

O que os dados paleoecológicos nos dizem sobre o Antropoceno na Amazônia?

JENNIFER WATLING,^I S. YOSHI MAEZUMI,^{II}
MYRTLE P. SHOCK^{III} e JOSÉ IRIARTE^{IV}

Introdução

O ANTROPOCENO, como conceito, foi criado para mensurar os impactos profundos que sociedades humanas tiveram na história geológica do planeta. Apesar de amplamente debatido, as recentes tentativas de defini-lo como unidade cronoestratigráfica formal foram rejeitadas pela Subcomissão sobre Estratigrafia Quaternária. No entanto, o Antropoceno como evento contínuo permanece amplamente aceito e amparado por evidências indisputáveis da transformação humana do planeta. Isso reflete uma narrativa de mudanças gradativas, mas significativas, ao longo de séculos. Termo proposto por Paul Crutzen em 2000, o Antropoceno caracteriza cada vez mais a nossa era como definida pelas alterações planetárias provocadas pelos humanos, enraizadas na industrialização do final do século XVIII e aceleradas ao longo dos últimos cinco séculos com a expansão colonial e a Revolução Industrial. No seu sentido não-cronoestratigráfico, o Antropoceno é utilizado informalmente para denotar processos de impacto antropogênico no planeta em geral. Embora esses impactos tenham acelerado desde o século XIX, evidências arqueológicas e paleoecológicas mostram que os humanos estão alterando a geosfera há milhares de anos.

Regiões tropicais como a Amazônia estão entre as mais importantes para estudar as fundações do Antropoceno em razão da sua biodiversidade e do papel que exercem na regularização do clima mundial. Recentemente, Roberts et al. (2023) destacaram a necessidade de pesquisar a história profunda das interações entre pessoas e ambiente nessas regiões utilizando métodos multidisciplinares. Roberts et al. propõem três potenciais *thresholds* socioeconômicos que lançaram as bases do Antropoceno: 1) as mudanças na cobertura da terra relacionadas à adoção da agricultura, sugerida a partir de aproximadamente 4.000-1.000 Antes da Era Comum (AEC); 2) a emergência de urbanismo e, consigo, a consolidação demográfica, entre 0 e 1.500 Era Comum (EC); e 3) o colonialismo europeu e a expansão de sistemas capitalistas, entre 1.500 EC e o presente.

Uma forma de investigar esses *thresholds* críticos em interações humana-ambiente é através da análise multidisciplinar de acervos paleoecológicos e arqueológicos. Na bacia amazônica, a última década registrou diversas tentativas

de quantificar as escalas espaço-temporais dos impactos humanos no ambiente (Mayle; Iriarte, 2014). Hoje se reconhece que grupos humanos manejaram espécies de frutas e nozes desde antes de 11.000 (datação calibrada) cal. AEC e que, em algumas regiões, essas práticas rapidamente se estenderam ao cultivo de plantas anuais (Iriarte et al., 2020a). Outras evidências sugerem que o acréscimo demográfico e a proliferação de sistemas de produção de alimentos entre o Holoceno Médio e Tardio culminaram em um auge de paisagens antrópicas entre aproximadamente 0 e 1.500 cal. EC (Arroyo-Kalin; Riris, 2020). Este período foi seguido pelo genocídio das populações indígenas e o período colonial, que anunciou “um apogeu de devastação biológica, física, cultural e humana da região” (Roosevelt, 2014, p. 84, traduzido pelos autores).

Enquanto se acumulam evidências sobre a natureza do Antropoceno amazônico, ainda restam muitas questões, dentre as quais: 1) Qual foi o papel do desmatamento nas práticas de manejo indígenas no passado?, 2) A abertura de grandes áreas teria sido um fenômeno pré-colonial ou, como algumas pessoas propõem (e.g. Denevan, 2006), pós-colonial?, 3) Em qual medida as terras pretas foram “feitas” para fins de cultivo?, 4) Temos como generalizar sobre um “modo de manejo” amazônico, ou sobre os tipos e escalas dos legados ecológicos deixados por povos de diferentes partes da bacia amazônica?, 5) Em que medida a floresta amazônica teria se “recuperado” depois do colapso demográfico causado pela invasão europeia (e.g. Koch et al., 2019)?, e 6) Como a entrada de economias capitalistas, que incluem os diferentes ciclos de extrativismo, foi responsável por moldar a composição de seus ecossistemas (e.g. McMichael et al., 2017)?

Nesta contribuição, mobilizamos dados de quatro regiões da Amazônia onde reconstruções locais foram possíveis através de abordagens paleoecológicas integrativas e multi-proxy. Esses lugares são: 1) os geoglifos do Acre; 2) os campos elevados da Guiana Francesa; 3) as terras pretas do Baixo Rio Tapajós; e 4) os sítios *zanja* de Iténez, Bolívia. Após olhar cada caso, discutiremos em quais aspectos os dados dessas diferentes regiões conversam entre si, e se oferecem respostas em relação às perguntas acima. Finalmente, nos avaliaremos até que ponto é possível identificar os diferentes *thresholds* propostos para o Antropoceno dos trópicos globais por Roberts et al. (2023).

Reconhecendo práticas de manejo indígena no registro paleoecológico

As maneiras como as práticas de manejo indígenas transformam os ecossistemas amazônicos só começaram a ser estudadas por ecólogos e, eventualmente, arqueólogos, a partir dos anos 1980 (Posey; Balée, 1989). O surgimento da Ecologia Histórica transformou o modo de estudar as interações entre pessoas e ambientes no presente e no passado arqueológico: populações antes consideradas limitadas pela baixa produtividade dos solos tropicais passaram a ser vistas como agentes na criação da agrobiodiversidade, e das suas próprias condições de vida.

Esses processos, abarcados nos termos “práticas de manejo”, “domesticação de paisagens” e “construção de nichos culturais”, são tanto conscientes quanto inconscientes, e resultam de relações construídas cuidadosa e intencionalmente entre os humanos e outros seres que coabitam o mundo (Clement et al., 2021).

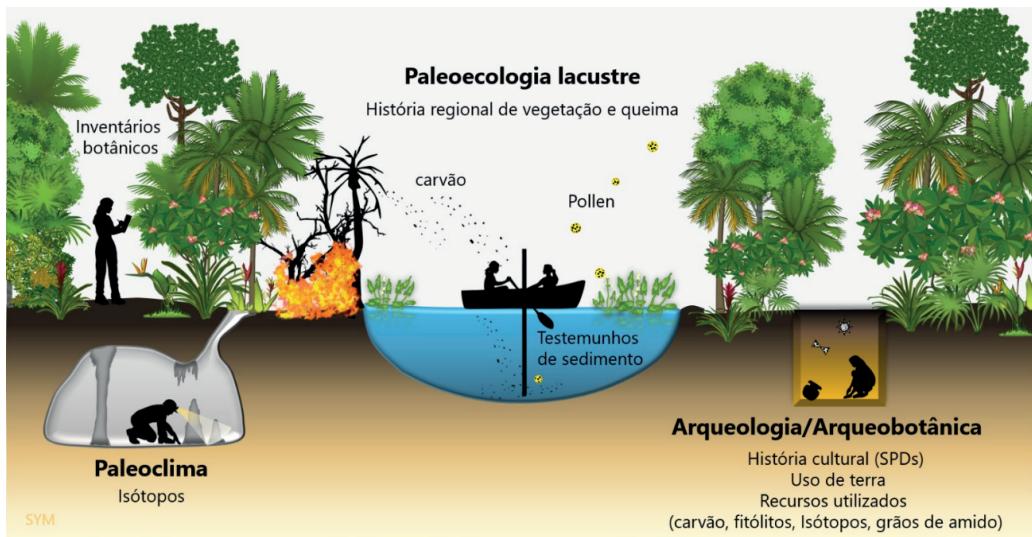
Enquanto sabemos que a co-construção da biodiversidade amazônica pelos povos indígenas se estende até sua chegada na região antes de 11.000 cal. AEC (Morcote-Rios et al., 2021; Neves et al., 2021), os dados empíricos disponíveis para avaliar como, onde e quando esses processos aconteceram são relativamente poucos e limitados a regiões ou sítios específicos. Embora estudos ecológicos realizados em escala local e pan-regional (e.g. Junqueira et al., 2010, Levis et al., 2018) demonstram uma clara correlação entre a agrobiodiversidade presente em uma comunidade de vegetação e sua proximidade a um sítio arqueológico, desemaranhar a profundidade temporal desses legados é um desafio metodológico que programas de pesquisa paleoecológicas estão aptos a responder.

A paleoecologia, no seu sentido mais amplo, é a disciplina que visa reconstruir as histórias de vida dos organismos e suas relações entre si ao longo do tempo geológico. Porém, como se trata da ecologia do passado, ela não é feita por ecólogos, mas por especialistas, comumente das áreas de geologia ou das ciências ambientais, que estudam o registro fóssil de plantas e animais (Lins de Paiva; Gallo, 2021). Na Amazônia, a paleoecologia se tornou quase sinônimo do estudo de grãos de pólen e outros vestígios fósseis preservados em sedimentos de lagos e pântanos para entender mudanças na composição da vegetação ao longo do tempo. O foco maior desses estudos, que tiveram início nos anos 1970, foi sobre os efeitos dos ciclos glaciais na evolução da vegetação tropical, em particular a necessidade de testar a Hipótese de Refúgio Florestal (Colinvaux et al., 2000). Entretanto, não demorou muito para os cientistas encontrarem evidências da presença humana, na forma de grãos de pólen de milho (*Zea mays*) ou episódios de abertura da vegetação com o uso do fogo (Bush; Colinvaux, 1988). Tais descobertas despertaram interesse no impacto dos seres humanos sobre a vegetação amazônica ao longo do tempo, tema que ganhou força na última década dada suas implicações atuais com a sociobiodiversidade (Neves et al., 2021).

Avanços metodológicos recentes possibilitaram que os estudos paleoecológicos atingissem maior poder analítico. Melhorias na precisão de datação por radiocarbono, na redução do tamanho da amostra necessária para datar sedimentos, nas análises isotópicas, e na acessibilidade das coleções de referência regionais (Flantua et al., 2015) permitiram que os estudos palinológicos alcançassem maior nível de detalhe e resolução cronológica. Além disso, fitólitos começaram a ser utilizados para reconstruir comunidades de vegetação a partir de perfis de solo *off-site* – ou seja, fora dos sítios arqueológicos (Watling et al., 2017). Embora não sejam tão sensíveis às distinções entre certos tipos de floresta (Hill et al., 2023), os fitólitos iluminam diferenças na intensidade de desmatamento e/ou no enriquecimento da floresta em espécies típicas da presença

humana, como as palmeiras. Sendo sua deposição altamente local (< 5 m), tais estudos complementam dados palinológicos – cujas escalas de interpretação são na maior parte regionais (> 10 km) – e servem como alternativos ao pólen em lugares sem a presença de corpos d’água. Ademais, avanços na análise de carvão de testemunhos de sedimento; no estudo da sua morfologia (Leys et al., 2015), reflectância (Belcher et al., 2018), e química (Gosling et al., 2019), e na criação de programas e pacotes estatísticos, como CharAnalysis, para a maior manipulação de dados (Higueira et al., 2011) melhoraram nosso entendimento sobre a variabilidade espaço-temporal de paleoincêndios.

Os últimos dez anos também presenciaram uma integração entre os campos da paleoecologia e da arqueologia, e uma preocupação maior em realizar projetos integrativos e multidisciplinares (Iriarte et al., 2020a; Mayle; Iriarte, 2014; Figura 1). Tal abordagem torna-se importante à interpretação do registro paleoecológico, diante da necessidade de distinguir e explorar a interação entre fenômenos “naturais” *versus* antrópicos. Na prática, tal distinção só pode ser feita mobilizando expectativas baseadas em dados arqueológicos (onde, como e quantas pessoas estavam vivendo em um certo período) e paleoclimáticos/geotectônicos (como os regimes de chuva e temperatura, ou as próprias massas de terra evoluíram ao longo do tempo). Em relação à arqueologia, recentemente se têm utilizado curvas de *distribuição de probabilidade de sítios* (SPD), que usam frequências de datações radiocarbônicas como um *proxy* da demografia humana passada (Arroyo-Kalin; Riris, 2020). Análises isotópicas realizadas em espeleotemas podem fornecer registros de precipitação com precisão sub-decadal (Novello et al., 2017).

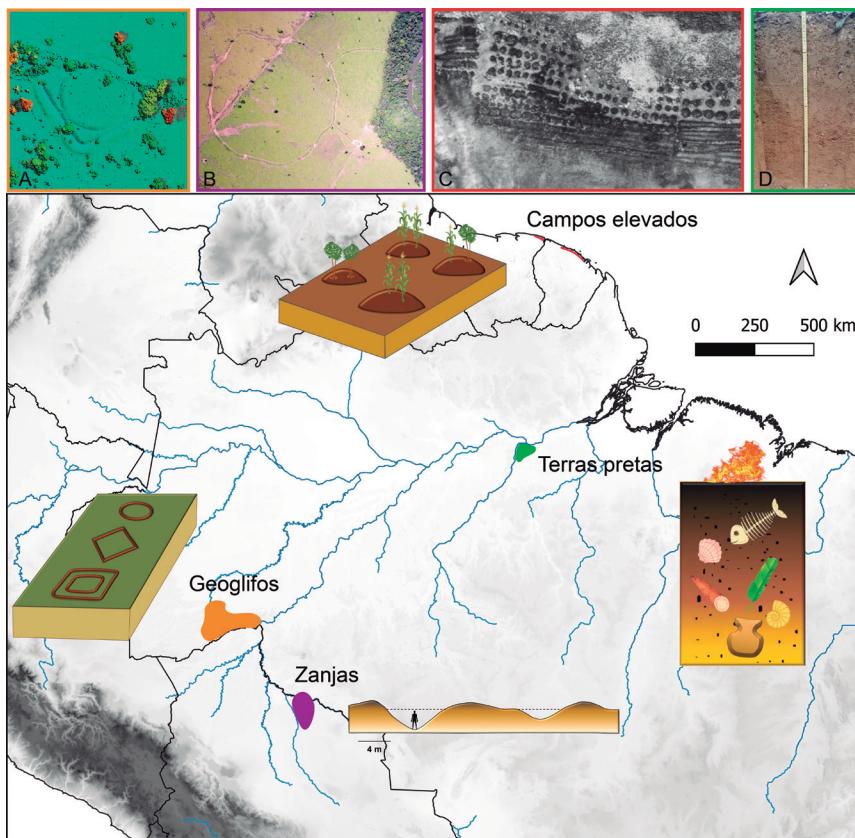


Fonte: Maezumi et al. (2022).

Figura 1 – Diagrama esquemático de uma abordagem paleoecológica integrativa e multi-proxy.

Por fim, as análises arqueobotânicas feitas nos próprios sítios arqueológicos exercem um papel fundamental dentro das abordagens integrativas, fornecendo evidências sobre a natureza e temporalidade das práticas de manejo e produção de alimentos no passado. Enquanto várias espécies domesticadas, como milho, feijão (*Phaseolus* sp.), abóbora (*Cucurbita* sp.), mandioca (*Manihot esculenta*), batata doce (*Ipomoea batatas*), entre outras, são mais facilmente identificadas através de seus microvestígios botânicos (e.g. fitólitos e grãos de amido), os macrovestígios botânicos permitem melhor identificação de espécies perenes e não necessariamente domesticadas, como árvores frutíferas ou espécies lenhosas (Caromano et al., 2013; Watling et al., 2018a). O casamento de dados arqueobotânicos *on-site* com dados paleoecológicos *off-site* é importante para entender os impactos das práticas de manejo sobre as paisagens regionais, podendo ser complementado com dados de inventários florísticos atuais para entender seus legados na vegetação atual (Maezumi et al., 2018a).

Regiões de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 – Mapa mostrando os sítios e regiões discutidos no texto: A) os geoglifos do leste do estado do Acre, Brasil, B) os sítios de zanja em Iténez, Bolívia, C) os campos elevados do litoral da Guiana Francesa, e D) sítios de terra preta perto de Santarém, Brasil, no Baixo Rio Tapajós.

Os geoglifos do Acre

Os geoglifos do Acre (Figura 2) são sítios geométricos compostos por valas medindo até 11 m de largura e 4 m de profundidade, que encerram áreas de até 300 m em diâmetro. Existem mais de 500 geoglifos registrados na região leste do Acre, mas eles só se tornaram conhecidos na década de 1990 quando o desmatamento regional fez com que essas estruturas fossem reveladas. A partir dos anos 2000, estudos arqueológicos demonstraram que a maioria dos geoglifos foram construídos e ocupados ao longo do primeiro milênio EC, mas que alguns possuem datações de até 1.000 cal. AEC (Parsinnen et al., 2009; Schaan et al., 2012). Dados de escavações mostram que os interiores das estruturas se caracterizam por baixa densidade de material arqueológico, enquanto dentro das valas em si, próximo às entradas, encontram-se feições compostas por vasilhas inteiras e decoradas. Tais dados, junto com suas formas arquitetônicas (círculos, quadrados, e suas combinações), sugerem um uso público/cerimonial, e não doméstico, onde diferentes grupos sociais se reuniram em torno de ocasiões especiais (Saunaluoma; Virtanen, 2015). Neste artigo, tratamos os geoglifos separadamente das aldeias circulares monticulares, cuja maioria foi construída depois dos geoglifos (Iriarte et al., 2020b; Saunaluoma et al., 2018).

Localizados em áreas altas da região interfluvial na bacia do Rio Purus, a flora dessa região foi considerada intocada pelo ser humano até sua descoberta. Em 2011, iniciou-se um projeto com objetivo de estudar a história paisagística dos geoglifos (Watling et al., 2017, 2018b). As perguntas levantadas pela pesquisa foram: 1) Qual era a vegetação predominante na região quando os geoglifos foram construídos?, 2) Qual foi a escala espacial de impacto ambiental associada à construção e uso dos sítios?, 3) Como outros aspectos do ambiente foram transformados por práticas de manejo indígenas? e 4) Que efeito teve o abandono dos geoglifos na vegetação regional?

O estudo de grãos de pólen para reconstruir a vegetação da região foi inviável por dois motivos: a localização dos geoglifos longe de corpos de água, e a natureza dos lagos da região, que na maioria são paleocanais bastante recentes. Portanto, a coleta de dados paleoambientais foi feita por meio de perfis de solo analisados por fitólitos (como proxy da vegetação), carvão (como proxy da queima da vegetação) e isótopos de carbono (como proxy de mudanças na densidade do dossel da floresta). Seis perfis foram analisados e cronologias estabelecidas através de datações em carvão e na fração humina do solo. O primeiro perfil foi aberto no centro do sítio Fazenda Colorado (FC), composto por três geoglifos datados entre 250 e 1.378 cal. EC. Os outros cinco foram abertos na vizinhança do sítio Jaco Sá (JS), composto por duas estruturas construídas entre 750 e 966 cal. EC. O primeiro perfil foi escavado no centro do sítio (0 km), e os outros em locais 500 m, 1,5 km, 3,5 km e 7,5 km distantes dele, a fim de verificar a escala espacial dos impactos associados à sua construção e uso.

Os campos elevados do litoral da Guiana Francesa

Em várias regiões das Américas, ambientes de savana anualmente inundados foram transformados em paisagens produtivas para agricultura através da construção de campos elevados (Denevan, 2001; Whitmore; Turner, 2001). Essas estruturas variam desde pequenos montículos circulares a plataformas retangulares medindo dezenas de metros de comprimento, e teriam fornecido vários benefícios para o cultivo, como a drenagem do solo, a melhor retenção de água durante períodos secos, níveis de fertilidade e produção elevados, e a criação de canais e poças propícias para a piscicultura (Erickson; Walker, 2009). Na faixa litorânea das Guianas, complexos de campos elevados foram registrados em uma área de 600 km² (Rostain, 2010). Na Guiana Francesa, dois complexos de campos elevados foram datados entre 670-700 cal. EC (sítio Bois Diable) e 920-950 cal. EC (sítio K-VIII), associados a ocupações de portadores de cerâmica da Tradição Arauquinoid, populações que migraram para o litoral guianense partindo do médio Rio Orinoco, cerca de 500 EC (Rostain; Versteeg, 2004).

Entre 2006 e 2012, uma equipe multidisciplinar foi formada para investigar a formação dos campos elevados e das paisagens onde ocorrem. A abordagem metodológica consistiu na: 1) escavação dos sítios de habitação e análise dos microvestígios contidos nos artefatos cerâmicos, 2) amostragem de solos em diferentes tipos de campos, para análises de fitólitos, carvão e geoquímica, e 3) análise de pólen, carvão e fitólitos de um testemunho extraído dentro de uma área permanentemente alagada do sítio K-VIII. Os resultados dessas análises (Iriarte et al., 2010, 2012) confirmaram a natureza antrópica dos campos elevados (Rostain, 2010), identificando seu uso para cultivar o milho. Neste trabalho, focaremos nos dados oriundos do sítio K-VIII, onde foi possível observar mudanças paisagísticas mais amplas associadas com a construção e abandono dos campos elevados.

As terras pretas do Baixo Tapajós

As terras pretas (*Amazonian Dark Earths* ou ADE), solos antropogênicos que se acumularam em áreas de moradia pela decomposição de lixo orgânico (Glaser; Birk, 2012; Woods et al., 2009), são algumas das evidências mais fortes de que as pessoas transformaram as paisagens amazônicas (Arroyo-Kalin, 2016; Petersen et al., 2001). Elas possuem uma cor que varia de preta para marrom, e variam na sua espessura e composição, assim como na densidade de artefatos contidos nelas (e.g. Erickson, 2003; Hecht, 2003). Terras pretas contêm concentrações altas de carvão e matéria orgânica, e valores elevados de pH, P, Ca e Mg, que as permitem manter seus nutrientes durante centenas de anos, elencando-as entre os solos mais férteis do mundo (Teixeira et al., 2010).

As terras pretas possuem ampla distribuição na Amazônia, mas a maioria ocorre em solos de terra firme e em locais topograficamente estratégicos (Denevan, 1996). Com exceção das regiões do norte e sudoeste da Amazônia, onde as terras pretas datam até 4.000 cal. AEC (Mora et al., 1991; Mongeló, 2020), a maioria começou a se formar aproximadamente 500 cal. AEC. En-

quanto a maioria dos sítios possuem áreas menores de 2 ha (Kern et al., 2003), alguns, como o sítio Porto em Santarém, tem mais de 90 ha (Roosevelt, 1987).

Nosso conhecimento sobre como e quem construiu as terras pretas aumentou muito nos últimos 20 anos, mas pouco se sabe sobre os sistemas de manejo indígena nos quais elas foram inseridas. Entre 2014 e 2018, o projeto “*Pre-Columbian Amazon-Scale Transformations (PAST)*” se dedicou a abordar essa questão e outras mais específicas, incluindo: 1) Quais cultivos foram consumidos e plantados nas terras pretas?, 2) Qual foi a escala de desmatamento associada às terras pretas?, 3) A que ponto esses grupos enriqueceram a floresta com plantas comestíveis?, e 4) Qual foi o papel do fogo nesses sistemas de manejo?

O projeto focou na região de Santarém, na confluência entre o Rio Tapajós e o Rio Amazonas, no leste da Amazônia, onde existem terras pretas extensivas e bem datadas, bem como um lago (Lago Caranã) grande e antigo o suficiente para capturar grãos de pólen e partículas de carvão produzidos em relação a elas. Os resultados dessas análises (Maezumi et al., 2018a; 2018b) identificaram práticas de policultura agroflorestal que se estendem até 2.500 cal. ACE. Neste artigo, focamos nos dados do Lago Caranã e do sítio arqueológico Maguari, onde foram observadas mudanças no uso da terra nos períodos pré- e pós-coloniais.

Os sítios zanja de Iténez, Bolívia

Os Llanos de Mojos, localizados no departamento de Beni, Bolívia, apresentam os exemplos mais diversos e extensivos de obras de terraplenagem na bacia amazônica (Walker, 2018). A província de Iténez, localizada no nordeste dessa região, caracteriza-se pela presença extensiva de valas, conhecidas localmente como zanjas (Prumers; Betancourt, 2014), que ocorrem juntas com canais, diques, campos drenados e açudes de peixe. Sensoriamento remoto e levantamentos arqueológicos mostram que esses sítios cobrem uma área de cerca de 12.000 km² (Erickson, 2010).

As zanjas se localizam no topo de pequenos platôs próximos a cursos de água, e apresentam formas muito variadas (Erickson, 2010). Com suas bermas localizadas no lado exterior das valas, elas lembram os geoglifos no Acre; porém, diferente destes, as áreas internas das zanjas contêm material arqueológico em abundância, incluindo cerâmicas, terras pretas e sepultamentos humanos. Fontes históricas do século XVIII relatam a presença de paliçadas circundando as zanjas, e sua habitação por grupos falantes da língua Baures (Eder, 1985 [1772]), sugerindo que esses sítios serviam como aldeias fortificadas.

Para entender a história das mudanças ambientais causadas pelas populações humanas na região, implementou-se uma abordagem multi-proxy cujo objetivo foi comparar histórias de vegetação e fogo em escala local (através de escavações arqueológicas e análise de perfis de solo) e regional (através da análise palinológica de lagos). O trabalho de campo aconteceu entre 2016 e 2017 e os resultados publicados poucos anos depois (Iriarte et al., 2020a, 2020b; Maezumi et al., 2022; Robinson et al., 2020). Neste trabalho, resumimos os dados

do testemunho de sedimento extraído de Laguna Versalles, e de perfis de solo escavados no sítio Triunfo, localizado na beira do mesmo lago. Triunfo possui depósitos de terra preta de até 1 m de profundidade, contendo ocupações pertencentes a três fases cerâmicas distintas. A construção da zanja, que consiste em uma vala dupla elíptica, foi datada em 1.300-1.400 cal. EC, com uma segunda fase de construção (incluindo buracos de estaca indicativos de uma paliçada) entre 1.630 e 1.800 cal. EC, e está associada a portadores da fase cerâmica Versalles Tardio (Robinson et al., 2020). Sua cronologia é consistente com datações obtidas de outras zanjas na região (Prümers; Betancourt, 2014; Walker, 2018).

Resultados

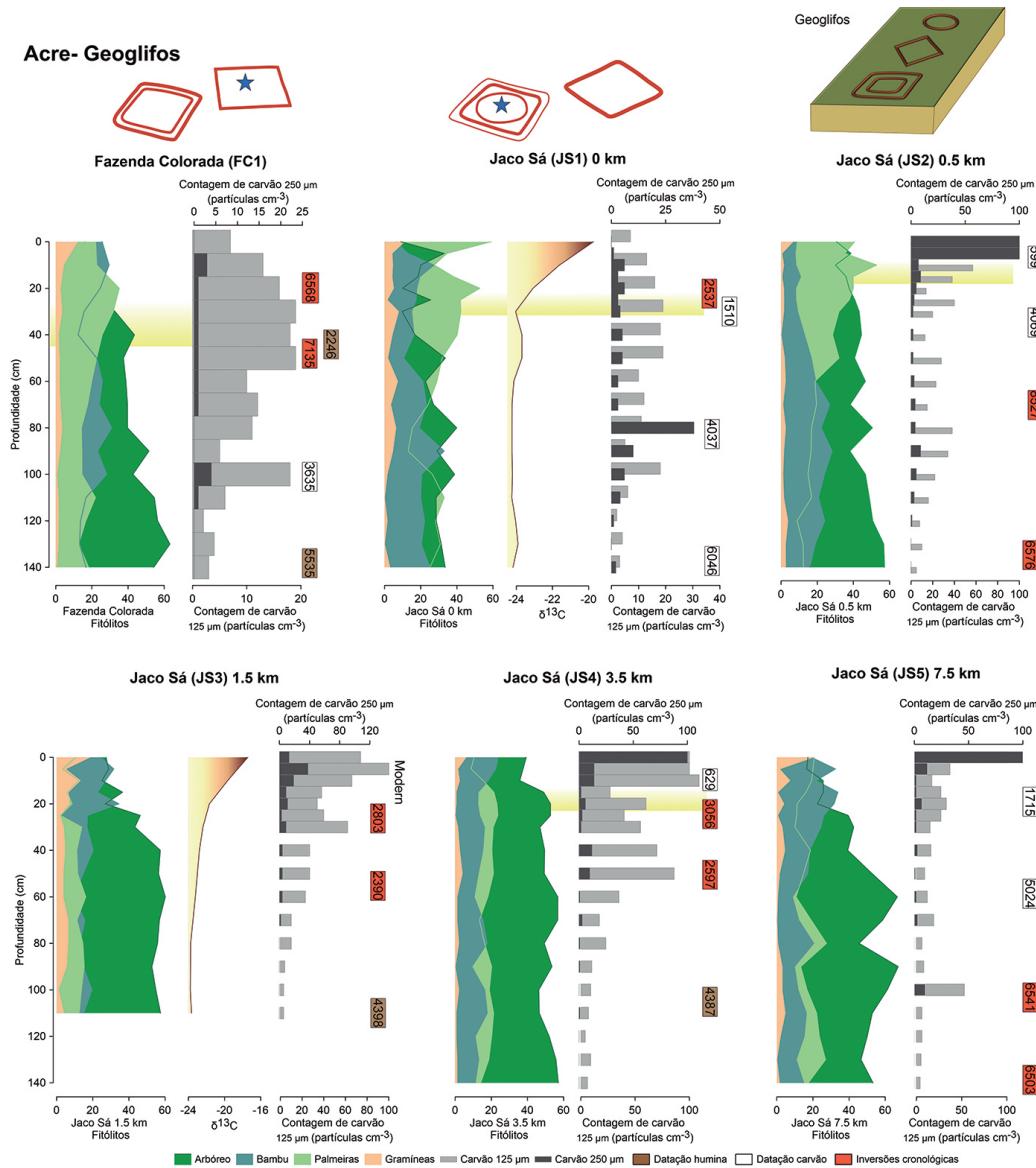
Os geoglifos do Acre

Inversões de carvão (presença de carvão mais jovem embaixo de carvão mais velho) ocorrem em quatro dos seis perfis (Figura 3), demonstrando uma dificuldade inerente às análises de solos que, diferentes dos sedimentos lacustres, frequentemente sofrem com processos de mistura decorrentes da bioturbação. Ainda assim, a integridade cronológica, *grosso modo*, dos perfis foi averiguada com base na coerência geral dos dados de dentro e entre diferentes perfis, e na concordância entre as datações de eventos nos perfis e nas datações obtidas dos sítios arqueológicos.

As datações basais obtidas dos perfis caíram entre 4.500 e 2.500 cal. AEC, ou seja, durante o Holoceno Médio. As assembleias de fitólitos deste período, e por todo o perfil, são consistentes com aquelas de florestas de bambu. Esse tipo de vegetação é encontrado hoje em uma área de cerca de 161.500 km² e é dominada pelo gênero *Guadua* sp., bambu lenhoso cuja agressividade contra árvores maiores resulta em florestas estruturalmente abertas.

A partir de 2.500 cal. AEC, aumentos de carvão em alguns dos perfis são interpretados como sinais de queima da vegetação por populações humanas. Tal hipótese se baseia em registros paleoecológicos que demonstram um aumento no regime de chuvas durante este período com o início do Holoceno Tardio, fato que teria reduzido a inflamabilidade natural da vegetação local. O período também coincide com as datações arqueológicas mais antigas da região (Saunaluoma; Schaan, 2012).

Simultaneamente com este aumento de carvão nos registros, os perfis mais próximos aos geoglifos (FC1, JS1 e JS2) registram um aumento paralelo, embora paulatino, de fitólitos de palmeiras (Arecaceae). Tal aumento não foi esperado, já que o clima neste período foi mais úmido que o anterior (Baker et al., 2001), o que teria favorecido uma cobertura florestal mais densa e menos propícia para a colonização dessas espécies. Isso sugere que as florestas estavam sendo progressivamente enriquecidas com plantas úteis antes dos geoglifos serem construídos. É interessante notar que o mesmo fenômeno acontece em JS4 (embora menos acentuado), mas não se repete nos perfis JS3 e JS5, embora a frequência de carvão nesses perfis também aumente ao longo do tempo.



Fonte: Modificado de Watling et al. (2017).

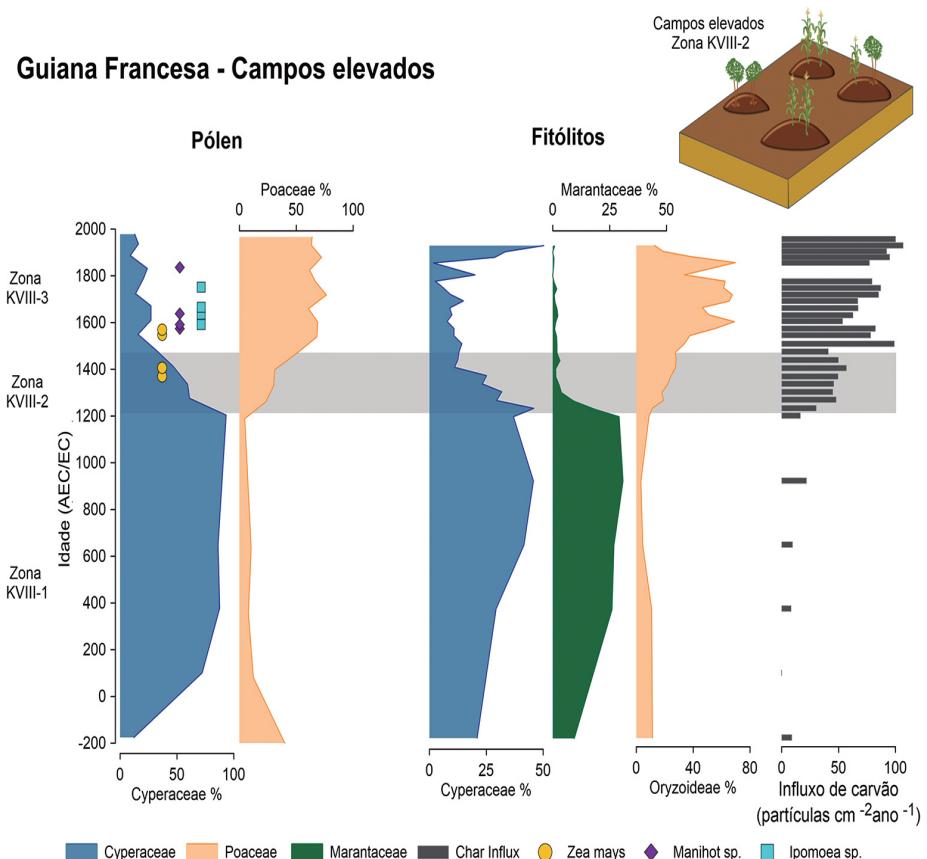
Figura 3 – Dados de fitólitos, carvão, e isótopos estáveis de carbono dos seis perfis de solo analisados na vizinhança dos geoglifos Fazenda Colorada e Jaco Sá, no leste do estado do Acre.

Picos de carvão nos níveis 45-50 cm (de FC1) e 30-35 cm (de JS1), data-dos respectivamente em 296 cal. BCE e 440 cal. EC, são episódios de queima da vegetação próximos em idade ao início da construção dos geoglifos registrada pelas escavações arqueológicas. Nos dois sítios, esses eventos acompanham quedas em fitólitos de espécies lenhosas e a ascensão contínua de palmeiras. Nos perfis JS3-5, a construção do sítio Jaco Sá aparentemente não chegou a impactar a vegetação, revelando um padrão de abertura florestal restrito ao sítio em si.

A manutenção de baixas porcentagens (<10%) de gramíneas, consistente com uma vegetação fechada (em JS1), desde os níveis anteriores a 35cm, sugere que a vegetação acima dos geoglifos não foi mantida completamente aberta durante seu uso. Os valores mais altos de gramíneas (20%), carvão (> 400 partículas/cm²), e $\delta^{13}\text{C}$ (-19,7%) encontrados no estudo vêm de amostras superficiais (0-5 cm) e refletem uma paisagem desmatada há 40 anos pela agropecuária. A singularidade deste sinal moderno é uma forte evidência que as populações pré-columbianas nunca praticaram desmatamento em uma escala parecida no passado.

Por fim, nos locais onde as palmeiras aumentaram ao longo do tempo, há uma redução abrupta nesses fitólitos perto do topo dos perfis, datado em 1.280-1.350 cal. EC em JS2 e JS4. Este período corresponde ao fim do uso dos sítios de geoglyph e a proliferação de aldeias circulares monticulares na região (Saunalauma et al., 2018). É possível que o abandono dos geoglifos fez com que as palmeiras – antes mantidas abundantes pelas práticas de manejo daquelas populações – fossem superadas por espécies arbóreas de crescimento lento.

Os campos elevados do litoral da Guiana Francesa



Fonte: Modificado de Iriarte et al. (2012).

Figura 4 – Dados resumidos de pólen, fitólitos e carvão extraídos do testemunho de sedimento de K-VIII.

O testemunho de sedimento do sítio K-VIII chegou a uma profundidade de 31,5 cm e apresentou uma data basal de 350-290 cal. AEC. Os principais resultados estão resumidos na Figura 4 e separados em três zonas, delimitadas a partir das tendências observadas nos dados.

Na Zona 1, as altas porcentagens de Cyperaceae nos registros de pólen e fitólitos, bem como a presença de fitólitos de Marantaceae, indicam que a paisagem antes da construção dos campos elevados era uma savana alagada, pois essas duas famílias consistem em plantas herbáceas aquáticas típicas desses ambientes. O influxo de carvão nesta zona, medido em partículas por cm^3 por ano, se mantém baixo.

A partir de cerca de 1.200 cal. EC, há uma queda abrupta desses táxons aquáticos e um aumento súbito em pólen e fitólitos de gramíneas (Poaceae) que marca o começo da Zona 2 e o período de construção e uso dos campos elevados. O aumento de gramíneas é interpretado como resultado da criação de áreas de terra firme – ou seja, das superfícies secas dos campos elevados – enquanto um aumento concomitante na subfamília Oryzoideae sugere uma expansão nas áreas das margens dos brejos. Grãos de pólen de milho aparecem pela primeira vez nesta zona, e a presença do milho, assim como a colonização da savana por gramíneas, se repete nas assembleias de fitólitos extraídos dos campos elevados em si (Iriarte et al., 2010). Esta zona também vê o influxo de carvão quase triplicar.

Um aumento abrupto de carvão cerca de 1.500 cal. EC marca o início da Zona 3, e coincide com a chegada dos europeus no litoral guianense. Depois de um hiato de cem anos, o milho reaparece no registro cerca de 1.600 cal. EC, mas é substituído por pólen de mandioca e batata doce quando estabelecidos os primeiros assentamentos permanentes dos europeus na metade do século XVII. Ainda é incerto se esses cultivos foram plantados nos campos elevados, pois sua ausência nas assembleias de fitólitos oriundos dos campos não é conclusiva: a batata doce não produz fitólitos diagnósticos, enquanto a mandioca os produz em quantidades muito baixas. Porém, a construção de novas estruturas, como canais de drenagem e plataformas de cultivo acima dos terraços florestados próximos ao sítio, sugere que as práticas agrícolas durante este período mudaram para as áreas de terra firme, e envolveram queimas mais frequentes na vegetação regional.

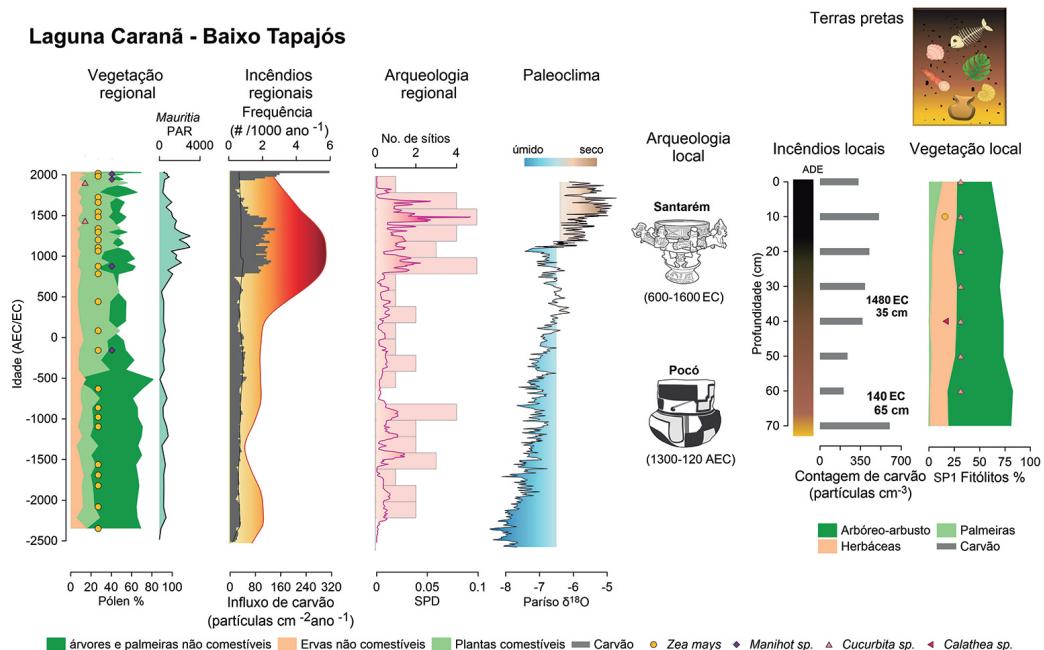
As terras pretas do Baixo Tapajós

No Baixo Tapajós, a contagem alta de pólen de árvores, a presença de milho, baixas quantidades de herbáceas e carvões desde o começo do registro (Figura 5), sugere que práticas de policultura agroflorestal estavam sendo implementadas por populações locais desde cerca de 2.500 cal. AEC.

Depois de 550 cal. AEC, há um aumento (cerca de 45% a 70% entre os táxons terrestres) na porcentagem de plantas comestíveis, um declínio na porcentagem de plantas não documentadas como comestíveis¹ (cerca de 50% a 30%), e a mandioca aparece cerca de 300 cal. AEC. Esta tendência não está associada a uma mudança significativa nos dados de precipitação regionais, sugerindo que

houve um enriquecimento das florestas pelas populações indígenas locais durante esse tempo. O aumento de queimadas regionais entre 300 e 1.450 cal. EC, demonstrado pelo influxo de carvão, está associado a um crescimento demográfico durante este período.

Dados arqueobotânicos da Serra do Maguari 1, uma aldeia monticular medindo 15 ha, circundada por terras pretas, mostram que sua construção ocorreu entre 1.420 e 1.500 cal. EC pelos portadores de cerâmica do período Tapajônico. Fitólitos de abóbora estão presentes nas camadas inferiores à formação das terras pretas, consistente com sua presença no lago, cerca de 1.350 cal. EC; porém, fitólitos de milho só aparecem quando as terras pretas se formam.



Fonte: Modificado de Maezumi et al. (2018a).

Figura 5 – Dados de pólen e carvão do testemunho de sedimento de Lago Caranã, no Baixo Tapajós, apresentados com valores de SPD da região (“Arqueologia regional”), dados de precipitação ($\delta^{18}\text{O}$) da Caverna Paraíso (Wang et al., 2017), e dados de carvão e fitólitos de um perfil de solo localizado no sítio de terra preta Serra do Maguari 1.

Carvão também aumenta a partir de cerca de 1.420 cal. EC com a formação das terras pretas, sugerindo que o fogo foi implementado no processo de criar os solos. Porém, o registro de carvão da Lagoa Caranã aponta para uma redução regional nas práticas de queima no mesmo período, o que é sincrônico com as condições climáticas mais secas dos últimos 5.500 anos, como visto na Caverna Paraíso. Hoje, períodos de seca prolongados no leste da Amazônia estão associados a grandes aumentos na atividade de queima na região; fato que implica a implementação de táticas de supressão do fogo pelas populações pré-

-coloniais. Tal interpretação é apoiada pela presença contínua de árvores no Lago Caranã (cerca de 30-45%) e no sítio Maguari (cerca de 56-82%), o que indica que o desmatamento de grande escala não ocorreu no Platô nos últimos 4.500 anos.

A partir de 1.700 cal. EC, ocorre uma redução no pólen de palmeiras e árvores comestíveis (de 70 a 45%), enquanto o milho, mandioca e abóbora se mantêm presentes. Seguindo um declínio no influxo de carvão, que coincide com uma queda nos valores de SPD entre 1.450 e 1.850 cal. EC, o carvão volta a aumentar gradualmente durante o último século, e depois rapidamente na década de 1970. Valores mais altos de magnitude de queima foram registrados na última década, acompanhados de um aumento de 30% de pólen de herbáceas (principalmente *Ambrosia* sp.).

Os sítios zanja de Iténez, Bolívia

Vegetação de floresta úmida está presente ao longo do registro de Laguna Versalles, indicada pela presença de pólen das famílias Moraceae/Urticaceae em valores >40% (Figura 6). Pólen de milho está presente desde 3.750 cal. AEC, junto com atividade de queima de baixo nível. Valores de SPD são consistentes com a presença de pessoas na região. Dados climáticos do espeleotema Pumacocha registram condições mais secas que o presente desde 4.830 cal. AEC, que se tornaram progressivamente mais úmidas a partir de 3.050 cal. AEC. Portanto, o aumento no influxo de carvão depois de 2.550 cal. AEC é atribuído à queima antropogênica, que alcança um pico ao redor de 850 cal. AEC.

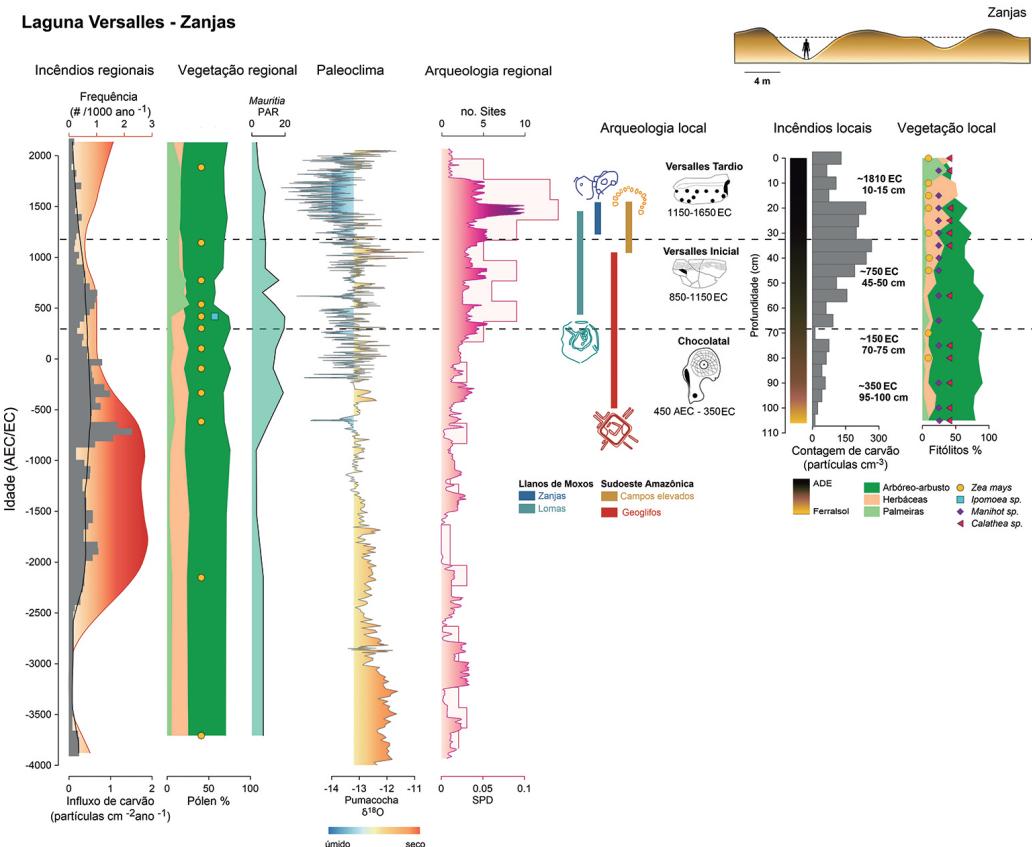
Entre 1.000 e 700 cal. AEC, o influxo de carvão diminui, acompanhado por um declínio de pólen de árvores e arbustos (8%), um aumento de palmeiras (3%) e na concentração de pólen de *Mauritia/Mauritiella* (20%), e a presença de milho. Os dados do sítio Triunfo mostram a presença de mandioca e ariá (*Calathea* sp.), e episódios de queima locais antes e durante a formação das terras pretas. As terras pretas começaram a se formar cerca de 400 cal. AEC, durante a fase cerâmica Chocolatal. Entre 250 e 850 cal. EC, há um aumento na queima da vegetação regional e um declínio na concentração de *Mauritia/Mauritiella* e das árvores e arbustos, enquanto as palmeiras em geral aumentam (10%), e o milho e batata doce continuam estar presentes. Esse período corresponde a um leve aumento na presença humana regional, mostrado pelos valores de SPD ao redor de 400 AEC. Condições climáticas úmidas e estáveis são indicadas pelos valores de $\delta^{18}\text{O}$ da espeleotema Pumacocha (Bird et al., 2011);

Depois de 850 cal. EC, o registro lacustre mostra uma redução de práticas de queima, e grãos de pólen de milho diminuem, sendo registrados em apenas uma amostra datada em 1.030 cal. EC. Enquanto a palinologia sugere que a vegetação se manteve relativamente estável na região, no sítio Truinfo há um aumento em fitólitos de herbáceas (20%) associado com um declínio em plantas lenhosas, um aumento de carvão, e a presença contínua de mandioca, milho e ariá. Essas mudanças ocorrem em uma seção do perfil com terra preta mais escura e cerâmicas pertencentes à fase Versalles Inicial. Esta fase arqueológica (850-

1.150 cal. EC) se caracteriza por um aumento abrupto na presença humana na região, indicado pelos valores SPD, e um período climático mais seco associado à Anomalia Climática Medieval.

Depois de 1.150 cal. EC, os perfis registram uma continuação nas práticas de queima e cultivo associada com um aumento mais abrupto em herbáceas ao custo de árvores na vegetação local. Este período se refere à construção das valas (entre 1.300 e 1.650 cal. EC) e está caracterizado por mais um aumento nos valores de SPD, bem como um aumento no regime de precipitação regional entre cerca de 1.250 e 1.750 cal. EC, associado à Pequena Idade de Gelo (Della Libera et al., 2022; Novello et al., 2017).

O sinal moderno demonstra uma redução do pólen de palmeiras e uma ausência de pólen de cultivos, correspondente a valores mais baixos de influxo de carvão dos últimos 3.500 anos. Hoje em dia, a comunidade indígena Itonama de Versalles utiliza o lago, mas não mora perto dele.



Fonte: Modificado de Maezumi et al. (2022).

Figura 6 – Dados de pólen e carvão do testemunho de sedimento de Laguna Versalles, Iténez, Bolívia, estão apresentados com dados de precipitação ($\delta^{18}\text{O}$) de Cuica Cave (Della Libera et al., 2022), valores de SPD da região (“Arqueologia regional”), e dados de carvão e fitólitos de um perfil de solo localizado no sítio de zanja Triunfo.

Discussão

Na Tabela 1, resumimos os dados paleoecológicos das quatro áreas de acordo com os *thresholds* sugeridos por Roberts et al. (2023). Sem pretender discutir a aplicabilidade das categorias *em si*, avaliamos simplesmente se havia mudanças no uso da terra nos três principais períodos: origens de agricultura (4.000-1.000 AEC), consolidação demográfica (0-1.500 EC) e o capitalismo (1.500 EC-presente).

Tabela 1 – Resumos dos dados em relação ao uso da terra nos três períodos de *thresholds* para o Antropoceno, estabelecidos por Roberts et al. (2023)

	4.000-1.000 AEC	0 - 1.500 EC	1.500 EC - presente
Acre, Brasil	Aumento cerca de 2.500 AEC atividade de queima enriquecimento da floresta	Aumento a partir de 0 EC construção dos geoglifos atividade de queima enriquecimento da floresta	Aumento 1.970 EC atividade de queima desmatamento permanente
Litoral da Guiana Francesa	Não registrado	Aumento cerca de 1.200 EC construção dos campos elevados atividade de queima vegetação da savana transformada	Aumento cerca de 1.500 EC e no sec. XX construção de canais atividade de queima desmatamento na terra firme
Baixo Tapajós, Brasil	Aumento cerca de 2.500 AEC atividade de queima policultura agroflorestal	Aumento a partir de 0 EC atividade de queima enriquecimento da floresta	Aumento 1.970 EC atividade de queima
Iténez, Bolívia	Aumento cerca de 2.500 AEC atividade de queima	Aumento a partir de 500 AEC construção de terras pretas e zanjas atividade de queima de baixa nível enriquecimento de palmeiras	Declínio

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em quase todos os registros analisados, são observados aumentos escalonados no uso da terra – ou seja, no impacto humano – que coincidem de grande modo com os períodos definidos por Roberts et al. (2023).

Começando cerca de 2.500 cal. AEC, nas regiões do Acre, Baixo Tapajós e Iténez, vemos um aumento em atividades de queima associado ao cultivo do milho (Baixo Tapajós e Iténez) e ao manejo da vegetação para favorecer plantas úteis (Acre e Baixo Tapajós). Ainda não está claro como essa tendência se relaciona com as mudanças climáticas associadas ao início do Holoceno Tardio: enquanto o clima começou a se estabilizar no Acre e no Baixo Tapajós, em Iténez, condições climáticas instáveis persistiram por mais tempo.

O período de 0 a 1.500 cal. EC se caracteriza por aumentos regionais em atividades de queima que se correlacionam com crescimentos demográficos e a construção dos geoglifos, campos elevados, zanjas e terras pretas. As terras pretas e campos elevados têm sido interpretadas como evidências de intensificação dos sistemas de manejo indígenas (Iriarte et al., 2020a), transformando grandes áreas de solos inférteis em áreas propícias para o cultivo. Ao mesmo tempo, dados paleoecológicos e arqueobotânicos dos sítios localizados em ambientes de floresta (Acre, Baixo Tapajós e Iténez) mostram que essas populações, ao mesmo tempo: 1) enriqueceram a vegetação com plantas úteis, aumentando sua agrobiodiversidade, e 2) mantiveram a cobertura florestal regionalmente estável (Iriarte et al., 2020b; Maezumi et al., 2018a; 2022; Watling et al., 2017). Este cenário de manejo florestal (policultura de agrofloresta) contrasta com a situação no Velho Mundo, onde agricultores do período Neolítico desmataram grandes regiões florestadas que nunca se recuperaram.

Evidências circunstanciais de três das regiões (todas exceto o Acre), sugerem que isso foi possível através de práticas de queima diferenciadas, que ajudaram a controlar ou até suprimir incêndios severos. Na Guiana Francesa, o aumento de queimadas que ocorreu pouco após o abandono dos campos elevados sugere que fogos foram suprimidos dentro dos campos durante a estação seca (Iriarte et al., 2012); no Baixo Tapajós, a cobertura florestal acima das terras pretas foi mantida através de queimas de baixa severidade (Maezumi et al., 2018b); enquanto em Iténez, embora houve uma redução na quantidade de carvão atingindo o lago neste período, o aumento na concentração de pólen de *Mauritia/Mauritiella* sugere que, regionalmente, queimas de baixa severidade estavam aumentando (Maezumi et al., 2022).

Esses sistemas de manejo deixaram legados duradouros na composição da floresta atual. Inventários botânicos realizados no Acre e no Baixo Tapajós em conjunto com essas pesquisas mostram aumentos na frequência e riqueza relativas de plantas úteis perto dos geoglifos e acima das terras pretas, em comparação com locais adjacentes.

Após a invasão europeia cerca de 1.500 EC, nenhum dos registros paleoecológicos demonstra uma recuperação da cobertura florestal. De fato, no Acre,

Baixo Tapajós e Iténez, mudanças culturais que aconteceram anteriormente estão em parte refletidas nos registros, coincidindo com a Anomalia Climática Medieval (De Souza et al., 2019). Tal cenário coloca em questão a hipótese de que a “Grande Morte” das populações indígenas, e o subsequente reflorestamento da Amazônia, teria sido grande o suficiente para causar a Pequena Idade de Gelo (Koch et al., 2019). Isso pode ser atribuído às práticas de manejo indígena, como da agrofloresta (Maezumi et al., 2018a), no qual não havia aberturas de grande escala na floresta, mas sim a manutenção do dossel da floresta ao redor de sítios.

Em três das regiões estudadas (todas exceto Iténez), as atividades relacionadas à queima e à remoção da vegetação aumentaram de forma drástica durante os últimos 500 anos. No litoral da Guiana Francesa, a colonização precoce da região pelos europeus acompanhou uma mudança abrupta nos regimes de queima por volta de 1.500 cal. EC, que se intensificaram ainda mais durante o século XX. No Acre e baixo Tapajós, porém, estes processos só parecem ter ganhado força a partir da segunda metade do século XX.

No Lago Caranã, o ciclo da borracha – cuja primeira fase durou entre o século XIX até 1912 – é caracterizado pelos níveis mais baixos de queima no registro inteiro. O Rio Tapajós foi um dos lugares mais afetados pela extração da seringa na Amazônia. Dada a quantidade de pessoas que migraram para a área, e o fato que o fogo era considerado uma grande ameaça às plantações (Schroth et al., 2003), a falta de carvão é interpretada a partir da supressão do fogo por essas populações (Maezumi et al., 2018b). É só a partir dos anos 1970, quando foi estabelecida a Reserva FLONA, e políticas públicas tentaram suprimir o uso do fogo na região, que a frequência e severidade de queimadas regionais atingiram seu nível mais alto do que em qualquer outro momento (Maezumi et al., 2018b). Essa tendência é sincrônica à incursão do desmatamento para agropecuária e a plantação de soja, que agravam a secagem das florestas já em curso pela mudança climática antropogênica. No Acre, o aumento súbito de fogo e remoção da vegetação no topo dos perfis estão associados à colonização da região a partir dos anos 1970 e a implantação de fazendas de gado (Watling et al., 2017).

Dados da Laguna Versalles contradizem esse padrão, pois mostram um declínio no impacto humano durante o período colonial. De forma geral, esta região tem sofrido menos com a incursão de agropecuária e outros ciclos extrativistas, e até hoje a maioria da população em Versalles é indígena e pratica formas de manejo tradicionais. Estudos palinológicos das Lagunas Oricore e La Granja, na região vizinha de Bella Vista, Iténez (Carson et al., 2014), também registraram a mesma redução de queimadas regionais durante os últimos 500 anos.

Conclusão

Embora muito mais trabalhos multidisciplinares e integrativos precisem ser feitos em outras regiões da Amazônia, os quatro estudos de caso que apresentamos convergem em alguns pontos importantes, que possuem implicações para como pensamos as condições que precipitaram o Antropoceno amazônico.

Primeiro, nos parece que o período iniciando por volta de 2.500 cal. AEC marcou uma das transformações ambientais de maior escala, e que um aumento mais abrupto nessas transformações aconteceu a partir de aproximadamente 0 EC. Considerar esse último período como o início de um Antropoceno amazônico é um tópico aberto ao debate. De um lado, não há dúvida que a composição da vegetação e dos solos foi altamente modificada neste período, e que a construção de grandes obras de terraplenagem resultou em novas paisagens físicas e simbólicas. Entretanto, os dados paleoecológicos sugerem que tais transformações, ao invés de causar rupturas negativas com os ecossistemas já existentes, conseguiram manter serviços ecossistêmicos vitais através da manutenção da cobertura vegetal. Ao invés de serem *destruídas*, foram *construídas* novas relações entre as pessoas e os outros seres da floresta. No caso amazônico, portanto, esta versão do Antropoceno não implicou uma cisão com o mundo “natural” – fato que talvez fosse resultado das próprias ontologias e formas-de-habitar-o-mundo indígenas ameríndios (e.g. Fausto; Neves, 2018).

Finalmente, podemos concluir que em várias regiões da Amazônia, os impactos antrópicos mais intensos e destrutivos aconteceram após a invasão europeia, especialmente durante o século XX. O desmatamento em grande escala e a ocorrência de queimadas descontroladas deveriam nos preocupar, pois a falta de análogo para esse tipo de uso da terra no passado implica que a recuperação desses ecossistemas no futuro não é um fato dado. Ademais, não nos parece coincidência que Iténez, que foi a única região a registrar um declínio no impacto humano durante o período colonial, seja a região menos colonizada das quatro estudadas.

Nota

1 A divisão entre comestíveis e sem documentação como comestíveis está focada apenas no registro do uso por humanos e limitada à documentação etnográfica existente. Nossa pesquisa busca transformações por manejo e designou comestível a todos os gêneros que têm uso, de pelo menos uma espécie, documentado na literatura etnográfica.

References

- ARROYO-KALIN, M. Landscaping, landscape legacies, and landesque capital in pre-Columbian Amazonia. In: *The Oxford Handbook of Historical Ecology and Applied Archaeology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2016.
- ARROYO-KALIN, M.; RIRIS, P. Did pre-Columbian populations of the Amazonian biome reach carrying capacity. *PTRS B: Biological Sciences*, v.376, n.1816, p.20190715, 2020.

- BAKER, P. A. et al. The history of South American tropical precipitation for the past 25,000 years. *Science*, v.29, n.5504, p.640-3, 2001.
- BELCHER, C. M. et al. What Can Charcoal Reflectance Tell Us About Energy Release in Wildfires and the Properties of Pyrogenic Carbon? *FES*, v.6, p.169, 2018.
- BIRD, B. W. et al. A 2,300-year-long annually resolved record of the South American summer monsoon from the Peruvian Andes. *PNAS*, v.108, n.21, p.8583-8, 2011.
- BUSH, M. B.; COLINVAUX, P. A. A 7000-year pollen record from the Amazon lowlands, Ecuador. *Vegetation*, v.76, p.141-54, 1988.
- CAROMANO, C. F. et al. Revealing fires and rich diets: macro-and micro-archaeobotanical analysis at the Hatahara Site, Central Amazonia. *Tipití*, v.11, n.2, p.40-51, 2013.
- CARSON, J. F. et al. Environmental impact of geometric earthwork construction in pre-Columbian Amazonia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.111, n.29, p.10497-502, 2014.
- CLEMENT, C. R. et al. Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. *Quaternary*, v.4, n.1, p.4, 2021.
- COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E.; BUSH, M. B. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. *QSR*, v.19, n.1-5, p.141-69, 2000.
- CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The 'Anthropocene' (2000). In: *The Future of Nature: Documents of Global Change*. New Haven: Yale Univ. Press, 2013. p.479-90.
- DE SOUZA, J. G. et al. Climate change and cultural resilience in late pre-Columbian Amazonia. *NEE*, v.3, n.7, p.1007-17, 2019.
- DELLA LIBERA, M. E. et al. Paleoclimatic and paleoenvironmental changes in Amazonian lowlands over the last three millennia. *QSR*, v.279, p.107383, 2022.
- DENEVAN, W. M. A bluff model of riverine settlement in prehistoric Amazonia. *Annals of the AAG*, v.86, n.4, p.654-81, 1996.
- _____. *Cultivated landscapes of Native America and the Andes*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2001.
- _____. Pre-European forest cultivation in Amazonia. In: *Time and Complexity in Historical Ecology*. New York: Columbia Univ. Press, 2006. p.153-64.
- EDER, F. J. *Breve Descripción de las Reducciones de Mojos. Historia Boliviana*. 1985.
- ERICKSON, C. L. Historical ecology and future explorations. In: *Amazonian Dark Earths: Origins, Properties, Management*. New York: Springer, 2003. p.455-500.
- _____. The transformation of environment into landscape: the historical ecology of monumental earthwork construction in the Bolivian Amazon. *Diversity*, v.2, n.4, p.618-52, 2010.
- ERICKSON, C. L.; WALKER, J. H. Pre-Columbian causeways and canals as landesque capital. In: *Landscapes of Movement: Trails, paths and roads in anthropological perspective*. Philadelphia: Penn Museum Press and Univ. of Pennsylvania Press, 2009. p.232-52.
- FAUSTO, C.; NEVES, E. G. Timeless gardens: deep indigenous history and the making of biodiversity in the Amazon. In: *Tropical Forest Conservation: Integrating natural and cultural diversity for sustainability, a global perspective*. Mexico City: Unesco Mexico, 2018.

FLANTUA, S. G. et al. Updated site compilation of the Latin America pollen database. *PPP*, v.223, p.104-15, 2015.

GLASER, B.; BIRK, J. J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.82, p.39-51, 2012.

GOSLING, W. D.; CORNELISSEN, H. L.; MCMICHAEL, C. N. H. Reconstructing past fire temperatures from ancient charcoal material. *PPP*, v.520, p.128-37, 2019.

HECHT, S. B. Indigenous soil management and the creation of Amazonian Dark Earths: implications of Kayapó practice. In: *Amazonian Dark Earths: Origins, Properties and Management*. New York: Springer, 2003. p.335-72.

HIGUERA, P. E. et al. Peak detection in sediment–charcoal records: Impacts of alternative data analysis methods on fire-history interpretations. *IJWF*, v.19, p.996-1014, 2011.

HILL, J. et al. Differing local-scale responses of Bolivian Amazon forest ecotones to middle Holocene drought based upon multiproxy soil data. *JQS*, p.1-21, 2023.

IRIARTE, J. et al. Late Holocene Neotropical agricultural landscapes: phytolith and stable carbon isotope analysis of raised fields from French Guianan coastal savannahs. *JAS*, v.37, n.12, p.2984-94, 2010.

IRIARTE, J. et al. Fire-free land use in pre-1492 Amazonian savannas. *PNAS*, v.109, n.17, p.6473-8, 2012.

IRIARTE, J. et al. The origins of Amazonian landscapes: Plant cultivation, domestication and the spread of food production in tropical South America. *QSR*, v.248, p.106582, 2020a.

IRIARTE, J. et al. Geometry by design: Contribution of lidar to the understanding of settlement patterns of the mound villages in SW Amazonia. *JCAA*, v.3, n.1, p.151-69, 2020b.

JUNQUEIRA, A. B.; SHEPARD, G. H.; CLEMENT, C. R. Secondary forests on anthropogenic soils in Brazilian Amazonia conserve agrobiodiversity. *Biodiversity and Conservation*, v.19, n.7, p1933-61, 2010.

KERN, D. C. et al. Distribution of Amazonian Dark Earths in the Brazilian Amazon. In: *Amazonian Dark Earths: Origins, Properties, Management*. New York: Springer, 2003. p.51-75.

KOCH, A. et al. Earth system impacts of the European arrival and Great Dying in the Americas after 1492. *QSR*, v.207, p.13-36, 2019.

LEVIS, C. et al. How people domesticated Amazonian forests. *FEE*, v.5, p.171, 2018.

LEYS, B. et al. Fire history reconstruction in grassland ecosystems: Amount of charcoal reflects local area burned. *ERL*, v.10, n.11, p.114009, 2015.

LINS DE PAIVA, H. C.; GALLO, V. Paleoecologia x Ecologia: Uma interação necessária? *SUSTINERE*, v.9, n.1, p.254-96, 2021.

MAEZUMI, S. Y. et al. The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon. *Nature Plants*, v.4, n.8, p.540-47, 2018a.

MAEZUMI, S. Y. et al. New insights from pre-Columbian land use and fire management in Amazonian Dark Earth forests. *FEE*, v.6, n.111, p.1-23, 2018b.

- MAEZUMI, S. Y. et al. Legacies of Indigenous land use and cultural burning in the Bolivian Amazon rainforest ecotone. *PTRS B*, v.377, n.1849, p.20200499, 2022.
- MAYLE, F. E.; IRIARTE, J. Integrated palaeoecology and archaeology - a powerful approach for understanding pre-Columbian Amazonia. *JAS*, v.51, p.54-64, 2014.
- MCMICHAEL, C. H. et al. Comment on “Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition”. *Science*, v.355, n.6328, p.925-31, 2017.
- MONGELÓ, G. Z. Ocupações humanas do Holoceno inicial e médio no sudoeste amazônico. *Bol. MPEG*, v.15, n.2, p.e20190079, 2020.
- MORA, S. et al. *Cultivars, Anthropic Soils, and Stability*. Pittsburgh: Univ. of Pittsburgh, LAA, 1991.
- MORCOTE-RÍOS, G. et al. Colonisation and early peopling of the Colombian Amazon during the Late Pleistocene and the Early Holocene: New evidence from La Serranía La Lindosa. *Quaternary International*, v.578, p.5-19, 2021.
- NEVES, E. G. et al. Peoples of the Amazon before European colonization. In: *Science Panel for the Amazon: Amazon Assessment Report 2021*. New York: UNSDSN, 2021. p.1-40.
- NOVELLO, V. F. et al. A high-resolution history of the South American Monsoon from last glacial maximum to the Holocene. *SR*, v.7, p.1-8, 2017.
- PETERSEN, J. B.; NEVES, E. G.; HECKENBERGER, M. J. Gift from the past: terra preta and prehistoric Amerindian occupation in Amazonia. In: *Unknown Amazon: Culture and nature in ancient Brazil*. London: The British Museum Press, 2001. p.86-106.
- POSEY, D. A.; BALÉE, W. (Ed.) *Resource Management in Amazonia*: Indigenous and folk strategies, AEB, v.7. New York: New York Botanical Garden, 1989.
- PRÜMERS, H.; JAIMES BETANCOURT, C. 100 años de investigación arqueológica en los Llanos de Mojos. *Arqueoantropológicas*, v.4, p.11-54, 2014.
- ROBERTS, P. et al. Mapping our reliance on the tropics can reveal the roots of the Anthropocene. *NEE*, v.7, p.632-36, 2023.
- ROBINSON, M. et al. Anthropogenic soil and settlement organisation in the Bolivian Amazon. *Geoarchaeology*, v.36, n.3, p.388-403, 2020.
- ROOSEVELT, A. C. Chiefdoms in the Amazon and Orinoco. In: *Chiefdoms in the Americas*. Lanham, Maryland: Uni. Press of America, 1987. p.153-84.
- ROOSEVELT, A. C. The Amazon and the Anthropocene. *Anthropocene*, v.4, p.69-87, 2014.
- ROSTAIN, S. Pre-Columbian earthworks in coastal Amazonia. *Diversity*, v.2, n.3, p.331-52, 2010.
- ROSTAIN, S.; VERSTEEG, A. J. The Arauquinoid Tradition in the Guianas. In: *Late Ceramic Age Societies in the Eastern Caribbean*. Oxford: BAR International Series 1273, 2004. p.223-50.
- SAUNALUOMA, S.; VIRTANEN, P. K. Variable models for organization of earthworking communities in Upper Purus, southwestern Amazonia: Archaeological and ethnographic perspectives. *Tipití*, v.13, n.1, p.23-43, 2015.

SAUNALUOMA, S.; PÄRSSINEN, M.; SCHAAN, D. Diversity of pre-colonial earthworks in the Brazilian state of Acre, southwestern Amazonia. *JEA*, v.43, n.5, p.362-79, 2018.

SAUNALUOMA, S.; SCHAAN, D. Monumentality in Western Amazonian formative societies: geometric ditched enclosures in the Brazilian state of Acre. *Antiqua*, v.2, n.1 p.1-11, 2012.

SCHAAN, D. et al. New radiometric dates for precolumbian (2000–700 BP) earthworks in western Amazonia, Brazil. *JEA*, v.37, n.2, p.132-42, 2012.

SCHROTH, G. et al. Rubber agroforests at the Tapajós river, Brazilian Amazon. *AEE*, v.97, p.151-65, 2003.

TEIXEIRA, W. G. et al. *As Terras Pretas de Índio da Amazônia*. Manaus: Embrapa, 2010.

WALKER, J. H. *Island, River and Field*: Landscape archaeology in the Llanos de Moxos. Albuquerque (NM): UNM Press, 2018.

WANG, X. et al. Hydroclimate changes across the Amazon lowlands over the past 45,000 years. *Nature*, v.541, n.7636, p.204-7, 2017.

WATLING, J. et al. Impact of pre-Columbian “geoglyph” builders on Amazonian forests. *PNAS*, v.114, n.8, p.1868-73, 2017.

WATLING, J. et al. Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. *PLoS One*, v.13, n.7, p.e0199868, 2018a.

WATLING, J.; MAYLE, F. E.; SCHAAN, D. Historical ecology, human niche construction and landscape in pre-Columbian Amazonia: a case study of the geoglyph builders of Acre, Brazil. *JAA*, v.50, p.128-39, 2018b.

WHITMORE, T. M.; TURNER II, B. L., *Cultivated Landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*. Oxford: Oxford Univ.Press, 2001.

WOODS, W. I. et al. (Ed.) *Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek’s vision*. [S.I.]: Springer, 2009.

RESUMO – Recentemente, Roberts et al. (2023) definiram três *thresholds* socioeconômicos que teriam sido a base do Antropoceno no mundo: o primeiro, entre 4.000 e 1.000 AEC, relacionado ao início da agricultura; o segundo, entre 0 e 1.500 EC, relacionado ao urbanismo e à consolidação demográfica das populações humanas; e o terceiro, entre 1.500 EC e o presente, associado ao avanço do colonialismo e do capitalismo. Neste artigo, discutimos os resultados de estudos paleoecológicos realizados em quatro regiões da Amazônia conhecidas por apresentarem altas concentrações de sítios arqueológicos (os geoglifos do Acre, os campos elevados da Guiana Francesa, as terras pretas do Baixo Tapajós, e os sítios de zanja em Iténez, Bolívia), e avaliamos o que eles nos dizem sobre a natureza desses *thresholds* e como eles podem nos informar sobre o Antropoceno amazônico. Concluímos que os maiores e mais destrutivos impactos antropogênicos têm acontecido no período colonial, especialmente nos últimos 50 anos, associados à incursão de economias capitalistas nestes locais. Em contraponto, as práticas de manejo indígenas, que começam a ser visíveis a partir de cerca de 2.500 AEC, e se tornam alta-

mente transformativas a partir de cerca de 0 EC, conseguiram manter serviços ecossistêmicos vitais e aumentar a agrobiodiversidade da sua vegetação, *construindo* – ao invés de *destruindo* – relações com os outros seres vivos.

PALAVRAS-CHAVE: Paleoecologia, Arqueologia, *Thresholds* do Antropoceno, Amazônia.

ABSTRACT – Recently, Roberts et al. (2023) defined three socioeconomic thresholds thought to have laid the foundations for the Anthropocene: the first, between 4000 and 1000 BCE, related to the beginnings of agriculture; the second, between 0 and 1500 CE, related to urbanism and the demographic consolidation of human populations; and the third, between 1500 and the present CE, associated with the advance of colonialism and capitalism. In this article, we discuss the results of paleoecological studies carried out in four Amazonian regions known to have high concentrations of archaeological sites (the geoglyphs of Acre, the raised fields of French Guiana, the dark earths of the lower Tapajós region, and the zanja sites of Iténez, Bolivia), and evaluate what they tell us about the nature of the Amazonian Anthropocene. We conclude that the largest and most destructive anthropogenic impacts occurred during the colonial period, especially in the last 50 years, associated with the arrival of capitalist economies. In contrast, Indigenous management practices, which begin to be visible from ca. 2500 BCE, and become highly transformative from ca. 0 CE, managed to maintain vital ecosystem services and increase the agrobiodiversity of the rainforest, building upon – rather than destroying – their relationships with other living beings.

KEYWORDS: Paleoecology, Archaeology, Thresholds for the Anthropocene, Amazonia.

Jennifer Watling é professora no Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo. @ – jwatling@usp.br / <https://orcid.org/0000-0001-7897-5105>.

S. Yoshi Maezumi é pesquisadora no Departamento de Arqueologia, Max Planck Institute of Geoanthropology, Jena, Alemanha. @ – maezumi@shh.mpg.de / <https://orcid.org/0000-0002-4333-1972>.

Myrtle P. Shock é professora no Instituto de Ciências da Sociedade, Universidade Federal do Oeste do Pará. @ – myrtle.shock@ufopa.edu.br / <https://orcid.org/0000-0001-9129-0442>.

José Iriarte é professor no Departamento de Arqueologia, Universidade de Exeter, Reino Unido. @ – j.iriarte@ex.ac.uk / <https://orcid.org/0000-0002-8155-5360>.

Recebido em 6.6.2023 e aceito em 3.6.2024.

^I Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, Brasil.

^{II} Max Planck Institute of Geoanthropology, Departamento de Arqueologia, Jena, Alemanha.

^{III} Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Sociedade, Santarém, Pará, Brasil.

^{IV} Universidade de Exeter, Departamento de Arqueologia, Exeter, Devon, Reino Unido.