemas reais se intensifica a níveis nunca antes experimentados, e até então impossíveis de serem realizados por indivíduos em sua delimitada individualidade.

Indo ao encontro disso, a aptidão de sistemas inteligentes para encontrar respostas que mitiguem as mudanças climáticas deve fazer convergir IA e sensações, percepções humanas, normas sociais e respostas comportamentais sedimentadas em fatos. Daí, tanto para as organizações quanto para os seus colaboradores internos, o valor real do emprego desses

modelos tecnológicos não virá somente da capacitação de pessoas e sociedade em ciências ou técnicas para reduzir o consumo de recursos... Mas, igualmente, da otimização da governança ambiental pelos indivíduos, dentro de suas organizações (Nishant, Kennedy e Corbett, 2020).

Já em contraponto crítico quanto a maiores benefícios, Miguel Nicolelis (2020), brasileiro, escritor e neurocientista, estudioso das Interfaces Cérebro-Máquina (ICM)³ desde 1980 a 1990, relata que “zeros e uns” (facetas do digital) jamais emularão condições para reproduzir fielmente os processos mentais do *homo sapiens sapiens* e sua inventividade. A inteligência humana, completo oposto, dada pela plasticidade orgânica do cérebro, corre o risco de ter suas sensibilidades absorvidas pelos algoritmos e se empobrecer, em termos de capacidade de abstração e criatividade (em “O Verdadeiro Criador de Tudo – Como o Cérebro Humano Esculpiu o Universo Como Nós o Conhecemos”, penúltimo livro do autor).

“Nem tudo pode ser reduzido a um algoritmo digital. Ao contrário: a vasta maioria dos fenômenos naturais não pode. Por isso que a previsão do tempo é tão incerta”, explica Nicolelis, também, em entrevista ao Portal G1 [por Suzuki (2020, *online* – não paginado)].

Do ponto de vista entre nações, Schoormann *et al.* (2023) relembra o ano de 2015, ano em que a Organização das Nações Unidas (ONU) veio a público com a “Agenda 2030” para o enfrentamento de desafios socioeconômicos, socioambientais e comunitários. Na Agenda, elencados os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS –, que trariam um novo rumo para negócios e para comunidades locais e mundiais, pondo a problemática ambiental ainda mais no centro do debate.

Os ODS, segundo a ONU (2024a, *online* – não paginado), “são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade”.

Baseada nisso, é evidente a ideia de que o Brasil almeja se adequar aos novos padrões de Sustentabilidade, para si e perante outros países. Dessa maneira, para objetivamente alcançar tais metas, um dos elementos mais poderosos e influentes que se pode deter, hoje em dia, refere-se a uma gama de aparelhos, *softwares*, aplicativos móveis (*app's*), sistemas de bases de dados, *websites* e afins, fomentados por tecnologias embarcadas de Inteligências Artificiais.

Frente a esta patente realidade, em meados de 2024, foi apresentado pelo Governo Federal o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial – PBIA – de 2024 a 2028, que enseja ser um dos programas de desenvolvimento de IA's mais sustentáveis do mundo. Isso porque suas

³ São a combinação de métodos, abordagens e conceitos derivados da Neurofisiologia, Ciência da Computação e Engenharias, em um esforço para estabelecer *links* bidirecionais, em tempo real, entre cérebros vivos e entes artificiais (Lebedev e Nicolelis, 2017).

diretrizes buscarão conceber soluções em Inteligências Artificiais que melhorem a qualidade de vida da população, sob a ótica dos serviços públicos, promovendo crescimento e inclusão social para variados setores. Prevê-se, então, a criação de um supercomputador de alta performance, ideal para processamentos em *big data*⁴, mais o incremento de avançados algoritmos de IA, sendo toda essa infraestrutura alimentada por fontes energéticas renováveis (Brasil, 2024a).

Dentro desses aspectos, a literatura acadêmica nacional e internacional nos revela importantes contribuições para o entendimento da relação entre Desenvolvimento Sustentável e Inteligência Artificial, de acordo com amostras de casos que se elencam...

Piazza (2023), por exemplo, cita Russo (2020) e Weber (2020) ao afirmar que uma das principais fontes de estudos em IA versa os sistemas de energia (energia inteligente). Ou seja, a IA otimizando o consumo energético de edifícios, redes elétricas e usos industriais, reduzindo gastos e minimizando alguns impactos ambientais. Ainda, as Inteligências Artificiais se fazem aliadas marcantes na preservação da biodiversidade e no monitoramento de ecossistemas naturais. Tendo modelos de IA's à disposição, os cientistas podem entender melhor como as mudanças climáticas estão afetando a degradação de *habitats* inteiros, uma vez que se discutem grandes e integrados blocos de informações.

O setor de transportes é mais um forte exemplo da transformação intermediada pela Inteligência Artificial: veículos elétricos autônomos, sistemas de gerenciamento de tráfego verdes, sistemas de monitoramento de emissões de CO_2 ... Esses e outros vêm a contribuir para cidades cada vez mais limpas e sustentáveis (Noronha *et al.*, 2022).

O trabalho de Cavalcante e Garcia (2024), por sua vez, constata que, no Brasil, tecnologias convergentes para *IoT* (*Internet of Things* – “Internet das Coisas”⁵), drones, sensores autônomos e IA, adaptam-se muito bem à rota da agricultura sustentável e de precisão, Engenharia Genética e biocombustíveis (economia circular).

Entretanto, Madan e Ashok (2023), acompanhados das investigações de Longo (2022) e unidos nas palavras de Monteiro (2024), vislumbram toda uma problemática ética, moral e de legislações sobre as IA's. São defensores de regulamentações específicas que deem soluções jurídicas claras para problemas de discriminação algorítmica, plágio e privacidade, já que a segurança dos dados é um ponto chave. Por outro lado, Longo (2022) acrescenta que, na esfera pública, sistemas inteligentes melhoram as tomadas de decisões, otimizam processos e

⁴ Formato de grandes volumes de dados.

⁵ “(...) Pode ser entendido como um ambiente de objetos físicos interconectados com a internet por meio de sensores pequenos e embutidos, criando um ecossistema de computação onipresente (ubíqua), voltado para a facilitação do cotidiano das pessoas” (Magrini, 2018, p. 20)...

podem participar da construção de políticas públicas decisivas.

Essas e outras aplicações farão parte da discussão, neste texto, a título de conteúdos: Saúde, para Barros & Cota (2021), Lemes & Lemos (2020) e Soares *et al.* (2023); na Educação, em menções de Silva, A. & Janes (2023), Giraffa & Khols-Santos (2023) e Rodrigues, O. & Rodrigues, K. (2023); Cultura e Entretenimento, às vias de Kulesz (2022) e Lima, L. (2022a e 2022b); Comércio Eletrônico (*E-Commerce*) com Thamik & Wu, J. (2022) e Leng *et al.* (2023); em Eficiência de Indústrias, Teixeira, Teixeira & Rocha, C. (2020) e Ahmed *et al.* (2022) etc...

Com isso, este trabalho se justifica na medida em que, de tempos em tempos, novos e relevantes estudos sobre esses assuntos são publicados. Algo importante a ser verificado, a fim de demarcar o que disto se compõe de conhecimento, até a atualidade, e quais lacunas ainda precisam ser preenchidas na temática. Nesse sentido, este artigo pode servir de panorama para quem deseja reconhecer propensões para pesquisas na área de IA, sob o contexto de Brasil sustentável, ao passo das limitações inerentes a esta discussão e análise crítica. Isto oferece algumas inspirações que, porventura, podem vir a constituir novas visões sobre o mesmo tema.

Assim, sopesando a primordial reflexão do cientista e filósofo Alan Turing (“*Can machines think?*”) *vis-à-vis* os mais recentes conceitos de Inteligência Artificial e Sustentabilidade, aqui, propõe-se considerar, por primeiro, uma filosófica questão de fundo: “Máquinas podem nos ajudar, a nós humanos, a pensarmos em ‘Nosso Futuro Comum’ como espécie, auxiliando em ações pragmáticas para garantir não só a Sustentabilidade de nosso meio, como também a harmonia entre nossas relações econômicas e interpessoais? Indo além, isso já estaria sendo debatido, estudado e implementado em algum nível no Brasil e em outras nações?”

Consequentemente, o objetivo geral deste estudo é avaliar quais são os principais modelos, usabilidade e pretensões sobre Inteligências Artificiais, bastante comuns atualmente, e como elas vêm servindo à sociedade em seu todo, mas especialmente à sociedade brasileira, em face do cumprimento das metas de Desenvolvimento Sustentável do país.

Em vista disso, os objetivos específicos se dispõem a elucidar, ou ao menos ponderar, os seguintes questionamentos em forma ações, e alguns de seus desdobramentos:

1º: Demonstrar, referenciando singularmente o Brasil e o seu Plano Nacional de IA (PBIA), qual o estado da arte acerca do uso de Inteligências Artificiais em busca da Sustentabilidade nacional e global;

2º: Apresentar usuais arquétipos de Inteligência Artificial que se tem acesso e ou foram desenvolvidos no Brasil e cooperações, e quais as suas aplicações práticas ou possíveis aplicações na sociedade brasileira, com foco no Desenvolvimento Sustentável;

3º: Averiguar se a aplicabilidade descrita pelo item anterior se reverte em impactos positivos mediatos e imediatos e ou impactos negativos (se houver), apontando-os.

Mais do que isso, ao se ter em mente a tríade formadora do conceito interdisciplinar de Sustentabilidade (Economia, Meio Ambiente e Sociedade) – o *Triple Bottom Line* de Elkington (1998) – pretende-se, identicamente:

4º: Indicar se as IA's vêm incentivando ambientes econômicos, corporativos e comerciais mais competitivos, dinâmicos e eficientes em outros países e em território nacional;

5º: Tecer comentários técnicos sobre como essas tecnologias podem afetar de maneira direta ou indireta o meio ambiente e o avanço sustentável para o mundo e para o Brasil;

6º: Refletir a respeito de como a utilização de ferramentas de Inteligência Artificial, na modernidade, tem favorecido ou não a nossa interação e integração sociais, se há inovação em políticas públicas inclusivas e como se dão seus efeitos na Ética, no Direito e na Cultura.

Indagações essas que conduzirão as próximas etapas deste manuscrito, sendo então esclarecidas, analisadas e debatidas.

2 ABORDAGENS, PROCEDIMENTOS E RESPOSTAS

No intento de guiar da melhor maneira possível este trabalho revisional, foi planejada e implementada a metodologia que se compreenderá neste tópico, em concordância com os antes enumerados objetivos. Assim sendo, está contida nesta averiguação uma abordagem quanti-qualitativa (também chamada “quanti-quali”, “quali-quanti” ou quali-quantitativa). Isto é, em termos mais abrangentes, qualitativa, e pelo menos uma componente quantitativa, conjuntamente, em um sistema misto.

A visão de Machado (2023) citando Gil (2008) ilustra que, em havendo um horizonte misto na abordagem de pesquisa, ela poderá começar sob a forma de exploração do(s) objeto(s) de estudo e, em potencial, seria tida metodologicamente como “quanti-qualitativa”, ou vice-versa, a depender das situações envolvidas. Sua finalidade estaria em proporcionar um ainda amplo mas confiável panorama factual, sustentando-se em relativos vínculos estatísticos.

Como consequência, para o tratamento técnico desta investigação, adotaram-se (não se restringindo a eles) os métodos exploratório, monográfico e, em partes, estatístico (tanto quanto possível). Enquanto isso, para a perspectiva lógico-interpretativa ao longo da necessária revisão de literatura, bem como nos trechos dissertativos e nas sínteses conceituais (foco deste documento), o método indutivo se fez mais oportuno, devido à subjetividade de seus argumentos. Porém, não apenas estes de modo isolado, já que o propósito aqui é o de integrar

os métodos expostos, ou mesmo parcelas de outros, para uma melhor compreensão de ideias e composição de conteúdo [recomendações de Prodanov e Freitas (2013)].

Para Magarey (2001), reproduzindo as visões de Hughes (1996); Greener & Grimshaw (1996); Sindhu & Dickson R. (1997); Rosenfield (1996); e Cook, Mulrow & Haynes (1997), uma revisão convencional de literatura tem a intenção de capturar as ideias gerais de determinado assunto. As relações e correlações neste fazer científico são amplas e nem sempre as fontes são metodicamente organizadas. Não se fazem intensas tentativas de se obter todas as publicações sobre aquele tema. Os artigos são lidos, citados e criticados sem tanto rigor ou sistematização. Aceita-se, portanto, um estilo narrativo, qualitativo.

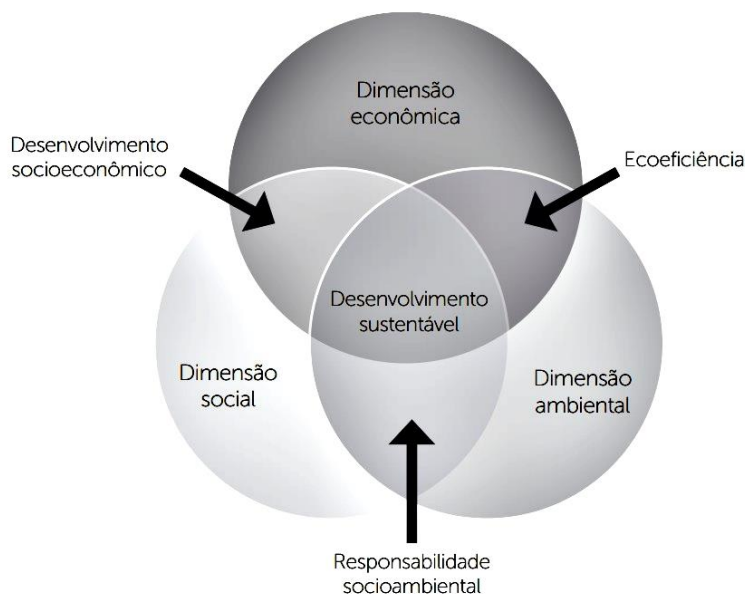
Por outro lado, ao estudar ensaios clínicos aleatórios relacionados à gravidez e ao parto, Iain Chalmers e um time de pesquisadores parceiros desenvolveram uma metodologia para resumir eficazmente esses estudos. Tida hoje como Revisão Sistemática de Literatura, ela é a aplicação de estratégias científicas para controlar vieses pessoais em ensaios revisionais. Contém ainda uma menor parte crítica e enfatiza a síntese de todos os estudos relevantes sobre um tópico, de acordo com Magarey (2001, em referência a Hughes, 1996; Greener & Grimshaw, 1996; Sindhu & Dickson, 1997; Rosenfield, 1996; e Cook, Mulrow & Haynes, 1997).

Assentando-se amplamente nesses conceitos, para cumprir a meta de demonstração do estado da arte em uso de Inteligências Artificiais, com alvo no Desenvolvimento Sustentável do Brasil e do mundo, realizou-se uma varredura de publicações acadêmico-científicas e outras mídias de considerável relevância no debate, principalmente em Português e Inglês, à procura de pertinentes trabalhos acerca do assunto. Assim, seus demais procedimentos, em detalhes, embasaram-se nos critérios a seguir enunciados...

2.1 Resgatando conceitos, moldando dados, construindo entradas

Saber “o que” e “como” perguntar, muitas vezes, é tão importante quanto as próprias respostas. Isso em mente, partiu-se à organização de informações através da multifacetada interpretação do conceito de Sustentabilidade, de 1994, criada pelo economista e empreendedor britânico John Elkington (1998). Para ele, uma interpretação sedimentada em três grandes alicerces – o econômico, o ambiental e o social – do original, *Triple Bottom Line* (“Triplo Resultado”) –, cujo diagrama da **Figura 1** traz, essencialmente, sua interseção central: o Desenvolvimento Sustentável.

Figura 1: *Triple Bottom Line* (Trinca da Sustentabilidade) de Elkington (1998).



Fonte: Paes e Vilga (2016).

Logo, por dedução, conforme preceitos de Prodanov e Freitas (2013) e intercalando com algumas prioridades das ações do Plano Brasileiro de IA (Brasil, 2024a), foi possível pormenorizar a tríade de Elkington (Economia, Ambiente e Sociedade) e erguer alguns pilares com termos mais específicos, assim relacionados: a “Economia”, que se desdobrou em Produção Rural; Indústria; Comércio; Serviços e Governo. Para o “Meio Ambiente”, vieram as subáreas de Gestão Ambiental; Gestão Hídrica; Recursos Energéticos e Mudanças Climáticas. Já no campo “Sociedade”, a resultante se deu nas categorias de Educação; Saúde; Direitos, Justiça & Segurança; Políticas Públicas & Inclusão; e Cultura & Entretenimento.

Em cima disso, agruparam-se quatro blocos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS – Brasil) propostos pela ONU (2024a), em relação aos subgrupos do Tripé que melhor se ajustavam às bases iniciais. Os quatro blocos dos ODS são distinguíveis por linhas tracejadas, como mostra a **Figura 2**. Nela, os objetivos 2, 8, 9 e 12 na seara econômica. Quanto às questões ambientais, os objetivos 6, 7, 11, 13, 14 e 15. E para a camada social, 3, 4, 5 e 16 como objetivos. Cabendo salientar que os objetivos 1 – Erradicação da Pobreza; 10 – Redução das Desigualdades; e 17 – Parcerias e Meios de Implementação – podem ser vistos como peremptória consequência da efetivação das demais metas.

Nota-se, da **Figura 2**, que, para a manutenção da vida humana moderna, a deterioração (ou completa ruína) de quaisquer dos eixos de sustentação, tende a desestabilizar a estrutura como um todo. Ou seja: tornando-a insustentável ou desumana.

Figura 2: União estruturada entre o *Triple Bottom Line* de Elkington (1998) e os ODS da Organização das Nações Unidas (ONU).



Fonte: ONU (2024a) – página *web* –, quadro “os 17 ODS” modificado.
Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

Ao tomar para análise os subgrupos dispostos em cada coluna da imagem e levando-se em conta os objetivos nelas sustentados, tão somente nesta ocasião, permitiu-se o auxílio do modelo de IA Generativa⁶ cotidianamente conhecido como *ChatGPT*, da *OpenAI*

⁶ IA Generativa é aquela que responde perguntas e sintetiza conteúdos textuais (Trindade e Oliveira, H., 2024). Alguns princípios tecnológicos deste e de outros arquétipos, como também estímulos, propensões, dificuldades e desafios de seus usos em meios acadêmico-educacionais e institucionais, com enfoque em Educação de Qualidade (ODS n. 4) e juízo ético (ODS n. 16), serão aprofundados *a posteriori*.

(<https://openai.com/>), versão *GPT-4*⁷. O propósito foi, neste estágio, aproveitar suas características para a sequência de tarefas que se seguem. Perante as conclusões de Santos, R. (2023), ao *Chat* é atribuído desempenho superior em face de alguns outros tipos algorítmicos, tendo habilidades em fornecer respostas precisas e navegar habilmente por sutilezas e entrelinhas. As observações defendidas por Huang e Tan (2023) e as sugestões metodológicas de Trindade e Oliveira, H. (2024) também foram imprescindíveis nesta etapa. Ademais, o *ChatGPT-4*, atualmente, é uma versão de uso relativamente gratuito, sendo instruído com dados da rede mundial de computadores abertos, e alguns restritos, de até outubro de 2023 (*OpenAI*, 2024), também fazendo *jus* à escolha.

2.2 Inputs – outputs: uma saída colaborativa e além

À Inteligência Artificial foi solicitado:

Chat, por favor, para o que será demandado, use como suporte informacional, sobretudo, sites de buscas por artigos científicos, os possivelmente mais acessados e consagrados, de janeiro de 2020 até sua última atualização de treinamento (GPT-4). Em particular, verifique no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), no Portal SciELO (Scientific Eletronic Library Online), no ResearchGate, no Google Scholar (o que couber) e em outros portais de periódicos científicos, mas não se limite a esses, contanto que permaneça sempre dentro do padrão oficial de publicações científicas.

Com isso, liste cinco⁸ palavras-chave, em Língua Portuguesa nativa do Brasil (PT-BR), provavelmente as mais pesquisadas e mais próximas de resultados relevantes e recentes em artigos científicos (os mais recentes e relevantes possíveis), baseando-se nos seguintes itens:

TEMA GERAL: Economia e Inteligência Artificial.

SUBTEMAS: Produção Rural e Inteligência Artificial – cinco palavras-chave; Indústria e Inteligência Artificial – cinco palavras-chave; Comércio e Inteligência Artificial – cinco palavras-chave; Serviços e Inteligência Artificial – cinco palavras-chave; e Governo e Inteligência Artificial – cinco palavras-chave. Gere as palavras-chave nestes tópicos, mantendo sempre alinhado às buscas o termo “Inteligência Artificial”, variações ou conceitos tecnicamente análogos.

Para tanto, envolva e depure ainda mais seus resultados para os SUBTEMAS com

⁷ GPT é o acrônimo de *Generative Pre-trained Transformer* (“Transformador Generativo Pré-Treinado”).

⁸ Máximo sugerido para peças acadêmicas por Prodanov e Freitas (2013).

os subsequentes *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (Organização das Nações Unidas)*: 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável; 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico; 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura; 12 – Consumo e Produção Responsáveis.

O processo foi repetido por mais 5 (cinco) vezes, unicamente substituindo as expressões sublinhadas por suas equivalentes para os blocos dos ODS restantes e, convenientemente, alterando a linguagem adotada para o Inglês. Na ordem, foram mudados TEMA GERAL para “Meio Ambiente e Inteligência Artificial” e SUBTEMAS para Gestão Ambiental e Inteligência Artificial; Gestão Hídrica e Inteligência Artificial; Energias Renováveis e Inteligência Artificial; e Mudanças Climáticas e Inteligência Artificial, em junção sistêmica com os ODS de índices 6, 7, 11, 13, 14 e 15, respectivamente. Igual, e consecutivamente, para o TEMA GERAL “Sociedade e Inteligência Artificial”, levando aos SUBTEMAS Educação e Inteligência Artificial; Saúde e Inteligência Artificial; Direitos, Justiça & Segurança e Inteligência Artificial; Políticas Públicas & Inclusão e Inteligência Artificial; e Cultura & Entretenimento e Inteligência Artificial, refinando o contexto com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de números 3, 4, 5 e 16.

Dessa maneira, o compilado das saídas interativas e das iterações de ajustes, obtido pelo *ChatGPT*, foi disponibilizado na **Tabela 1** e na **Tabela 2**.

Tabela 1: Guia de palavras-chave, em Português, resumidas por instrumentação de IA.

TEMAS GERAIS	SUBTEMAS	PALAVRAS-CHAVE (PT-BR)
ECONOMIA e IA	Produção Rural e IA	Agricultura de precisão Sistemas agroalimentares inteligentes Automação rural e pecuária Monitoramento por sensores agrícolas IA aplicada à Sustentabilidade Agrícola
	Indústria e IA	Manufatura inteligente Indústria 4.0 com IA Otimização de processos industriais Automação da cadeia de suprimentos Transformação digital em indústrias
	Comércio e IA	Recomendações personalizadas por IA Previsão de demanda no varejo IA em logística comercial Automação e IA no <i>e-commerce</i> Análise de comportamento do consumidor
	Serviços e IA	Assistentes virtuais no atendimento Sistemas preditivos em serviços financeiros Personalização de experiências do cliente Automação em <i>call centers</i> IA em diagnósticos e suporte técnico
	Governo e IA	Governança digital com IA Políticas públicas baseadas em dados Inteligência artificial na gestão urbana Detecção de fraudes administrativas em bancos de dados Transparência governamental com algoritmos

MEIO AMBIENTE e IA	Gestão Ambiental e IA	Monitoramento de poluição com IA Automação em gerenciamento de resíduos Previsão de desastres ambientais Sensoriamento remoto na gestão ambiental Modelagem preditiva de impactos ecológicos
	Gestão Hídrica e IA	Otimização de recursos hídricos IA para previsão de demanda hídrica Monitoramento da qualidade da água Automação em redes de distribuição hídrica Análise de bacias hidrográficas com IA
	Energias Renováveis e IA	Modelagem preditiva em energia solar IA na otimização de turbinas eólicas Redes inteligentes e automação energética Integração de fontes renováveis com IA Eficiência energética por aprendizado de máquina
	Mudanças Climáticas e IA	Sensoriamento remoto de desmatamento Modelagem climática com IA Previsão de eventos climáticos extremos Mitigação de emissões de carbono com IA Análise climática com Estatística Multivariada
SOCIEDADE e IA	Educação e IA	Tecnologias educacionais baseadas em IA Personalização e assessoramento de aprendizagem Análise de desempenho acadêmico com IA Gamificação e ensino automatizado Plataformas digitais inclusivas na Educação
	Saúde e IA	Diagnósticos médicos assistidos por IA Monitoramento remoto de pacientes Modelagens de IA para o SUS-Brasil Automação em sistemas de saúde Processamento de imagens médicas com IA
	Direitos, Justiça & Segurança e IA	IA na transparência governamental Sistemas preditivos em segurança pública Análise de dados judiciais com IA Ética e ações anti-plágio com uso de IA Governança digital e inclusão jurídica
	Políticas Públicas & Inclusão e IA	E-democracia e participação cidadã Políticas públicas orientadas por dados Inclusão digital em comunidades vulneráveis IA em gestão urbana inteligente Automação em serviços governamentais
	Cultura & Entretenimento e IA	Recomendações personalizadas em plataformas digitais Produção artística gerada por IA Automação em design e criação de conteúdos Experiências culturais imersivas com IA Preservação de patrimônios culturais por tecnologias digitais

Fonte: ChatGPT-4, OpenAI (2024), com acesso a plataformas web de periódicos científicos e afins, via procedimentos intermediados pelo autor.

Tabela 2: Guia de palavras-chave, em Inglês, resumidas por instrumentação de IA.

TEMAS GERAIS	SUBTEMAS	KEYWORDS (EN)
ECONOMIA e IA	Produção Rural e IA	AI in agricultural logistics Crop yield prediction Machine Learning in soil analysis Drone-based farming optimization Smart pest control systems
	Indústria e IA	Robotic process automation in manufacturing Supply chain digital twins

		Energy-efficient industrial AI systems Predictive quality control Advanced analytics for production scalability
	Comércio e IA	AI-enhanced market segmentation Intelligent inventory management Autonomous checkout systems AI-powered customer retention strategies Smart pricing optimization
	Serviços e IA	AI-based financial advisory Dynamic resource allocation in services Fraud detection algorithms Chatbot-driven consumer support Personalized healthcare recommendations
	Governo e IA	Predictive analytics for urban planning AI-enabled tax compliance Natural disaster response systems Citizen sentiment analysis through AI Automated document processing for governance
MEIO AMBIENTE e IA	Gestão Ambiental e IA	AI in sustainable urban planning Biodiversity monitoring using AI Predictive modeling for ecological restoration Remote sensing in environmental impact assessments Waste reduction and recycling optimization with AI
	Gestão Hídrica e IA	Smart water distribution systems Flood prediction with AI technologies Machine Learning for water conservation Hydrological data analysis through AI Drought monitoring with predictive algorithms
	Energias Renováveis e IA	AI in optimizing energy storage systems Predictive analytics for solar energy efficiency Wind farm management using Machine Learning Grid stability enhancement with AI integration Decarbonization strategies driven by AI
	Mudanças Climáticas e IA	Carbon footprint analysis with AI tools AI-enhanced climate change adaptation strategies Extreme weather event prediction Remote sensing for reforestation planning Climate impact simulations using Machine Learning
SOCIEDADE e IA	Educação e IA	Adaptive learning systems Intelligent tutoring platforms Predictive analytics in education AI-driven content personalization Automated educational assessment tools
	Saúde e IA	AI in medical diagnostics Predictive modeling for disease prevention Smart health monitoring systems AI-driven drug discovery Robotic surgery and assistance
	Direitos, Justiça & Segurança e IA	Predictive policing systems AI in legal decision-making Fraud detection algorithms Sentiment analysis in public safety AI-driven cybercrime prevention
	Políticas Públicas & Inclusão e IA	Data-driven policymaking AI for social inclusion E-governance systems Automated welfare distribution AI in urban resource allocation

	Cultura & Entretenimento e IA	AI in creative arts generation Personalized media recommendations Virtual reality and AI in storytelling Preservation of cultural heritage using AI AI-driven audience engagement
--	-------------------------------------	---

Fonte: ChatGPT-4, OpenAI (2024), com acesso a plataformas *web* de periódicos científicos e afins, via procedimentos intermediados pelo autor.

Pela **Tabela 1** e pela **Tabela 2** esta revisão crítica foi estabelecida, em que seus componentes serviram de norteadores para as varreduras em portais de periódicos, à busca de material técnico-científico que viria a corroborar tais correspondências. Porém, vale destacar que a mediação humana (do autor), gerenciando, mantendo, retirando ou alterando tópicos e ou palavras-chave, também constituiu peça crucial nesta fase. Embora essa interferência e refinamento na qualidade das respostas tenha sido minimizada, tanto quanto plausíveis ou desnecessárias essas mudanças, não se abriu mão de sua contribuição.

O meio digital geral, no que lhe concerne, se pôs similarmente indispensável para a coleta de informações, e os buscadores *online* mais utilizados, por suas integridades e alcances reconhecidos, foram: o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – em <https://www.periodicos.capes.gov.br/>), o SciELO-Brasil (de endereço <https://www.scielo.br/>), o ResearchGate (<https://www.researchgate.net/>), o Academia.edu (<https://www.academia.edu/>) e o Google Acadêmico (Google Scholar – <https://scholar.google.com.br/>). Contudo, um cuidado a mais se fez presente nas averiguações pelo Google Acadêmico, já que seu algoritmo, em algumas situações, costuma indexar e sugerir produções acadêmicas de origem duvidosa, incompleta ou, às vezes, muito incipiente em registros revisados por pares.

Também foram localizados arquivos por meio de achados nas páginas de Periódicos da Faculdade Estácio (<https://estacio.periodicoscientificos.com.br/>), no Portal de Periódicos da UFBA (Universidade Federal da Bahia – em <https://periodicos.ufba.br/>) e no Portal de Periódicos do IFSul (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, em <https://periodicos.ifsul.edu.br/>). Estes portais, dentre vários, são muitas vezes redirecionados pelos buscadores anteriores, que eventualmente se interconectam.

No que tange ao período máximo de publicação nos periódicos, optou-se por regular um momento de buscas ao médio prazo de 5 (cinco) anos, de 2020 a 2024. Logo, no mesmo íterim, pôde-se ponderar a sondagem de textos recentes com a sua quantidade, tal qual ajustar as pesquisas manuais com o tempo referencial de formação das palavras-chave pela IA: aproximadamente, em torno do mesmo intervalo. Um a um, os produtos da pesquisa manual

foram sendo armazenados em planilha única, classificando-se por: referência (autoria), ano-idioma, nome, palavras-chave, área de estudo, periódico, buscador e *link*.

No mais, em complemento a todos esses procedimentos e a fim de conferir mais robustez ao discurso crítico, também se inseriram aqui, moderadamente, outros tipos de apurações via *web*: relatos em livros temático-científicos, portais jornalísticos, produções multimídia, entrevistas com personalidades de áreas correspondentes, dentre outros. Nestes, prezou-se sempre pela fidedignidade à concreta realidade dos fatos, narrados ou não...

Dito isso, as consecutivas seções reunirão e disporão os conhecimentos ordenados com esta metodologia.

3 REVISÃO, CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÕES

Antes de mais nada, é importante entender a abrangência deste trabalho, que tenta conciliar, ainda que em tom crítico, o desvendar de duas áreas do conhecimento aparentemente divergentes entre si: Tecnologia – que se ramifica em práticas, métodos, utilitários e sua ascensão nos usos cotidianos –, e Sustentabilidade Ambiental, vertedouro de outras tantas práticas, conceitos, abstrações e acima de tudo ações para, minimamente, manter o Planeta em paz consigo mesmo. Aqui, prevalecerá a ideia de que Desenvolvimento Sustentável não é somente um, mas uma multiplicidade de conhecimentos que se interconectam de forma holista (multidisciplinaridade). Atrelado a isso, vem o contexto nacional brasileiro que, na medida de seu próprio desenvolvimento, dentro da consolidação de um ideal de preservação ambiental para si e para o mundo, vê seu espaço, traça objetivos, intenciona-se a cumprir metas.

Desse ângulo, a antes introduzida Agenda ONU-2030 para o Desenvolvimento Sustentável reverbera seus Objetivos (17 ODS) em atos de conscientização e mudanças sociais, empresariais, industriais e ambientais, lastreadas por inovações tecnológicas. Inovações que tendem a incrementar e a melhorar a economia para todos os setores comprometidos com o resguardo dos recursos escassos de que dispomos (Zorzo *et al.*, 2022, que cita Marques, 2019).

Zorzo *et al.* (2022, em alusão à ONU-Brasil, 2022) ainda afirmam que a Agenda 2030 impõe à coletividade uma busca por evolução cooperativo-tecnológica na resolução de conflitos. Isto é, como tornar pessoas, métodos e meios, agentes de sua própria sustentabilidade.

Assim, um desses exemplos de cooperação tecnológica em ligeiro progresso na contemporaneidade é o feixe de instrumentos computacionais criados com o advento das Inteligências Artificiais. Elas, entidades digitais que já contam com um leque aberto de possibilidades no amparo às questões socioeconômicas e socioambientais mais comuns e mais

profundas da humanidade.

Piazza (2023) também concorda que é essencial promover a interdisciplinaridade em meio acadêmico-escolar, para fomentar o diálogo entre universidades, empresas, políticos e sociedade, maximizando os benefícios das tecnologias de IA's em atos sustentáveis. Ele conclui que só a colaboração desses atores, conscientes dos impactos éticos e sociais das decisões tomadas, poderá garantir a utilização responsável da Inteligência Artificial, em prol de onde estamos e aonde queremos chegar...

Mas, afinal, que “Inteligências” são essas...?

3.1 Paradigmas de Inteligências Artificiais: o Jogo de Turing, IA contemporânea e o Brasil

Quando Turing (1950) apresentou à ciência de seus pares “O Jogo da Imitação”, o que ele quis transmitir, à verdade dos fatos, foi a noção de que, em um diálogo entre uma máquina ou sistema digital e certo avaliador-mediador, caso esse avaliador-mediador não consiga distinguir se o discurso de seu interlocutor avaliado é humano ou de um ser artificial, isto poderia ser considerado “inteligência”, ou “pensar”, nas palavras do britânico Alan. Todavia, há de se perceber que “inteligência” (ou “pensar”), no próprio julgamento de Turing, não significa objetivamente estar autoconsciente, nem mesmo conceber o que é dito, nem ter certeza de falas, definições ou conceitos. É algo que traz o sinal, apenas, de que tal máquina pode se passar por alguém real durante uma conversação.

A essa sequência de passos deu-se o nome “Teste de Turing”, prova a qual, caso um sistema artificial obtivesse êxito, ele estaria apto a processar incontáveis aglomerados de informações, interpretá-las e poder interagir com seres humanos, em tese, imperceptivelmente (Taulli, 2020).

Indo à década de 1980, ao publicar uma revisão na Revista Psicologia, da Associação Portuguesa de Psicologia (APP), Coelho, H. (1983) reproduziu o vislumbre do então Diretor do Projeto de Inteligência Artificial da *Yale University* (“Universidade de Yale”), Roger Schank: Roger acreditava haver duas perspectivas possíveis para o ramo de IA, daquela data em diante – a primeira, trataria de encontrar “o modo como os seres humanos pensam”, prioritariamente. Na segunda, as Inteligências Artificiais serviriam para originar uma nova era tecnológica computacional. Isso se relacionaria com “as formas de representação do conhecimento”, normalmente utilizadas para replicar tarefas repetitivas do dia a dia.

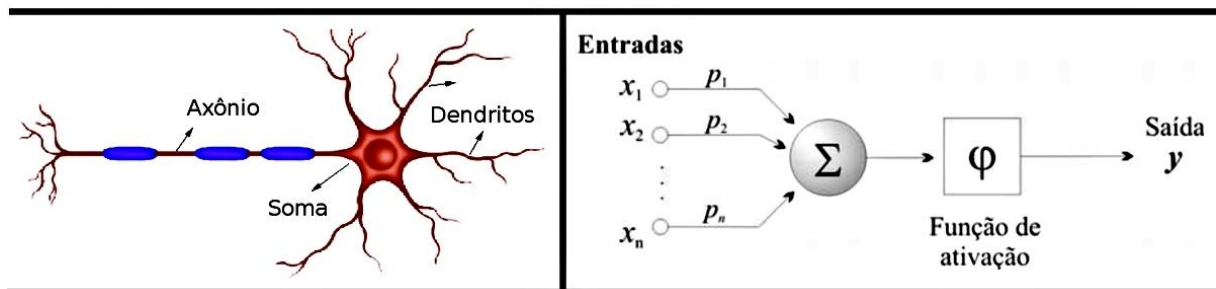
Na mesma data (1980), Harry Pople, Codiretor do Laboratório de Sistemas de Decisão da *Pittsburgh University* (“Universidade de Pittsburgh”, na Pensilvânia, Estados

Unidos) já conjecturava que as IA's articulariam teorias do conhecimento, inferência, resolução de problemas e tomadas de decisão, aquisição e uso da linguagem, aprendizagem, memória, percepção e outras feições comportamentais humanas, geralmente vinculadas ao termo “inteligência” (Coelho, H., 1983, p. 98).

Já mais recentemente, Ludermir (2021) confirma que algumas técnicas de IA nasceram por volta de 1950. Contudo, a forma como hoje elas se popularizaram empenha alto poder computacional e grandes quantidades de informações que não estavam disponíveis até pouco tempo. Com as modernas *GPU's* (*Graphic Processing Unit* – “Unidades de Processamento Gráfico”), muito mais dados e processos puderam ser “digeridos” pelo sistema, extraindo soluções cada vez melhores e mais céleres. Dados vindos de empresas, de pessoas, de equipamentos (Internet das Coisas) e tantos mais... Porém, não basta entender o “quando”, mas qual unidade computacional dá início a esse *modus operandi*...

Em primeiro lugar, a estrutura unitária de programação necessária à ocorrência do Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) é o *perceptron*, espécie de neurônio artificial cunhado pelo notável psicólogo norte-americano Frank Rosenblatt, em 1958. Sua operacionalidade, vide comparativo da **Figura 3**, é similar ao macro funcionamento de um neurônio orgânico.

Figura 3: Comparativo entre um neurônio biológico e um *perceptron* (neurônio artificial).



Fonte: Borges *et al.* (2015) e Ferneda (2006), em simplificação vinda de Haykin (2001), modificada.

Rosenblatt, também ávido estudioso de Ciência da Computação, concebeu o *perceptron* da seguinte maneira (pela **Figura 3**): o modelo é arquitetado sobre três elementos básicos – um conjunto de n -entradas ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$), que podem ser saídas de outros *perceptrons*, vinculadas a pesos ($p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$); em segundo lugar, uma *função soma*, ou *somatório* (Σ), que acumula os sinais de entrada e transfere seus efeitos; e terceiro, uma *função de ativação* (ϕ), que limita a amplitude do sinal de saída (y) a um valor fixo (Ferneda, 2006).

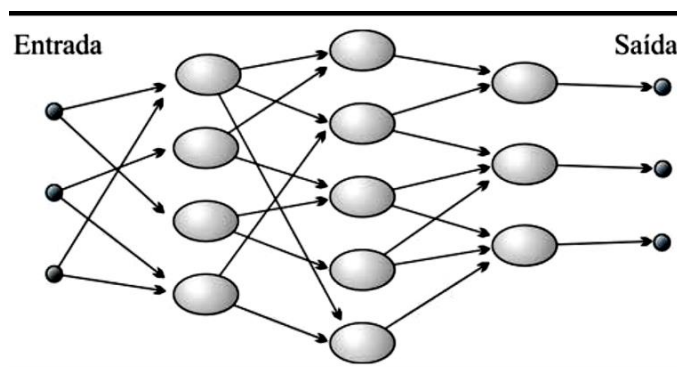
Ou, fazendo uma analogia com o neurônio biológico, do centro para os extremos da **Figura 3**, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ seriam as entradas, semelhantes aos dendritos, que vêm de outros

neurônios. No núcleo neuronal estaria a *função soma*, que calcularia então $S = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p_i + b$, onde $b = \text{bias}$, o que equivale à associação de um peso b a uma entrada de valor 1, por neurônio, a fim de que a *função de ativação* possa transladar livremente. A resultante desse processo é verificada pela *função de ativação*, que define a saída y , tal qual no axônio e suas terminações, indo a outros neurônios e dando continuidade à propagação de informações.

Matematicamente, a *função de ativação* pode assumir diferentes formas, a depender do tipo de problema que se deseja resolver, da arquitetura escolhida ou outros fatores. Alguns exemplos de *função de ativação* são: a *função identidade*, de expressão $id(x) = x$, para todo x em $\mathbb{R} = (-\infty, +\infty)$; a *função sigmoide*, descrita por $\text{sigm}(x) = 1/(1 + e^{-x})$, variando no intervalo $S = (0, 1)$; a *função tangente hiperbólica*, dada por $\text{tanh}(x) = (e^x - e^{-x})/(e^x + e^{-x})$, com x em $T = (-1, 1)$; ou a *função ReLU – Unidade Linear Retificada* – composta pela lei de formação $y = \text{ReLU}(x) = \max(0, x)$, $\forall x \in \mathbb{R}$. Isto é, para todo x em $\mathbb{R} = (-\infty, +\infty)$: **(a)** se $x \leq 0$, então $y = 0$; ou **(b)**, se $x \geq 0$, então $y = x$. Com isso, das 15 a 30 *funções de ativação* mais comuns, a *função ReLU*, também inspirada na macro dinâmica neural orgânica, tem sido a *função de ativação* mais utilizada no mundo – em especial, por sua eficiência na Aprendizagem Profunda (*Deep Learning*) (Rizzo e Canato, 2021).

Portanto, das definições anteriores, quanto mais *perceptrons*, maior o número de conexões. Consequentemente, é formada a segunda principal estrutura do Aprendizado de Máquina: as Redes Neurais Artificiais (RNA), apresentadas, em suma, na **Figura 4**.

Figura 4: Representação simplificada de uma RNA (Rede Neural Artificial).



Fonte: Ferneda (2006), simplificada por Haykin (2001).

As RNA são fluxos matemáticos criados (idem) com base nas redes neurais biológicas, e, artificialmente, computam informações de maneira similar a um cérebro natural (Ludermir, 2021). No mais, a estruturação de Redes Neurais Artificiais pode conter quantas

camadas (de Redes) o problema a ser solucionado exigir e o poder computacional de *hardware* e *software* da máquina suportarem (Ferneda, 2006).⁹ Redes Neurais Convolucionais (*CNN*)¹⁰ e Redes Neurais Recorrentes (*RNN*)¹¹ são inerentes casos de RNA.

Há, entretanto, nos meandros das Redes Neurais Artificiais, comportamentos (ou modos de funcionamento) não completamente explicáveis em seus processos internos. Assim, por sua natureza desconhecida em camadas de rede ocultas, apelidou-se tais processos de “caixa-preta da IA”. Embora isso ocorra, Inteligências Artificiais operantes a esse nível não são autossuficientes, como se pode supor, tampouco agem com interesse próprio ou por vontade própria. Inclusive, pesquisas vêm sendo conduzidas, ao passo do aumento de demanda por IA’s explicáveis, pretendendo esclarecer quais os reais fatores de causalidade operam nesses mecanismos (Wanner *et al.*, 2020; BBC News Brasil, 2023).

Ludermir (2021) dá continuidade ao seu entendimento ao constatar que, em geral, arquétipos de IA’s têm uma classificação tripla: (1) IA Focada (também chamada de IA Estreita ou IA “fraca”); (2) IA Geral e (3) IA Superinteligente (estas últimas, IA’s “fortes”).

Dessa tipologia, a IA Estreita é constituída por algoritmos especializados em resolver problemas isolados. Ilustram a categoria os sistemas de recomendação, como os corretores ortográficos; os *LLM*’s, tal qual o *ChatGPT*; os aparelhos com visão computacional e outros... É este, portanto, o nível atual das Inteligências Artificiais: a IA Estreita. Por sua vez, a IA Geral, bem como a IA Superinteligente, são, no presente, artefatos meramente teóricos. Isso porque, em tese, uma IA Geral teria o poder de entender, aprender, aplicar e adaptar sua “mente” tanto quanto os humanos, o que incluiria uma autoconsciência ou uma simulação bastante convincente dela. Já a IA Superinteligente seria também uma IA Geral, porém, com capacidades exponencialmente superiores às humanas. Ela poderia influenciar na descoberta de novos saberes, ou até mesmo encontrar novas formas de perceber e sentir a realidade física e psíquica, onde os humanos são fatalmente limitados (IBM, [s.d.]c; Ludermir, 2021).

Na contramão de entusiastas tecnológicos, crentes de que um dia algoritmos poderão reproduzir com absoluta fidelidade a mente humana, Nicoletis (2020, p. 550), crítico

⁹ Para melhor entender a formação e a programação de *perceptrons* e de Redes Neurais Artificiais, de maneira prática, basta que se solicite ao próprio *ChatGPT* a elaboração (em linguagem *Python*, por ex.) de um exemplo simples de *perceptron* e ou RNA, e ele o fará. Além da simulação de falas naturais, o *ChatGPT* também pode auxiliar no ensino-aprendizagem de uma vasta gama de linguagens de programação.

¹⁰ *Convolutional Neural Network – CNN* – são Redes Neurais Artificiais (sob *Deep Learning*) de uso mais frequente em classificação de imagens e visão computacional, como na técnica de reconhecimento facial (IBM, [s.d.]a).

¹¹ *Recurrent Neural Network – RNN* – são um tipo de RNA, em Aprendizagem Profunda, treinado com dados sequenciais, ou séries temporais, para criar uma arquitetura capaz de fazer previsões ou conclusões sequenciais. É uma forma muito aplicada em previsões meteorológicas e reconhecimento de fala natural (IBM, [s.d.]b).

atento e cético do modo como atualmente são tratados os modelos de Inteligências Artificiais, comenta que “as novas abordagens de programação digital, basicamente, são inspiradas em algoritmos e ideias derivados da área da Estatística Multivariada¹² e capazes de melhorar a capacidade computacional dos modernos supercomputadores”... E é apenas isso. Para Nicoletis, até mesmo na terminação “Inteligência Artificial”, há por trás um grande *lobby*¹³, que seria mero *marketing* distorcendo a verdadeira Ciência. “Não é nem ‘inteligência’ (porque é somente Estatística) nem ‘artificial’ (por ter sido criada pela mente humana, que é orgânica)”, defende ele, remontando igual concepção atribuída à pesquisadora australiana Kate Crawford (2021).

Presentemente, tenta-se chegar aos níveis tecnológicos mostrados por IBM, [s.d.]c e Ludermir (2021), adotando, basicamente, três tipos de Aprendizado de Máquina: o supervisionado, o não supervisionado e aquele por reforço. No aprendizado supervisionado, são oferecidas tarefas e respostas. Ou seja, considerando-se um problema de classificação em que um modelo inteligente precise diferenciar “mesas” de “cadeiras”, a ele são oferecidos inúmeros exemplos de cadeiras e de mesas, até que as características de ambos os objetos sejam, pelo modelo de IA, distinguíveis. No aprendizado não supervisionado, o algoritmo seleciona os objetos por meio das similaridades de seus atributos, diretamente, sem respostas prontas. Em terceiro, vem a aprendizagem por reforço, que também não oferece uma resposta final ao algoritmo... Em vez disso, propõe-se uma hipótese, baseada no problema inicial, e exige-se a determinação de que essa hipótese seja válida ou inválida. Dentro disso, o modelo recebe um sinal de reforço, “recompensa” ou “punição”, para seguir o aprendizado. O *ChatGPT* foi ensinado assim, usando uma técnica conhecida como Aprendizagem por Reforço com *Feedback Humano* – *RLHF* –, sigla em Inglês (*MIT Technology Review*, 2023a).

É fato que, quaisquer que sejam as visões a respeito das IA's, técnicas, meios e pormenores que inspiram a busca por uma Inteligência Artificial cada vez mais poderosa, próxima ou superior ao que um ser humano é, a IA vem se estabelecendo como mais uma das várias faces da soberania entre países. Outro fato é que muitas nações no mundo, por tantos motivos sociais e econômicos, não puderam chegar a esse patamar de desenvolvimento técnico-científico. Apesar disso, outras certas regiões do globo pretendem começar ou já iniciaram sua inserção nesse horizonte, a fim de se estabelecerem efetivamente na era digital, que aparece

¹² (Ou) “Análise Multivariada: refere-se a todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos sob investigação. Assim, qualquer análise simultânea, de mais do que duas variáveis, pode ser considerada a princípio como multivariada” (Hair *et al.*, 2009, p. 23).

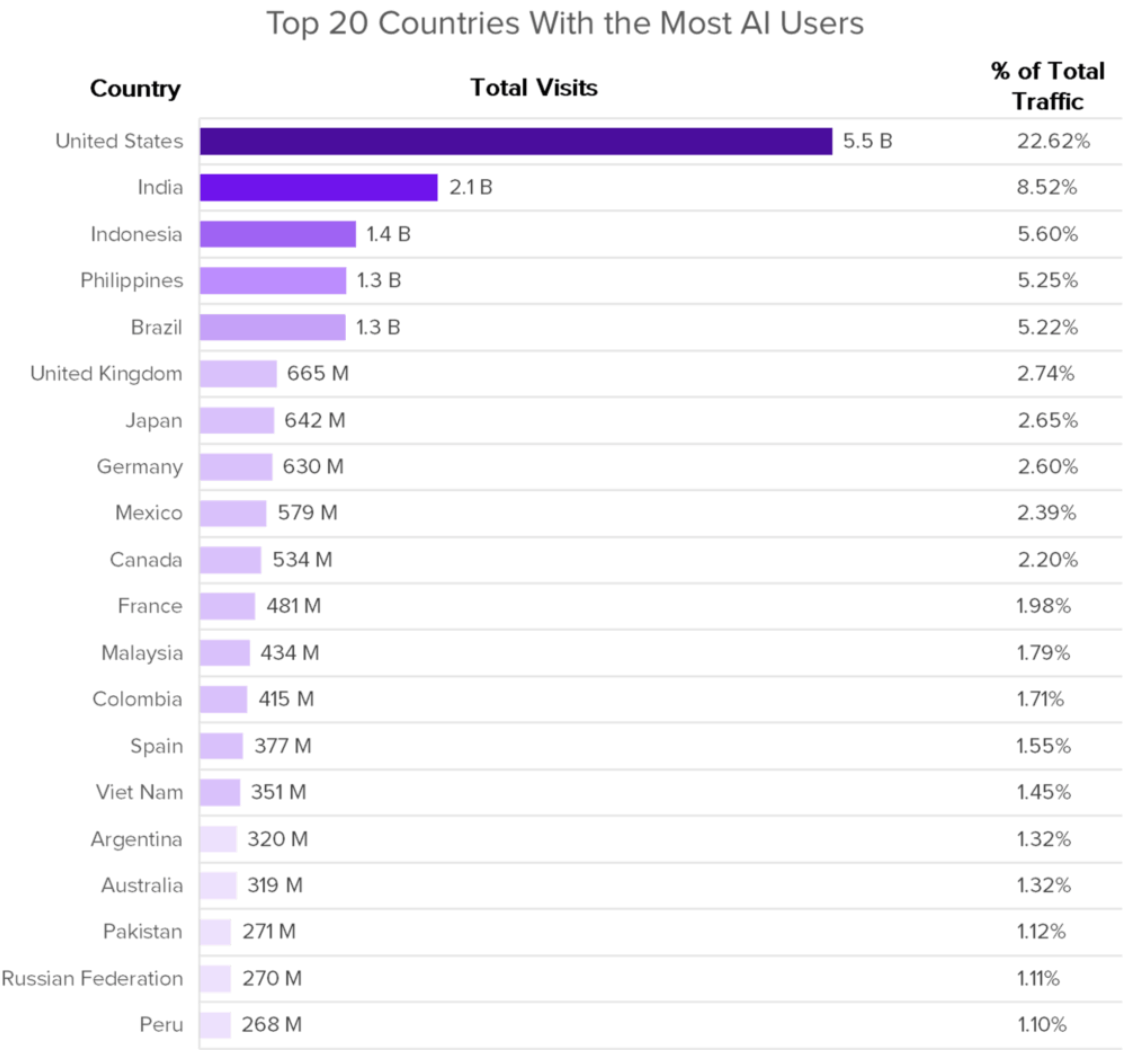
¹³ “Campanha realizada por quem busca exercer influência ou controle sobre algo ou alguém, mas sem se expressar formalmente”: *lobby* político, *lobby* religioso, *lobby* científico, *lobby* empresarial (Dicionário *Online* de Português, 2024, *online* – não paginado). Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/lobby/>>. Acesso em: 3 dez. 2024.

como nova direção no desenvolvimento da sociedade no Planeta... E é aqui onde cabe o Brasil.

3.2 O Brasil no mundo – um Plano para modelos de IA’s em meio à Agenda Sustentável

O Brasil ainda não domina o todo tecnológico das Inteligências Artificiais de forma pragmática, especialmente em desenvolvimento, registro, patenteamento e extensões dessas inovações nos meios comerciais e no setor público nacional. Mesmo assim, o Brasil encontra-se ranqueado, ao menos de setembro de 2022 a agosto de 2023, entre as 20 nações que mais utilizaram IA’s ao redor do globo. Ao ocupar a 5ª posição no *ranking*, os brasileiros compõem, aproximadamente, 5,22% do tráfego (virtual) de usuários dos países levantados. Algo que se vê melhor representado no diagrama da **Figura 5**.

Figura 5: Os 20 principais países com mais usuários de IA (tradução direta).



Writerbuddy

Fonte: Sarkar (2023) – *Writerbuddy.ai*.
Disponível em: <<https://writerbuddy.ai/blog/ai-industry-analysis>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

A classificação provém de um relatório da *Writerbuddy.ai*, corporação do ramo de Inteligência Artificial, também citada por Chris Westfall (2023), por meio da versão *online* da Revista Forbes. O relatório traz ainda as 50 ferramentas de IA mais visitadas no mesmo período, constando o *ChatGPT* como líder absoluto do mercado (14,6 bilhões de acessos – ou cerca de 60% de todo o tráfego de dados observado), seguido do *Character.AI* (3,8 bilhões de acessos) e, em terceiro lugar, o *QuillBot* (1,1 bilhão). O estudo revela que o Brasil é o terceiro em acessos, particularmente ao *ChatGPT*, perdendo apenas para a Índia e para os Estados Unidos (EUA).

E não para só nisso... As pessoas também foram consultadas. Sob encomenda do Google, o *Institut Public de Sondage d'Opinion Secteur* (Instituto Público de Sondagem de Opinião Setorial) – *Ipsos* – realizou uma pesquisa de opinião, entre setembro e outubro de 2024, que resumiu as percepções de 21.043 adultos, em 21 países, acerca das Inteligências Artificiais e suas implicações na vida cotidiana. Do estudo, gerou-se uma cartilha intitulada *Our life with AI: from innovation to application*, ou, em Português, “Nossa Vida com IA: da inovação à aplicação”, uma atualização da edição de 2023, *the reality of today and the promise of tomorrow* – “a realidade do hoje e a promessa do amanhã” (Jackson e Lohr, 2025).

Indo aos dados... Em geral, 54% dos brasileiros disseram utilizar IA Generativa em suas tarefas diárias. Um uso, portanto, acima da média global, que é de 48%. Igualmente, as informações sugerem que o otimismo global relacionado a essa prática tem aumentado, à medida que a diversificação de aplicações de IA's também aumenta. Tem-se, de novo, o Brasil como destaque, quando, para 65% dos brasileiros, a Inteligência Artificial parece ser promissora. Na mesma questão, a média mundial ficou em torno de 57%. Já 60% dos entrevistados, no Brasil, acreditam na otimização de ganhos e na multiplicação de empregos, com a disseminação de *softwares* inteligentes. Enquanto, para outros países, isso fica, em média, por volta de 49%. Outras respostas indicam que os brasileiros veem as tecnologias de IA's como favorecedoras de mudanças positivas para o futuro, para mais ou para menos acentuadas, porém, ainda assim, positivas. Por exemplo, sobre os benefícios da IA em pequenas empresas, 79% responderam que “haverá benefícios”; já para grandes empresas, o percentual chegou a 82%. Na agricultura e pecuária, 74% dos entrevistados responderam positivamente sobre essas influências; para a educação, 75%; na medicina, 77%. Na cibersegurança, 67% acreditam que as IA's incorporarão algo bom; e, nas ciências em geral, 80% acham o mesmo (Jackson e Lohr, 2025).

Essas são só mais algumas evidências de que há hoje, na sociedade brasileira, um pulso de transformação latente, ainda por explorar, em relação à Inteligência Artificial para o uso comum. Outras tantas evidências são ainda consultáveis pelo próprio relatório *Ipsos-*

Google... Óbvio que, sob uma ótica de desenvolvimento nacional, preferencialmente, algo que deveria ser alçado, ou bem explorado, por empresas nacionais com tecnologias nacionais, já que isso, se bem articulado institucionalmente, enquanto política de soberania e segurança nacional, poderia impor um novo patamar de progresso ao país.

Coincidentemente ou não, o tema da edição 2024 da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação foi *Ciência, Tecnologia e Inovação para um Brasil Justo, Sustentável e Desenvolvido*. E um dos grandes objetivos a se perseguir era, partindo da carência nacional em IA's legitimamente voltadas às circunstâncias brasileiras, construir uma nova Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o setor, a ser implementada até 2030, por intermédio do Governo, cientistas, líderes de entidades e membros da sociedade civil organizada (Brasil, 2024a). Surge, daí, o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA).

O PBIA, recentemente apresentado ao Presidente da República, mantém, entre outros objetivos nele dispostos, o de “equipar o Brasil de infraestrutura tecnológica avançada, com alta capacidade de processamento, incluindo um dos cinco supercomputadores mais potentes do mundo, alimentado por energias renováveis”. Como também “desenvolver modelos avançados de linguagem em Português, com dados nacionais que abarcam nossa diversidade cultural, social e linguística” (Brasil, 2024a, p. 3).

De acordo com Verdélio (2024), da Agência Brasil de Notícias, os investimentos previstos para a empreitada são da ordem de R\$ 23,03 bilhões, até 2028. Desses, R\$ 12,72 bilhões são de créditos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). E também recursos não-reembolsáveis do FNDCT (R\$ 5,57 bilhões), do Orçamento da União (R\$ 2,90 bilhões), do setor privado (R\$ 1,06 bilhão), empresas estatais (R\$ 430 milhões) e outros (R\$ 360 milhões). Isto posto, só na parte de infraestrutura física e seus suportes (*hardware* e *software*), o roteiro prevê a atualização do supercomputador Santos Dummont, do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) – em Petrópolis (RJ) –, para atender o que for demandado em pesquisas na área, tanto pelos centros públicos especializados (universidades, fundações, autarquias etc.), quanto pela iniciativa privada. Em cinco anos, espera-se que ele deva estar entre os cinco computadores com maior capacidade de processamento do mundo, de uma lista de 500. Os investimentos na tecnologia devem ser cerca de 1,8 bilhão de reais.

Com muitos “por fazer”, nada mais razoável que a *expertise* nacional brasileira em Inteligências Artificiais só possa ser atingida com tempo e maturação, quando vierem erros, acertos, aprendizados... Claro, aplicações, mesmo que com tecnologias puramente estrangeiras,

existem. É algo que já se vive no dia a dia. Inclusive, na atualidade, são efervescentes trabalhos, estudos, experimentos, demonstrações e aplicações de IA's, principalmente nos EUA, Europa e Ásia. Vários deles podem mover ideias, originais ou adaptadas, na construção do paradigma verde e amarelo de IA sustentável. A exemplo, o *DeepSeek*¹⁴ e sua profusão de novas possibilidades... E em se tratando de Sustentabilidade com IA's, consoante ao já enunciado, o *Triple Bottom Line* consegue discretizar seus entremeios, para que se possa abordar as diversas camadas subjacentes ao próprio conceito de Desenvolvimento Sustentável, em que alguns tipos de Inteligências Artificiais são bastante úteis. Nos próximos itens, um pouco de cada camada.

3.3 Economia Sustentável e Inteligências Artificiais

O Brasil, enquanto Estado Nacional, ao firmar assinatura no Acordo de Paris¹⁵ e se manter comprometido com a Agenda 2030 da ONU, permanece engajado em implementar políticas de Desenvolvimento Sustentável em sua rotina institucional. Todavia, o caminho para se atingir essas metas vem se mostrando bastante sinuoso, marca da acentuada diversidade e desigualdades nacionais. Nessa conjuntura, segundo Aguiar (2024), com dados da pesquisa *Ipsos Equalities Index 2024*, a desigualdade social é a principal preocupação do Brasil.

Em linha oposta, Cavalcante e Garcia (2024) demonstram que, nos últimos anos, a economia potencializada por tecnologias de IA tem sido bastante impactada. Notadamente, no setor industrial e na agricultura, tendo a automação como protagonista, aumentando suas respectivas produtividades. O que não significa, obrigatoriamente, que esse crescente desenvolvimento se reverta em combate à fome e às desigualdades, duas das maiores adversidades do Brasil – ODS número 2, ODS número 10 e ODS número 1. Em contrapartida, é sabido que os desenvolvimentos industrial e tecnológico afetam fortemente ecossistemas e, acima de tudo, o equilíbrio de seus seres e recursos.

Por essa razão, alguns setores econômicos que foram ao encontro de sistemas colaborativos, com propósito sustentável em comum, fizeram nascer a dita “economia circular”. Aliadas a essa possibilidade, Inteligências Artificiais impõem-se como facilitadoras dos processos, uma vez que promovem nítidas renovações na vida dos produtos, a exemplo, intermediando análises preditivas. Sim, realizar previsões – prevenção de danos, gerenciamento e separação de lixo, dentre outras funcionalidades, graças ao *Machine Learning* (Enel, 2020,

¹⁴ Modelo de IA chinesa discutido em: *Uma Viagem no Expresso do Oriente* – tópico 3.5.4 deste artigo.

¹⁵ “(...) Acordo que rege medidas de redução de emissão de dióxido de carbono, a partir de 2020, e tem por objetivos fortalecer a resposta à ameaça da mudança do clima e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos gerados por essa mudança” (Brasil, 2016).

indicada por Cavalcante e Garcia, 2024). É a IA presente em todas as etapas de produção, desde o plantio, colheita e processamento (ou industrialização), até o momento logístico e de consumo (Cavalcante e Garcia, 2024, relembrando o trabalho da *McKinsey Sustainability*, 2019).

3.3.1 *Produção, Indústria, Comércio, Serviços e Governos com IA's no Desenvolvimento Sustentável: capacidades, inteligências e influências*

A Inteligência Artificial perfaz um apanhado de instrumentos, hoje, capazes de alavancar o desenvolvimento socioeconômico brasileiro de maneira decisiva. A razão desta afirmação se dá pela certificação de alguns fatores nacionais estruturantes: população jovem e ágil na lida com tecnologias disruptivas, diversidade e dimensão de bases de dados nacionais, matriz energética limpa, capacidade instalada de pesquisa e desenvolvimento públicos, ou em parcerias público-privadas (universidades públicas e empresariado), múltiplos projetos de aplicação e desenvolvimento de ferramentas de IA por empresas de diferentes portes etc. (Brasil, 2024a). Junto a isso, agregue-se os dados obtidos por Sarkar (2023) – no relatório *Writerbuddy.ai* –, como também os informes do relatório *Ipsos-Google* – de Jackson e Lohr (2025) –, que imprimem uma substancial demanda por IA's em território nacional, com um emergente, crescente e positivo interesse dos brasileiros por essas tecnologias.

Assim, é possível conceber que há muito de valioso a se explorar nesse sentido, bastando a força motriz política se fazer presente, articulando interesses, buscando parcerias, gerenciando metas. O que, por si só, já não é algo trivial. Contudo, é certo que, se no Brasil não o fizerem, alguém no mundo o fará... Antecipar ações é o que, às vezes, pode criar grandes ou pequenas oportunidades, quase sempre de ganhos. Inações, por sua vez, não criam nada.

Posto isso, já existem casos concretos. A **Tabela 3** expressa uma série de iniciativas de aplicações e desenvolvimento de dispositivos inteligentes, com o empenho de empresas e instituições, no Brasil, interessadas em alastrar lucrativamente seus benefícios. Estas, voltadas primordialmente aos domínios da Indústria, do Comércio, dos Serviços e do Governo que, no âmbito de suas atividades e limites, também se aproximam dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. São iniciativas que não estão, necessariamente, interagindo com políticas públicas de inovação, mas que podem servir de ponto de partida para que tais políticas ocorram e se fortaleçam, mesmo dentro dos obstáculos sociais e econômicos nacionais.

Tabela 3: Iniciativas de aplicações e desenvolvimento de ferramentas de IA por empresas ligadas a Indústria, Comércio, Serviços e Setores Governamentais.

INICIATIVA	EMPRESA- INSTITUIÇÃO	ÁREA	DESCRIÇÃO
Menos fraude em transações	Banco do Brasil	Indústria, Comércio e Serviços	Modelos de IA para análise de comportamento de clientes.
Prova de vida	Banco do Brasil	Indústria, Comércio, Serviços e Governo	Verificação anual automatizada de atividade de beneficiários via IA.
Pequeno Negócio + IA	Banco do Brasil	Indústria, Comércio e Serviços	Solução com IA para atendimento personalizado a Micro e Pequenas Empresas.
Análise de <i>Feedback</i> do Cliente	Caixa Econômica Federal	Indústria, Comércio, Serviços e Governo	IA para gerenciamento e resposta a <i>feedbacks</i> de clientes.
<i>Maritalk AI</i>	Maritaca AI	Indústria, Comércio e Serviços	<i>Chatbot</i> em Português e Espanhol para a América Latina.
BERTimbau	<i>NeuralMind</i>	Indústria, Comércio e Serviços	Modelo de linguagem, em Português, líder na <i>HuggingFace</i> .
Combate às fraudes financeiras	Stefanini	Indústria, Comércio e Serviços	IA para detecção de fraudes em tempo real.
IA na indústria do aço	Stefanini	Indústria, Comércio e Serviços	IA para eficiência e segurança na indústria siderúrgica.
<i>Wide Jurídico</i>	<i>WideLabs</i>	Indústria, Comércio e Serviços	IA para automação de tarefas jurídicas.

Fonte: Brasil (2024a), modificada.

Ao explorar experiências globais, nas menções de Talaviya *et al.* (2020), as IA's emergiram intensivamente na agroindústria moderna. Somente em 2020, algo por volta de 75 milhões de dispositivos conectados por agricultores estariam sendo utilizados, gerando cerca de 4,1 milhões de dados diários sobre essas produções.

Quase sempre na vanguarda do cenário agrícola mundial, o Brasil já foi, por vezes, matéria da Revista Forbes nesse aspecto: “(...) A agricultura brasileira passou por uma transformação notável, impulsionada por inovações tecnológicas que buscam aumentar a produtividade de maneira sustentável, dando respostas à demanda crescente por alimentos” (Cury, 2024, *online* – não paginado).

Nesse caminho, Bernardy (2023) se reporta a Pinheiro *et al.* (2021) e Liakos *et al.* (2018) para apontar que recentes automações com o uso de robôs, máquinas agrícolas inteligentes e drones afloraram bastante no setor agroindustrial. Desde sistemas para detecção de ervas daninhas, rendimento de colheita e qualidade produtiva, base da gestão no campo, indo até a seara manufatureira. Inclusive, Bernardy (2023) conclui que dá para fazer, na cadeia produtiva, uma alternativa de Sustentabilidade com Tecnologias da Informação (TI's). Em sua pesquisa, ele espera que, através de uma maior implementação dessas tecnologias, a diminuição dos produtos químicos empregados por sojicultores possa baixar as emissões de carbono e reduzir gastos hídricos. Desse modo, inumeráveis outros impactos positivos poderiam ser

sentidos nas produções, favorecendo uma pegada verde no meio rural.

E, em se tratando disso, não dá para deixar de citar a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que há mais de meio século inova e investe nas potencialidades da fusão entre o Agro Nacional e a urgência de se prover a Sustentabilidade no campo. Algo que recentemente se refletiu, a título de exemplo, em um dispositivo autônomo (IA) de baixo custo e embasado no balanço de energia das folhas, para o sensoramento do estresse hídrico das plantas. Em tempos de alterações climáticas e visando diminuir o desperdício com a irrigação, o protótipo foi desenvolvido pela Embrapa Agroindústria com a Universidade Federal do Ceará (UFC) (Sousa *et al.*, 2024). Ambos, em contato direto com o setor privado, seguem pretensões de que o dispositivo chegue comercialmente às lavouras até 2026 (Brasil, 2024h).

Direta ou indiretamente, a Embrapa também esteve envolvida em estudos que buscaram explorar: a coleta e a utilização de dados agrícolas (Barbedo *et al.*, 2024); classificar palmeiras de macaúba, por faixa etária, usando RNA (Santos W., Collicchio e Favaro, 2024); discutir o papel da Inteligência Artificial nas pesquisas agrícolas em áreas como “produção agrícola”, “cadeias de valor” etc... (Saraiva *et al.*, 2024); avaliar a prontidão organizacional da Embrapa para implementar IA em seu Serviço de Atendimento ao Consumidor (Lambertucci *et al.*, 2024); aumentar a capacidade tecnológica da Embrapa por meio da aplicação de novos indicadores na análise e escolha de parcerias (Stefani *et al.*, 2024) e muito mais... Lembrando: aplicabilidades, normalmente, visando a Sustentabilidade no Agro.

A pecuária 4.0 é mais uma abordagem inovadora, que combina automação e outras tecnologias, para fazer frente à eficiência da produção animal em um norte de Desenvolvimento Sustentável. Utilizando como base técnico-científica *Internet of Things (IoT)*, Inteligência Artificial (IA) e *big data*, a nova vertente da pecuária pretende otimizar a gestão e o monitoramento dos animais, e erguer e diversificar a produção, garantindo o bem-estar animal e reduzindo os impactos relativos à lida (Rodrigues, D., 2023, que corrobora Silva, M., 2022).

No mesmo segmento rural, Borba *et al.* (2022) trazem as contribuições de Feng (2019), da China, a respeito de construir um modelo de distribuição de terceiros através do cálculo logístico, custos e eficiência, sob diferentes variáveis de produtos agrícolas de frutas e vegetais; ou Xin *et al.* (2019), também chineses, sobre melhorar o nível intensivo do cultivo de hortaliças, com a redução de desperdícios por aplicativo móvel; ou mesmo Ogunde e Olanbo (2017), da Nigéria, com a proposta de um sistema analítico de apoio à decisão na extração de informações do solo, com relação à sua adequação ao cultivo de mandioca, dentre outros.

Na agricultura e pecuária (Produção), são ações de impacto imediato do Plano

Brasil de IA (PBIA): criar e manter o ATER Digital – IA –, serviço de orientação técnica digital com IA, disponibilizando dados climáticos, territoriais e meteorológicos para produtores rurais através de *chatbot* para sanar dúvidas. Outra aposta é uma ferramenta de cálculo do peso bovino por câmera 3D com IA embarcada. Isto é, visão computacional para o monitoramento do peso do rebanho, reduzindo o manejo animal e amenizando seu estresse (Brasil, 2024a).

Agro à parte, o relatório-encarte da DHL *White Paper* (2021) demonstra que houve uma grande revolução das vendas *online* com o surgimento de novas tecnologias digitais. Analogamente, *big data*, análise preditiva, IA e robótica estão promovendo outra grande revolução na eficiência e na Sustentabilidade da logística por trás do *e-commerce*. Leng *et al.* (2023) perceberam isso com empresas chinesas de *e-commerce* transfronteiriço. Com o uso de IA, os empreendedores foram e são capazes de entender melhor as necessidades dos clientes, aumentaram a eficiência operacional e melhoraram o gerenciamento de suas cadeias de suprimentos, algo que susceptibiliza o ODS n. 12 – Consumo e Produção Responsáveis.

Outras mudanças no transporte rodoviário prometem reduzir o impacto do setor sobre o meio ambiente. A mudança para tecnologias digitais está permitindo às empresas fazer o transporte tradicional mais eficiente. Sensores de rastreamento de frete por *app*'s, junto com *softwares* de planejamento de rota e redes inteligentes, já são realidade essencial no ramo de transportes e viagens (DHL *White Paper*, 2021).

E não apenas isso... No setor industrial, Teixeira, Teixeira e Rocha, C. (2020), com dados do McKinsey *Global Institute* (2017), explicam que todo ano são gastos quase 10 trilhões de dólares em bens e serviços relacionados à construção civil. No entanto, apesar do largo potencial, é uma área que pouco reverte novas tecnologias desenvolvidas em ações de trabalho concretas. Isso causa déficits de produtividade que só serão superados incrementando novas tecnologias no cotidiano, como as IA's. E mesmo com o difícil *gap*, Sarduy *et al.* (2013), na transcrição de Teixeira, Teixeira e Rocha, C. (2020), expõem um modelo baseado em RNA multicamadas, que foi utilizado para a determinação da dosagem de bolas de cimento. A intenção é reduzir o consumo de energia e reduzir ou prevenir impactos ambientais.

Blanco *et al.* (2018), nas palavras de Teixeira, Teixeira e Rocha, C. (2020), propõem que a presença de Inteligências Artificiais, em canteiros de obras, possa otimizar recursos, agilizar atividades e diminuir custos de projeto. Além disso, tais ganhos podem influenciar positivamente na segurança dos trabalhadores e contribuir para o desenvolvimento sustentável do negócio.

Ahmed *et al.* (2022) vêm citar as pesquisas de Messner *et al.* (1994), Chandwani *et*

al. (2014) e Adel *et al.* (2022), cujos conhecimentos culminaram em uma técnica de Redes Neurais Artificiais com algoritmos evolutivos e Máquinas de Vetores de Suporte (*SVMs*)¹⁶ para escolher, de forma otimizada e sustentável, materiais de estruturas de edifícios.

Para além das indústrias de construção, Peres *et al.* (2020, em alusão a Qin, Liu & Grosvenor, 2018, Liang *et al.*, 2019, e Chien, Lin & Lin, 2020) prosseguem com o emprego das IA's nas indústrias manufatureiras, destacando a solução de problemas de previsão e otimização de consumo de energia, eficiência de produção e previsão de demanda. Isso pode elevar a lucratividade, ao passo que implanta uma sistemática sustentável, dinâmica e eficiente (em respeito ao ODS n. 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura).

Voltando ao Brasil, mesmo a Petrobras, que ainda lidera na exploração de combustíveis fósseis, uniu cientistas de dados, engenheiros e técnicos da área de Refino e Gás Natural, de seu Centro de Pesquisas (Cenpes) em cooperação estratégica com a PUC-Rio, para criar uma tecnologia de Inteligência Artificial especialista no controle de qualidade dos gases provenientes das refinarias. A IA – *Smart Tocha* – monitora 24 horas por dia a queima dos gases nas tochas dessas refinarias. Depois, examina as imagens e sopesa dados de variáveis operacionais, com a finalidade de ajustar automaticamente a vazão de vapor ótima nas chaminés. A inovação não só aumenta a eficiência energética, como diminui as emissões de gases de efeito estufa. Nisso, os ganhos com as *Smart Tochas* são imensos: em se falando de Sustentabilidade, a economia energética envolvida equivale a uma cidade de, aproximadamente, 20 mil habitantes. A Petrobras ainda faz parte da iniciativa *Zero Routine Flaring by 2030* (“Queima Zero em Tocha até 2030”), na qual fechou um compromisso sustentável com o Banco Mundial (Brasil, 2024f).

No mesmo setor petrolífero, é igualmente com o uso de IA's, por exemplo, que a Petrobras gera modelos digitais dos reservatórios no pré-sal. A tecnologia se chama Sísmica 4D e possibilita antecipar a movimentação de óleo, gás e pressões no subsolo, bem como fazer simulações das melhores respostas funcionais, de acordo com o cenário que se impõe ao ambiente exploratório. Inclusive, podendo prever e evitar acidentes ambientais (Brasil, 2024f). Indo além, aliada à *Microsoft*, a Petrobras desenvolveu o *ChatPetrobras*, seu novo utilitário de Inteligência Artificial Generativa, de conteúdos criativos e analíticos, para apoiar colaboradores durante o trabalho. Foi utilizado o modelo *GPT* e tecnologias de IA do *Microsoft Azure OpenAI Service*. Quase 110 mil trabalhadores já fazem uso do aplicativo (ABES, 2023). Essas e outras tecnologias ligadas a *IoT*, realidade aumentada, visão computacional, robótica e automação, em função da Sustentabilidade propiciada, são também destaques da empresa (Brasil, 2024f).

¹⁶ Algoritmo de Inteligência Artificial para classificação de dados.

Em cima do PBIA, para a Indústria, Comércio e Serviços nacionais, o Governo aspira, de imediato, ter um assistente robô de IA para realizar jurimetria: o sistema analisaria milhões de processos publicados em portais de tribunais, amparando as tomadas de decisões jurídicas. Mais soluções baseadas em IA Generativa seriam na prestação de suporte técnico aos colaboradores da Caixa Econômica Federal (CEF); e o *GitHub Copilot* para desenvolvedores: um assistente de codificação assistida, para facilitar a experiência dos desenvolvedores da CEF. Também a adoção de aceleradores de Inteligências Artificiais, para agilizar processos relacionados ao Fundo de Compensações de Variações Salariais (FCVS) e garantir a quitação de saldos dos contratos do Sistema Financeiro de Habitação (SFH). No financiamento de imóveis, fazer uso de IA para permitir que os agentes da Caixa Econômica compreendam mais e melhor acerca do Crédito Imobiliário, desempenhando melhor seu papel (Brasil, 2024a).

Em um viés mediato (de longo prazo) ações estruturantes também estão previstas no Programa, tendo como exemplos: para Infraestrutura e Desenvolvimento de IA's – a aquisição de um supercomputador especializado (*top 5* no mundo), almejando atualizar o computador Santos Dummont. Ampliar a capacidade de processamento dos Centros Nacionais de Processamento de Alto Desempenho (CENAPAD's) e prover robustez às redes de conexão de alta velocidade para supercomputação. Também firmar parcerias internacionais para o desenvolvimento de nós de supercomputador e *chips* aceleradores, e desenvolver uma pilha de *software* para Inteligência Artificial, dando apoio à elaboração de todas as camadas de *software* necessárias às aplicações de IA's no país (Brasil, 2024a).

E em IA para Inovação Empresarial – ao apoiar sistemicamente a cadeia de valor da IA, integrando e expandindo ações relacionadas a projetos de IA da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPI). Além disso, a criação de um fundo de investimentos que apoie *startups* de IA's, com recursos do Plano Mais Produção inclusos. Equivalentemente, serão concebidas Inteligências Artificiais para Micro e Pequenas Empresas (MPE) e Microempreendedores Individuais (MEI). Por fim, favorecer o fluxo de recursos do Plano Mais Produção e do Programa Mais Inovação para projetos de IA's aplicadas à Indústria, com foco nas cadeias de produção definidas nas missões da Nova Indústria Brasil e no apoio a empresas brasileiras fornecedoras de sistemas especialistas (Brasil, 2024a), entre outros.

3.3.2 *Produção, Indústria, Comércio, Serviços e Governos com IA's no Desenvolvimento Sustentável: desafios, impedimentos e complexidades*

Complexidades, impedimentos e desafios podem causar circunstâncias adversas

que quaisquer campos técnico-científicos emergentes, às vezes até os já bem definidos, estão sujeitos no decorrer de sua trajetória ao aprimoramento. Ainda mais em uma sociedade já permeada de alguns fatores restritivos como a brasileira.

Divino (2021) retrata os estudos de Cockburn, Henderson & Stern (2018) e de Brynjolfsson & McAfee (2014) comentando que, no aspecto econômico, mesmo com os benefícios já demonstrados, a literatura expõe um eventual crescimento das desigualdades (internas aos países e, entre eles, na política externa), devido à inserção das IA's nos contextos produtivo, industrial, comercial, de serviços e governamental. As Inteligências Artificiais chegariam para substituir empregos antigos por ocupações que exigem mais habilidades, e isso conduziria a sociedade a recompensar, desproporcionalmente, aqueles mais qualificados. Isso se faria realidade muito em virtude de países ricos, quase sempre, concentrarem ou absorverem os melhores cientistas. Impactam-se os ODS n. 1 – Erradicação da Pobreza –, ODS n. 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável –, ODS n. 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico –, ODS n. 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura – e ODS n. 10 – Redução das Desigualdades.

Gomes (2020) é ainda mais incisivo: para ele, não existe mais condição competitiva entre o retardo tecnológico e a última geração. Sua vivência e estudos remontam que, dos anos 1990 para cá, houve uma grave mudança estrutural no mundo: a potente e irreversível aceleração dos ciclos tecnológicos. Isso inclui, entre vários progressos, o da Inteligência Artificial, inovação que põe, hoje, a indústria nacional brasileira em alto atraso.

Nesses quesitos, alguns desafios que o PBIA pode ter de enfrentar dizem respeito a: ampliar investimentos em infraestrutura tecnológica, pesquisa e desenvolvimento; qualificar e estimular importantes estudos, desenvolvimento e inovações sustentáveis em IA; assegurar a interoperabilidade, segurança e robustez de dados; fortalecer a formação e retenção de talentos; e apoiar a regulação e governança, para garantir direitos e promover a inovação (Brasil, 2024a).

Na agropecuária, possíveis obstáculos às ações de impacto imediato do Plano Brasil de IA (PBIA-24-28) seriam: a dificuldade em oferecer assistência técnica para erguer a produtividade e a Sustentabilidade, reduzir custos, reduzir o estresse animal e, ao mesmo tempo, aumentar a qualidade da carne produzida, agilizando a gestão do negócio para o pequeno, médio e grande produtor rural (Brasil, 2024a).

Quanto à Indústria, Comércio, Serviços e Governo, dentre alguns eventuais empecilhos imediatos, estão: precisar aumentar a assertividade do serviço jurídico, melhorando as redações dos processos; fazer com que o repasse de conhecimento aos atendentes da Caixa seja mais célere, reduzindo a consulta ou a procura por normas; permitir que os desenvolvedores

de sistemas dediquem mais esforços na solução de problemas e na colaboração interna, não perdendo tempo com obviedades; e a fiel garantia da quitação de saldos remanescentes de contratos firmados no âmbito do SFH (Brasil, 2024a).

Ou, de maneira estruturalmente mediata, desafios em: Infraestrutura e Desenvolvimento de IA's –, como ampliar significativamente a capacidade de processamento de alto desempenho nacional e regional; as barreiras em desenvolver uma pilha de *softwares* nacional para IA's, e tantos mais. Assim como contratempos em IA para Inovação Empresarial: no desafio de desenvolver e fortalecer uma cadeia de fornecedores de *data centers* para IA's no Brasil; ou em como ampliar o número, o faturamento e a presença global de *startups* brasileiras de Inteligência Artificial, aumentando a produtividade e a competitividade de MPE's e MEI's. Em igual peso, fica o questionamento: como seria possível inserir mestres e doutores no setor privado, para garantir uma maior interação entre universidades e empresas...? (Brasil, 2024a.)

Os riscos, desse modo, vão mais além... Thamik e Wu, J. (2022), valendo-se do que pensaram Ackoff (1967); Grover, Lim & Ayyagari (2006) e Lee & Mason (2001), também argumentaram sobre o lado negativo dos mercados *online*. Os bem-sucedidos, como *Amazon* e *eBay*, podem criar monopólios ou oligopólios por serem cada vez maiores, algo prejudicial para uma economia sustentável. Esses mercados *online* fornecem várias alternativas aos consumidores, e a maioria das transações ocorre entre pessoas que não se conheciam antes, o que, em última análise, pode causar mais estresse, menos poder de escolha e incontáveis receios.

Acompanhado desse raciocínio, Gomes (2020) levanta o alerta de que o avanço da Ciência da Computação nos colocou diante de IA's e de controles que ameaçam as liberdades individuais e a democracia. Dados pessoais são capturados por programas supostamente gratuitos e vendidos com o objetivo de incentivar o consumo ou manipular as massas. O que pode vir a transgredir fortemente o 12º ODS (Consumo e Produção Responsáveis) e o 16º ODS (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), minando uma série de premissas democráticas.

Retomando a temática “empregabilidade”, para Jansen e Abreu (2024), ocorre que a integração da Inteligência Artificial no mercado de trabalho apresenta uma inequívoca dicotomia: por um lado, é a inovação na otimização de processos, e isso tende a criar novos e melhores tipos de empregos; por outro, é algo que preocupa em relação à substituição do labor humano e suas consequências socioeconômicas.

Já Gomes (2020) acha evidente que o avançar das Tecnologias da Informação e da robótica irão pôr fim à maior parte dos empregos existentes hoje, e isso é apenas uma questão de tempo. O que não dá para se ter certeza, segundo ele, é da aparição de empregos diferentes

(e melhores) por conta dessas novas tecnologias, tal qual foi no passado.

Enfim, não obstante as críticas de Jansen e Abreu (2024) e Gomes (2020), eles concluem admitindo a viabilidade e a necessidade de se adaptar a sociedade, em termos atuais, à espera do novo (e relativamente desconhecido) paradigma que virá...

Mais ainda, em direção ao Brasil...

3.4 IA no planejamento e manutenção de um meio ambiente equilibrado

O meio ambiente é detentor do pilar central da estrutura Tríplice da Sustentabilidade edificada na **Figura 2** (seção 2 deste artigo – Abordagens, Procedimentos e Respostas), sob dois blocos dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS – ONU). É ele tudo ao nosso redor e, conforme comenta Gomes (2020, p. 170): “Não podemos optar entre o desenvolvimento e o meio ambiente, precisamos encontrar meios de compatibilizá-los”.

Em grande parte dos países, as preocupações ambientais em decorrência do modelo de desenvolvimento vigente tomam foco cada vez mais acentuado. Esforços de Sustentabilidade passaram a se apresentar em empresas, outros locais de trabalho, noticiários, escolas, universidades e demais atores da sociedade, como salvaguarda para resolver problemas ambientais que todos os dias são ampliados pelos maus hábitos humanos sobre o seu meio. Em oposição a esses maus hábitos, Froemelt e Wiedmann (2020) frisam a importância das famílias no tratamento das emissões de gases e a necessidade de alternar padrões de consumo, para que os efeitos ambientais adversos possam arrefecer, mesmo que mais lentamente.

E as Inteligências Artificiais, ante a sua já reconhecida e ampla aplicabilidade, também têm muito a contribuir, pontualmente e de modo geral, para uma salutar manutenção de ambientes naturais ou criados pelo homem...

Por exemplo, uma dessas contribuições, acerca de Recursos Hídricos, advém da UNESCO em coordenação com o Centro para o Desenvolvimento Sustentável da Água e Adaptação às Mudanças Climáticas, na Sérvia. Eles usam IA para monitorar dados sobre condições climáticas (Divino, 2021, cita a UNESCO, 2019).

Ou Fan, Yan e Wen (2023), em referência a VoPham *et al.* (2018), que apontam a Geo-IA como um salto à frente no manejo de dados espaciais importantes. A combinação dos progressos em Ciências Espaciais e Inteligências Artificiais, via *Deep Learning*, permitem à Geo-IA condensar conjuntos de dados espaciais em larga escala, trazendo, também, poderosas e vastas implicações para a epidemiologia ambiental (ODS n. 13 e ODS n. 15).

Replicando as constatações de Kar, Choudhary e Singh (2022), bem como Dwivedi

et al. (2022), técnicas embasadas em IA's podem vir em socorro da redução de emissões de gases nocivos de inúmeras maneiras: facilitando a concepção de tecnologias de baixo carbono, limitando o desperdício de sistemas, processando imagens de satélite, melhorando a eficiência energética, realizando o cálculo preditivo de emissões de veículos por suas coordenadas, etc.

Em terras brasileiras, o Imazon (2022) – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – utiliza a plataforma de Inteligência Artificial PrevisIA para predizer o risco de devastação da floresta. O cálculo de risco leva em conta o “calendário do desmatamento”, assim chamado, que vai de agosto de um ano a julho do ano seguinte, considerando a época chuvosa.

Outro caso exemplar é o da parceria entre o Instituto Mamirauá, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e a Universidade Politécnica da Catalunha, na Espanha, que iniciaram um projeto de IA nomeado *Providence*. O *Providence* deveria desenvolver uma tecnologia de IA que pudesse monitorar, em tempo real, a biodiversidade amazônica. Tanto deu certo que até o primeiro semestre de 2025 a ideia será expandir suas operações (Brasil, 2024b).

3.4.1 Inteligência Artificial para gestão ambiental, recursos hídricos, energias e clima: capacidades, inteligências e influências

Meio Ambiente e Sustentabilidade foram conceitos imaginados para coexistirem em sintonia. Contudo, a História nos mostra que o progresso humano quase sempre veio a reboque de grandes devastações de áreas verdes e seus elementos essenciais: recursos, vida...

Para Mariuzzo (2023), ao aprofundar o pensamento no que a humanidade já fez e no que ainda há de fazer, a história que hoje se escreve é com os olhos do mundo voltados para a Amazônia. Desse olhar, surge a oportunidade de a região ser um exemplo na descarbonização da economia, ao mesmo tempo em que é fundamental elaborar, principalmente para aquela região, um Projeto de Desenvolvimento Sustentável compatível com os biomas brasileiros.

Alinhado a esses valores e pretensões, o PBIA (Plano Brasileiro de Inteligência Artificial) contém ainda mais iniciativas de empresas nacionais, que aplicam e ou desenvolvem utilitários instituídos com IA's, para auxiliar no planejamento, na gestão e no monitoramento do meio ambiente e do clima para a Sustentabilidade. Esses e mais alguns casos podem ser conferidos na **Tabela 4**, semelhante e complementar à **Tabela 3**.

Tabela 4: Aplicações e desenvolvimento de utilitários de IA por empresas ligadas a Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade.

INICIATIVA	EMPRESA-INSTITUIÇÃO	ÁREA	DESCRIÇÃO
MapBiomass Fogo	Observatório do Clima (OC)	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	Com a ajuda de IA, anualmente, mapear a cobertura e uso da terra do Brasil e monitorar mudanças em seu território.
Monitoramento da Amazônia	OpenAI e UFAM	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	Sistema com IA para combater o desmatamento e impulsionar a Sustentabilidade.
Digitais da floresta	<i>The Nature Conservancy, Google.org, TNC, USP, Imaflora e Trase</i>	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	Algoritmo que identifica a origem de madeiras extraídas, para avaliar se vêm de área de desmatamento ilegal.
<i>Collect.plantas</i>	<i>mobCONTENT</i>	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	<i>Plugin</i> experimental de IA com visão computacional que permite a visita de parques, identificação de espécies e fortalece o monitoramento dos biomas.
Batimentos cardíacos da Floresta Amazônica – IA	Stefanini	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	Solução de IA para monitorar a qualidade do ar, da água e fazer a detecção de incêndios florestais na Amazônia.
Prevenção a incêndios florestais	Google e INPE	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	Utilização de <i>Machine Learning</i> e análise de imagens de satélites para identificar estágios iniciais de incêndios florestais.
<i>ChatClimate</i>	Multi-institucional	Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade	Similar ao <i>ChatGPT</i> , o <i>ChatClimate</i> é uma plataforma de IA focada no clima, e é baseado no último relatório do <i>IPCC</i> ¹⁷ .

Fonte: Brasil (2024a), modificada e ampliada.

À medida que este artigo ia sendo escrito, dois importantes eventos que bem ilustram a temática desta subseção ocorreram: o primeiro, foi informado em 5 de dezembro de 2024, pelo *site* G1 (2024), quando, no dia anterior (4), entrou em operação, nos estados do Sul e do Sudeste, o novo Sistema de Alerta de Desastres do Governo. Com ele, durante os temporais, a Defesa Civil de cada estado emite um sinal sonoro para os celulares da população em áreas perigosas. Acompanhadas dos sonoros alertas, também aparecem automaticamente mensagens nas telas, sobrepondo-se a qualquer conteúdo que esteja sendo exibido naquele instante. As operadoras de telefonia estarão cooperando com essa finalidade, entretanto, o sinal só é útil em celulares comprados após 2020, para os modelos compatíveis com 4G ou 5G. A tecnologia foi implementada por determinação da ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.

A outra situação foi o Encontro Internacional da Comunidade Brasileira de Pesquisa,

¹⁷ Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (da abreviatura inglesa, *IPCC*).

realizado em 2 de dezembro de 2024 e promovido pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) –, do MCTI. O encontro reuniu pesquisadores brasileiros de diversas instituições internacionais, para apresentarem estudos acerca do uso de IA e Matemática, ambas aplicadas na redução do risco de inundações (ou alagamentos) e enxurradas urbanas. O evento foi coordenado pelo físico Leonardo Bacelar Lima Santos, do CEMADEN, que também coordena o Projeto *iFAST – Intelligent Flood Alert Surveillance Tools* (“Ferramentas Inteligentes de Vigilância e Alertas de Inundação”), financiado pelo CNPq-MCTI (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – MCTI – 446053/2023-6) e pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (24/02748-7). Com isso, vale ressaltar o mérito de pesquisas e iniciativas na área, especialmente meses depois da tragédia ocorrida com as enchentes e alagamentos no estado do Rio Grande do Sul, de abril a maio de 2024. As apresentações com o tema “Inteligências Artificiais para a redução do risco de inundações” estão disponibilizadas no *YouTube*, por meio do *link* direto: https://www.youtube.com/live/9_2qcAofsVU (Brasil, 2024c).

Em Recursos Hídricos, *softwares* ou modelagens de Inteligência Artificial também encontram uma excelente realidade prática a ser explorada. Como para Detzel (2021), remetendo-se a Carvalho *et al.* (2021) e Souza Filho (2021), que indicam a capacidade do *Machine Learning* identificar padrões de consumo de água. Eles trabalharam em previsões de demanda hídrica na região de Fortaleza (CE) – ODS n. 6 –, ponderando diferentes níveis de agregação espacial das variáveis envolvidas. Uma boa ferramenta para o planejamento de demanda, se em prazo suficiente para que o processo se torne estatisticamente representativo.

Mais uma aplicação de IA para o clima se deu por Magalhães e Almeida (2021), ao examinarem precipitações através de dados públicos e diversos índices correlatos ao fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (ENOS). Os cientistas ajustaram um modelo de previsão semanal, com base em RNA, para estações distribuídas pelo estado do Tocantins, levando-lhes a resultados significativos, apesar de ainda passíveis de aprimoramentos.

Nti *et al.* (2023) usaram paradigmas de Redes Neurais Artificiais para avaliar os processos de adsorção de corpos d’água poluídos, indo a favor dos ODS. n. 6 e ODS n. 14. Para tal, optou-se por um Sistema de Inferência Neuro-Fuzzy Adaptativo (*ANFIS*)¹⁸ e Regressão Linear Múltipla (*MLR*)¹⁹.

¹⁸ Categoria de Inteligência Artificial que se particiona em duas componentes: uma assentada em Redes Neurais Artificiais e *Machine Learning* e outra instituída sob Lógica Difusa, que proporciona tomadas de decisões em situações contingentes.

¹⁹ Modelagem de análise da relação linear entre uma variável de desfecho (dependente) contínua e múltiplas variáveis preditoras (independentes), que podem ser contínuas ou categóricas.

Na esfera de Energias Renováveis, Stanelyte e Radziukynas (2020) estudaram respostas para redes de distribuição. De acordo com eles, para melhor integrar os arranjos de redes de energia renovável, mantendo sua estabilidade, é necessário gerenciar dispositivos com potência reativa ajustável em função da tensão (como baterias de capacitores, transformadores e reatores). Nisso, sobressaem-se métodos pensados com Inteligência Artificial, em detrimento dos tratamentos convencionais para a mesma dinâmica.

Silva, M. R., *et al.* (2020), por sua vez, empregaram visão e inteligência computacional para averiguar a disponibilidade de irradiância solar em locais de interesse. Eles conduziram suas análises por imagens celestes e Aprendizado de Máquina, e suas conclusões foram promissoras para a irradiância global, podendo a mesma metodologia ser estendida às componentes difusa e direta. Isso sem precisar de pireliômetro e rastreador solar ou anel de sombreamento, levando a uma alternativa de baixo custo para estimativas preliminares de energia solar.

No que lhes concerne e, como efeito, favorecendo os ODS n. 7 e ODS n. 11, Ribeiro *et al.* (2022) falaram de eletromobilidade e fontes renováveis. Em suas apurações, eles quiseram determinar de que forma as fontes energéticas renováveis poderiam ser inseridas mais próximas de pontos de recarga de veículos elétricos. Para isso, fizeram algumas previsões de demanda por energia para o abastecimento veicular. No cômputo, os métodos mais comuns são a média temporal, regressões (univariada, multivariada, linear, não-linear) e o emprego de IA's. Nas IA's, Inferência *Fuzzy*, Algoritmos Genéticos e Redes Neurais Artificiais Recorrentes (*RNN*).

Já Oliveira, L.; Silva, J. e Villanueva (2022), em seus ensaios científicos, estimaram a velocidade do vento com precisão média de 96,76%, através de transdutores ultrassônicos constituídos por RNA. O que serve para indicar a plena viabilidade da Inteligência Artificial para este fim, obrigatório em projetos de infraestruturas eólicas.

Observadas estas entre outras formas de se instrumentalizar recursos de Inteligências Artificiais no ramo energético, há de se relembrar da Sustentabilidade da matriz energética brasileira, reportando-se à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que informa: de 200 GW de potência gerada, no país, 84,25% são de fontes renováveis e 15,75% são de fontes não renováveis, com apenas 1% de energia nuclear (Brasil, 2024d).

Planejado para a sua implementação nesse contexto, o PBIA se voltará ao protagonismo nacional na transição energética limpa. E em conexão com um meio ambiente equilibrado, uma de suas medidas impactantes imediatas será utilizar Inteligência Artificial para a quantificação do estoque florestal do bioma amazônico, mapeando principalmente espécies

vegetais de interesse. Instituições como a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), a *Bioverse Labs* e a Natura comporão este projeto (Brasil, 2024a).

Por outro lado, como ações de impactos estruturantes, até então, objetiva-se: conceber a Pró-Infra IA Sustentável, ou seja, o fomento à implementação de infraestrutura energética sustentável e eficiente para *data centers* e instalações de aparatos (somente fontes renováveis, tecnologias de resfriamento e equipamentos com menor consumo); e a criação do SIPEC – Sistema Inteligente de Previsão de Extremos Climáticos –, um sistema de Inteligência Artificial Preditiva para eventos climáticos extremos, com alto grau de confiabilidade e condizente com as características socioambientais nacionais. Será um aprimoramento do modelo BESM-INPE – Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre –, vigente no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE).

3.4.2 Inteligência Artificial para gestão ambiental, recursos hídricos, energias e clima: desafios, impedimentos e complexidades

Até aqui, mesmo levando em conta possíveis falhas e ou contratempos, já se demonstra, em termos relativos, como o Brasil pode vir a efetivamente se tornar um dos países com uma infraestrutura de IA e desenvolvimento informacional menos deletérios de seu meio. De outro ponto de vista, ao redor do mundo, algo que necessariamente ocorre por trás dos usos comuns da Inteligência Artificial, não costuma ser deduzido nem esclarecido tão facilmente: o gasto de energia e recursos naturais para manter *data centers* e toda a sua eletroeletrônica ativa.

Nota-se que, atualmente, as três maiores fontes renováveis da matriz de energia elétrica brasileira são a hídrica (55%), a eólica (14,8%) e a biomassa (8,4%). De fontes não renováveis, tem-se como destaque o gás natural, com 9%, o petróleo, em 4%, e 1,75% vindo do carvão mineral (Brasil, 2024d). É essa a base energética que muito provavelmente dará suporte ao Plano Brasileiro de Inteligência Artificial. Porém, ao redor do globo, as coisas tendem a mudar, e preocupam alguns estudiosos...

Lemos *et al.* (2024), do Instituto de Ensino e Pesquisa de São Paulo (Insper), explicam que, juntos, China, Estados Unidos e alguns países europeus representam cerca de 50% do consumo e capacidade de produção de fontes energéticas fósseis do Planeta. Não bastasse isso, é nesses grandes centros urbanos que se encontram boa parte das instalações dos conglomerados tecnológicos, originários da maior gama de Inteligências Artificiais jamais vista, que se utilizam, e muito, dessa energia.

Assim, enviados do jornal norte-americano *Washington Post* e pesquisadores da

University of California (“Universidade da Califórnia”), *Riverside*, uniram-se para tentar entender o quanto de recursos hídricos e energéticos o *ChatGPT*, da *OpenAI*, tipo *GPT-4*, consumiria para escrever um *e-mail* de, em média, 100 palavras. Chegar a valores estritamente precisos, claro, é quase impossível, em decorrência da escala de processamentos e certas restrições de informação por parte das empresas. Todavia, os procedimentos adotados levaram a razoáveis resultados estimativos que serão vistos nas próximas linhas (Verma e Tan, 2024)...

Nos cálculos de primeira ordem, para ser escrito um *e-mail* padrão por semana (100 palavras), a IA gasta, por ano, 27 litros de água (ou, aproximadamente, um galão de 20 litros e meio). Já em energia, são gastos 7,5kWh, o que equivale ao consumo de 9,3 casas, por hora, em Washington (*District of Columbia, DC*), capital dos Estados Unidos. Logo, multiplicando-se as cifras hídrica e energética, gastas no *e-mail* semanal, por 16 milhões de pessoas (ou somente 10% dos trabalhadores norte-americanos), vem a quantia de 435 milhões de litros de água gastos. Estes, seriam suficientes para abastecer todas as casas do pequeno estado de *Rhode Island*, durante um dia e meio. Em termos de eletricidade, chega-se a um total de 121 mil kWh, consumo de todas as casas da capital estadunidense (*DC*), por 20 dias (Verma e Tan, 2024).

Em um segundo plano estimativo, só no treinamento de sistemas de Inteligência Artificial, as contas alcançaram números que impressionam. Na *Microsoft*, por exemplo, seus *data centers* teriam consumido 700 mil litros de água para treinar o arquétipo *GPT-3*. Sendo que é demandada a mesma quantidade de água para produzir 45kg de carne bovina, quase o dobro do que um norte-americano médio come anualmente. Já os *data centers* da *Meta Holding* teriam utilizado 22 milhões de litros de água para treinar o *Llama-3*. É o mesmo volume hídrico necessário para produzir pouco mais de duas toneladas de arroz, mais ou menos o que 164 estadunidenses ingerem por ano (Verma e Tan, 2024).

A metodologia correspondente a essas conclusões pode ser conferida no trabalho de Li *et al.* (2023). É equivalentemente relevante o estudo de Wu, C. *et al.* (2022), que exploram o impacto ambiental das tendências de crescimento super linear para IA, em um olhar holístico: dados, algoritmos e *hardwares*. Os pesquisadores caracterizaram a pegada de carbono, em casos de uso de Aprendizado de Máquina em escala industrial, balizando, ao mesmo tempo, o ciclo de vida do *hardware* do sistema. Examinaram, também, a pegada de carbono operacional e de fabricação da computação de IA, para apresentarem formas de otimização e redução de emissões. Os experimentos de Luccioni, Viguier & Ligozat (2022) e Luccioni, Jernite & Strubell (2024), à certa medida, transitaram pela mesma zona analítica.

Deriva-se, daí, que as operações de IA’s ao redor do mundo consomem fartas fatias

de recursos, em instalações e *data centers*, em prol de sua automanutenção. E que, em determinados casos, isso pode, fatalmente, vir de fontes não renováveis de energia. Não demora muito para se deduzir seus efeitos nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de números 6, 7, 11, 12, 13, 14 e 15, e em especial para aqueles países que mais consomem combustíveis fósseis.

Postas tais considerações, em seu Programa de Inteligência Artificial (PBIA), o Governo do Brasil não prevê, geral ou pontualmente, dificuldades energéticas ou de emissões de poluentes (desafios imediatos), haja vista a origem nacional não degradante dos insumos a este fato correlacionados. No entanto, para o Plano, conseguir catalogar espécies vegetais de maneira eficiente e eficaz já serviria de real obstáculo ao desenvolvimento de uma IA capaz de mapear, quantificar e gerir o estoque florestal amazônico. Em compensação, em um viés de médio e longo prazos, cuidados na implementação segura da infraestrutura de energias renováveis e a busca por um consumo de recursos sustentável devem se tornar pontos chave. Com isso, espera-se suportar o crescimento desses sistemas inteligentes, e altamente dispendiosos, sobre o território nacional (Brasil, 2024a).

3.5 Responsabilidade e saúde das comunidades pensantes pensando junto à Inteligência Artificial

A sociedade como a conhecemos, habitualmente, é ávida por progresso e bem-estar. Educação, Saúde, Segurança, Direito, Ética, Políticas Públicas, Inclusão, Cultura... Nenhum desses está dissociado dos demais segmentos, da Economia ao Meio Ambiente, e é a realidade do Desenvolvimento Sustentável que os entrelaça. Acontece que, na busca por esses anseios, a Inteligência Artificial pode ser útil e produtiva, na medida em que a figura humana, subjetiva, sociável, se apresente como partícipe, aliada, e não serva da máquina; mediadora, e não dependente de suas benesses. O que deve ser um dos pilares para educar, lucidamente, com IA's.

Silva, A. e Janes (2023) comentam o estudo de Tambuskar (2022), que, para eles, reverbera boas ponderações sobre as influências das Inteligências Artificiais na educação, com argumentos equilibrados entre os riscos e benefícios incorridos ao se usufruir dessas inteligências. Tambuskar declara que somente esforços conjuntos de políticos, educadores e desenvolvedores de tecnologia serão capazes de criar um futuro educacional inclusivo, equitativo e centrado no ser humano por trás do digital – algo que rapidamente se direciona ao ODS Educação de Qualidade.

Já no tocante à saúde coletiva, no Brasil e no mundo, o ano de 2020, por exemplo,

foi um ano singular. Diante da pandemia de COVID-19, algumas iniciativas, em especial das IA's, ganharam notoriedade, tendo em vista o oferecimento de uma maior precisão e acurácia, para que os sistemas de saúde tentassem deter a doença. Passou-se a entender o uso de Inteligência Artificial como parte de uma revolução digital mostrada como alternativa na lida da crise, e andando em paralelo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 – Saúde e Bem-estar. Nesse horizonte pandêmico e de uso de IA's, temas de ordem ética surgiram de fundo, em meio a discussões sobre acertos ou erros ligados ao coronavírus (Barros e Cota, 2021).

E por falar em Ética, que por si só remete a Direitos, Justiça e Segurança, Martins e Jacobsen (2023) resolveram discorrer sobre o assunto, tomando alguns argumentos da literatura de Susskind (2021) e Peixoto (2020), cujos raciocínios unem-se, em tom crítico, ao ODS n. 16 da ONU. Afirmaram eles que a IA, ao esbarrar em questões éticas importantes, compõe um tema fatalmente polêmico. Uma teia de divergências tecida, às vezes, pela falta do sensível olhar humano sobre tarefas geridas por Inteligências Artificiais, que podem gerar vieses intencionais, favorecendo ou prejudicando determinado grupo. Ou que, mesmo não sendo criadas com este fim, não obstante as IA's tenham, em seu banco de dados, uma quantidade relevante de decisões permeadas de preconceitos, esses mesmos preconceitos seriam potencialmente reproduzidos pelo algoritmo. À vista disso, os princípios diretivos da IA deveriam ser três: legalidade, ética e solidez, a um só tempo. Isto é, cumprir normas (*lato sensu* e *strictu sensu*); ser ética na garantia de princípios e valores morais; e ser técnica e socialmente sólida, sem causar nenhum dano colateral. Em outras palavras, na modelagem e na programação de sistemas inteligentes, não bastariam meras “boas intenções”. É preciso, bem mais, boas ações.

Sobretudo para as boas ações e boas intenções em políticas públicas (gerais ou inclusivas), que devem ser construídas com o melhor juízo de valor possível e dentro da estrita legalidade, a subjetividade humana, junto às IA's, vem consolidar um valor inestimável. Aparece, assim, a figura dos analistas de políticas públicas, que, no palpite de Longo (2022), não serão substituídos pelas máquinas tão cedo. Mas, para Lindquist *et al.* (2019), indicados por Longo (2022), indubitavelmente, os analistas do amanhã usarão utilitários de IA para transcender habilidades e esforços: analisando grandes porções de dados das mídias sociais (para captar melhor o sentimento público); simulando possíveis caminhos de decisão; intensificando a aplicação avaliativa de dados (para uma base probatória de opções políticas mais forte) etc... Enfim, algo mais próximo de uma “inteligência aumentada” do que de uma “usurpação da inteligência” pelo artificial. O que, por conseguinte, pode ser estendido à criação de políticas públicas para promoção da Paz, Justiça e Instituições Eficazes (ODS n. 16) e

Parcerias e Meios de Implementação (ODS n. 17).

Nessa conjuntura, Cultura e Entretenimento, tanto quanto Educação, Direito e Políticas Públicas, também têm um papel fundamental na conscientização e no preparo humanístico para ambientes mais sustentáveis, agindo instrumentalizados por (mas não reféns da) Inteligência Artificial, e suas facilidades... Já por um ângulo mais crítico, não deixam de ser percebidas inquietações e debates nos meios artísticos, de criação de conteúdos, produtores e afins, em relação ao uso indevido de imagens; criação de obras por Aprendizagem de Máquina; na mediação cultural com assistentes virtuais e visitas guiadas; na organização e disponibilização de acervos digitais; e, especialmente, na difusão de conteúdos em plataformas digitais, com sistemas de recomendação algorítmicos (Lima, L., 2022a). Todos esses, assuntos em que a utilização de IA's gera muitas polêmicas e reivindicações de direitos.

Assim, ante todas as tônica suscitadas nesta seção, o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial expõe algumas visões para cada item, à luz da sociedade brasileira e internacional. Consideram-se, aqui, propostas plausíveis e de execução orçamentária já definida, bem como outras com fundos por definir, que não serão por hora abordadas. Uma a uma, as convergências entre IA's e Educação, Saúde, Segurança, Direito, Ética, Políticas Públicas, Inclusão, Cultura, e seus desdobramentos, serão dissertados, analisados e discutidos nos subtópicos adiante, sob um prisma sustentável. Ressalta-se a presença do indivíduo que, sabiamente, deverá pensar a máquina inteligente como meio, e não como um fim em si mesma.

3.5.1 Educando com IA's: concepções e moderações metodológicas e ético-comportamentais para Escolas e Universidades, no cumprimento do 4º ODS

Planejar-se para as influências das Inteligências Artificiais na educação brasileira é uma das mais importantes e consistentes perspectivas presentes no Plano Brasileiro de Inteligência Artificial. Será necessário qualificar cada vez mais profissionais de ensino e profissionais em geral, para lidarem com essa moderna realidade, que já não deixa mais ponto de fuga (Brasil, 2024a). E isso vai muito além dos usos (saliente-se) indevidos, ou banais, das ferramentas atualmente disseminadas e, inclusive, bastante afamadas no mercado. As mais comuns: *ChatGPT (OpenAI)*, *Gemini (do Google)*, *Meta AI*, *Siri (da Apple)*, *Cortana (Windows)*, *Alexa (da Amazon)* e outras...

É o que bem resume Tambuskar (2022), tomando algumas alegações de Hashim (2018), que avalia a necessidade de a tecnologia ser bem-vinda nas escolas de hoje, e o dever incumbido aos educadores em ajudar as crianças a aprenderem por meio dessas inovações.

Educar, como um eixo dos serviços públicos, dizem eles, requer garantir excelência em governança e transparência, como também responsabilidade, eficiência e eficácia na Educação. Por isso, o uso de Tecnologias da Informação (TI), para implementar uma boa educação em instituições de ensino modernas, tal como a nível acadêmico mundial, tornou-se um requisito basilar inegociável. O que irá sustentar, de fato, a aplicabilidade das TI's em ambientes escolares, acadêmicos e afins será a seriedade empenhada em sua gestão. Isso porque essas novas tecnologias já são um dos principais pilares do recente progresso da civilização humana.

Em seus apontamentos, Rodrigues, O. e Rodrigues, K. (2023) elaboram as marcas da subjetividade dos indivíduos ante o artificial, cruzando as fronteiras do fazer científico. Eles relatam que o ser humano tem pleno potencial crítico, intuição e senso comum, resultados de um vasto espectro sociocultural de experiências. Para ambos (Rodrigues, O. e Rodrigues, K., 2023), a IA permanece uma área carente de regulamentações, que podem ser conduzidas de maneira coletiva, principalmente dentro das Instituições de Ensino Superior, pois são espaços com potencial para aprofundar suas implicações cotidianas, sem ingenuidade e com maior criticidade. Afirmam eles que, por excelência, a Academia tem a tendência de ser mais equilibrada e socialmente responsável (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 4).

O PBIA adentra o setor educacional com alguma propriedade. Idealiza-se formar, capacitar e ou requalificar um grande número de pessoas em Inteligência Artificial, para valorizar o trabalhador que queira atuar nessa esfera, suprimindo a alta demanda por profissionais qualificados. No Brasil, um caso de parceria e iniciativa de aplicação e desenvolvimento de IA's, com a participação mútua da iniciativa privada e de uma instituição fundacional, é o “ApoIA *Startups* – Educação”. A sinergia na área une a *OpenAI* e a Fundação Lemann, com o propósito de subsidiar *startups* de educação no país, incentivando a composição de soluções educacionais assistidas por Inteligência Artificial, em prol da Sustentabilidade (Brasil, 2024a).

Giraffa & Khols-Santos (2023), nesse mesmo rumo, esclarecem sobre determinadas modelagens de IA's já consistentemente aplicadas às salas de aula (presenciais ou virtuais). Algumas delas são os STI – Sistemas Tutores Inteligentes –, como o AVA Tutor; o Carnegie *Learning (Cognitive Tutor)*; e o Duolingo. Esses, buscam oferecer auxílio personalizado ao estudante-usuário e são padrões muito empregados. Entretanto, limitações tanto em *hardware* e *software* quanto em aspectos psicopedagógicos constituem fatores que dificultam uma melhor incorporação didática. Relatam os autores, em igual peso, que o Aprendizado Adaptativo seria mais uma guia de modelagem a ser útil. Eles exemplificam a abordagem com o *DreamBox* – que oferta conteúdo de Matemática para o Ensino Fundamental –; as funcionalidades do

Knewton; e o *Smart Sparrow* – para ciências, tecnologias, Engenharias e Matemática... A análise de dados educacionais – *Educational Data Analytics* – *EDA*; o reconhecimento de fala e linguagem natural (com o IBM Watson *Teacher Advisor*); a “gamificação”, jogos, simulações e realidade virtual, também são temas bastante debatidos em seus prós e seus contras.

A exemplo mais recente, o estado do Ceará foi destaque no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (2024) –, obtendo o maior número de redações com notas entre 950 e 1.000 pontos, se comparado às demais escolas públicas do país. O bom desempenho é atribuído à adoção de políticas educacionais inovadoras, como a ampliação da carga horária para a escrita, a implementação de trilhas formativas especializadas e a incorporação de ferramentas de Inteligência Artificial no processo de ensino-aprendizagem. Dentre os utilitários adotados, plataformas como o *ChatGPT*, o *Grammarly* e o *QuillBot*, que auxiliam os estudantes na estruturação textual, revisão gramatical e aprimoramento da coesão e coerência dos textos. O uso das IA's pelos alunos potencializou o seu desenvolvimento em habilidades de escrita, permitindo *feedbacks* rápidos e personalizados, o que contribuiu diretamente para os expressivos resultados da rede pública cearense (Marques, F., 2025).

Okuno (2024) também leva a discussão à ambientação dos acervos acadêmicos, onde retrata a integração da Inteligência Artificial nas bibliotecas universitárias públicas federais. Segundo ela, a implementação de IA melhora a eficiência na gestão de arquivos, personaliza o atendimento e facilita o acesso à informação. *Chats*-robôs e interfaces otimizadas tornam o suporte mais ágil, beneficiando estudantes e pesquisadores. Contudo, para além disso, a capacitação dos bibliotecários deve ser contínua, a fim de maximizar os benefícios alcançados, transformando bibliotecas em centros de inovação e aprendizado. Hoje, diferentemente do recente passado estático, esses centros podem ser agentes ativos no ensino-aprendizagem, com mais interatividade e acessibilidade.

Por sua vez, Huang e Tan (2023) refletem que os cientistas, frequentemente, têm a árdua tarefa de filtrar muitos dados e arquivos, na intenção de encontrar informações úteis aos seus artigos e trabalhos científicos. Nesse meio, IA's, como o *ChatGPT*, podem servir de assistentes de gerenciamento de informações, analisando e resumindo grandes volumes desses conhecimentos, em ritmo muito mais ágil e consistente do que os humanos. Reforçam sua tese inferindo que, em buscas bibliográficas, o *software GPT* teria certa habilidade em gerar varreduras de termos relevantes e sugerir bancos de dados ou recursos de interesse. Trazem como exemplo um biólogo, que inseriria no *prompt*: “Quais são os melhores bancos de dados para a busca de artigos sobre edição genética (...)? Recomende expressões relacionadas”... E o

Chat lhe devolveria uma lista de itens significativos, de *sites* a palavras-chave, como “*PubMed*”, “*CRISPR-Cas9* e edição genética”, ou mesmo “*CRISPR-Cas9* e aplicações terapêuticas”...

Em visão oposta à de Huang e Tan (2023), o neurocientista Nicolelis (2020) sugere, de seus experimentos com ratos ciborgues (em ICM²⁰), que, uma vez que o ponto de vista próprio do cérebro é então atualizado, por intermédio de estímulos externos, para incluir em si uma nova série de contingências ou estatísticas do mundo exterior, sua neurofisiologia muda, e permanece mudando, a fim de adaptar a percepção cerebral interna ao meio. Por isso, para Nicolelis, um dos graves perigos da superexposição às IA's, no médio e longo prazos, é o cérebro humano, ao invés de aprender mais, abstrair e progredir, acabar regredindo, condicionando-se à lógica binária simplista das máquinas. Em outros termos, ele teme que a IA possa fazer a cognição humana, inevitavelmente, se incapacitar (Nicolelis, 2023).

Mas, apesar de Huang e Tan (2023) articularem bem mais potenciais benefícios do que malefícios dos *Chats* nas produções acadêmicas, eles também contrapõem sua própria argumentação reconhecendo o risco de plágio ao usar IA's para escrever trabalhos revisionais. “É preocupante e deve-se levar a sério”, dizem. Aplicativos inteligentes geradores de textos, como o *ChatGPT*, possivelmente, são capazes de escrever assemelhando-se a escritos de fontes preexistentes, sem citações, que poderão ser tidos como plágio. Porém, notadamente, a utilização de Inteligências Artificiais não aumenta inerentemente o risco de plágio. Em vez disso, o risco de plágio depende de como o texto gerado pela máquina é usado e atribuído.

Vindas as controvérsias éticas ligadas a direitos autorais, plágio, cópias não autorizadas e demais formas desonestas de se dispor das Inteligências Artificiais, estritamente pelo seu bom desempenho em tarefas variadas, incluindo o preenchimento de documentos e respostas a perguntas por Modelos de Grandes Linguagens, não demorou para que protótipos, também compostos por IA's, se pusessem como “defesa anti-IA” ou “detectores de plágio de IA's” (Sadasivan, 2024). Esses instrumentos são dos mais variados tipos, sendo alguns até mesmo grátis, como o *ZeroGPT* (<https://www.zerogpt.com/pt>), o *Smodin* (<https://smodin.io/pt>) e o *Undetectable AI* (<https://undetectable.ai/pt-br>)...

Todavia, resultados de Sadasivan (2024) e reflexões de matérias recentes da *MIT Technology Review* (2023b) e de Oliveira, B. (2024), do Portal R7, deixam em aberto as fragilidades de uma ampla gama de detectores de IA's a ataques de evasão e falsificação. É explicitada a relativa dificuldade de serem programados detectores confiáveis em cenários práticos, pois, para se manterem, os *LLM's* teriam de barganhar desempenho.

²⁰ Interface Cérebro-Máquina.

Isso quer dizer que, até por serem contraditoriamente “Inteligência Artificial impugnando Inteligência Artificial”, mas ambos criados por humanos sob variáveis limitadas, os “*softwares* anti-IA’s”, tal-qualmente as suas ascendentes IA’s Generativas, também falham. Sem embargo de servirem igualmente como moderadores de opiniões, é essencial cautela e sensatez ao lidar-se com redações avaliadas por esses modos de detecção, visto que falsos alertas de uso antiético, emitidos por geradores de texto, são capazes de ferir reputações e ou destruir carreiras.

Ademais, Huang e Tan (2023) preconizam um protocolo com a finalidade de minimizar o risco de plágio com IA’s, enquanto Trindade e Oliveira, H. (2024, p. 22) instituem “etapas e habilidades necessárias ao uso eficiente de tecnologias de IA Generativa em demandas informacionais de natureza acadêmico-científica”.

Já Santos, R. (2023) promoveu uma investigação de ensino-aprendizagem, utilizando-se da abordagem de “estudo de caso único” e referenciando Yin (2011), para explorar registros de interação entre *Chats* de IA Generativa (*GenAIbots*) e um estudante simulado. Dentre os *Chats* averiguados (*ChatGPT*, *Bing Chat*, *Bard* e *Claude*), o *ChatGPT* foi o protótipo detentor do melhor desempenho.

Feitas essas colocações, não custa lembrar que este manuscrito, no que cabe a seu método de busca e obtenção de palavras-chave, foi em parte realizado fazendo uso da matriz de IA Generativa *GPT-4* (*ChatGPT*), sob critérios antes estabelecidos, conforme os aqui citados estudiosos da Educação. Em todo o trabalho, e acima de tudo em sua fase preliminar (ver seção 2, **Tabela 1** e **Tabela 2**), sem dúvidas, o que mais se atentou, como “freios e contrapesos”, foi o apelo ao bom senso... Logo, tendo em conta a veloz disrupção tecnológica impelida pelas técnicas de Inteligência Artificial do momento, em tal medida, essas ponderações podem servir de predições ou premissas sobre como as IA’s poderão ser inseridas de maneira racional, dinâmica e responsável nos meandros do Desenvolvimento Sustentável, nacional e internacional, para a concretização do 4º ODS – Educação de Qualidade.

O Programa Brasileiro de IA sustentável, igualmente alicerçado no ODS 4 – Educação de Qualidade –, para o presente e para o futuro educacional com IA’s, projeta conduzir, tão logo ou imediatamente: uma solução de gestão inteligente, para o controle de frequência dos alunos do Ensino Básico (Sistema Gestão Presente), visando enfrentar o abandono e a evasão escolares, já nos anos iniciais de ensino. Em igual medida, a implantação de um robusto controle de qualidade para aquisições de alimentos, dentro do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), será uma ação efetivada através de soluções de IA, para o

processamento e a análise de notas fiscais em compras de gêneros alimentícios. Ainda, haverá a articulação de um Sistema de Predição e Proteção de Trajetória dos Estudantes, por meio da identificação dos fatores de risco e ou proteção do alunado, por etapa, como parte de outro projeto para reduzir o número de alunos que abandonam escolas e universidades brasileiras. Estão da mesma forma pensadas soluções adaptativas com as novas IA's Generativas, para avaliação formativa e diagnóstica, na alfabetização e no letramento de modo geral. E quanto a promover uma melhor aprendizagem e bem-estar dos alunos, serão concebidos Sistemas de Tutoria Inteligente, com IA para habilidades matemáticas (modo desplugado), bem como a instituição do modelo MelhorIA... O MelhorIA será um sistema de acolhimento, assentado em Psicologia Positiva, voltado à saúde mental e emocional dos estudantes (Brasil, 2024a)...

Em um maior tempo de implementação (horizonte mediano), algumas ações estruturantes para uma “Educação de Qualidade com Inteligências Artificiais”, no PBIa, condizem com: lançar editais e iniciativas de financiamento, para projetos de P&D em IA, inclusive temáticos; fomentar pesquisa e desenvolvimento em IA's, através de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT's), de maneira multidisciplinar; criar o Instituto Nacional de Informática (INI), para estimular a pesquisa de ponta em Inteligência Artificial; divulgar e popularizar os fundamentos tecnológicos, transparência, aplicações cotidianas, riscos e direitos dos cidadãos em relação a essas tecnologias (o que inclui a Olimpíada Brasileira de IA); criar novos cursos de graduação em IA's e correlatos; ofertar bolsas de estudo para iniciação científica, mestrado e doutorado em IA, nacionais e internacionais, com valores competitivos para a formação, atração e retenção de talentos; fundar uma plataforma nacional *online* de qualificação e estágios em Inteligência Artificial; e mais uma série de instrumentos de capacitação locais e regionais (Brasil, 2024a).

Como se espera, algumas dificuldades que podem aparecer giram em torno de: conseguir efetivamente reduzir o abandono e a evasão escolares; gerenciar com eficiência o PNAE a partir dos novos sistemas; aumentar, de fato, o tempo dos docentes para tarefas analítico-pedagógicas; tentar erguer resultados em Exatas; e, dentre tudo isso, melhorar a percepção de bem-estar e conforto dos discentes em ambiente escolar. Mas também é igualmente desafiador: integrar distintas áreas do conhecimento em torno de projetos relevantes; inspirar conhecimento, engajamento e inclusão social da população brasileira em relação à IA; ampliar a formação em Inteligências Artificiais e disciplinas transversais em todos os cursos de graduação; e conseguir financiar bolsas e intensificar a oferta de vagas pelo país (Brasil, 2024a).

3.5.2 Saúde e bem-estar baseados em IA's para um SUS consolidado: horizontes positivo e

negativo

As Inteligências Artificiais, embutidas em programas de computador e robôs designados para tarefas na Medicina, transformaram permanentemente a forma como a *praxis* médica vinha sendo executada em muitos lugares: progressos em previsão de cenários clínicos, determinação de diagnósticos e realização de cirurgias são só o começo (Lucas e Santos, D., 2021).

Lemes e Lemos (2020), igualmente, observam que as aplicações da Inteligência Artificial no campo da Saúde têm ocorrido em muitos locais do globo, havendo variados procedimentos, os quais, com ela (a IA), pode-se otimizar quase tudo. E essas iniciativas têm sido identificadas a partir da condução de mapeamentos estratégicos, inclusive no Brasil.

Aqui, a convergência de políticas de Saúde Pública Básica nacionais culmina no SUS – o Sistema Único de Saúde. As atribuições e atendimentos realizados pelo SUS, no Brasil, estão perfilados com as metas que integram o 3º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Alguns números demonstram o admirável potencial do Sistema Único Nacional, mesmo que permeado de dificuldades: mais de 1,4 bilhão de consultas médicas realizadas por ano; atendimento de mais de 16,4 milhões de pacientes hipertensos, diabéticos ou asmáticos, com remédios gratuitos; realização de mais de 90% das vacinações em todo território do país. Além do que, o SUS é presente em incontáveis tipos de ações paralelas, como a fiscalização da qualidade de alimentos em supermercados e restaurantes, intermediada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o financiamento de estudos epidemiológicos e a regulação dos hemocentros, diz Sorice (2024).

Todavia, Pereira e Guerra (2024) contam da problemática vivenciada nos hemocentros brasileiros, que enfrentam desafios para captar e fidelizar doadores de sangue. Em seus relatos, eles explicam certa sazonalidade das doações, que costumam cair durante feriados e ou períodos festivos. São circunstâncias que se tornam ainda mais preocupantes, quando lembramos que pode haver maior demanda por sangue nessas datas, devido à elevação de ocorrências de trânsito, urgências e emergências. Nesse cenário, a baixa quantidade de doadores dificulta a manutenção dos estoques de sangue e pede estratégias inovadoras para garantir continuidade às doações. Foi quando surgiu a proposta de um projeto experimental de uma robô cocaptadora de doadores de sangue no SUS, utilizando Inteligência Artificial. O sistema inteligente iria operacionalizar campanhas de engajamento, contatando doadores autonomamente, tudo por meio de múltiplos canais integrados: *WhatsApp*, *site*, aplicativo *MGapp*, *e-mail* e chamadas telefônicas. A máquina facilitaria agendamentos, confirmaria ou

cancelaria doações, além de manter informados os pacientes sobre o processo de doações (modo educadora sanitária virtual). Na prática, o desenvolvimento e a implementação do projeto foram abordados com foco no processo licitatório em vez da descrição detalhada do item.²¹

E tem sido cada vez mais comum ver a IA avançando no Brasil, dentro do contexto do uso crescente de novas concepções para a área da Saúde. Já são uma realidade na Administração Pública e na Saúde Pública nacionais ferramentas de IA's instruídas à melhoria da gestão, à eficiência, aos serviços de atendimento e a otimizar recursos do SUS, como o Meu SUS Digital (na *web* – <https://meusdigital.saude.gov.br/login> – ou, pelo *app*, na plataforma gov.br), ou ainda o e-SUS APS (Atenção Primária à Saúde – no endereço <https://sisaps.saude.gov.br/esus/>). Há também outros *app's*, geralmente integrados em uma só rede: a conta gov.br (Lemes e Lemos, 2020, atualizado).

Algumas pesquisas corroboram, ainda mais, tais avanços com o uso de IA's na Saúde. E uma delas é o estudo anual TIC Saúde, do cetic.br (Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação), órgão privado, mas que faz parte do Comitê Gestor da Internet (cgi.br), que tem uma composição multissetorial (Lemes e Lemos, 2020).

Uma instituição entre o fazer científico, inovações, educação e saúde, a Fiocruz também conta com a sua própria IA em forma de *chatbot*. Criado durante o *Hackathon*²² Fiocruz 2019, Wal é o seu nome: o assistente virtual da Fiocruz. O sistema de conversação reconhece perguntas e emite respostas para facilitar a comunicação com os cidadãos. Foi criado pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica (ICICT-Fiocruz). Pouco após o nascimento do Wal, Valéria Machado da Costa, a então coordenadora e responsável pelo projeto, declarou: “A Fiocruz é a principal instituição de formação de trabalhadores do SUS e atende pessoas do Brasil inteiro. Ensino e cursos estão entre os temas mais procurados, por isso decidimos dedicar o *chatbot* a essa área” (Rocha, M., 2020).

A Central de Atendimento OuvSUS136 também passa a contar com mais ferramentas tecnológicas inteligentes: o aplicativo de mensagens *WhatsApp* (contato: 800 275 0620) e o *chatbot* OuvSUS (<http://www.gov.br/ouvidoriadosus>) pretendem escalonar o atendimento e melhorar a comunicação, a acessibilidade e a resolução de questionamentos dos usuários (Brasil, 2024i).

²¹ Pelo perfil múltiplo de aplicações, o projeto da robô cocaptadora de doadores de sangue segue uma nova tendência mundial para as Inteligências Artificiais, de 2025 em diante: os agentes de IA.

²² O *Hackathon* Fiocruz 2019 [combinação entre os termos *hack* (programar) e *marathon* (maratona)] foi um evento que reuniu programadores, *designers* e outros profissionais ligados ao desenvolvimento de *softwares*, para inovar em soluções para o Sistema Único de Saúde – SUS – do Brasil. Disponível em: <<https://hackathon.icict.fiocruz.br/hackathon.icict.fiocruz.br/index.html>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

Acompanhando as demais entidades e departamentos, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), mais uma componente do SUS, também adotou, recentemente, uma tática de Inteligência Artificial para a análise de medicamentos. A IA irá otimizar a análise de qualificação de impurezas nos processos de registro e pós-registro de fármacos. A ferramenta também facilitará a atualização da Instrução Normativa (IN) N° 258, de 16 de outubro de 2023, listando impurezas examinadas pela ANVISA, com base em dados públicos (Brasil, 2024e).

Laura Inteligência Clínica, do Instituto Laura (<https://institutolaura.org/>), é outro utilitário de suporte intra-hospitalar no Brasil, programado via Aprendizagem de Máquina, para minerar dados, isolar padrões de risco e emitir alertas, em tempo real, se encontrados padrões de piora clínica, ao usar protocolos como o *NEWS*. O sistema aumenta a capacidade de identificar, com antecedência, os pacientes em piora clínica nas enfermarias e UTI's, através do suporte à decisão com IA, apoiada em dados já existentes no prontuário eletrônico. Desde o seu lançamento, em 2020, ano em que Laura foi muito útil no combate à pandemia de COVID-19, o Pronto Atendimento Digital da Laura já atendeu mais de 350 mil pacientes, conquistando uma economia média mensal de R\$ 1,5 milhão, com a digitalização da coordenação do cuidado²³.

Das ações de impacto imediato postuladas pelo Governo, em cima do Plano Brasileiro de Inteligência Artificial, as conexas à Saúde dividem-se naquelas inclinadas diretamente ao SUS e outras para as demais instituições, quais sejam:

Saúde no SUS – o Prontuário Falado no SUS, ou seja, um sistema de IA para prontamente transcrever teleconsultas; a introdução de Inteligência Artificial no suporte a decisões de compras de medicamentos pelo SUS; um Sistema Inteligente para aprimorar a precisão e a agilidade nos diagnósticos médicos, particularmente em condições críticas, como AVC's, pneumonia, câncer de mama, tuberculose, melanoma etc.; a elaboração de tecnologias para aprimorar a qualidade dos serviços de saúde bucal e o prognóstico de câncer oral; uma IA para detecção de anomalias em procedimentos hospitalares e ambulatoriais no Sistema Único de Saúde, ajudando a prevenir falhas; o aprimoramento da gestão de processos vindos de judicializações, por meio de IA, no intento de prevenir litígios quanto à saúde e identificar alternativas de tratamento; e uma plataforma para a promoção e o cuidado da saúde do idoso.

Além disso, vem os atos para a melhoria da Saúde nas Demais Instituições, como: manter robôs autônomos para a desinfecção de ambientes, utilizando luz UV-C e névoa

²³ INSTITUTO LAURA. *Soluções – Laura Inteligência Clínica e Laura Care*. Instituto Laura, Curitiba (PR), 2024. Disponível em: <<https://institutolaura.org/solucoes/>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ozonizada, a fim de eliminar vírus e bactérias do ar e das superfícies possivelmente infectadas; compor uma plataforma inteligente para tratar câncer no peritônio, com o uso de técnicas de ultrassom para aerossolização de quimioterápico na cavidade peritoneal; estimular ainda mais as IA's Generativas para a personalização no cuidado da Saúde; aplicar Inteligência Artificial na previsão de patologias cardiovasculares, como doenças isquêmicas do coração e AVC's; incrementar um modelo de IA para retinógrafo de detecção de anormalidades, com alta acurácia (aparelho portátil conectado a um *smartphone*); e outros (Brasil, 2024a)...

Apesar de alguns (mas ainda tímidos) progressos, como confirmam Santana *et al.* (2024), o país permanece padecendo de muitas restrições em aplicações de Inteligências Artificiais no Sistema Único. Não somente pelas suas dimensões continentais, descentralização, discrepâncias econômicas, tecnológicas e sociais, mas o Brasil também padece pela ausência de governança e a ausência de legislações melhor definidas, voltadas à construção de algoritmos de IA genuinamente nacionais.

Na ambientação interna do SUS, Lima, J. (2022) tende a supor que a proporção de gestores ou profissionais de saúde que compreendem razoavelmente os ônus e os bônus das Inteligências Artificiais não seja tão maior do que um décimo. Algo que pode dificultar a interdisciplinaridade básica, requisito para a avaliação prévia ou monitoramento de sistemas baseados em IA's. Evidentemente, os usuários do Sistema Único de Saúde também devem ter boa compreensão da tecnologia, o que não têm, e isso vem a ser mais um fator para obstaculizar a implementação de Inteligências Artificiais no SUS.

O PBIA também terá múltiplos desafios nesse sentido. Alguns deles: a dificuldade de melhorar a eficiência na documentação clínica durante os teleatendimentos e a necessidade de melhoria na qualidade do atendimento; efeitos negativos no planejamento e execução das compras governamentais de medicamentos; tentar reduzir o tempo de resposta para uma maior eficácia e capacidade ativa do SUS; buscar mais eficiência e qualidade nos serviços de saúde bucal do SUS e aprimorar a Política Nacional de Saúde Bucal; e também pode-se considerar um ponto limitante tentar identificar, factualmente, anomalias em procedimentos hospitalares e ambulatoriais... Outros pontos críticos são: otimizar a gestão de litígios na saúde; promover efetivamente o diagnóstico precoce de doenças neurodegenerativas, em específico, Alzheimer e Parkinson, mas também outras demências comuns; melhorar a capacidade de desinfecção de ambientes; melhorar a resposta ao tratamento e a sobrevida do paciente com câncer no peritônio; combater, de fato, a deficiência visual grave e a cegueira, já que 75% dos casos de agravamento são devido à falta de prevenção e tratamento corretos; e outros desafios mais (Brasil, 2024a)...

É claro que sustentar a completude de um atendimento tão abrangente quanto o do SUS tem seus custos e impeditivos, o que, sem dúvidas, impacta o ODS n. 3 para o Brasil. A nação tem grandes dimensões e uma população numerosa, por isso, muitas vezes, faltam recursos e verbas para que o sistema se mantenha. Porém, é igualmente uma questão de interesse político que não se cumpre. Aqui, a despesa pública total com a Saúde chega a cerca de 48,2% do montante arrecadado. Ao passo que países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) investem, em média, 73,4% (Sorice, 2024).

Assim, só o real fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS), incluindo investimentos no feixe de utilidades tecnológicas trazidas nas prerrogativas do PBIA (2024-2028), comporá a essência do que o Brasil pode estimular em sua sociedade, para fazer cumprir as metas propostas pelo 3º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável: Saúde e Bem-estar.

3.5.3 Inteligência Artificial no cenário do Direito & Sustentabilidade: Ética, Justiça e Segurança

De sistemas de Segurança Pública à estruturação do fazer jurídico, as Inteligências Artificiais, quando bem gerenciadas, podem conceber verdadeiros ganhos de produtividade, de celeridade e ajudar na condução de técnicas de combate ao crime e à violência, necessárias a “Paz, Justiça e Instituições Eficazes” (16º ODS), para a Sustentabilidade e a ordem social. No entanto, como em todas as áreas de utilização das IA’s, estas também são passíveis de divergências, desafios, incertezas e erros, que comumente novas e disruptivas aplicações podem trazer...

Para Martins e Jacobsen (2023), as IA’s já encontram frequentes utilizações no Direito, porém incipientes, se comparadas a outros campos de atuação desses agentes. De início, são mais perceptíveis o emprego na extração de informações relevantes em textos legais ou na procura de argumentos constantemente usados para embasar decisões judiciais.

Almada e Zanatta (2024) comentam que, recentemente (para eles, novembro de 2023), saiu a notícia de que o Supremo Tribunal Federal (STF) havia feito uma chamada pública para propostas de modelos de Inteligência Artificial Generativa, que viriam dar suporte a prestações jurisdicionais públicas. Quase um ano depois, em 16 de dezembro de 2024, o Supremo finalmente lançou MARIA, sigla para “Módulo de Apoio para Redação com Inteligência Artificial”. MARIA faz uso de um arquétipo de IA Generativa, instruída a amparar a produção de diversos tipos de textos. Inicialmente, ela será aplicada em três frentes: resumos de votos, relatórios em processos recursais e análise inicial de processos de reclamação (STF,

2024).

Almada e Zanatta (2024) mencionam ainda o projeto Sinapses, de Rondônia, vindo para dirimir um problema de automatização de processos, bem como a usabilidade das IA's nos projetos ELIS (de Pernambuco), Hércules (em Alagoas), Hórus (do Superior Tribunal de Justiça – STJ) e Victor (também do STF), isso só nos últimos anos. Todos com a função comum de evitar atos exaustivos, acessar documentos, conquistar maior fluidez processual e efetivar o princípio da eficiência nos tribunais (Abreu e Silva, B., 2020, por Almada e Zanatta, 2024).

O CNJ (Conselho Nacional de Justiça), ao reconhecer a IA para a Justiça, editou a Resolução N° 332, de agosto de 2020, com a finalidade de amparar a temática. Na Resolução, são destacadas preocupações éticas envolvidas, dispondo-se, por exemplo, do art. 2º, onde as Inteligências Artificiais, no Judiciário, têm como fim promover o bem-estar dos jurisdicionados e a equitatividade da jurisdição. Na mesma esteira, os artigos 4º e 5º preocupam-se com o respeito aos direitos fundamentais, em especial, a igualdade (Martins e Jacobsen, 2023).

Indo à Segurança Pública, Coelho, D. (2024), em seus exemplos e recomendações (de acordo com Cerqueira *et al.*, 2018; Cerqueira *et al.*, 2022, e Cerqueira & Lins, 2024), fornece quatro itens de pesquisa do IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – no segmento de “Justiça e Segurança Pública com IA's”: três no subcampo de Aprendizado de Máquina e um em andamento no subsetor de Processamento de Linguagem Natural (dos LLM's)...

A saber, são eles:

1 – a detecção de áreas de alta incidência de armas de fogo, nas quais arquétipos de *Machine Learning* supervisionados agiram na identificação de regiões problemáticas do Brasil;

2 – IA na detecção de homicídios ocultos em registros de mortes violentas por causas indeterminadas;

3 – o agrupamento de municípios, por assessoria estratégica de IA's, para o PRONASCI (Programa Nacional de Segurança Pública com Cidadania);

4 – a leitura e interpretação de Boletins de Ocorrência com Inteligência Artificial, em parceria com a Secretaria Nacional de Segurança Pública, do Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP).

São casos que vêm ratificar evidências de como políticas públicas de Segurança, se bem concebidas, com o auxílio cada vez maior das novas tecnologias, compõem táticas eficientes na garantia do bem-estar e da salvaguarda pretendidos.

Outras contribuições que merecem menção são os trabalhos de Silva, R., Vieira &

Barbuda (2024), de Nagata (2024) e de Bada & Oliveira, M. (2024), nos quais são retratados o *Machine Learning* e a instrumentação de reconhecimento facial inteligente, operando na tomada de decisões estratégicas e na capacidade de previsão de ameaças no contexto da Segurança Pública. Há de se ter em mente, também, os desafios éticos e técnicos dessa destinação, e, por conseguinte, a necessidade de uma hábil regulamentação do setor.

Arranjos técnico-operacionais, inerentes a confiabilidade, escalabilidade e interpretabilidade dos sistemas de IA, foram igualmente dissertados por Nagata (2024). Dentre alguns, o perigo de vazamentos de informações, decisões automatizadas enganosas e a ausência de emoções humanas intercalando processos decisórios são preocupações que precisam ser levadas em consideração, entendidas e debatidas com afínco (Silva, R., Vieira e Barbuda, 2024). Logo, encarando parte dessa problemática como “de Segurança Nacional”, é que se faz possível levar às instituições a necessidade de aprender, de fato, como funcionam as IA’s, e buscar desenvolver tais tecnologias de maneira independente, para incutir nelas toda uma legislação principiológica clara, direta e ético-sustentável, imbuída das peculiaridades locais. Igualmente, pode vir daí um dos motivos para se ter um Plano dedicado a Inteligências Artificiais no país.

Outro dos problemas mais comentados e criticados é o dito “viés discriminatório”, presente em certos sistemas, por vezes, utilizados na Segurança Pública. Dependendo de quais dados incrementaram o treinamento da Inteligência Artificial, digamos, dados históricos, que marcam valores e comportamentos de épocas específicas, esses dados podem estar fadados a refletirem preconceitos ou desigualdades, vícios da sociedade, até eventualmente ampliando injustiças. Por exemplo, no aprendizado com informações de que determinados grupos étnicos, ou comunidades, têm mais chances de serem alvo de abordagens policiais do que outros, o programa pode reproduzir essa distorção, causando uma nítida e trágica discriminação. Responsabilidades civil e penal podem ser acionadas por erros desse tipo. Além disso, a falta de transparência é capaz de minar a confiança do público nas Inteligências Artificiais, especialmente no tocante à liberdade e aos direitos do indivíduo (Nagata, 2024).

Aplicações como as de Segurança Pública, ao lidarem com situações sociopolíticas específicas e críticas, tendem a interligar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, uma vez que o estudo de melhorias, ou mesmo a prática de novas tecnologias, para o Sistema de Segurança Pública Nacional, põem em perspectiva analítica as fragilidades e falhas inerentes à busca por Justiça e equidade, em cenários conflituosos. Conquanto, só se tem a capacidade para solucionar um problema, simples ou grave que seja, e mais ainda em Segurança Pública, se houver atores se debruçando sobre o assunto, a fim de traçar táticas, investir em técnicas e

manobrar atos para a construção de soluções aplicáveis no cotidiano.

Para o PBIA sustentável, todavia, nas searas do Direito, Segurança e Regulamentações, consta apenas um projeto, de nome “ProtegIA” (ainda não orçado), para auxiliar como utilitário na proteção dos cidadãos. O Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP), mais a Polícia Rodoviária Federal (PRF), devem ser as entidades envolvidas. O “ProtegIA” gira em torno das áreas de Defesa, Segurança Pública e Cibernética, com a intenção de levar Inteligências Artificiais, por exemplo, para a gestão de mídia (imagens e vídeos) de câmeras corporais em policiais (Brasil, 2024a). Esse é, talvez, um dos mais visíveis “gargalos” pragmáticos do Programa de IA brasileiro, no qual os Objetivos Sustentáveis, da Agenda 2030, incluindo o 16º ODS, propuseram-se vigorar harmoniosamente.

Mais uma das dificuldades inerentes à utilização de Inteligências Artificiais, no Brasil, é firmar um consenso político, em um marco regulatório para IA’s, perfeitamente cabível ao país. Algo que exige todo o empenho do poder político, para evitar que conteúdos gerados por Inteligência Artificial sejam aproveitados de maneira irresponsável e obscura.

Nessa perspectiva, a proliferação das ditas *deepfakes* representa um alarmante risco para a democracia, pois manipula a percepção da realidade, ao criar vídeos e áudios falsificados com aparência autêntica. Um crime muitas vezes subestimado, a adulteração digital tem sido utilizada para disseminar desinformação, destruir reputações e influenciar processos políticos, como o evidenciado nas eleições dos Estados Unidos, do Brasil e no referendo do *Brexit*. A velocidade e o alcance dessas falsificações ampliam a vulnerabilidade das sociedades à manipulação, comprometendo o direito dos cidadãos à verdadeira informação e à tomada de decisões conscientes. Diante desse preocupante cenário, torna-se essencial o desenvolvimento de regulamentações e mecanismos de verificação, para mitigar os impactos negativos das *deepfakes* e proteger a integridade do debate público (Barroso e Mello, 2024).

Com isso, é possível lembrar que, em se tratando de Legislações inclinadas à tecnologia, o Brasil promulgou, em 2018, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), inspirada na regulamentação sobre Proteção de Dados (RGPD) da União Europeia (2016). A LGPD-Brasil estabelece princípios para o tratamento de dados pessoais, que abrangem transparência, segurança, responsabilização e prestação de contas, a não discriminação, bem como penalidades por seu descumprimento (Santana *et al.*, 2024).

Já propriamente sobre o uso de Inteligências Artificiais em território nacional, as coisas têm andado, em partes, mais lentamente... O Senado Federal aprovou, em uma terça-feira, 10 de dezembro de 2024, o Projeto de Lei (PL) que regulamenta as Inteligências

Artificiais nacionalmente. O texto vai agora à análise na Câmara dos Deputados, tendo sido a proposta debatida à exaustão e, por diversas vezes, alterada e (re)alterada ao longo do percurso. A redação aprovada é um substitutivo, que tem como base o PL 2.338 de 2023 (Brasil, 2024g). Complementar e à espera de uma lei materializada, o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial permanece em disponibilidade para a sua real e profunda implementação...

*3.5.4 Políticas Públicas, Inclusão e Cultura auxiliadas por IA: **do fortalecimento institucional à Arte Sustentável?***

O Plano de IA's do Brasil foi desenvolvido por intermédio de um processo claro, participativo e inclusivo. Em suas etapas, houve duas reuniões de trabalho do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), para deliberações estratégicas e orçamentárias gerais, de onde foram recebidos 38 documentos, com mais de 300 propostas. Houve 300 participantes, em 6 oficinas, realizadas com membros do Conselho, especialistas, instituições públicas de Tecnologia da Informação (TI), o setor privado, a sociedade civil, o Governo Federal e órgãos de regulação e controle. Isso resultou em 6 documentos-síntese das oficinas, com a participação de 117 instituições públicas, privadas e da sociedade civil, com representatividade em mais de 30 reuniões bilaterais com essas organizações (Brasil, 2024a).

Dessa amálgama de conhecimentos, o PBIA obteve seus reais contornos de política pública, gerando distintas opiniões sobre sua eficiência, eficácia e viabilidade de fato...

O Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), da USP (Universidade de São Paulo), em São Carlos, recebeu com entusiasmo o lançamento do Plano. O professor André de Carvalho, diretor do ICMC, participou de duas reuniões no MCTI, e, à ocasião de ser perguntado, disse:

O plano trará benefícios significativos para o nosso Instituto, especialmente na formação de pesquisadores e no avanço de nossas pesquisas em Inteligência Artificial. Com o investimento em infraestrutura e a inclusão de desafios relevantes, o PBIA fortalecerá nossa posição no cenário global e impulsionará o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil (USP, 2024, *online* – não paginado).

Já para o professor Alexandre Delbem, também do ICMC, a nova estratégia nacional de IA trouxe melhores e mais consistentes diretrizes, se em comparação com planos anteriores. Embora ressalve:

Áreas como a infraestrutura computacional exigem investimentos contínuos para se manterem competitivas. Sem uma visão estratégica abrangente, a alocação de recursos pode comprometer a efetividade do plano. Além disso, a burocracia pode gerar um descompasso entre o planejamento e a realidade tecnológica, impactando a gestão e a implementação do plano (USP, 2024, *online* – não paginado).

Enquanto isso, Bastos, Buianain e Carvalho (2024), estudiosos de Economia, Políticas de Desenvolvimento e Inovação, tecem duras críticas ao Programa de IA brasileiro (PBIA): segundo eles, é “muita coisa para uma única política pública, que mistura objetivos de desenvolvimento (por definição, de longo prazo) com outros objetivos mais imediatos, e não menos desafiadores”. Eles acreditam que falta objetividade em “para onde se quer chegar”, e consideram o PBIA um plano orçamentário muito ambicioso, com metas aparentemente inalcançáveis em pouco mais de 4 anos. Retomam as históricas dificuldades de implementação de projetos entre o público e o privado no Brasil. Para eles, “essa ‘tática’ nunca funcionou”...

Além de falas sobre o Plano em si, Bastos, Buianain e Carvalho (2024) também escrevem que políticas de inovação costumam se orientar primeiro pela oferta ou primeiro pela demanda, mas as que mais deram certo sustentaram-se nos dois eixos. Na expressão deles, o PBIA parece ter um viés somente de oferta, “típico fracasso brasileiro”. Ambos terminam com o entendimento de que o Programa é oportuno e ambicioso, contudo, parece incorrer em velhos vícios da política de inovação brasileira que, para um setor emergente, composto por “campeões nacionais” dispersos e de pouca interação com políticas públicas, pode fatalmente nos excluir do uso inovador da IA. Para Bastos, Buianain e Carvalho (2024), o PBIA carrega mecanismos de governança “participativos”, que dissolvem a gestão e não agregam valor às ações. Haveria, igualmente, “um *driver* estatizante” e um “viés academicista”, algo “de praxe para o Brasil”.

É onde abro um parêntese para relembrar dados da *Writerbuddy.ai* e da cartilha *Ipsos-Google* (2025), respectivamente trazidos por Sarkar (2023) e por Jackson e Lohr (2025), que colocam o Brasil entre as 5 maiores demandas por Inteligência Artificial do mundo, com uma população altamente disposta a se relacionar com essas tecnologias. Convém, então, refletir melhor sobre a tese levantada por Bastos, Buianain e Carvalho (2024), uma vez que demanda parece haver. E mais: apesar do fatídico histórico do Brasil em Ciência e Tecnologia, as IA's, normalmente, são passíveis de uma vasta multiplicidade de aplicações no cenário contemporâneo, algumas já vistas no decorrer desta leitura. Isso as torna suscetíveis de penetrar em domínios estratégicos e práticos essenciais, como no Financeiro, na Embrapa, na Petrobras, adentrando o setor privado, e mesmo seus nichos. Os usos de Inteligência Artificial, por sua natureza interdisciplinar, não são de recair sobre si mesmos, como muitos setores econômico-produtivos. Apesar disso, novos elementos da guerra comercial China-EUA, paralelamente ao avanço do protecionismo estadunidense sobre o comércio de *chips* de IA, previsto ao menos para os próximos anos, podem dificultar o progresso das IA's no Brasil (Romani, 2025). Por

onde e como escapar...? Partindo, sem medo, no real *Expresso do Oriente*, rumo aos BRICS²⁴...

Uma Viagem no Expresso do Oriente...

Ao anunciar uma “firme tomada de medidas” tentando superar a esmagadora ameaça dos norte-americanos ao seu passo tecnológico em Inteligência Artificial, a China dá sinais de que vê a questão com olhos muito mais democráticos do que a pressuposta democracia “liberal” dos Estados Unidos (Brasil de Fato, 2025). Logo, com a clara pressão econômica chinesa e movimentando-se corretamente, o Brasil teria muito a ganhar para o seu Plano Brasileiro de Inteligência Artificial.

Uma resposta prática às controversas sanções da América do Norte veio de Hangzhou, China, em 20 de janeiro de 2025, com o revolucionário lançamento da IA Generativa chinesa *DeepSeek*... Apenas 7 dias após sua chegada, da NVIDIA, fabricante de *GPU*s, às tais outras *big techs* de Inteligência Artificial, todos sentiram algo realmente perturbador (BBC News Brasil, 2025)...

Semelhante a modelos como o *ChatGPT* e o *Gemini*, mas somente em seu funcionamento, o aplicativo *DeepSeek* tem código aberto²⁵ e é hoje gratuito, diferentemente das restrições comerciais das *big techs* concorrentes. Ele também funciona com, aproximadamente, 10 vezes menos gastos em *hardware*, conta com um *software* que otimiza respostas em tempo real e, talvez o mais importante e impressionante, foi treinado a um custo estimado inicial 20 vezes menor do que o normalmente gasto em aprendizagem de IA's, para alguns dos maiores *players* do setor (*OpenAI*, *Meta*, *Alphabet Inc.* etc.) (Lopes, 2025). Em decorrência disso, sendo o *DeepSeek* um arquétipo de código livre e aberto, assim como regularmente capaz de ajudar a programar outros sistemas²⁶, o Brasil, se deseja um formato de Inteligência Artificial próprio e personalizado, ganha, de bandeja, o seu maior aliado.

Vale dizer que o modelo *DeepSeek* não é perfeito, nem sequer tão eficiente, em quase tudo, quanto os seus grandes e atuais adversários mega financiados. No entanto, a China já era academicamente ativa no campo de Inteligências Artificiais há anos, produzindo muitos resultados acadêmico-científicos nesse ínterim (Jornal da CBN, 2025)... (Algun chinês

²⁴ Grupo de países emergentes que, entre si, cooperam para o seu desenvolvimento mútuo, respeitando as suas diversidades econômicas, sociais e ambientais. Inaugurado por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (ou *South Africa*), em 2024, foram incluídos Arábia Saudita, Argentina, Egito, Emirados Árabes Unidos, Etiópia e Irã.

²⁵ O que permite sua utilização, aprimoramento ou criação de novos protótipos por programadores em qualquer lugar do mundo.

²⁶ DEEPSEEK-AI. *DeepSeek-R1: incentivizing reasoning capability in LLMs via reinforcement learning*. *arXiv*, [S. l.], 2025. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2501.12948>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

chamaria isso²⁷ de “viés academicista”...?) Desse modo, o aparecimento do *DeepSeek* só se tornou viável por intermédio do estado da arte promovido, em peso, pelo meio universitário asiático. Isto é, o nascimento da IA chinesa demonstra como criatividade científica, ousadia e planejamento podem transpor até mesmo “*drivers* estatizantes”, “vieses academicistas” ou “grandes *players* invencíveis”. Estes últimos, aqueles que não necessariamente eclodiram interagindo com políticas públicas de inovação, mas que, com certeza, ainda tomarão muita carona nelas... *Última parada*. Fecha parêntese.

Por todo este trabalho, muitos dos temas até aqui contemplados referem-se, direta ou indiretamente, a algum tipo de política pública para algum setor, algum ente ou entidade. E é impossível falar de Inteligência Artificial, aliada ao Desenvolvimento Sustentável, sem dar merecimento às políticas públicas que fomentam essa moderna junção. Isso porque, de modo geral, objetivos de desenvolvimento (sustentáveis ou não) são a ponta de uma extensão de políticas decisivamente convergentes àquela finalidade. Como bem define Peters (2021), ao qualificar o termo Política Pública como o conjunto de atividades que os governos empreendem (atos ou abstrações), em prol de mudar irrestritamente sua economia e sociedade.

Dessa forma, para se chegar aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS – ONU), inevitavelmente, serão imprescindíveis políticas públicas adequadas a este fim, ainda por cima se isso contar com o uso de Inteligências Artificiais. O próprio Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) está configurado sobre um arcabouço de políticas públicas direcionadas às metas por ele elencadas, com seus devidos alcances e previsões orçamentárias. Além disso, no Programa, algumas dessas metas (mediatas, de longo prazo) estão intrinsecamente relacionadas com o próprio fazer das políticas públicas nacionais, e do PBIA.

Dentre elas, em “Apoio ao Processo Regulatório e de Governança da IA” (PBIA-24-28): primeiro – trazer uma série de guias sobre IA’s no Brasil, para a promoção de um uso responsável e adaptado à realidade verde e amarela (obstáculo: conquistar a confiança pública e adaptar os padrões globais à realidade brasileira); segundo – a criação do Centro Nacional de Transparência Algorítmica e IA Confiável (obstáculo: reduzir riscos e instaurar transparência, integridade da informação e confiabilidade nos sistemas de IA); terceiro – consolidar o

²⁷ Os diagramas do Capítulo 1 desta referência esmiuçam o quanto a China, nos últimos anos, aprofundou-se em produção acadêmica, de ponta, em Inteligência Artificial. STANFORD UNIVERSITY. *Artificial Intelligence Index Report 2024*. Stanford, 2024. Disponível em: <https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/05/HAI_AI-Index-Report-2024.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2025.

Observatório Brasileiro de Inteligência Artificial (OBIA), como a plataforma mestra sobre as IA's nacionais (obstáculo: estabelecer índices e informações para o acompanhamento do Plano Nacional); mais outras ações de estruturação e governança, no país e fora dele (Brasil, 2024a).

Por esse lado, Longo (2022) acaba questionando se o Processamento de Linguagem Natural (PNL) acabará substituindo analistas, criadores ou executores de políticas públicas. Partindo da indagação, ele conclui que, nas atuais circunstâncias, esses dispositivos inteligentes são capazes de fornecer nada mais do que algo equivalente a uma pesquisa na *web*, com limitações de relevância, de interpretação ou de avaliação... E diz não crer na rápida substituição do humano pelo artificial, ou pelo menos não em um futuro próximo...

Ainda para Longo (2022), situações político-sociais complexas como, por exemplo, entender quais estratégias e intervenções estão dentro da legalidade e autoridade do Governo; ser empático com cidadãos e partes interessadas; ou avaliar como a visão de mundo de uma determinada Ministra informa seus métodos de agir diante de um problema, são todas tarefas de ordem superior que, hoje, apenas genuínas consciências e lucidez poderiam lidar. O que, de nenhuma maneira, impossibilita que analistas, fazedores de políticas públicas ou tomadores de decisão façam uso de Inteligência Artificial para facilitarem a sua rotina.

Correia (2024) reforça o dever de se ter uma base teórica sólida para normatizar os serviços públicos digitais, destacando a essencialidade de um regime jurídico diferenciado que proteja o digital e, ao mesmo tempo, assegure a satisfação dos direitos fundamentais, através da eficiência nos serviços prestados. E somente o Estado, antenado em toda essa dinâmica de transformações sociais, seria capaz de lidar com os desafios da era digital, com eficiência e Sustentabilidade (almejando os ODS 16 e 17).

Por sinal, a incorporação e estabelecimento de tecnologias de Inteligência Artificial na Administração Pública brasileira (*lato sensu*) representam parte crucial na atualização e melhoramento dos serviços oferecidos ao contribuinte. Enquanto as IA's prometem transformações em Saúde, Educação e Segurança, enfrenta-se, também, uma crítica e desafiadora agenda para, efetivamente, realizar a integração dessas IA's nas repartições públicas país a dentro (Ferreira e Oliveira, 2022, citado por Vasconcelos e Santos, F., 2024). Isso inclui a requalificação de servidores que, muitas vezes, são insistentes em resistir às novas tecnologias.

No social, o Plano Nacional de Inteligências Artificiais (BR) almeja, de imediato: formar uma plataforma de mapeamento de necessidades da população inscrita no Cadastro Único do Governo Federal (CadÚnico) e ofertar cursos de qualificação, vagas de trabalho e atos de apoio ao empreendedorismo, direcionando os cidadãos a uma (re)inserção no mercado

de trabalho e no empreendedorismo sustentável. O seu desafio: amenizar as vulnerabilidades sociais, através do aumento da renda e da melhoria na qualificação das pessoas (Brasil, 2024a).

Quanto à Gestão de Serviços Públicos, por definição, no curto e médio prazos: aplicar *LLM's* para ajudar na classificação e julgamento de processos administrativos fiscais, incluindo buscas por jurisprudências e teses divergentes – o “Fiscaliza IA” –, da Receita Federal Brasileira (RFB); e a implementação de um *chatbot* baseado em Inteligência Artificial, para atendimento rápido na *web page* dos consulados, confiável e multilíngue – o “Atende IA”. Contratempos a se ponderar serão: por um lado, verificar a real redução do tempo de julgamento dos processos administrativos fiscais na RFB, com mais apoio e segurança jurídica; e, por outro, garantir, de fato, a apropriada assistência a brasileiros residentes no exterior (Brasil, 2024a).

Ainda, uma das faltas de políticas públicas primordiais, no Plano Brasil de IA, parece estar voltada ao segmento cultural, uma vez que o PBIA (Brasil, 2024a) se funda no “respeito à dignidade, aos direitos sociais, à diversidade cultural, regional e dos povos, e à valorização do trabalho e dos trabalhadores, prevenindo a desigualdade e vieses discriminatórios”. Contudo, na redação do Plano Nacional, não se identificou menção alguma à Cultura e Diversidade assistidas por Inteligência Artificial, exceto essas breves contextualizações.

Mas isso, por si só, não é um problema localizado. Kulesz (2022) expõe que, em fóruns internacionais (ou mesmo encontros nacionais e documentos oficiais), os potenciais impactos da IA na Cultura são raramente discutidos. Uma omissão que não se explica, ao passo que as IA's já têm sido utilizadas para produzir músicas, histórias e pinturas – muitas vezes de qualidade surpreendente. Neste ponto, questões importantes são levantadas sobre a Sustentabilidade do meio artístico: sobre a remuneração de artistas, a integridade da cadeia criativa... Arte Sustentável? Muitas perguntas permanecem no ar, enquanto se veem, imponentes, as Inteligências Artificiais sobre a produção audiovisual, literária, musical etc.

É de se lamentar tal ausência quando se sabe que, na história recente, tem prevalecido uma lógica inteiramente nova, de automação e imersão tecnológica, em todas as fases do ciclo da Cultura – no criar, no produzir, na distribuição e no consumo (Santaella, 2022).

Entretanto, ao lastimar a pouca repercussão do setor cultural nos debates sobre as IA's, Kulesz (2022) salienta o pioneirismo que as Inteligências Artificiais e a automação tiveram, sendo, antes de tudo, criações da Cultura, e não da Ciência... “Já na *Iliada* havia menção a tripés automáticos, formados pelo deus Hefesto para realizar suas tarefas”, diz Kulesz (2022, p. 40). “Robô”, no sentido de “dispositivo humanoide”, tem a sua primeira aparição no drama satírico

R.U.R. (1920), do dramaturgo tcheco Karel Čapek. Posteriormente, vieram *Eu, Robô*, de Isaac Asimov; *2001: Uma Odisseia no Espaço*, do Stanley Kubrick; *O Exterminador do Futuro*, de James Cameron; *Matrix*, das irmãs Wachowski; e muitas outras obras que, ao seu tempo, vislumbravam diferentes tons da relação homem-máquina (Kulesz, 2022).

Neste instante, não custa lembrar a crise que se instalou na Indústria Cinematográfica estadunidense, com a greve de roteiristas e atores de *Hollywood*, de maio a novembro de 2023. Seus protestos contestavam o uso indiscriminado de Inteligências Artificiais pelos estúdios e produtoras nos Estados Unidos. Um duro ataque ao Desenvolvimento Sustentável do setor no país, que, atualmente, já tem a sua produção amplamente afetada pelo advento das novas ferramentas inteligentes. Estas, às vezes até mais baratas do que a própria Computação Gráfica (*CGI*) convencional (Pacete, 2023). Problemas ligados aos usos de IA's, em detrimento do ODS n. 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), não puderam passar despercebidos.

Dentro da realidade brasileira, a Inteligência Artificial vem, pelo menos, possibilitando a inserção de novos profissionais no setor cultural. A fácil operacionalização das criações, introduzida pela IA, torna-se relevante nas práticas de produção da Cultura, dada a atual popularização de *softwares* e *plugins* inteligentes. Nesse movimento, os instrumentos de programação e *Machine Learning* têm servido, no Brasil, de multiplicadores para as artes visuais e para a criação artística, perpassando usos operacionais e estéticos. Em um primeiro momento, geralmente, utilizam-se aplicativos prontos e dispostos no mercado. Já em um segundo nível, a criação artística é mesclada com a programação, interpondo a Aprendizagem de Máquina como marco central nas obras. Isso induz a disseminação de exposições imersivas e o uso de visão computacional, para estimular experiências sensitivas cada vez mais intensas (Pedrini e Schwarz, 2008, referidos por Lima, L. *et al.*, 2022b)...

Lima, L. *et al.* (2022b) também demonstram uma relativa demanda brasileira por Cultura gerada com a ajuda de Inteligências Artificiais. Infelizmente, há ainda muitos fatores impeditivos, como a falta de qualificação em técnicas de programação e habilidades digitais, e a IA demandar uma considerável disponibilidade de recursos financeiros. É também complexa a condição peculiar de pequenos produtores das culturas populares e tradicionais: indígenas, afro-brasileiros e demais manifestações que compõem o largo espectro da diversidade cultural nacional. Esses grupos não costumam acessar a institucionalidade da Cultura, muito menos os meios digitais e ferramentas tecnológicas no campo da IA.

Com essas considerações, é ressaltado por Kulesz (2022) que estratégias de

Inteligência Artificial são necessárias, mas talvez não sejam suficientes na Cultura. O imperativo do crescimento econômico e da competição geopolítica significa que nenhuma região quer “ficar para trás” e que o empenho na integração das IA’s se concentra em áreas tidas como “mais urgentes”: Saúde, Agricultura, Transporte, Educação, Defesa, Finanças e tantas... O problema é que, mesmo que um país adote uma política de última geração sobre robôs, mobilidade inteligente ou drones, sem Cultura no escopo, será criada uma insustentável situação. Em resumo, o que é técnico satisfaz problemas, porém não fornece significado – papel da Cultura... Ou seja: “em termos de coesão social, qual será o impacto para os países – tanto do Norte como do Sul – se não tiverem expressões culturais próprias?”, finaliza Kulesz (2022).

E por que não, ao menos de forma mediata, utilizar a mesma instrumentação a ser criada ao redor das IA’s, no Brasil (PBIÁ – 2024-2028), para estabelecer um primeiro estímulo nacional em incorporar, no dia a dia, uma cultura de inovação e empreendedorismo sustentáveis? Algo que incluiria o uso e a disseminação cultural-educacional dessas Inteligências Artificiais, nas esferas que, por definição, constituem o pensar e o fazer da sociedade: Indústria, Comércio, Serviços, Governo, Meio Ambiente, Mudanças Climáticas, Saúde, Educação, Segurança, Direito, e outras mais, aqui, por tantas páginas discutidas...

Gomes (2020) propõe que a escola seja um lugar para desenvolver habilidades, como oratória, raciocínio lógico, crítica e solução de problemas, mas que devemos, também, nos reeducar como seres pensantes para o futuro. Tarefa, portanto, cultural e política, não havendo algoritmo que o faça por nós. Como parte da luta ecológica, por exemplo, urge generalizar o esforço de reflexão sobre os nossos atos de consumo. Culturalmente, levar os cidadãos a pensarem sobre qualquer produto ou serviço, não com um, mas com inúmeros autoquestionamentos. No consumo, não deveria bastar um mero “Quanto custa?”. Mas também... “Preciso mesmo disso?”, “Quem aproveita comunitariamente meu ato de consumo? Será minha região? Meu país? Ao menos minha comunidade?”... “Meu ato de consumo é fraterno à natureza na origem (dos produtos) e no rejeito (de resíduos)?”

As saídas para essas e outras questões cunhadas em caros valores humanos, de fato, provavelmente, não sairão, puras, de instruções ou algoritmos em máquinas digitais. A força, enfim, está no poder imaginativo de criação e elaboração do homem, em construção ativa com a habilidade e percepções da máquina, e vice-versa. O humano tem Cultura, abstrai, elabora. A máquina faz, e faz mais rápido, e faz melhor. No fim, não é sobre “quem domina” ou “quem é dominado”, mas sobre uma união para a Sustentabilidade e o progresso, do ser e do meio.

4 CONCLUSÕES

Enquanto na Ciência da Computação as Inteligências Artificiais – ou IA's – remontam pesquisas e pesquisadores do século passado, só recentemente pôde-se sentir seus efeitos, no Brasil e no mundo, para o bem ou para o mal de uma nova era...

No alvorecer dessa nova era, este estudo, em sua pretensa interdisciplinaridade, visou integrar informações pluralmente selecionadas, a fim de instigar uma imersão nos paradigmas de IA's já utilizados, suas capacidades, efeitos e influências nacionais e internacionais, focando, tanto quanto possível, nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (17 ODS). Para isso, foi-se ao encontro do estado da arte na temática, e, nela, arquitetaram-se pontuações e contrapontos, fruto dos estudos encontrados.

O mundo, por sua vez, já vem notando o grande potencial da Inteligência Artificial em suprir processos e constituir dispositivos significativamente úteis aos 17 Objetivos da Agenda 2030. Em meio a isso, estudos mostram que a IA pode ajudar a acelerar cerca de 80% dos 17 ODS propostos (ONU, 2024b). Com isso, é possível propiciar um futuro mais duradouro, equitativo e limpo, em muitas localidades e segmentos técnico-científicos.

No Brasil, dados da *Writerbuddy.ai*, por Sarkar (2023), bem como dados do *Ipsos-Google*, por Jackson e Lohr (2025), ilustram uma real demanda nacional por Inteligência Artificial para o uso cotidiano. Embora, em pesquisa e desenvolvimento, a produção nacional genuína de IA's seja, ainda, incipiente.

Não à toa, empenhando-se em inserir o Brasil no frenesi *high tech* global, foi lançado pelo Governo, poucos meses atrás, o chamado Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA – de 2024 a 2028). Suas promessas direcionam-se a alavancar mecanismos de Inteligências Artificiais Sustentáveis, em território brasileiro: infraestrutura, qualificação, aplicações e afins... Tendo a demanda e buscando a oferta, algo relativamente diferente do que mais ponderam Bastos, Buianain e Carvalho (2024), o PBIA parece exigir, bem mais, boa gestão tática, gestão operacional, e cada vez mais investimentos (ainda que sob o risco de cortes). Isso sem se esquecer, objetivamente, da promoção de uma cultura de inovações tecnológicas e empresariais sustentáveis, como ramificação do segmento educacional.

À primeira vista, pode parecer outra ingênua utopia à brasileira. Mas, para entender o verdadeiro potencial do Plano Brasileiro de Inteligência Artificial, basta que se compreenda um pouco mais do advento da *DeepSeek*, IA chinesa que, em 27 de janeiro de 2025, causou frisson no Mercado Financeiro e no ramo tecnológico global. Se, por um lado, os frequentes entraves entre China e Estados Unidos, em particular no comércio de *chips* para IA's, podem tragicamente prejudicar o desenvolvimento de uma Inteligência Artificial brasileira; por outro,

a transformadora eclosão do *DeepSeek*, nesse ambiente, tem um grande potencial para ser um facilitador do Programa Nacional de IA's no Brasil (*Uma Viagem no Expresso do Oriente*²⁸).

Assim, alguns tópicos do Plano Nacional (PBIA) foram aqui abordados em grandes áreas, como Meio Ambiente, Agricultura, Saúde, Segurança Pública e muito mais... Dispuseram-se exemplos de ações em tecnologias de detecção de desmatamento por Redes Neurais (o monitor da Amazônia, via parceria *OpenAI* e UFAM), previsões climáticas para produtores rurais com *Machine Learning* (no ATER Digital – IA), o Prontuário Falado no SUS (via *LLM's*) e o ProtegIA, futuramente do Ministério da Justiça e da PRF.

Iniciativas essas, interligadas ao PBIA, que enfatizam a utilização da Inteligência Artificial compromissada com a Sustentabilidade e as inovações, de acordo com as circunstâncias socioeconômicas, socioambientais e socioculturais brasileiras. O Programa estimula, ainda, pesquisas em universidades, centros de pesquisa e parcerias público-privadas, alaistrando seus efeitos (*idem*) em esferas mais pontuais, como Energias Renováveis e Mobilidade Urbana. Oportunamente, isso vem a contribuir para os ODS n. 13 (Ação Climática), ODS n. 7 (Energia Limpa e Acessível) e ODS n. 11 (Cidades Sustentáveis).

O estado da arte alcançou consistentes trabalhos em muitas ramificações do conhecimento, nas quais a aplicabilidade das IA's para a Sustentabilidade é plenamente capaz de maximizar resultados, no Brasil e no exterior. Tais casos também expõem a importância de se tentar implementar, efetivamente, um Plano Brasileiro de Inteligência Artificial, vinculado ao Desenvolvimento Sustentável da nação. Arquétipos de algoritmos de otimização (como na ANVISA), assistentes virtuais (MARIA, do STF), sistemas de análise de *big data*, etc., têm sido exemplarmente aplicados.

Outros exemplos vêm da Indústria – com o sistema *Smart Tocha* da Petrobras – que monitora a vazão de vapor em refinarias – e, no Agro, um sensor recentemente criado pela Embrapa-UFC, voltado a análises hídricas. Com eles, algumas práticas nacionais já se alinham, consequentemente, ao ODS de número 12 (Produção e Consumo Responsáveis)...

O PBIA também suscita a utilização de Inteligência Artificial no Sistema Único de Saúde (SUS), para o qual foram situadas aplicações em diagnósticos clínicos automatizados, previsões epidemiológicas e otimização de leitos hospitalares, fortalecendo o ODS de número 3 (Saúde e Bem-Estar).

Já na seara educacional, uma das mais abrangidas pelo Plano Nacional de Inteligência Artificial, pôde-se perceber que as IA's têm plena capacidade de serem aliadas ou

²⁸ A conferir na seção 3.5.4.

vilãs da educação, a depender da metodologia utilizada para se lidar com elas. Ferramentas como o *DreamBox*, o *Smart Sparrow* e o *ChatGPT*, já existentes, e outras ainda por vir com o avanço do PBIA, se bem planejadas na organização acadêmico-escolar, agilizam o processo de ensino-aprendizagem e fortalecem o 4º ODS: Educação de Qualidade. Apoiado nisso, tornou-se o redigir deste estudo um ato consciente de uso de Inteligência Artificial (*ChatGPT*), ao tentar proporcionar mais rapidez e precisão à pesquisa, com a elaboração de palavras-chave pela máquina, segundo comandos e moderações do autor.

Entre os impactos positivos desses *softwares* inteligentes, destacaram-se o aumento da eficiência operacional em algumas situações, a economia de recursos (como água, insumos agrícolas e tempo) e a melhoria do acesso a informações úteis. Todavia, impactos negativos existem e, dentre eles, incluem-se: o alto consumo energético no treinamento de modelos de IA's, potenciais riscos à privacidade, obstrução de direitos, falhas na segurança de dados e a gravidade do preconceito algorítmico, que existe e precisa ser encarado de frente. O PBIA, que igualmente tem seus desafios de execução, reconhece os impeditivos naturalmente impostos à sua implementação e propõe intervenções que assegurem a transparência, a responsabilidade, a ética e a inclusão digital. Essas premissas visam equilibrar o desenvolvimento tecnológico com a proteção dos direitos fundamentais e a Sustentabilidade de ecossistemas, incluindo o digital.

Pelos casos tomados, foi constatado que, no que já se aplica de Inteligências Artificiais, no cotidiano de organizações, lares e instituições, as IA's impulsionam ambientes cada vez mais dinâmicos e competitivos, tanto no cenário econômico brasileiro quanto no estrangeiro. Soluções como a otimização logística, previsões de consumo e a gestão de energias renováveis contribuem para uma melhor operacionalidade geral e alinham-se, identicamente, aos ODS de número 7 – Energia Limpa e Acessível; ODS de número 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico; ODS de número 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura; ODS de número 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS de número 12 – Consumo e Produção Responsáveis; e ODS de número 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima.

É realçado, do Plano Brasileiro de IA e através da análise de utilitários já em funcionamento, que ferramentas inteligentes podem, também, fortalecer a interação e a inclusão sociais, desde que utilizadas e desenvolvidas sob valores humanizados, já na origem... Na Educação, mesmo que pontualmente, isso já se faz presente, ao citar o caso da educação cearense (uma das redes públicas mais consistentes do país), que não raramente é auxiliada por Inteligência Artificial. Ou, especificamente para a inclusão social no PBIA, encontra-se outro exemplo prático, que almeja formar uma plataforma de mapeamento das necessidades da

população inscrita no Cadastro Único. Com isso, será possível ofertar cursos de qualificação e vagas de trabalho, apoiando o empreendedorismo sustentável e conduzindo os cidadãos a uma (re)inserção (inclusiva) no mercado de trabalho.

Logo, decisões humanas conscientes, em cooperação mútua com a Inteligência Artificial, têm a aptidão para transformar obstáculos globais, nacionais, e até mesmo individuais, em mais oportunidades colaborativas e de crescimento sustentável. Só assim, as máquinas poderão, de fato, nos ajudar a pensarmos em “Nosso Futuro Comum”, reforçando a essencialidade do indivíduo em harmonizar as suas relações econômicas, ambientais e sociais. Da interação homem-máquina, portanto, poderá surgir o olhar para um tempo no qual as IA’s não meramente atendam às necessidades humanas, mas, em parceria, respeitem e protejam o Planeta e seus habitantes, com justiça social, para o hoje e para o amanhã...

Esta jornada apenas começou.

5 REFERÊNCIAS

ABES. *Petrobras cria ferramenta com Inteligência Artificial Generativa para apoiar mais de 100 mil trabalhadores*. Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES), São Paulo (SP), 2023. Disponível em: <<https://abes.com.br/petrobras-cria-ferramenta-com-inteligencia-artificial-generativa-para-apoiar-mais-de-100-mil-trabalhadores/>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

AGUIAR, M. *Ipsos Equalities Index 2024*. Instituto Ipsos-Brasil, São Paulo (SP), Brasil, 2024. Disponível em: <<https://www.ipsos.com/pt-br/ipsos-equalities-index-2024>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

AHMED, M. *et al. Artificial neural networks for sustainable development of the construction industry*. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 14738, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/22/14738>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ALMADA, M.; ZANATTA, R. *Inteligência Artificial, Direito e pesquisa jurídica*. **Revista USP**, São Paulo, Brasil, n. 141, p. 51–64, 2024. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.i141p51-64. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/225209>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

BADA, M. M.; OLIVEIRA, M. *Inteligência Artificial na Segurança Pública: o uso do reconhecimento facial para identificação de infratores*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação), Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma (SC), 2024. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/10986>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

BARBEDO, J. G. A.; *et al. Perspectivas dos agrodados e da digitalização da agricultura*. In: MENDES, C. I. C.; MARANHÃO, J. de S. de A.; SARAIVA, A. M. (org.). **Agricultura digital, agrodados e regulação**. Brasília (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2024. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1170060>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BARROS, S. R. A. F.; COTA, A. L. S. *Inteligência Artificial na pandemia da COVID-19: dilemas éticos a partir da fórmula da soma*. **Revista Thema**, Pelotas, v. 20, p. 201–214, 2021. DOI: 10.15536/thema.V20.Especial.2021.201-214.1879. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1879>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BARROSO, L. R.; MELLO, P. P. C. Inteligência Artificial: promessas, riscos e regulação. Algo de novo debaixo do sol. **Revista Direito e Práxis**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 1–45, 2024. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/revistaceaju/article/view/84479>>. Acesso em: 30 jan. 2025.

BASTOS, V.; BUIANAIN, A. M.; CARVALHO, S. *O Plano Brasileiro de Inteligência Artificial: da euforia à inquietação*. **Revista Economistas**, Campinas (SP), 2024. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/midia/o-plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial-da-euforia-a-inquietacao>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

BBC NEWS BRASIL. *DeepSeek: o app chinês que superou ChatGPT em popularidade e virou de cabeça para baixo mercado de IA*. **BBC News Brasil**, 2025. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cdd9m3rp271o>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

BBC NEWS BRASIL. *O que é a misteriosa ‘caixa preta’ da Inteligência Artificial que preocupa os especialistas*. **BBC News Brasil**, 2023. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/c870xmd2dv0o>>. Acesso em: 23 jan. 2025.

BERNARDY, R. *Uso de Inteligência Artificial para escolha de sementes visando a Sustentabilidade na Agricultura*. 2023. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas (RS), 2023. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/9808>>. Acesso em: 2 dez. 2024.

BORBA, M. da C. *et al. Gestão no meio agrícola com o apoio da Inteligência Artificial: uma análise da digitalização da agricultura*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 1–22, 2022. DOI: 10.17765/2176-9168.2022v15n3e9337. Disponível em: <<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/9337>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

BORGES, R. R. *et al. Sincronização de disparos em redes neuronais com plasticidade sináptica*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo (SP), v. 37 (2), p. 1-10, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/n4Q49fBXdH9NvKT4X9ZjcHD/?lang=pt>>. Acesso em: 3 dez. 2024.

BRASIL DE FATO. *China ‘tomará medidas firmes’ contra restrições dos EUA sobre chips de IA, afirma porta-voz*. **Brasil de Fato**, São Paulo, 2025. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2025/01/15/china-tomara-medidas-firmes-contra-restricoes-dos-eua-sobre-chips-de-ia-afirma-porta-voz>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

BRASIL. Agência Gov., 2024h. *Inteligência Artificial analisa temperatura de folhas e identifica necessidade de água*. Agência Gov., Brasília (DF), 2024h. Disponível em: <<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202408/inteligencia-artificial-analisa-temperatura-folhas-identifica-necessidade-agua>>. Acesso em: 2 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2016. *Acordo de Paris*.

Brasília (DF), 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2024a. *Proposta de Plano Brasileiro de Inteligência Artificial 2024-2028 – IA para o bem de todos*. Reunião do Pleno Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), Brasília (DF), 2024a. Disponível em: <<https://www.gov.br/lncc/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias-1/plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial-pbia-2024-2028>>. Acesso em: 3 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2024b. *Tecnologia que utiliza Inteligência Artificial amplia área de monitoramento da biodiversidade na Amazônia*. Brasília (DF), 2024b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/04/tecnologia-que-utiliza-inteligencia-artificial-amplia-area-de-monitoramento-da-biodiversidade-na-amazonia>>. Acesso em: 7 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2024c. *Inteligência Artificial para redução de risco de inundações/alagamentos foi o debate promovido pelo CEMADEN*. Brasília (DF), 2024c. Disponível em: <<https://www.gov.br/ceaden/pt-br/assuntos/noticias-ceaden/inteligencia-artificial-para-reducao-de-risco-de-inundacoes-alagamentos-foi-o-debate-promovido-pelo-ceaden>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS), 2024e. *Anvisa adota estratégia de Inteligência Artificial na análise de medicamentos*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Brasília (DF), 2024e. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2024/anvisa-adota-estrategia-baseada-em-inteligencia-artificial-para-otimizar-analise-de-medicamentos>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS), 2024i. *WhatsApp e chatbot já atendem usuários da Ouvidoria Geral do SUS*. Ministério da Saúde (MS), Brasília (DF), 2024i. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/whatsapp-e-chatbot-ja-atendem-usuarios-da-ouvidoria-geral-do-sus>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME), 2024d. *Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW*. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Brasília (DF), 2024d. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileira-alcanca-200-gw>>. Acesso em: 9 dez. 2024.

BRASIL. Petrobras, 2024f. *Desvende o que é Inteligência Artificial e seu uso na Petrobras*. Petrobras (BR), Rio de Janeiro (RJ), 2024f. Disponível em: <<https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/inovacao/desvende-o-que-e-inteligencia-artificial-e-seu-uso-na-petrobras-1>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

BRASIL. Senado Federal, 2024g. *Senado aprova regulamentação da Inteligência Artificial; texto vai à Câmara*. Agência Senado, Brasília (DF), 2024. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/12/10/senado-aprova-regulamentacao-da-inteligencia-artificial-texto-vai-a-camara>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

BRUNDTLAND, G. H. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. 300 p. United Nations, Oslo (NO), 20 mar. 1987. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>.

Acesso em: 16 de nov. 2024.

CAVALCANTE, E. N.; GARCIA, R. A. de S.; *Meio ambiente, Inteligência Artificial e sustentabilidade*. 2024. p. 90-103. **ESG e economia circular na gestão 4.0: ações para negócios mais sustentáveis**. São Paulo: Blucher, 2024. Disponível em: <<https://openaccess.blucher.com.br/article-details/05-24275/>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

COELHO, D. S. C. *Inteligência Artificial em Justiça e Segurança Pública: exemplos e recomendações para Políticas Públicas*. Nota Técnica n. 65 (Diest). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília (DF), 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/14669>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

COELHO, H. *O estado da arte da Inteligência Artificial em 1983: ano 27*. **Psicologia**, [S. l.], v. 4, n. 1/2, p. 97–102, 1983. DOI: 10.17575/rpsicol.v4i1/2.878. Disponível em: <<https://revista.appsicologia.org/index.php/rpsicologia/article/view/878>>. Acesso em: 2 dez. 2024.

CORREIA, P. M. A. R. *et al.* *The challenges of Artificial Intelligence in Public Administration in the framework of smart cities: reflections and legal issues*. **Social Sciences**, v. 13 (2), p. 75, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/socsci13020075>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

CRAWFORD, Kate. *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. New Haven & Londres: Yale University Press, 448 p., 2021.

CURY, T. *Pioneirismo brasileiro: os caminhos para uma agricultura sustentável*. **Revista Forbes Brasil**, São Paulo (SP), 2024. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbesagro/2024/08/pioneirismo-brasileiro-os-caminhos-para-uma-agricultura-sustentavel/>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

DETZEL, D. *et al.* *O uso de aprendizado de máquina em estudos hidrológicos no Brasil*. XXIV Simpósio Brasileiro de Rec. Hídricos, Belo Horizonte (MG), 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/356973238_O_uso_de_aprendizado_de_maquina_em_estudos_hidrologicos_no_Brasil>. Acesso em: 8 dez. 2024.

DHL, White Paper. *A Sustentabilidade Ambiental do e-commerce: a América Latina participará da revolução?* 27 p. DHL Express, San Francisco (U.S), 2021. Disponível em: <<https://www.dhl.com/content/dam/dhl/local/br/core/documents/pdf/br-core-whitepaper-a-sustentabilidade-ambiental-do-e-commerce.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

DIVINO, S. B. S. *Reflexões sobre a Inteligência Artificial na Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v. 16, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/rdp/article/view/17534>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

DWIVEDI, Y. *et al.* *Climate change and COP26: are digital technologies and information management part of the problem or the solution? An editorial reflection and call to action*. **International Journal of Information Management** v. 63, p. 102456, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401221001493>>. Acesso em: 7 dez. 2024.

ELKINGTON, J. *Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business*. **Environmental Quality Management**, v. 8, n. 1, p. 37-51, 1998.

Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5578099/mod_resource/content/1/Elkington_Triple_Bottom_Line.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

FAN, Z.; YAN, Z.; WEN, S. *Deep Learning and Artificial Intelligence in Sustainability: A Review of SDGs, Renewable Energy, and Environmental Health*. **Sustainability**, v. 15, p. 13493, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su151813493>>. Acesso em: 7 dez. 2024.

FERNEDA, E. *Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação*. **Ciência da Informação**, Brasília (DF), v. 35 (1), p. 25-30, 2006. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/237468277_Redex_neurais_e_sua_aplicacao_em_sistemas_de_recuperacao_de_informacao>. Acesso em: 3 dez. 2024.

FROEMELT, A., WIEDMANN, T. *A two-stage clustering approach to investigate lifestyle carbon footprints in two Australian cities*. **Environmental Research Letters**, v. 15 (10), p. 104096, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ABB502>>. Acesso em: 7 dez. 2024.

PORTAL G1. *Entenda o novo sistema de alerta de desastres da Defesa Civil*. **Portal G1**, Rio de Janeiro (RJ), Brasil, 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2024/12/05/entenda-o-novo-sistema-de-alerta-de-desastres-da-defesa-civil.ghtml>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

GIRAFFA, L.; KHOLS-SANTOS, P. *Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente*. **Educação em Análise**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 116–134, 2023. DOI: 10.5433/1984-7939.2023v8n1p116. Disponível em:

<<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/educanalise/article/view/48127>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

GOMES, Ciro F. *Projeto Nacional: o Dever da Esperança*. 272 p. São Paulo (SP): Leya, 2020.

HAIR, J. F. *et al. Análise multivariada de dados*. 6ª ed., Porto Alegre: Bookman, 687 p., Porto Alegre (RS), 2009.

HUANG, J.; TAN, M. *The role of ChatGPT in scientific communication: writing better scientific review articles*. **American Journal of Cancer Research**, v. 13 (4), p. 1148–1154, 2023. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10164801/>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

IBM, [s.d.]a. *O que são redes neurais convolucionais?* Armonk (NY), [s.d.]a. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/convolutional-neural-networks>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

IBM, [s.d.]b. *O que é uma rede neural recorrente (RNN)?* Armonk (NY), [s.d.]b. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/recurrent-neural-networks>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

IBM, [s.d.]c. *AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What's the*

difference? Armonk (NY), [s.d.].c. Disponível em: <<https://www.ibm.com/think/topics/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

IMAZON. *Artificial Intelligence platform estimates deforestation risk of 15 thousand km² in the Brazilian Amazon in 2022*. Institute of Man and Environment of the Amazon (IMAZON), Belém (PA), Brasil, 2022. Disponível em: <<https://imazon.org.br/en/imprensa/artificial-intelligence-platform-estimates-deforestation-risk-of-15-thousand-km%C2%B2-in-the-brazilian-amazon-in-2022/>>. Acesso em: 7 dez. 2024.

JACKSON, C.; LOHR, A. A. *Google/Ipsos Multi-Country AI Survey 2025*. Washington (DC): Ipsos – Institut Public de Sondage d'Opinion Secteur –, 2025. Disponível em: <<https://www.ipsos.com/en-us/google-ipsos-multi-country-ai-survey-2025>>. Acesso em: 25 jan. 2025.

JANSEN, E. P. de M.; ABREU, R. R. G. de. *Inteligência Artificial e Sustentabilidade: uma união possível?* **Revista Brasileira de Filosofia do Direito**, Florianópolis, Brasil, v. 10, n. 1, 2024. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2526-012X/2024.v10i1.10405. Disponível em: <<https://www.indexlaw.org/index.php/filosofiadireito/article/view/10405>>. Acesso em: 6 dez. 2024.

JORNAL DA CBN. *'A DeepSeek é um grande feito de engenharia', diz especialista; entenda a diferença para o ChatGPT*. CBN, 2025. Disponível em: <<https://cbn.globo.com/programas/jornal-da-cbn/entrevista/2025/01/28/a-deepseek-e-um-grande-feito-de-engenharia-diz-especialista-entenda-a-diferenca-para-o-chatgpt.ghtml>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

KAR, A.; CHOUDHARY, S.; SINGH, V. *How can Artificial Intelligence impact sustainability: A systematic literature review*. **Journal of Cleaner Production**, v. 376, p. 134120, ISSN 0959-6526, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134120>>. Acesso em: 7 dez. 2024.

KULESZ, O. *Cultura, máquinas e plataformas: o impacto da Inteligência Artificial na diversidade de expressões culturais*. **Cadernos NIC.br – Estudos Setoriais**, p. 37–67, São Paulo (SP), 2022. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/publicacao/inteligencia-artificial-e-cultura-perspectivas-para-a-diversidade-cultural-na-era-digital/>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

LAMBERTUCCI, D. M. *et al. Uso da Inteligência Artificial nos serviços de atendimento ao cidadão da Embrapa (SAC Embrapa)*. 2024. 68 f. Monografia (Especialização) – Programa Corporativo de MBA em Gestão da Inovação e Capacidade Tecnológica, Fundação Getúlio Vargas (FGV), Brasília (DF), 2024. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1166887/1/27843.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

LEBEDEV, M. A.; NICOLELIS, M. A. L. *Brain-Machine Interfaces: From Basic Science to Neuroprostheses and Neurorehabilitation*. **Physiological Reviews**, v. 97, n. 2, p. 767–837, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1152/physrev.00027.2016>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

LEMES, M. M.; LEMOS, A. N. L. E. *O uso da Inteligência Artificial na Saúde pela Administração Pública brasileira*. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 166–182, 2020. DOI: 10.17566/ciads.v9i3.684. Disponível em: <<https://www.cadernos.prodisa.fiocruz.br/index.php/cadernos/article/view/684>>. Acesso em:

20 nov. 2024.

LEMOS, F. et al. *As políticas de transição energética dos EUA, UE e China*. Instituto de Ensino e Pesquisa de São Paulo (Insper), Agro Global – Global Agrobusiness Center – Bioenergia, São Paulo (SP), 2024. Disponível em: <<https://agro.insper.edu.br/storage/papers/February2024/IAG%20PolíticasPublicasGlobais.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

LENG, Y. et al. *A Proposed Framework of the Impact of Knowledge Management and Green Innovation on the Sustainable Development of Cross-Border E-Commerce Enterprises: The Moderating Role of Artificial Intelligence*. **Academic Journal of Business & Management**, v. 5, 2023. Issue 27: 178-184. Disponível em: <<https://francispress.com/papers/14364>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

LI, P. et al. *Making AI Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models*. Cornell University, Computer Science, v. 3, 2023. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2304.03271>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

LIMA, J. da C. *Desafios para a adoção de Inteligência Artificial pelo Sistema Único de Saúde (SUS): ética, transparência e interpretabilidade*. 2022. 146 f. Tese (Doutorado em Informação e Comunicação em Saúde), Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/55992>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

LIMA, L. P. B. 2022a. *Inteligência Artificial na cultura: implicações para a diversidade de expressões culturais*. In: Anais do Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura. ENECULT-UFBA. Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador (BA), 2022a. Disponível em: <<http://www.enecult.ufba.br/modulos/submissao/Upload-607/139278.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

LIMA, L. P. B. 2022b. *Análise dos usos de Inteligência Artificial e suas implicações para a diversidade cultural no Brasil*. **Cadernos NIC.br – Estudos Setoriais**, p. 125–188, São Paulo (SP), 2022b. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/publicacao/inteligencia-artificial-e-cultura-perspectivas-para-a-diversidade-cultural-na-era-digital/>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

LONGO, J. *When Artificial Intelligence meets real public administration*. **Canadian Public Administration publique du Canada**, v. 65, n. 2, p. 384-388, 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/capa.12465>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

LOPES, André. *Como a China desafiou o domínio do ChatGPT e criou uma IA de ponta por 5% do custo*. **Exame**, São Paulo, 2025. Disponível em: <<https://exame.com/tecnologia/como-a-china-desafiou-o-dominio-do-chatgpt-e-criou-uma-ia-de-ponta-por-5-do-custo/>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

LUCAS, L. B.; SANTOS, D. O. dos. *Considerações sobre os desafios jurídicos do uso da Inteligência Artificial na Medicina*. **Revista de Direito**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 01–25, 2021. DOI: 10.32361/2021130112292. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/revistadir/article/view/12292>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

LUCCIONI, A. S.; JERNITE, Y.; STRUBELL, E. *Power hungry processing: Watts driving the cost of AI deployment?* Cornell University, Computer Science, v. 3, 2024. Disponível em:

<<https://arxiv.org/abs/2311.16863>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

LUCCIONI, A. S.; VIGUIER, S.; LIGOZAT, A.-L. *Estimating the carbon footprint of BLOOM, a 176B Parameter Language Model*. Cornell University, Computer Science, v. 1, 2022. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2211.02001>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

LUDERMIR, T. B. *Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências*. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 85–94, abr. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.007>>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MACHADO, J. R. F. *Metodologias de pesquisa: um diálogo quantitativo, qualitativo e quali-quantitativo*. **Devir Educação**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. e–697, 2023. DOI: 10.30905/rde.v7i1.697. Disponível em: <<https://devireducacao.ded.ufla.br/index.php/DEVIR/article/view/697>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

MAGALHÃES, H. P.; ALMEIDA, T. S. *A precipitation forecasting model using artificial neural network in central ecotone region in Brazil*. **Revista Sítio Novo**, v. 5 (2), p. 131–146, 2021, Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Palmas (TO), 2021. Disponível em: <<https://sitionovo.iftto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/919>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

MAGAREY, J. M. *Elements of a systematic review*. **International Journal of Nursing Practice**, v. 7 (6), p. 376–382, 2001. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1440-172X.2001.00295.x>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

MAGRINI, E. *A Internet das Coisas*. Ed. 1. 192 p. Rio de Janeiro (RJ): FGV Editora, 2018.

MARIUZZO, P. *Na COP30 os olhos estarão na Amazônia*. **Jornal Unicamp**, Portal Unicamp, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo (SP), 2023. Disponível em: <<https://jornal.unicamp.br/noticias/2023/12/11/na-cop30-os-olhos-estara-na-amazonia/>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

MARQUES, Flávia. *Como o uso de IA ajudou Ceará a ter rede pública com a maior pontuação na redação do Enem*. **Portal G1**, Fortaleza (CE), 2025. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/educacao/noticia/2025/01/18/como-o-uso-de-ia-ajudou-ceara-a-ter-rede-publica-com-a-maior-pontuacao-na-redacao-do-enem.ghtml>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

MARTINS, T. do C.; JACOBSEN, G. *Corrupção, justiça e Inteligência Artificial*. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, v. 18, n. 1, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/rdp-ISSN-1980-7791>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MIT TECHNOLOGY REVIEW, 2023a. *A verdadeira história de como o ChatGPT foi desenvolvido, contada pelas pessoas que o criaram*. **MIT Technology Review**, Cambridge (MA), 2023a. Disponível em: <<https://mittechreview.com.br/a-verdadeira-historia-de-como-o-chatgpt-foi-desenvolvido-contada-pelas-pessoas-que-o-criaram/>>. Acesso em 13 dez. 2024.

MIT TECHNOLOGY REVIEW, 2023b. *Por que detectar texto gerado por Inteligência Artificial é algo tão difícil (e o que fazer a respeito)?* **MIT Technology Review**, Cambridge (MA), 2023b. Disponível em: <<https://mittechreview.com.br/por-que-detectar-texto-gerado->

[por-inteligencia-artificial-e-algo-tao-dificil-e-o-que-fazer-a-respeito/](#)>. Acesso em: 12 dez. 2024.

MONTEIRO, R. R. *Inteligência Artificial como catalisador para a sustentabilidade ambiental na gestão de políticas públicas*. **Destarte**, v.13 (1), p. 93-109, ISSN online: 2237-2113. Faculdade Estácio, Vitória (ES), 2024. Disponível em: <<https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/destarte/article/view/3196>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

NAGATA, S. V. *Utilização da Inteligência Artificial na Segurança Pública e sua contribuição na Polícia Militar*. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 10 (6), p. e70815, 2024. DOI: 10.34117/bjdv10n6-066. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/70815>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

NICOLELIS, M. A. L. *Nicolelis explica por que não precisamos temer a Inteligência Artificial | Cortes do Reversa*. YouTube – Canal Reinaldo Azevedo, São Paulo (SP), 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6lk33lQRH8g&t=642s>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

NICOLELIS, M. *O Verdadeiro Criador de Tudo: como o cérebro humano esculpiu o universo como nós o conhecemos*. Ed. 1, São Paulo (SP): Editora Crítica, 2020.

NISHANT, R.; KENNEDY, M.; CORBETT, J. *Artificial Intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda*. **International Journal of Information Management**, v. 53, p. 102104, ISSN 0268-4012, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102104>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

NORONHA, M. E. S. de et al. *Sustentabilidade 4.0*. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. e51, 2022. DOI: 10.47842/juts.v5i1.51. Disponível em: <<https://journaluts.emnuvens.com.br/journaluts/article/view/51>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

NTI, E. K. et al. *Water pollution control and revitalization using advanced technologies: Uncovering Artificial Intelligence options towards environmental health protection, sustainability and water security*. **Heliyon**, v. 9, n. 7, p. e18170–e18170, 2023. Disponível em: <[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)05378-1?_returnURL=https](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)05378-1?_returnURL=https)>. Acesso em: 8 dez. 2024.

OKUNO, P. H. *Aspectos positivos da integração da Inteligência Artificial nas bibliotecas públicas universitárias federais: potencializar a Educação e a gestão acadêmica*. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 11, p. e7975, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n11-233. Disponível em: <<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/7975>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

OLIVEIRA, B. *Desenvolvedoras de detectores de IA afirmam que programas não são 100% confiáveis*. **Portal R7**, São Paulo (SP), Brasil, 2024. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/brasil/desenvolvedoras-de-detectores-de-ia-afirmam-que-programas-nao-sao-100-confiaveis-26052024/>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

OLIVEIRA, L. D. de; SILVA, J. H. B. da; VILLANUEVA, J. M. M. *Estimação da velocidade*

do vento utilizando transdutores ultrassônicos baseada em rede neural artificial. In: Anais do Congresso Brasileiro de Automática (CBA), Sociedade Brasileira de Automática (SBA), Fortaleza (CE), 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.20906/CBA2022/3324>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

ONU-Brasil, 2024a. *Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil*. Organização das Nações Unidas, Brasília (DF), Brasil, 2024a. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 16 nov. 2024.

ONU-Brasil, 2024b. *Inteligência Artificial: reunião de alto nível sobre cooperação internacional para construção de capacidades*. Organização das Nações Unidas, Brasília (DF), Brasil, 2024b. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/279831-inteligencia-artificial-reuniao-de-alto-nivel-sobre-cooperacao-internacional-para-construcao>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

OPENAI. *OpenAI developer platform*. OpenAI, San Francisco (CA), 2024. Disponível em: <<https://platform.openai.com/docs/overview>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

PACETE, L. G. *Entenda o impacto da IA na greve de roteiristas e atores de Hollywood*. **Forbes Brasil**, São Paulo (SP), 2023. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2023/07/entenda-o-impacto-da-ia-na-greve-de-roteiristas-e-atores-de-hollywood/>>. Acesso em: 19 dez. 2024.

PAES, E. S.; VILGA, V. F. *Gestão de projetos*. 279 p. Londrina (PR): Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.

PEREIRA, A. L.; GUERRA, K. N. *Robô cocaptadora de doadores de sangue: planejamento e incorporação de Inteligência Artificial no SUS*. **Hematology, Transfusion and Cell Therapy**, v. 46, supplement 4, 2024, p. s1248-s1249, ISSN 2531-1379. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2531137924025215>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

PERES, R. S. *et al.* *Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook*. **IEEE Access**, v. 8, p. 220121–220139, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/346915033_Industrial_Artificial_Intelligence_in_Industry_40_-_Systematic_Review_Challenges_and_Outlook>. Acesso em: 5 dez. 2024.

PETERS, B. G. *Advanced introduction to public policy*. Ed. 2, 232 p., Massachusetts: Edward Elgar, 2021.

PIAZZA, C. *Transformando o futuro sustentável: os impactos revolucionários da Inteligência Artificial nas tecnologias verdes*. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, [S. l], v. 2 (7), 2023. DOI: 10.17271/rtgs.v2i7.4652. Disponível em: <<https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/rtgs/article/view/4652>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnica da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Ed. 2, Novo Hamburgo (RS): Feevale, 2013.

RIBEIRO, J. V. *et al.* *Eletromobilidade e fontes renováveis*. In: Anais do XIV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica/VII. Congresso Fluminense de Pós-

Graduação, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro (RJ). Anais eletrônicos, Campinas (SP), 2022. Disponível em: <<https://proceedings.science/confict-conpg/confict-conpg-2022/trabalhos/eletromobilidade-e-fontes-renovaveis?lang=pt-br>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

RIZZO, I. V.; CANATO, R. L. C. *Inteligência Artificial: funções de ativação*. **Prospectus: Gestão e Tecnologia**, Itapira: FATEC “Ogari de Castro Pacheco”, v. 2, n. 2, p. 51-65, 2021. Disponível em: <<https://www.prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/37>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

ROCHA, M. A. *Fiocruz apresenta assistente virtual que informa sobre cursos*. Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro (RJ), 2020. Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/fiocruz-apresenta-assistente-virtual-que-informa-sobre-cursos>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

RODRIGUES, D. C. *Utilização de Inteligência Artificial na bovinocultura de corte*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia), Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), Goiânia (GO), 2023. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/6249>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

RODRIGUES, O. S.; RODRIGUES, K. S. *A Inteligência Artificial na Educação: os desafios do ChatGPT*. **Texto Livre**, v. 16, p. e45997, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/45997>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ROMANI, Bruno. *Novas regras dos EUA dificultam o desenvolvimento de Inteligência Artificial pelo Brasil*. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 2025. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/link/inovacao/novas-regras-dos-eua-dificultam-o-desenvolvimento-de-inteligencia-artificial-pelo-brasil/>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

SADASIVAN, V. S. *et al.* *Can AI-Generated text be reliably detected?* Cornell University, Computer Science, v. 3, 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2303.11156>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SANTAELLA, L. *Inteligência Artificial e cultura: oportunidades e desafios para o Sul Global*. **Cadernos NIC.br – Estudos Setoriais**, p. 69–95, São Paulo (SP), 2022. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/publicacao/inteligencia-artificial-e-cultura-perspectivas-para-a-diversidade-cultural-na-era-digital/>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

SANTANA, G. A. de *et al.* *Inteligência Artificial na Saúde Pública do Brasil: princípios éticos aplicados à privacidade e construção de algoritmos*. **Revista Fontes Documentais**, [S. l.], v. 6, n. ed. especial, p. 73–75, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/RFD/article/view/60133>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

SANTOS, R. P. dos. *AI na Educação: uma avaliação comparativa entre ChatGPT, BingChat, Bard e Claude*. In: XXIII Fórum de Pesquisa Científica e Tecnológica, 2023. Disponível em: <<http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/fpu/forum23/paper/view/15156>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

SANTOS, W. R. dos; COLLICCHIO, E.; FAVARO, S. P. *Classificação de palmeiras macaúba por faixa etária usando rede neural convolucional*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, 1.; CONGRESSO NACIONAL DA MACAÚBA, 2., 2024, Campinas

(SP). Anais... Campinas (SP): Instituto Agrônomo de Campinas, 2024. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1169296>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

SARAIVA, A. M. *et al.* *A Inteligência Artificial na pesquisa agrícola*. **Revista USP**, n. 141, p. 91-106, 2024. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1164295/1/AP-Inteligencia-artificial-2024.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

SCHOORMANN, T. *et al.* *Artificial Intelligence for Sustainability—A Systematic Review of Information Systems Literature*. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 52 (8), p. 199-237. DOI: 10.17705/1CAIS.05209, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/365489732_Artificial_Intelligence_for_Sustainability-A_Systematic_Review_of_Information_Systems_Literature>. Acesso em: 16 nov. 2024.

SILVA, A. de O.; JANES, D. dos S. *Challenges and opportunities of Artificial Intelligence in education in a global context*. **Review of Artificial Intelligence in Education**, São Paulo (SP), v. 4 (0), p. e1, 2023. Disponível em: <<https://educational-review.org/revista/article/view/1>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SILVA, M. R. *et al.* *Estimativa da irradiância local utilizando Inteligência Artificial*. In: Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS, [s. l.], 2020. DOI: 10.59627/cbens.2020.744. Disponível em: <<https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/744>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

SILVA, R. V.; VIEIRA, P. H. B.; BARBUDA, A. S. *A aplicação da Inteligência Artificial na atividade de Inteligência de Segurança Pública*. **Revista Jurídica do Nordeste Mineiro**, [S. l.], v. 8 (1), 2024. DOI: 10.61164/rjnm.v8i1.2936. Disponível em: <<https://revista.unipacto.com.br/index.php/juridica/article/view/2936>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

SOARES, R. A. *et al.* *The use of Artificial Intelligence in Medicine: applications and benefits*. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12 (4), p. e5012440856, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i4.40856. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40856>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

SORICE, Gabriela. *Saúde e Bem-Estar – Espaço do Conhecimento UFMG*. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Espaço do Conhecimento, Minas Gerais (MG), 2024. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/saude-e-bem-estar/>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

SOUSA, O. Á. P. de *et al.* *Aplicação de sensores de baixo custo no suporte a tomada de decisão em irrigação de precisão*. In: Workshop de Computação aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA), 15., 2024, Brasília (DF). Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 81-90. ISSN 2595-6124. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/wcama.2024.2462>>. Acesso em: 2 dez. 2024.

STANELYTE, D.; RADZIUKYNAS, V. *Review of Voltage and reactive power control algorithms in electrical distribution networks*. **Energies**, v. 13 (1), 58 p., 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/en13010058>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

STEFANI, A. P. R. de, *et al.* *Proposta de uso de IA para aplicação de indicadores de análise*

e categorização de parceiros da Embrapa (nova metodologia). 2024. 40 f. Monografia (Especialização) – Programa Corporativo de MBA em Gestão da Inovação e Capacidade Tecnológica, Fundação Getúlio Vargas (FGV), Brasília (DF), 2024. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1166874/1/T1-G1-TCC-Modelo-Desenvolv-Ativos.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2025.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). *STF lança MARIA, ferramenta de Inteligência Artificial que dará mais agilidade aos serviços do Tribunal*. **Notícias STF**, Brasília (DF), 2024. Disponível em: <<https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/stf-lanca-maria-ferramenta-de-inteligencia-artificial-que-dara-mais-agilidade-aos-servicos-do-tribunal/>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

SUZUKI, S. *Neurocientista Miguel Nicolelis questiona em livro a Inteligência Artificial e seus efeitos sobre o cérebro humano*. **Portal G1**, Rio de Janeiro (RJ), Brasil, 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/bemestar/viva-voce/noticia/2020/11/14/neurocientista-miguel-nicolelis-questiona-em-livro-a-inteligencia-artificial-e-seus-efeitos-sobre-o-cerebro-humano.ghtml>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TALAVIYA, T. et al. *Implementation of Artificial Intelligence in agriculture for optimization of irrigation and application of pesticides and herbicides*. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 4, p. 58-73, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2020.04.002>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

TAMBUSKAR, S. *Challenges and benefits of 7 ways Artificial Intelligence in Education Sector*. **Review of Artificial Intelligence in Education**, v. 3 (0), p. e3, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.37497/rev.artif.intell.education.v3i00.3>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

TAULLI, T. *Introdução à Inteligência Artificial: uma abordagem não técnica*. 232 p. Português, São Paulo (SP): Novatec Editora, 2020.

TEIXEIRA, F. dos S.; TEIXEIRA, P. dos S.; ROCHA, C. A. M. da. *Estudo prospectivo sobre Inteligência Artificial aplicado ao Setor da Construção Civil*. **Cadernos de Prospecção**, [S. l.], v. 13 (4), p. 1134, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i4.32975. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/32975>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

THAMIK, H.; WU, J. *The Impact of Artificial Intelligence on Sustainable Development in electronic markets*. **Sustainability**, v. 14 (6), p. 3568, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14063568>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3568>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TRINDADE, A. S. C. E. da; OLIVEIRA, H. P. C. de. *Inteligência Artificial (IA) generativa e competência em informação: habilidades informacionais necessárias ao uso de ferramentas de IA generativa em demandas informacionais de natureza acadêmica-científica*. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S. l.], v. 29, p. e47485, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/47485>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TURING, A. M. *Computing Machinery and Intelligence*. **Mind**, v. 59 (236), 1950, p. 433–60. *JSTOR*. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2251299>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

UNESCO. Digital Library, 2021. *AI and education: guidance for policy-makers*. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2021.

Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>>. Acesso em: 31 jan. 2024.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. *Especialistas da USP analisam novo Plano Brasileiro de Inteligência Artificial*. **ICMC Notícias**, São Carlos (SP), 2024. Disponível em: <<https://www.icmc.usp.br/noticias/6641-especialistas-da-usp-analisam-novo-plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

VASCONCELOS, E. S.; SANTOS, F. A. dos. *Artificial Intelligence in brazilian public management: challenges and opportunities for government efficiency*. **Seven Editora**, [S. l.], p. 109–122, 2024. Disponível em: <<https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/4842>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

VERDÉLIO, A. *Brasil quer ter supercomputador e desenvolver modelos nacionais de IA*. Agência Brasil, Brasília (DF), 2024. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-07/brasil-quer-ter-supercomputador-e-desenvolver-modelos-nacionais-de-ia>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

VERMA, P.; TAN, S. *A bottle of water per email: the hidden environmental costs of using AI chatbots*. **The Washington Post**, Washington (DC), 2024. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

WANNER, J. *et al.* *How much AI do you require? Decision factors for adopting AI technology*. Conference: Forty-First International Conference on Information System. India, december, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/344350604_How_Much_AI_Do_You_Require_De_cision_Factors_for_Adopting_AI_Technology>. Acesso em: 20 nov. 2024.

WESTFALL, C. *New research shows ChatGPT reigns supreme in AI tool sector*. **Forbes**, Jersey City (NJ), 2023. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/chriswestfall/2023/11/16/new-research-shows-chatgpt-reigns-supreme-in-ai-tool-sector/>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

WU, C.-J. *et al.* *Sustainable AI: environmental implications, challenges and opportunities*. Cornell University, Computer Science, v. 2, 2022. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2111.00364>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ZORZO, F. B. *et al.* *Desenvolvimento sustentável e Agenda 2030: uma análise dos indicadores brasileiros*. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 160–182, 2022. DOI: 10.25112/rgd.v19i2.3114. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/3114>>. Acesso em: 2 dez. 2024.