



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

Inteligência Artificial e a Máquina do Tempo: Cronopolíticas da (Des)Fragmentação Climática para a Sustentabilidade do Patrimônio Territorial

*Artificial Intelligence and the Time Machine: Chronopolitics of Climate (De)Fragmentation
for the Sustainability of the Territorial Heritage*

Bruno Amaral de Andrade* Doutor em Arquitetura e Urbanismo, Universidade
Federal de Minas Gerais. Pesquisador Visitante, Faculdade de Arquitetura,
Universidade Federal da Bahia, Brasil.
E-mail: brunodeandrade.arq@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Desde a proposta de Dartmouth, que inaugurou a ambição de simular processos cognitivos por máquinas (McCarthy et al., 1955), a inteligência artificial atravessou ciclos de entusiasmo e invernos, consolidando-se na última década com o aprendizado profundo e a abundância de dados (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016; Nilsson, 2010; Roser, 2024). Em termos de referência, trata-se do estudo de agentes que percebem e atuam no ambiente para maximizar objetivos, articulando modelos de percepção, decisão e aprendizagem (Russell; Norvig, 2021). No campo da arquitetura e do urbanismo, essa potência técnica se traduz em gramáticas de otimização, métodos formais e design generativo, ao tempo em que reabre questões sobre materialidade, sentido e ética (Eloy et al., 2020; Bernstein, 2022; Chaillou, 2022; Picon, 2020).

Propomos ler a IA como “máquina do tempo” aplicada ao patrimônio territorial: um dispositivo cronopolítico que articula passado, presente e futuros possíveis, selecionando quais cenários emergem à visibilidade e quais memórias permanecem audíveis. Se visões computacionais e modelos preditivos potencializam inspeção, reconstrução e monitoramento contínuos (Koller; Levoy, 2006; Bekele et al., 2018; Mishra; Lourenço, 2024), eles também instituem uma racionalidade algorítmica que transforma o mundo em laboratório, testando e governando condutas por meio de classificações e previsões opacas (Bruno, 2020). Nesse quadro, discursos de eficiência e “IA verde” podem escorregar para maquiagem verde quando descolados de reparação e justiça climática.

Deslocamos, então, o foco do “patrimônio cultural” isolado para o “patrimônio territorial”, entendido como sistema sinérgico entre dimensões ambiental, construída e antrópica, base de projeto e bem comum em coevolução (Magnaghi, 2017). Tal virada exige reinscrever a experiência encarnada: a cidade-corpo e o corpo-cidade, onde humanos e não-humanos, com seus ritmos e vulnerabilidades, são repositórios de memória e fontes legítimas de dados “on the ground”. Trata-se de uma crítica ciborgue que recusa a objetificação dos territórios e revaloriza subjetividades, cosmopercepções e usos cotidianos como parâmetros de valor e cuidado (Haraway, 1985; Lemos, 2004). Em paralelo, a política da memória demanda reconhecer a disputa entre lugares de lembrança e memórias vivas (Nora, 1993; Halbwachs, 2006), evitando reduzir experiências a índices descontextualizados. E, crucialmente, apreender a IA como agenciamento maquínico que produz fluxos, conexões e capturas no interior de um regime histórico de acumulação (Deleuze; Guattari, 1972).



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

Nesse horizonte, a IA aplicada ao patrimônio territorial participa da reconfiguração epistêmica do urbanismo no Capitaloceno: uma urbanização planetária que plataformiza natureza, dados e vidas, comprimindo temporalidades e externalizando custos socioambientais. A questão que se coloca não é “se” devemos usar IA, mas “como” e “para quem”: sob quais critérios de visibilidade e poder, com que governanças e reparações, e com que direito de recusa. Este artigo advoga por uma inteligência situada que combine sensoriamento remoto, ortofotos e modelos climáticos com sistemas generativos multimodais e processos participativos, articulando avaliações de risco climático a impactos patrimoniais e socioculturais sob soberania de dados e transparência decisória (Münster et al., 2024; Champion, 2016; Giaccardi, 2012). Em vez de converter territórios em meros ativos gerenciáveis, propomos convertê-los em sujeitos de direito e conhecimento. A “máquina do tempo” aqui defendida não acelera o extrativismo; desacelera para o envolvimento, não para suspender o conflito, mas para politizá-lo. É esse deslocamento — do cálculo para o cuidado, da previsão para a reparação — que orienta as perguntas metodológicas, os enquadramentos teóricos e as implicações políticas desenvolvidas nas seções seguintes.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A urgência da crise climática impõe desafios sem precedentes à gestão do patrimônio territorial, exigindo abordagens que transcendam a mera conservação física e incorporem a complexidade das relações socioambientais e culturais. A IA, embora promissora, carece de uma reflexão crítica que a posicione para além de uma ferramenta tecnocrática, capaz de reproduzir vieses e aprofundar desigualdades. Este trabalho justifica-se pela necessidade de explorar o potencial da IA como “máquina do tempo” para a justiça climática e a resiliência territorial, especialmente em contextos de vulnerabilidade. O objetivo geral é analisar criticamente como a IA pode ser reorientada para co-produzir futuros sustentáveis para o patrimônio territorial, integrando saberes encarnados e cosmopercepções, e promovendo governanças algorítmicas participativas e reparadoras.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial articula quatro operadores críticos. Primeiro, a cronopolítica algorítmica: a IA governa temporalidades ao prever, classificar e ranquear riscos, transformando o mundo em laboratório e os sujeitos em variáveis de teste (Bruno, 2020; Russell; Norvig, 2021). Não há neutralidade: decidir “o que ver” e “quanto ver” é decidir “quem conta” e “quem cala”. Em Salvador, o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima (PMAMC) reconhece vulnerabilidades diferenciadas por bairro e tipologia de risco, mas tende a privilegiar dados físico-ambientais em detrimento de métricas culturais e psicossociais; o recorte algorítmico pode reforçar invisibilidades, sobretudo quando a priorização atende à segurança do investimento e não à justiça climática prevista na Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009) e no Marco Legal da Adaptação (Lei 14.533/2023).

Segundo, o patrimônio territorial como bem comum em coevolução (Magnaghi, 2017), em que território é rede sinérgica entre substratos ambiental, construído e antrópico; conservação e transformação são indissociáveis e não antagônicos. Em Salvador, isso inclui do Centro Histórico aos terreiros, do Recôncavo às comunidades ribeirinhas; reparar perdas e danos demanda pactos de justiça e soberania territorial, não apenas chancela técnica. Trata-se de reconhecer que os territórios de povos e comunidades tradicionais são matrizes de sentido, pedagogias do sensível e do comum, cujo valor não se esgota em inventários nem em métricas físico-ambientais. A cidade é atravessada por “olhos”



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

e memórias negras que reconstituem pertencimentos, temporalidades e modos de vida, compondo uma ética do cuidado e estética da reexistência (Serra, 2014). Levar isso a sério implica integrar terreiros, quilombos e bairros periféricos como sujeitos políticos e epistemológicos do planejamento - com direito à terra, ao tempo e à água - e não como apêndices culturais de projetos urbanos. Em termos operacionais, pactos de resiliência climática significam co-gestão de riscos, reparação de danos históricos, salvaguardas fundiárias e participação vinculante em decisões urbanas, de modo que as cosmopercepções, rituais e ritmos de uso do espaço e do tempo orientem prioridades e critérios de investimento.

Terceiro, a crítica ciborgue e o corpo-cidade: a experiência encarnada torna-se dado legítimo “no terreno”. Compreendemos a cidade como um tecido de humanos e não-humanos, sensores e peles, fixos e fluxos; cosmopercepções que informam usos e valores. Em Salvador, o transe, o cortejo, o canto e o axé são memória e métrica, não ruído a ser filtrado (Haraway, 1985; Lemos, 2004). Os terreiros, por exemplo, enquanto formas sociais e pedagógicas do espaço (Sodré, 2019; Bastide, 1961), expressam territorialidades que o planejamento raramente incorpora. Reativar o animismo (Stengers, 2017), aqui, significa suspender a pretensão de um mundo mudo e reconhecer agências distribuídas - da água, do solo, das plantas, dos orixás, dos ancestrais e dos dispositivos técnicos - como interlocutores na produção do território e na definição do valores e riscos. Essa conversão epistemológica desloca métricas que reduzem a vida a índices e convoca protocolos onde ritmos, afetos e presenças mais-que-humanas participam das decisões cotidianas e urbanas, evitando que o corpo-ciborgue seja continuamente objetificado.

Quarto, o agenciamento maquínico: a IA não apenas representa; captura e produz fluxos, afetando a produção do espaço sob a gramática do Capitaloceno (Deleuze; Guattari, 1972). Em Salvador, dinâmicas de territorialização, desterritorialização e reterritorialização dos terreiros — por pressão imobiliária, gentrificação e riscos climáticos — evidenciam lacunas entre o PMAMC e a proteção efetiva dos territórios sagrados (Rêgo, 2006). O risco é a plataformação do território — dados, clima, corpos — via maquiagem verde e governança opaca. O potencial reside numa inteligência situada que combine sensoriamento remoto, ortofotos e modelos climáticos com IA generativa multimodal, sob governança participativa, transparência decisória e aderência aos marcos legais climáticos, para converter risco em cuidado, reparação e resiliência territorial.

4 DISCUSSÃO

Que arquitetura emerge quando a IA deixa de ser mera técnica de forma e se converte em crítica da forma de vida, integrando valores, memórias e conflitos ao próprio processo projetual? Uma “máquina do tempo” situada, ancorada nos quatro operadores teóricos, pode transformar radicalmente as práticas de diagnóstico, simulação e manutenção do patrimônio territorial, especialmente em contextos como Salvador.

No diagnóstico e monitoramento, a cronopolítica algorítmica se manifesta quando visão computacional e fotogrametria multitemporal detectam patologias, subsidência e riscos, integrando laser scanning e séries satelitais (Koller; Levoy, 2006; Rodríguez-Gonzálvez et al., 2017). Em Salvador, a articulação entre ortofotos, dados Sentinel-2 e o PMAMC poderia mapear não apenas ilhas de calor e erosão costeira, mas também a pressão imobiliária sobre terreiros, revelando vulnerabilidades que frequentemente escapam à lógica tecnocrática. O desafio é garantir que o que se considera dado arquitetônico não se restrinja a fissuras e danos materiais, mas inclua usos, valores, memórias, cosmopercepções e vulnerabilidades encarnadas, evitando que a IA reforce invisibilidades e apagamentos históricos.

Na simulação e participação, gêmeos digitais e IA generativa multimodal podem produzir



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

cenários de adaptação, como elevação de cota, sombreamento, drenagem e ventilação, traduzindo riscos em experiências sensíveis por meio de realidade aumentada e virtual (Bekele et al., 2018; Champion, 2016). Em Salvador, oficinas participativas poderiam comparar futuros de conservação e transformação no entorno de terreiros, parametrizando ritmos rituais e práticas culturais como restrições do modelo. O risco, aqui, é que a tecnologia seja usada para estetizar ou neutralizar conflitos, mascarando disputas reais por meio de visualizações sedutoras. O potencial, por outro lado, reside em tornar visíveis dissensos e pactuar soluções a partir do comum, deslocando o paramétrico para o parâmetro do coletivo (Picon, 2020; Münster et al., 2024).

Na inspeção e manutenção preventiva, modelos de aprendizado de máquina identificam fissuras, umidade e biodeterioração, priorizando intervenções de baixo carbono e extensão de vida útil (Mishra; Lourenço, 2024; Gaber; Youssef; Fathalla, 2023; Bakirman; Kulavuz; Bayram, 2023). Em Salvador, protocolos construídos junto a comunidades periféricas podem calibrar algoritmos, evitando falsos positivos e definindo prioridades de intervenção a partir de saberes locais. Aqui, a crítica ciborgue e o agenciamento maquínico exigem salvaguardas robustas: consentimento informado, governança comunitária de dados, auditorias independentes e direito de recusa.

Por fim, o financiamento climático abre oportunidades para um desenvolvimento ético e regenerativo. Alinhar o PMAMC e os marcos legais (Lei 12.187/2009; Lei 14.533/2023) a instrumentos como fundos de perdas e danos, *green bonds* vinculados a indicadores culturais e sociais, créditos para adaptação baseada em ecossistemas e mercados de trabalho locais em manutenção regenerativa pode catalisar economias do cuidado. O valor econômico, nesse horizonte, deve derivar da reparação e da regeneração, e não da extração, com a IA servindo como aliada dos pactos de justiça e soberania territorial. Como provoca Picon (2020), a arquitetura só é contemporânea quando torna visível e politizável aquilo que orienta o projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da inteligência artificial como “máquina do tempo” revela que, longe de ser neutra ou apenas instrumental, a IA é um agente ativo na disputa por futuros, memórias e territórios. Quando orientada por lógicas extrativistas, pode perpetuar invisibilidades, reforçar desigualdades e acelerar a plataformização da vida, transformando territórios em ativos e comunidades em dados. Em Salvador, a integração entre tecnologias avançadas, saberes locais e participação comunitária é fundamental para que a IA não seja mais uma engrenagem do Capitaloceno, mas sim catalisadora de justiça, reparação e regeneração territorial. O desafio é deslocar a IA de uma ferramenta tecnocrática para um agente de transformação ética, capaz de reconhecer e valorizar memórias, cosmopercepções e experiências encarnadas, construindo governanças algorítmicas participativas, soberania de dados e direito de recusa.

No entanto, é preciso enfrentar a problemática ambiental da própria IA. O consumo energético e hídrico dos grandes modelos e data centers é alarmante: segundo a Agência Internacional de Energia, o consumo global de energia por data centers pode mais que dobrar até 2026, impulsionado pelo avanço da IA. Uma única consulta a um modelo generativo pode consumir até dez vezes mais energia do que uma busca tradicional, e a geração de imagens por IA equivale ao uso de centenas de lâmpadas LED por hora. O treinamento de grandes modelos emite centenas de toneladas de CO₂, enquanto a refrigeração dos servidores consome bilhões de litros de água anualmente. Cada 20 a 50 interações com IA pode consumir meio litro de água, e a rápida obsolescência dos equipamentos agrava o lixo eletrônico e a extração insustentável de metais raros. A “poluição digital” é um novo passivo ambiental que não pode ser ignorado.

Diante desse quadro, é urgente propor alternativas criativas e radicais. A transição para energia



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

limpa nos data centers deve ser acompanhada por políticas públicas que exijam transparência e auditoria do consumo de recursos. O desenvolvimento de modelos de IA mais eficientes, de menor impacto e com ciclos de vida mais longos precisa ser prioridade, assim como a adoção de práticas de circularidade tecnológica e reciclagem de equipamentos. É fundamental que comunidades afetadas participem da definição de critérios de sustentabilidade e justiça, e que a IA seja usada para monitorar, mitigar e regenerar os próprios danos ambientais que produz. Só assim a IA poderá ser aliada de futuros habitáveis, plurais e justos, onde arquitetura, tecnologia e território se entrelaçam em processos contínuos de cuidado, reparação e bem viver — e não mais como motores de uma modernidade insustentável.

REFERÊNCIAS

AS, I.; BASU, P. (Eds.). **The Routledge companion to artificial intelligence in architecture**. Abingdon, UK: Routledge, 2021.

BAKIRMAN, T.; KULAVUZ, B.; BAYRAM, B. Use of artificial intelligence toward climate-neutral cultural heritage. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 89, n. 3, p. 163-171, 2023.

BASTIDE, R. **O candomblé da Bahia (rito nagô)**. Brasiliana, 1961.

BEKELE, M. K.; PIERDICCA, R.; FRONTONI, E.; MALINVERNI, E. S.; GAIN, J. A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. **Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)**, v. 11, n. 2, p. 1-36, 2018.

BERNSTEIN, P. **Machine learning: Architecture in the age of artificial intelligence**. RIBA Publishing, 2022.

BOLÓN-CANEDO, V.; MORÁN-FERNÁNDEZ, L.; CANCELA, B.; ALONSO-BETANZOS, A. A review of green artificial intelligence: Towards a more sustainable future. **Neurocomputing**, v. 128096, 2024.

BRUNO, F. Tecnopolítica, racionalidade algorítmica e mundo como laboratório: entrevista com Fernanda Bruno. **DigiLabour**, 2020. Disponível em: <https://digilabour.com.br/pt/tecnopolitica-racionalidade-algoritmica-e-mundo-como-laboratorio-entrevista-com-fernanda-bruno/>. Acesso em: 25 out. 2025.

CHAMPION, E. **Critical gaming: Interactive history and virtual heritage**. Routledge, 2016.

CHAILLOU, S. **Artificial intelligence and architecture: From research to practice**. Birkhäuser, 2022.

CHEN, L. et al. Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 21, n. 5, p. 2525-2557, 2023.

COWLS, J. et al. The AI gambit: leveraging artificial intelligence to combat climate change—opportunities, challenges, and recommendations. **AI & Society**, p. 1-25, 2023.



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **O Anti-Édipo: Capitalismo e Esquizofrenia**. Lisboa: Assírio & Alvim, 1972.

ELOY, S. et al. (Eds.). **Formal methods in architecture: Proceedings of the 5th International Symposium on Formal Methods in Architecture (5FMA)**. Lisbon, 2020.

GABER, J. A.; YOUSSEF, S. M.; FATHALLA, K. M. The role of artificial intelligence and machine learning in preserving cultural heritage and art works via virtual restoration. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 10, p. 185-190, 2023.

GIACCARDI, E. **Heritage and social media: Understanding heritage in a participatory culture**. Routledge, 2012.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. MIT Press, 2016.

HALBWACHS, M. **A Memória Coletiva**. São Paulo: Centauro, 2006.

HARAWAY, D. J. Manifesto Ciborgue: Ciência, Tecnologia e Feminismo-Socialista no Final do Século XX. (1985). Disponível em: [Inserir URL ou referência de publicação].

KOLLER, D.; LEVOY, M. Computer-aided reconstruction and new matches in the Forma Urbis Romae. **Bollettino di Archeologia Online**, v. 1, n. 1, p. 61-68, 2006.

LEMOS, A. Cidade-ciborgue: a cidade na cibercultura. **GALÁxia. Revista Interdisciplinar de Comunicação e Cultura**, n. 8, 2004.

MAGNAGHI, A. **A biorregião urbana: pequeno tratado sobre o território, bem comum**. Matosinhos: Escola Superior de Artes e Design (Esad), 2017.

MCCARTHY, J. et al. A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. **AI Magazine**, v. 27, n. 4, p. 12, 1955.

MISHRA, M.; LOURENÇO, P. B. Artificial intelligence-assisted visual inspection for cultural heritage: State-of-the-art review. **Journal of Cultural Heritage**, v. 66, p. 536-550, 2024.

MISHRA, M.; BARMAN, T.; RAMANA, G. V. Artificial intelligence-based visual inspection system for structural health monitoring of cultural heritage. **Journal of Civil Structural Health Monitoring**, v. 14, n. 1, p. 103-120, 2024.

MORETTI, L. Architettura Parametrica. In: **Exposição Architettura Parametrica**. Roma: Galleria dell'Obelisco, 1960.

MÜNSTER, S. et al. Artificial Intelligence for Digital Heritage Innovation: Setting up a R&D Agenda for Europe. **Heritage**, v. 7, n. 2, p. 794-816, 2024.



RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

NILSSON, N. J. **The quest for artificial intelligence**. Cambridge University Press, 2010.

NORA, P. Entre Memória e História: a problemática dos lugares. **Projeto História**, n. 10, p. 7-28, 1993.

PASQUINELLI, M. **The eye of the master: A social history of artificial intelligence**. Verso Books, 2023.

PICON, A. What about humans? Artificial intelligence in architecture. **Arquitectura PUCP**, 2020. Disponível em: <https://arquitectura.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2023/11/Antoine-Picon-What-about-Humans-Artificial-intelligence-in-Architecture.pdf>. Acesso em: 25 out. 2025.

RÊGO, J. Territórios do candomblé: a desterritorialização dos terreiros na Região Metropolitana de Salvador, Bahia. **GeoTextos**, v. 2, p. 31-85, 2006.

RICAURTE, P. Ethics for the majority world: AI and the question of violence at scale. **Media, Culture & Society**, 2022.

RODRÍGUEZ-GONZÁLVEZ, P. et al. 3D surveying, modelling, and representation of cultural heritage sites. **Virtual Archaeology Review**, v. 8, n. 17, p. 1-11, 2017.

ROSER, M. The brief history of artificial intelligence: the world has changed fast—what might be next?. **Our World in Data**, 2024.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence: A modern approach**. 4. ed. Pearson, 2021.

SERRA, O. **Os olhos negros do Brasil**. SciELO-EDUFBA, 2014.

SODRÉ, M. **O terreiro e a cidade: a forma social negro-brasileira**. Mauad Editora Ltda, 2019.

STENGERS, I. Reativar o animismo. Tradução de Jamille Pinheiro Dias. **Caderno de leituras**, v. 62, p. 1-15, 2017.