

REVISTA DE ARQUEOLOGIA

Volume 39 No. 2 Maio - Agosto 2026

NOTA DE PESQUISA

MONTÍCULOS ARTIFICIAIS DE TERRA: UMA NOVA DESCOBERTA NAS ESTEARIAS DA AMAZÔNIA ORIENTAL, MARANHÃO, BRASIL

Alexandre Guida Navarro*, Adryan Gabriel de Carvalho Moreira**, Francisco Silva de Oliveira***, Guilherme Aguiar Gomes****, João Costa Gouveia Neto*****, Júlia Silva Machado*****, Leonardo Gonçalves de Lima*****, Marcelo Cancela Cohen*****, Maria Cristina de Souza*****, Maria Ecilene Nunes da Silva*****, Paulo César Fonseca Giannini*****, Rodolfo José Angulo*****

RESUMO

Montículos artificiais de terra são encontrados em toda a América pré-colombiana. Eles evidenciam sociedades estratificadas, nas quais a liderança era capaz de mobilizar grande esforço humano para sua construção. Pela primeira vez, com a ajuda da aplicação de geotecnologias, essas estruturas foram descobertas nos sítios arqueológicos palafíticos da Amazônia Oriental, Brasil.

Palavras-chave: Tesos; Cacicados; Palafitas; Baixada Maranhense; Geotecnologias.

*Professor Titular. Laboratório de Arqueologia e Departamento de História da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Bolsista de Produtividade CNPq nível C. E-mail: altardesacrificios@yahoo.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8223-2144>

** Laboratório de Arqueologia e curso de História da Universidade Federal do Maranhão.
E-mail: adryan.carvalho@discente.ufma.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-9122-2452>

*** Professor de Ciências da Rede de Educação Pública de Penápolis, Maranhão.
E-mail: fpjoliveira@ymail.com

**** Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).
E-mail: guilherme.aguiar@discente.ufma.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2659-0534>

***** Professor Adjunto II. Departamento de Artes e Educação Física, Curso de Música Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UEMA).
E-mail: joaoneto@professor.uema.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7202-7198>

***** Laboratório de Arqueologia e curso de História da Universidade Federal do Maranhão.
E-mail: juhmaach04@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-5381-3219>

***** Professor Adjunto. Departamento de Oceanografia e Limnologia e Laboratório de Estudos em Oceanografia Geológica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).
E-mail: paleonardo_7@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1363-1202>

***** Professor Titular. Faculdade de Oceanografia da Universidade Federal do Pará (UFPA). Bolsista de Produtividade CNPq nível 1B. E-mail: mcohen80@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0133-1795>

***** Professora Titular. Laboratório de Estudos Costeiros e Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Bolsista de Produtividade CNPq nível 2.
E-mail: cristinasantos2527@gmail.com Orcid: <http://dx.doi.org/10.13039/501100008223>

***** Professora Associada III. Laboratório de Paleobiologia da Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: mariaecilene@yahoo.com.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3071-3098>

***** Professor Titular. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP). Bolsista de Produtividade CNPq nível 1B. E-mail: pcgianni@usp.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1046-0177>

***** Professor Sênior. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Bolsista de Produtividade CNPq nível 1C. E-mail: fitoangulo@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9261-3004>

DOI: <https://doi.org/10.24885/sab.v39i2.1387>

ARTIFICIAL EARTHEN MOUNDS: A NEW DISCOVERY IN THE STILT-HOUSE SITES OF EASTERN AMAZONIA, MARANHÃO, BRAZIL

ABSTRACT

Artificial earthen mounds are found throughout pre-Columbian America. They provide evidence of stratified societies, in which leadership was able to mobilize great human effort for their construction. For the first time, with the application of geotechnologies, these structures have been discovered in the stilt-house archaeological sites of Eastern Amazonia, Brazil.

Keywords: Earthworks; Chiefdoms; Pile dwellings; Lowlands of Maranhão; Geotechnologies.

MONTÍCULOS ARTIFICIALES DE TIERRA: UN NUEVO HALLAZGO EN LOS PALAFITOS DE LA AMAZONÍA ORIENTAL, MARANHÃO, BRASIL

RESUMEN

Se hallan montículos artificiales de tierra en toda la América precolombina. Esta evidencia demuestra sociedades estratificadas, cuyos líderes movilizaron un esfuerzo humano considerable para su construcción. Por primera vez, con la ayuda de aplicación de geotecnologías, se descubrieron estas estructuras en los sitios arqueológicos de palafitos de la Amazonia oriental brasileña.

Palabras clave: Montículos; Cacicazgo; Palafitos; Tierras Bajas de Maranhão; Geotecnologías.

Em algum lugar, algo incrível está à espera de ser descoberto.
Carl Sagan

INTRODUÇÃO

Montículos artificiais de terra são um tipo de construção humana recorrente no continente americano em épocas pré-coloniais. Exemplos dessas estruturas são as famosas ocorrências da civilização Cahokia, na região do Mississippi, Estados Unidos, construídas no ano 1000 A.D., sobre as quais se ergueram templos da cidade e que também serviram para os enterramentos dos governantes (Pauketat, 2008).

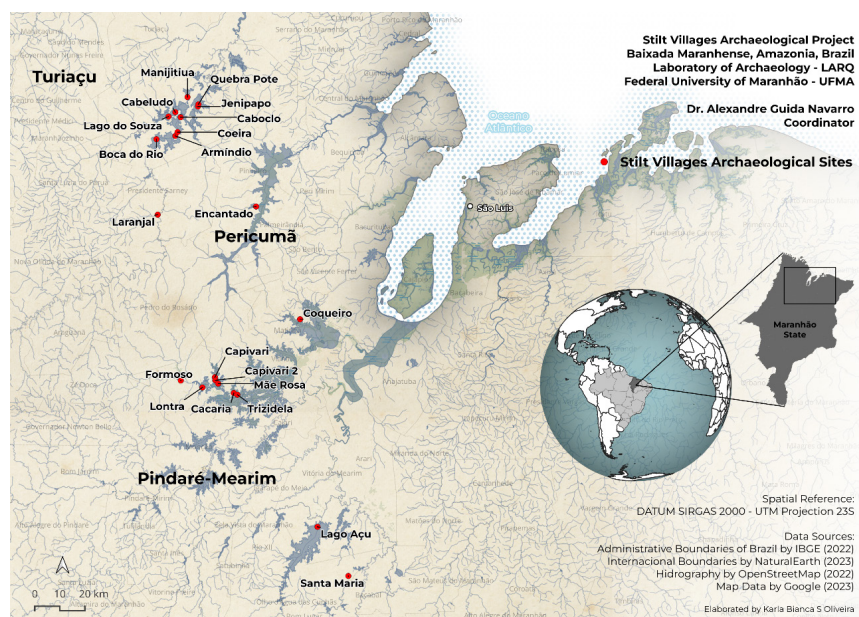
Estruturas de até 10 m de altura, com as mesmas funções, também são encontradas na América do Sul. Exemplos são os milhares de montículos de terra localizados na região do vale do Upano, no Equador, evidenciando um tipo de urbanismo corrente na Amazônia pré-andina (Rostain *et al.*, 2024). No Brasil, essas estruturas também foram construídas pelos povos Marajoara, civilização que viveu na Amazônia Oriental entre 400 e 1300 A.D. (Roosevelt, 1991).

Os montículos de terra evidenciam sociedades estratificadas, com a presença de um chefe que mobilizava a força humana em larga escala para a modificação da paisagem na construção dessas estruturas (Emerson, 1997; Fowler, 1997). Neste trabalho, notifica-se, pela primeira vez, o registro desses montículos em estearias, sítios arqueológicos palafíticos da Amazônia Oriental (Navarro, 2018a).

A ESTEARIA DA LONTRA

A estearia da Lontra está localizada no município de Penalva, na região da Baixada Maranhense, Amazônia Legal, sob as coordenadas 23M 465718 UTM 9637535 (Navarro 2018b). Situa-se dentro do lago homônimo, cuja extensão e profundidade variam sazonalmente. As águas do lago são alimentadas pelo rio Pindaré, que possui 720 km de extensão, nasce na Serra do Gurupi e deságua no Golfão Maranhense (Costa *et al.*, 2011, Dantas *et al.* 2013) (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Mapa da distribuição das estearias do Maranhão, Amazônia Oriental.



Fonte: LARQ/UFMA.

Figura 2. Dois esteios da estearia da Lontra, cuja totalidade é ainda desconhecida.



Fonte: LARQ/UFMA.

Trabalhos realizados em outras estearias mostram que o substrato sedimentar dos lagos é constituído por lamas flúvio-lacustres sobrepostas a areias e lamas estuarinas, estas provavelmente correspondentes à ingressão marinha do Holoceno médio, quando o mar atingiu nível superior ao atual no Nordeste (Angulo; Lessa; Souza; 2006, Caldas; Stattegger; Vital, 2006) e Norte do Brasil (Cohen *et al.*, 2021; Moraes *et al.*, 2021, 2022).

Esta região é considerada um sítio Ramsar desde 1971, quando da assinatura, na cidade iraniana homônima, do tratado intergovernamental que estabelece diretrizes para a conservação e o uso racional de áreas úmidas. De fato, a paisagem úmida da região proporciona condições ideais para a migração de numerosas espécies de aves, que, vindas de vários continentes, vêm reproduzir nesse ecossistema aquático (Franco, 2012).

A NOVA DESCOBERTA: MÉTODOS

A descoberta notificada neste trabalho insere-se numa pesquisa nacional voltada à reconstituição do nível das águas dos lagos da Baixada Maranhense na época em que os povos das estearias neles habitaram, cerca de 1000 A.D. (Navarro 2018a, 2018b). A equipe envolvida nesta pesquisa esteve em campo em novembro de 2024, durante a estiagem, quando o nível dos lagos baixa consideravelmente. Foi então feito um levantamento sistemático da altimetria de algumas das principais estearias da região, incluindo a da Lontra (Figura 2), tendo em vista o nivelamento em relação ao nível do mar atual e pretérito.

Obtenção de dados RTK em campo

Equipamento

A aquisição de dados topográficos de alta precisão no solo foi realizada por meio de posicionamento cinemático (RTK - Real-Time Kinematic), utilizando receptor

GNSS com capacidade de correção diferencial em tempo real. O receptor GNSS RTK de dupla frequência utilizado é composto por: *rover* (móvel) e base (fixa). Enquanto o receptor era transportado em campo, a base ficava posicionada na isolinha que delimita o limite superior dos manguezais na região. Considerando que a altura de maré (*tidal range*) na região pode atingir 8 m (Tábua de Marés, 2025), assumiu-se que o nível topográfico usado como base encontrava-se em torno de 4 m acima do nível médio da maré. As correções foram recebidas em tempo real via rede NTRIP, com acesso a estações de referência locais.

Planejamento da campanha

Em primeiro lugar, mediu-se com o RTK o nível do mangue atual mais próximo do sítio arqueológico. Esta medida foi utilizada como parâmetro para aferir os níveis estratigráficos de uma sondagem da qual foram coletados sedimentos para análise polínica em laboratório. Antes de iniciar-se a coleta de dados topográficos, foram definidos: a área de cobertura e distribuição dos Pontos de Controle em Campo (GCPs); os locais seguros e representativos para a instalação temporária da base ou acesso à estação NTRIP; e a janela de tempo com condições meteorológicas estáveis, de modo a evitar cobertura densa de nuvens ou interferência eletromagnética.

Coleta dos dados

O *rover* foi utilizado para medir a posição de Pontos de Controle no Solo (PCS) espalhados uniformemente pela área de estudo. Cada ponto foi ocupado por no mínimo 10 min com convergência do sinal e correção fixa. Os pontos foram coletados com precisão horizontal e vertical esperada de ± 2 a ± 5 cm e os dados foram armazenados em planilhas-formulários digitais.

Aplicações dos pontos RTK

Os pontos coletados em campo foram utilizados para georreferenciar ortomosaicos e modelos digitais de elevação (DEMs) derivados de drone. Foi validada a acurácia geométrica vertical (Z) dos modelos DSM (Modelo Digital da Superfície) e DTM (Modelo Digital do Terreno), que serviram como referência para análises altimétricas e definição de perfis topográficos.

Aquisição e processamento de imagens de drone

Equipamento

O estudo utilizou um drone DJI Phantom 4 Advanced, equipado com câmera RGB FC6310 de 20 MP com obturador mecânico, capaz de fornecer imagens com resolução de até 3 cm/pixel a 100 m de altitude. As missões foram realizadas de forma autônoma, com a câmera orientada a 90°, sobreposição frontal e lateral de 80%, altitude de voo de 100 m e velocidade de aproximadamente 30 km/h. O planejamento dos voos foi feito com o software DJI GO 4. Antes de cada voo, foram realizadas calibrações da Unidade de Medição Inercial (IMU) e da bússola (Figura 3).

Figura 3. Antena de RTK e drone em funcionamento no campo.

Fonte: LARQ/UFMA.

Geração e processamento da nuvem de pontos 3D

As imagens capturadas pelo Phantom 4 Advanced foram processadas no Agisoft Metashape utilizando a técnica *structure-from-motion*, que gera nuvens de pontos densas com base na fotogrametria estereoscópica. A composição RGB (vermelho, verde e azul) foi utilizada para delimitar visualmente os limites das unidades de vegetação, geomorfologia e intervenções antrópicas. As nuvens de pontos foram filtradas com base nos seguintes critérios estatísticos fornecidos pelo *software*: erro de reprojeção; incerteza de reconstrução; contagem de imagens por ponto; precisão de projeção.

Após essa filtragem, as nuvens foram otimizadas e validadas com base nos GCPs obtidos com RTK. A análise foi conduzida no Global Mapper 22.1.2, utilizando ferramentas como Feature Information Tool e Search Vector Data para extrair informações sobre elevação e refletância aparente nas bandas RGB. Essas ferramentas permitiram identificar as diferentes classes de vegetação e superfícies expostas com base em faixas de intensidade e elevação, com validação *in situ*. Foram gerados modelos DSM, representando o topo da vegetação e solo, e DTM, obtidos por interpolação dos pontos mínimos e, portanto, representativos do solo sem cobertura de vegetação. Os DEMs foram produzidos por meio da ferramenta Elevation Grid Creation, utilizando o método de *binning* por valor médio.

Os GCPs foram utilizados para georreferenciar os ortomosaicos e DEMs derivados de drone. Permitiram validar a acurácia geométrica vertical (Z) dos modelos DSM e DTM e serviram como pontos de referência para análises altimétricas e definição de perfis topográficos. A precisão vertical dos valores de elevação (Zdif) nos DTMs foi

avaliada pela diferença entre os valores estimados no modelo (Z_{DTM}) e os medidos nos GCPs (Z_{GCP}), conforme Equação 1 (Cohen *et al.*, 2024).

$$Z_{dif} = Z_{DTM} - Z_{GCP} \quad \text{Equação 1}$$

Integração com dados SRTM

Dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 m, foram integrados à análise para fornecer um contexto altimétrico regional. Os modelos SRTM foram utilizados para comparar a topografia de fundo em áreas adjacentes aos locais de estudo e auxiliar na verificação da coerência dos modelos gerados por drone. A sobreposição dos dados SRTM com os modelos derivados de drone permitiu validar tendências altimétricas em escala regional, complementando a análise local de alta resolução com uma perspectiva mais ampla.

Classificação de ortomosaicos

Os ortomosaicos gerados a partir das imagens RGB e das nuvens de pontos densas foram classificados no Global Mapper utilizando abordagem supervisionada. A classificação foi apoiada por dados de campo, fotos aéreas panorâmicas e interpretação visual. Essa análise, com o mapa topográfico, permitiu individualizar as feições morfológicas que possam ser resultados de alterações antrópicas, incluindo os montículos (*mounds*) arqueológicos. Para essa individualização de feições, utilizou-se da validação cruzada com os dados espectrais e geométricos.

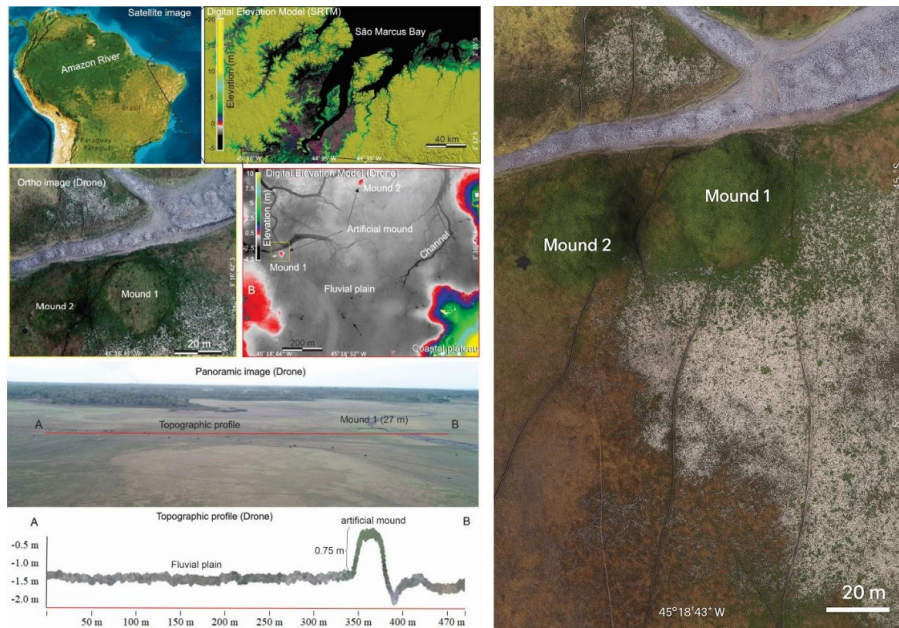
RESULTADOS

Durante a obtenção do DTM da estearia, a equipe foi surpreendida pela presença de uma estrutura semicircular em planta, com mais de 20 m de diâmetro, que se suspeitou tratar-se de uma feição arqueológica. Esta feição estava ao lado da margem de um canal, que, de acordo com as imagens de satélite, é inundado e possivelmente ativado durante a estação chuvosa.

De volta ao campo, constatou-se a existência, no local, de dois montículos artificiais de terra em formato circular, um ao lado do outro, em uma planície de inundação fluvial com elevações entre 2 e 0,5 m abaixo do nível topográfico mais elevado onde se encontram os manguezais na área. O montículo 1 possui 527 m², elevação de 1.38 m, diâmetro maior de 26.6 m, diâmetro menor de 23,5 m e volume de 352 m³. O montículo 2 tem área de 740 m², elevação de 1 m, diâmetro maior de 35 m, menor de 24 m e volume de 213 m³. Os únicos substratos em teoria não inundados pela maré na área de estudo são os planaltos costeiros e os montículos (Figura 4).

Uma sondagem teste de 30 cm de diâmetro foi então realizada no montículo maior para verificar a existência de artefatos, o que foi confirmado por quantidade considerável de cerâmica exumada. A presença desses artefatos é um forte indício de relação do montículo com ocupação humana pretérita, provavelmente associada ao assentamento palafítico (Figuras 5 e 6).

Figura 4. Montículos artificiais de terra localizados na margem de um paleocanal na estearia da Lontra.



Fonte: LARQ/UFMA.

Figura 5. Montículo artificial 1 localizado na estearia da Lontra. Área mais elevada ao centro da foto.



Fonte: LARQ/UFMA.

Figura 6. Sondagem no montículo 1 e cerâmica coletada.



Fonte: LARQ/UFMA.

CONCLUSÃO

Montículos artificiais de terra são um tipo de arquitetura monumental de longa duração de diversas sociedades ameríndias e evidenciam sociedades estratificadas, como cacicados e Estados.

O emprego de geotecnologias permitiu identificar, pela primeira vez, esse tipo de atividade antrópica pré-colonial associado às estearias do Maranhão, na Amazônia Oriental.

Futuras escavações arqueológicas na estearia do Lontra poderão definir se a estrutura foi edificada como substrato de casas ou edifícios religiosos, ou ainda se foi um cemitério. Isso permitirá estabelecer a existência de possíveis esferas de interação social com a contemporânea civilização Marajoara, no baixo Amazonas, que também edificou montículos artificiais numa paisagem similar à das estearias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, Rodolfo J.; LESSA, Guilherme C.; SOUZA, Maria C. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, v. 25, n. 5-6, p. 486-506, 2006.
- CALDAS, Luciano H. O.; STATTEGGER, Karl; VITAL, Helenice. Holocene sea-level history: evidence from coastal sediments of the northern Rio Grande do Norte coast, NE Brazil. *Marine Geology*, v. 228, n. 1-4, p. 39-53, 2006.
- COHEN, Marcelo C. L. *et al.* Effects of the middle Holocene high sea-level stand and climate on Amazonian mangroves. *Journal of Quaternary Scienc*, v. 36, n. 6, p. 1013-1027. 2021.
- COSTA, Karina S. P. *et al.* Estudo da potencialidade hídrica da Amazônia maranhense através do comportamento de vazões. In: MARTINS, Marlúcia B.; OLIVEIRA, Tadeu G. (org.). *Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG, 2011. p. 71-89.
- DANTAS, Marcelo E. *et al.* Compartimentação geomorfológica. In: BANDEIRA, Iris C. N. *Geodiversidade do Estado do Maranhão*. Teresina: CPRM, 2013. p. 33-62.
- EMERSON, Thomas E. *Cahokia and the Architecture of Power*. Tuscaloosa: The University of Alabama Press, 1997.
- FOWLER, Melvin. *The Cahokia Atlas: A Historical Atlas of Cahokia Archaeology*. Illinois: Illinois Historic Preservation Society, 1997.
- FRANCO, José R. C. *Segredos do rio Maracu: a hidrogeografia dos lagos de reentrâncias da Baixada Maranhense, sítio Ramsar, Brasil*. São Luís: Edufma, 2012.
- MORAES, Caio A. *et al.* Holocene coastal environmental changes inferred by multi-proxy analysis from Lago Formoso sediments in Maranhão State, northeastern Brazil. *Quaternary Science Reviews*, v. 273, p. 107234, 2021.
- MORAES, Caio A. *et al.* Holocene vegetation, climate, sea-level oscillation, and human impact inferred from the archaeological site Cabeludo in Maranhão State, NE Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 608, p. 111292, 2022.
- NAVARRO, Alexandre G. New evidence for late first-millennium AD stilt-house settlements in Eastern Amazonia. *Antiquity*, v. 92, n. 366, p. 1586-1603, 2018a.
- NAVARRO, Alexandre G. Morando no meio de rios e lagos: mapeamento e análise cerâmica de quatro estearias do Maranhão. *Revista de Arqueologia*, v. 31, n. 1, p. 73-103, 2018b.

- PAUKETAT, Timothy R. *Cahokia: Ancient America's Great City on the Mississippi*. London: Penguin Library of American Indian History, 2008.
- ROOSEVELT, Anna C. *Moundbuilders of the Amazon: Geophysical Archaeology on Marajo Island, Brazil*. San Diego: Academic Press (Studies in Archaeology), 1991.
- ROSTAIN, Stéphen *et al.* Two thousand years of garden urbanism in the Upper Amazon. *Science*, v. 383, n. 6679, p. 183-189, 2024.
- TÁBUA DE MARÉS. Baía de São Marcos – Maranhão. *Tábua de Mares – Marés e Tábua de Marés Brasil*. Maranhão, 2025. Disponível em: <https://tabuademares.com/br/maranhao/baia-de-sao-marcos>. Acesso em: 7 ago. 2025.