

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO ACRE

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ORGANIZAÇÃO

Amilcar Adamy

Porto Velho, Brasil

2015

13

FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E SOLOS NOS LOCAIS EM QUE FORAM CONSTRUÍDOS OS GEOGLIFOS NO ESTADO DO ACRE

Wenceslau Geraldes Teixeira (*wenceslau.teixeira@embrapa.br*)¹

Denise Pahl Schaan (*deniseschaan@marajoara.com*)²

Edgar Shinzato (*edgar.shinzato@cprm.gov.br*)³

Antônia Damasceno Barbosa (*plintita_ac@hotmail.com*)⁴

Lilian Rebellato (*lilian.rebellato@gmail.com*)⁵

William Woods (*wwoods@ku.edu*)⁶

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

²Universidade Federal do Pará (UFPA)/CNPQ

³CPRM – Serviço Geológico do Brasil

⁴Pesquisadora na Área de Arqueologia Pré-Histórica

⁵Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

⁶Universidade do Kansas (KU)

SUMÁRIO

Introdução	203
Distribuição dos Geoglifos na Amazônia Ocidental	203
Relações Ambientais dos Geoglifos no Município de Plácido de Castro	203
Localização dos Geoglifos em Relação Às Feições Geomorfológicas	203
Localização dos Geoglifos em Relação às Classes e Características dos Solos ...	206
Ocorrência de Geoglifos em Argissolos	208
Ocorrência de Geoglifos em Latossolos	208
Ocorrência de Geoglifos em Plintossolos	208
Características dos Solos nos Geoglifos	209
Falta de Evidências de Sítios de Habitação no Interior dos Geoglifos	211
Referências.....	212

INTRODUÇÃO

Os sítios arqueológicos denominados geoglifos constituem-se de imensas valas escavadas por povos pré-colombianos, com até 4 m de profundidade, com muretas adjacentes, formando, em sua maioria, círculos, retângulos e hexágonos de grande precisão geométrica (SCHAAN; BARBOSA, 2014). A área circundada por essas valas e muretas mede entre 3 a 10 ha, com diâmetro médio de 100 m, chegando a alcançar 385 m. São, muitas vezes, conectadas por caminhos também murados. As datações indicam que houve construção/ocupação dos geoglifos variando entre o ano 200 a.C. até 1300 d.C. (PÄRSSINEN; SCHAAN; RANZI, 2009; SCHAAN, 2012).

DISTRIBUIÇÃO DOS GEOGLIFOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Os registros, até o presente, indicam maior densidade de ocorrências de geoglifos na região leste do estado do Acre. No entanto, estruturas semelhantes foram identificadas na região sul do Amazonas (PÄRSSINEN; SCHAAN; RANZI, 2009), oeste de Rondônia, norte do Mato Grosso (HECKENBERG, 2005) e na Bolívia, onde são denominados *zanjas circundantes* (DENEVAN, 1996, 2001; ERICKSON, 2010; HASTIK; GEITNER; NEUBURGER, 2013; PRÜMERS; JAIMES BETANCOURT; PLAZA MARTÍNEZ, 2006). Na região de Baures, na Bolívia, há geoglifos com áreas circundadas superiores a 100 ha (ERICKSON, 2010). Até o momento, foram registrados aproximadamente 300 geoglifos no estado do Acre (SCHAAN; BARBOSA, 2014), predominantemente nos interflúvios dos rios Acre, Iquiri e Abunã.

Apesar da monumentalidade dos geoglifos, as bases cartográficas de relevo e hidrografia, os mapas temáticos de solos, geomorfologia, geologia e vegetação disponíveis para o estado do Acre – folhas SC.19 Rio Branco e SC.18 Javari/Contamana, em escala 1:1.000.000 (BRASIL, 1976, 1977) –, como também os mapas do zoneamento ecológico-econômico do estado (ACRE, 2010), em escala 1:250.000, não possibilitam uma análise detalhada, relacionando as posições no relevo, vegetação, geomorfologia e os solos com as localizações desses sítios arqueológicos na paisagem.

Adicionalmente, as análises podem ser enviesadas, pois a maioria das ocorrências conhecidas de geoglifos foi descrita em áreas desmatadas, possíveis de serem identificados em fotografias aéreas e imagens de satélite (RANZI; FERES; BROWN, 2007). Certamente, muitos geoglifos localizados em áreas com florestas primárias ainda não foram descritos. Entretanto, as imagens obtidas com as tecnologias Light Detection And Ranging (LIDAR) ou Radio Analysis Detection And Ranging (RADAR), principalmente com a banda P, que possibilitam a penetração no dossel da floresta, auxiliarão na identificação de geoglifos e caminhos com muretas em áreas vegetadas.

RELAÇÕES AMBIENTAIS DOS GEOGLIFOS EM PLÁCIDO DE CASTRO

As análises do estudo apresentado neste capítulo foram concentradas no município de Plácido de Castro, localizado na parte sudeste do estado do Acre, onde há grande ocorrência de geoglifos. A opção por esse município baseou-se, principalmente, no fato de que cerca de 80% de sua área já foram desmatados, segundo dados do PRODES-INPE (BRASIL, 2012) (Figura 13.1).

O município dispõe de uma carta topográfica na escala 1:100.000 (BRASIL, 1979) (Figura 13.2) e de um mapa de solos semidetalhado na escala 1:100.000 (RODRIGUES et al., 2003) (Figura 13.3).

Foram utilizadas imagens de radar do Projeto Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), reamostradas para uma precisão de 30 m (Figura 13.4). Entretanto, uma análise detalhada dos modelos de elevação gerados com as referidas imagens nessa região mostrou um enviesamento com aumento artificial das altitudes nas áreas cobertas pela floresta. Os radares do Projeto SRTM utilizaram a banda C, que tem baixa penetração na copa das árvores, criando artificialmente áreas mais elevadas, onde estas são cobertas por vegetação (KELLNDORFER et al., 2004; VALERIANO et al., 2006).

Nessa região, os desníveis do relevo são relativamente pequenos e a precisão das imagens SRTM foi estimada para a América do Sul na ordem de 6 m na vertical e 9 m na horizontal (RODRIGUEZ et al., 2005). A dificuldade de se obter uma base de relevo compatível com as dimensões dos geoglifos não pode ser contornada nem com o uso da carta topográfica da Folha Plácido de Castro (Figura 13.2), pois ela apresenta as curvas de nível distanciadas de 20 m na vertical; conseqüentemente, a discussão quanto às relações entre as feições do relevo e as ocorrências dos geoglifos foi simplificada.

LOCALIZAÇÃO DOS GEOGLIFOS EM RELAÇÃO ÀS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

Os geoglifos no município de Plácido de Castro estão localizados, em geral, junto a pequenos cursos de água das drenagens primárias, com poucas ocorrências próximas ao principal rio da região – Abunã (Figura 13.2). As análises da distribuição espacial dos geoglifos na paisagem acreana levadas a efeito até o momento indicam que eles eram construídos, preferencialmente, em pequenos platôs, próximo às bordas e a alguma fonte de água primária (CARMO, 2012; SCHAAN; BARBOSA, 2014; SCHAAN, 2012). Essa posição permite ampla visão do ambiente circundante, o que poderia estar relacionado a questões de segurança, caso a cobertura vegetal não fosse de floresta na época de sua construção, além do simbolismo pela posição mais alta na paisagem. Em um ambiente com excesso de água no passado, esses locais foram também os potencialmente mais drenados e com menos riscos de inundação.

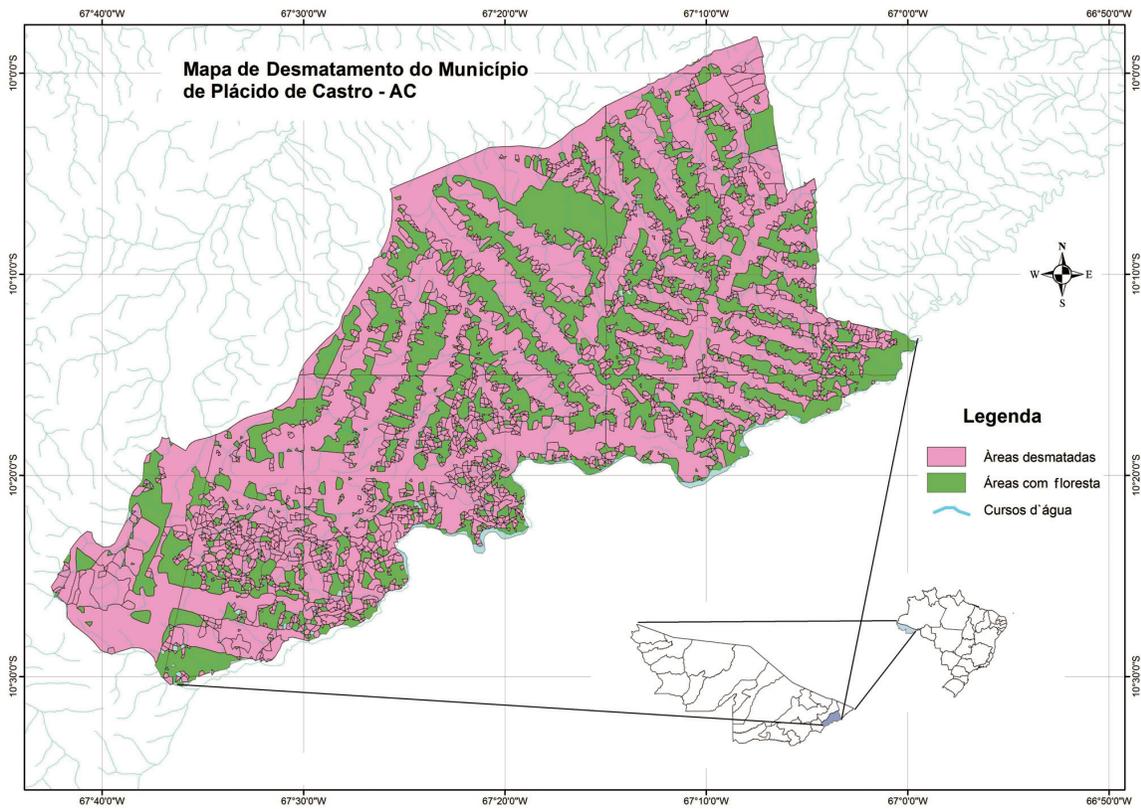


Figura 13.1 - Mapa de desmatamento do município de Plácido de Castro. Fonte: BRASIL, 2012.

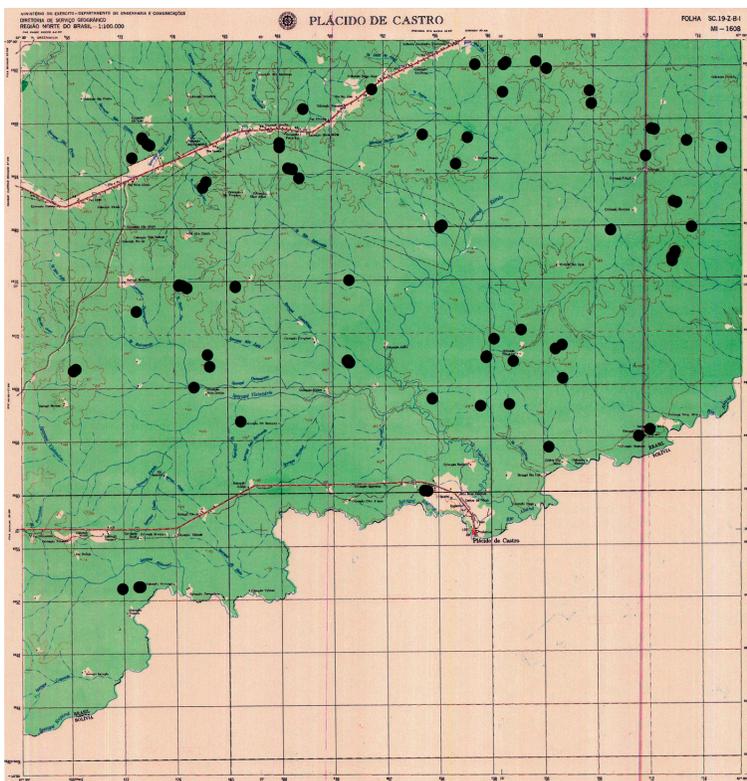


Figura 13.2 - Folha SC.19-Z-B-I Plácido de Castro. Fonte: BRASIL, 1979. Nota: Os pontos em negro indicam a ocorrência de geóglifos.

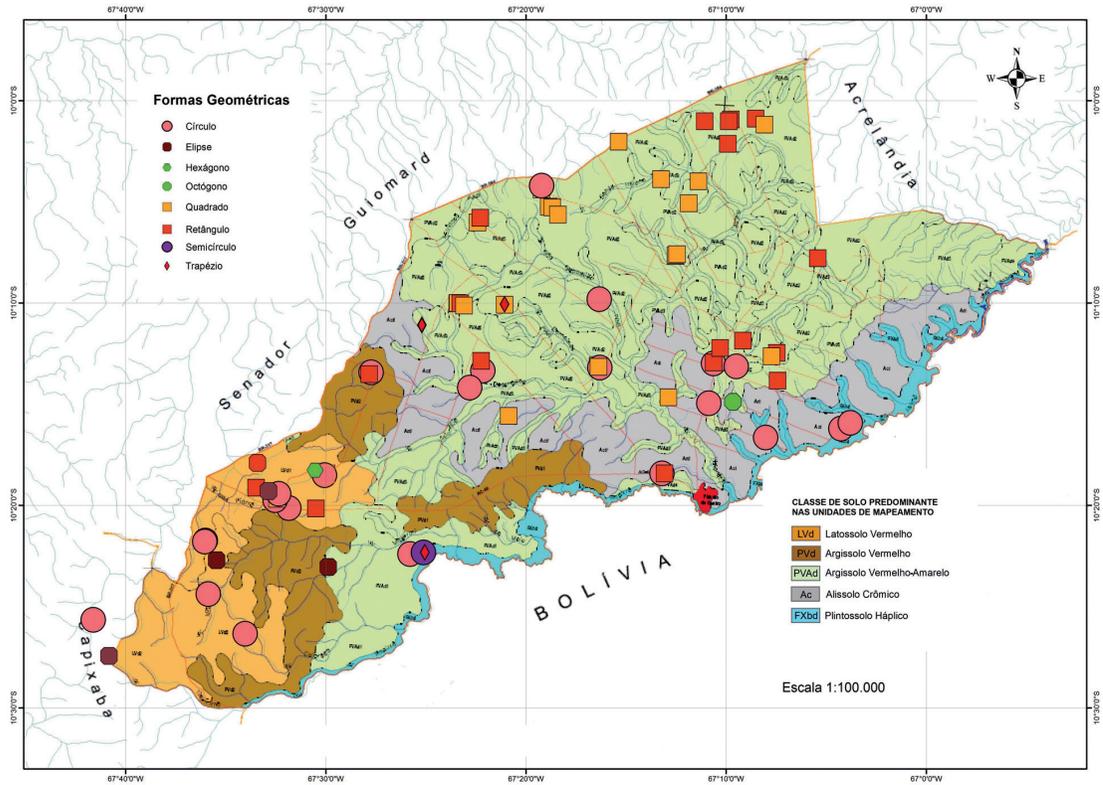


Figura 13.3 - Mapa de solos do município de Plácido de Castro, com indicação das ocorrências e formas dos geoglifos. Fonte: Adaptado de RODRIGUES et al., 2003; SCHAAN; BARBOSA, 2014.

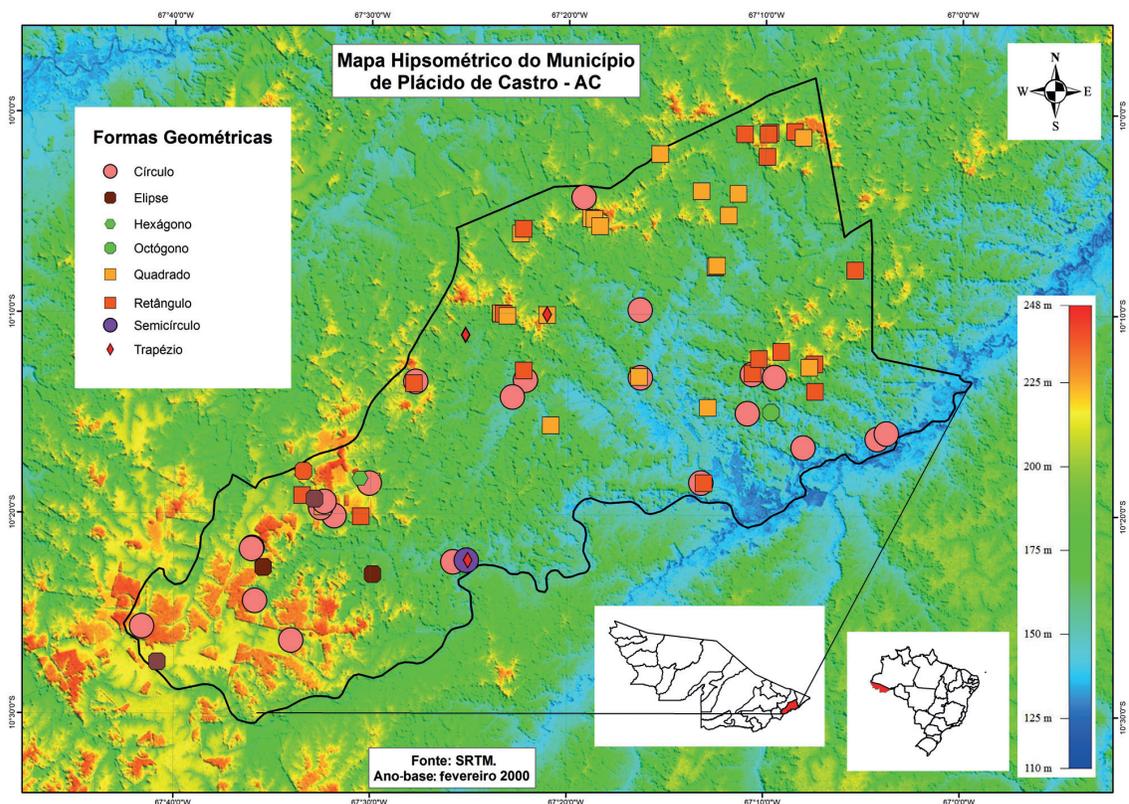


Figura 13.4 - Mapa hipsométrico do município de Plácido de Castro, com indicação das ocorrências e formas dos geoglifos. Fonte: SRTM, 2000.

As fases de relevo na região variam de plano a suave ondulado (3 a 8% de declive) nos interflúvios tabulares, onde se registra a maioria das ocorrências de geoglifos. Predominam as fases suave ondulado a ondulado nas colinas e ondulado nas áreas dissecadas pela rede de drenagem. Nessas áreas de nítida ruptura do relevo ocorrem, frequentemente, deslizamentos (rastejo e escorregamentos rotacionais), que já atingiram alguns geoglifos localizados próximos a essas bordas (Figura 13.5).

A precipitação atual tem média de 1.400 mm; entretanto, ocorrem alguns meses com baixa precipitação (<60 mm), o que classifica o clima, segundo Köppen, em Aw (RODRIGUES et al., 2003). As temperaturas apresentam média anual próxima a 25°C, sendo que entre os meses de junho a agosto, frequentemente, ocorrem temperaturas abaixo de 5°C, fenômeno localmente conhecido como friagem. Já foi aventado que as valas dos geoglifos poderiam ter a função de abrigo durante fenômenos de friagem (DIAS, 2006), a exemplo das casas escavadas no solo dos índios Kaingang do sul do Brasil (SCHMITZ, 2002) e do índio solitário em Rondônia (MONTE REEL, 2011).

LOCALIZAÇÃO DOS GEOGLIFOS EM RELAÇÃO ÀS CLASSES E CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS

Os solos dessa região foram desenvolvidos, predominantemente, de argilitos silticos e siltitos argilosos, associa-

dos à Formação Solimões, depositados no Neógeno entre o Mioceno e o Plioceno (BAHIA, 2014). Os sedimentos finos desse material conferem a esses solos reduzida permeabilidade. Próximo aos rios observam-se solos desenvolvidos a partir de sedimentos aluvionares e coluvionares do Quaternário (holocênicos e pleistocênicos), onde a presença de geoglifos é rara a praticamente inexistente. Entretanto, há ao menos um registro de geoglifo nesse ambiente (depósitos aluvionares) identificado no estado do Amazonas (PÄRSSINEN; SCHAAN; RANZI, 2009). Essa região, também classificada como Depressão do Endimari-Abunã, encontra-se no domínio dos Tabuleiros da Amazônia Ocidental (DANTAS et al., 2014).

As principais classes de solo onde ocorrem com mais frequência os geoglifos no espaço geográfico de Plácido de Castro são apresentadas no Quadro 13.1.

Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho são as classes de solo de maior ocorrência no município, predominantemente nas áreas de relevo mais aplainado. Já a classe textural predominante é a argilosa. As características inerentes a essa classe textural devem ter orientado os construtores dos geoglifos em sua busca de estabilidade para valas e muretas, bem como para reduzir a infiltração, no caso de haver intenção de armazenamento de água nas valas, além de compactá-los. Esses solos, apesar da textura argilosa, são bem drenados, fato confirmado pela ocorrência de cores de oxidação em todo o perfil. A clas-



Figura 13.5 - Geoglifo Chinésio (Plácido de Castro). Fotografia: Denise Schaan, s/d.

Nota: Atentar para a posição próximo à borda, que apresenta escorregamento de parte de sua estrutura.

Quadro 13.1 - Número de ocorrência de geoglifos por classes de solo e principais características, feições de relevo e de vegetação em Plácido de Castro.

Número de Geoglifos	Classe de Solo	Símbolo	Fertilidade	Classe Textural	Fases de Relevo	Fases de Vegetação
2	Argissolo Vermelho-Amarelo + Alissolo Crômico	PVAd1	Distróficos	Média/Argilosa	Plano e suave ondulado + ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Densa e Aberta
2	Argissolo Vermelho-Amarelo + Plintossolo Háptico	PVAd4	Distróficos	Média/Argilosa	Suave ondulado + ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Aberta
2	Argissolo Vermelho + Argissolo Vermelho Amarelo-plíntico	PVD2	Distróficos	Média/Argilosa	Suave ondulado e ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Densa
3	Plintossolo Háptico aluminico + Neossolo Flúvico	FXbd	Distróficos	Argilosa/Muito Argilosa	Suave ondulado e ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia
4	Argissolo Vermelho-Amarelo + Plintossolo Háptico	PVAd3	Distróficos	Média/Argilosa	Suave ondulado + ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Aberta
5	Latossolo Vermelho + Argissolo Vermelho-Amarelo	LVd2	Distróficos	Argilosa/Muito Argilosa	Plano e suave ondulado + Suave ondulado e ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Densa
6	Alissolo Crômico argilúvico + Plintossolo Háptico aluminico	Act	Distróficos	Argilosa/Muito Argilosa	Suave ondulado e ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia
12	Argissolo Vermelho-Amarelo + Argissolo Vermelho Amarelo-aluminico plíntico	PVAd5	Distróficos	Média/Argilosa	Suave ondulado + ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Aberta
17	Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-Amarelo	LVd1	Distróficos	Argilosa/Muito Argilosa	Plano	Floresta Equatorial Subperenifolia Aberta de Várzea
27	Argissolo Vermelho-Amarelo + Plintossolo Háptico	PVAd2	Distróficos	Média/Argilosa	Suave ondulado + ondulado	Floresta Equatorial Subperenifolia Aberta

Fonte: Adaptado de RODRIGUES et al., 2003.

sificação textural de Argissolos e de alguns Plintossolos é apresentada em forma binária (Quadro 13.1), sendo que a primeira indicação se refere à classe textural dos horizontes superficiais e a segunda, aos horizontes diagnósticos subsuperficiais. Nos horizontes subsuperficiais todas as ocorrências foram classificadas na classe argilosa.

Há predominio de solos de baixa fertilidade (distróficos) e baixa reserva de minerais. Isso indica que a disponibilidade de nutrientes, pelo menos na região estudada (parte leste do Acre), não era critério essencial para seleção dos locais. Ressalta-se que nesse estado ocorrem muitas áreas com solos férteis naturais (eutróficos); entretanto, esses solos (Cambissolos, Vertissolos, Argissolos) se encontram

normalmente em relevo mais movimentado, com predominio da fração silte e de argilas ativas, características que levam à ocorrência de fendas no período seco. Na região centro-oeste do Acre, devido ao material de origem e a uma evolução paleoclimática diferenciada, os solos mostram indícios de má drenagem, tais como horizontes plínticos, argilas de atividade alta e teores de silte consideráveis. Entretanto, os solos e o ambiente em todo o Acre parecem estar em evolução para um ambiente de melhor drenagem, o que é evidenciado pela grande ocorrência de horizontes petroplínticos em várias localidades atualmente bem drenadas.

A vegetação dominante nas unidades de mapeamento em que ocorre maior número de geoglifos é, principalmen-

te, do tipo Floresta Aberta Subperenifólia (RODRIGUES et al., 2003) Densa e Aberta, refletindo as condições climáticas atuais (da atmosfera e do solo). Entretanto, a vegetação existente na época de construção dos geoglifos deve ter sido diferente desta, assumindo-se a hipótese de que seria uma vegetação mais aberta e de porte reduzido, semelhante à que ocorre em áreas com drenagem reduzida, como no sul do estado do Amazonas, nos campos Puciarí-Humaitá (BRAUN; RAMOS, 1959), e na região do Beni, na Bolívia (HANAGARTH, 1993). Estudos de reconstituição paleoclimática estão sendo conduzidos nessa região e, em breve, resultados menos especulativos deverão ser publicados.

Ocorrência de Geoglifos em Argissolos

Os Argissolos, que compreendem solos minerais, não hidromórficos, apresentam horizonte B textural e perfis bem desenvolvidos, profundos e muito profundos (>2 m). Em Plácido de Castro, são pouco férteis (distróficos), apresentando, em alguns locais, elevados teores de alumínio trocável (RODRIGUES et al., 2003). Distinguem-se dos Latossolos pelo aumento acentuado dos teores de argila nos horizontes subsuperficiais (Bt) (EMBRAPA, 2013). Nessa região, os Argissolos são menos vermelhos do que os Latossolos, com predomínio de cores nos matizes 10YR, 7,5YR e 5YR. Apresentam textura binária, com textura mais arenosa nos horizontes superficiais e, muitas vezes, uma drenagem restrita no horizonte subsuperficial. São relativamente resistentes ao processo erosivo; entretanto, em algumas localidades, observam-se escorregamentos nas áreas de maior declive, principalmente nas bordas de tabuleiros ou colinas tabulares. A resistência parece estar relacionada aos horizontes plínticos e, os deslizamentos, às argilas ativas. Porém, estudos complementares necessitam ser realizados.

Alguns Argissolos apresentam petroplintitas que são provenientes de plintita após repetitivos ciclos de umedecimento e secagem, culminando na formação de concreções ferruginosas altamente consolidadas, que, nesse caso, estão em estágio de decomposição. Esses horizontes são relictos de um período mais úmido no passado, que pode tanto ser do Pleistoceno (LATRUBESSE; RANCY, 1998) como mais recente, vinculado à época de construção dos geoglifos.

A vegetação original predominante é a Floresta Subperenifólia Densa, indicando uma boa drenagem atualmente. Os Alissolos Crômicos seriam classificados, segundo as regras atuais do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), como Argissolos.

Ocorrência de Geoglifos em Latossolos

A classe dos Latossolos compreende solos minerais, não hidromórficos, que apresentam pouca diferenciação entre os horizontes. Os Latossolos, muito frequentes em várias regiões do Brasil, são escassos no estado do Acre, onde ocorrem em baixo percentual (SHINZATO et al., 2014), estando presentes na região leste do estado.

A estabilidade deve estar relacionada à grande densidade de ocorrência de geoglifos nessa classe de solos, que ocupam pouco mais de 10% da área do município e mais de 25% das ocorrências de geoglifos no município.

Os Latossolos são muito profundos (>2,0 m) (BRASIL, 1976; RODRIGUES et al., 2003) e apresentam, em sua maioria, a classe textural argilosa (Figura 13.6). Entretanto, a fração argila, nesses solos, se encontra quase que na totalidade floculada, conferindo-lhes boa capacidade de infiltração e transmissão de água em condições naturais.

Os perfis descritos no município de Plácido de Castro indicam Latossolos Vermelhos, caracterizados por cores na matiz 10R da Carta de Munsell (RODRIGUES et al., 2003). Estudos efetuados por Carmo (2012) também registram grande frequência de geoglifos sobre Latossolos Vermelhos.

Em condições naturais de elevada permeabilidade e bem estruturados, são pouco suscetíveis aos processos de erosão hídrica. Atualmente, a maioria das áreas está ocupada por pastagens do gênero braquiária (*Brachiaria spp.*).

A vegetação original predominante sobre esses solos é representada por Floresta Ombrófila Densa com Palmeiras e Floresta Ombrófila Aberta, praticamente erradicada na maior parte de sua ocorrência, mantendo poucas áreas ainda com a vegetação nativa original (Figuras 13.1 e 13.3).

Ocorrência de Geoglifos em Plintossolos

Os Plintossolos são solos minerais formados em ambientes de reduzida drenagem, apresentando horizonte plíntico, petroplíntico ou litoplíntico (EMBRAPA, 2013). A característica mais marcante dessa classe é a presença de manchas ou mosqueados avermelhados (plintita), geralmente compondo um mosqueado de cores bem contrastantes (tons de amarelo e vermelho) com a matriz (geralmente esbranquiçada) ou concreções endurecidas denominadas petroplintita. Quando apresentam tais



Figura 13.6 - Detalhe de uma trincheira aberta no geoglifo JK, mostrando a uniformidade dos horizontes típicos dos Latossolos. Fotografia: Diego Gurgel, 2009.

concreções são denominados Plintossolos Petroplínticos. Tais concreções são denominadas localmente de “piçarra”.

Originalmente, esses solos são encontrados em áreas deprimidas, planícies aluvionares e terços inferiores de encostas, locais que implicam reduzida drenagem. Entretanto, esses solos podem ocupar uma posição na paisagem diferente das condições de sua formação, seja pelo rebaiamento do nível do lençol freático, muito frequente nos períodos glaciais, seja devido a processos de dissecação e de movimentação tectônica (Figura 13.7).

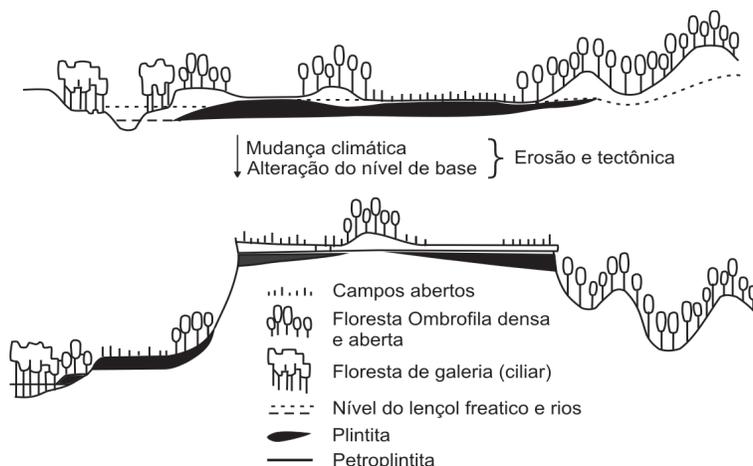


Figura 13.7 - Esquema de formação e mudança de posição dos horizontes plínticos no solo, relictos de um período de reduzida drenagem. Fonte: Adaptado de DRIESSEN et al., 2001.

São solos, geralmente, imperfeitamente drenados, exceto os que se apresentam como petroplínticos, os quais, em sua maioria, são moderadamente ou bem drenados. Os Plintossolos Pétricos, geralmente, são encontrados em relevo suave ondulado e ondulado, localizando-se predominantemente próximo ao curso dos rios.

CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS NOS GEOGLIFOS

Os geoglifos estudados estão localizados, predominantemente, em solos de textura argilosa, pois algumas classes de solos não têm estabilidade estrutural para esse tipo de construção, tais como Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos, constituídos por textura arenosa.

No estado do Acre são identificadas várias classes de solos com presença de argila de atividade alta, tais como Cambissolos, Luvisolos, Vertissolos (SHINZATO et al., 2014), capazes de apresentar problemas estruturais, devido à abertura de fendas quando secos, principalmente se as valas presentes nos ge-

oglifos tinham a função de drenagem ou conservação de água para uso e para criadouros de peixes ou tartarugas (PÄRSSINEN et al., 2003). A construção das muretas na parte externa reforça a hipótese de manejo de água e enfraquece a hipótese de que as valas seriam trincheiras de defesa (ERICKSON, 2010; SCHAAN, 2012). Se essas inferências, relacionadas à seleção de solos com grande estabilidade estrutural para construção dos geoglifos, forem confirmadas, a região oriental do estado do Acre não deverá apresentar ocorrência elevada dessas estruturas, pois os solos com argilas de atividade alta e siltosos são predominantes naquela região (SHINZATO et al., 2014). Aparentemente, em alguns geoglifos, existem caminhos com muretas ligando os geoglifos a fontes de água, os quais poderiam ser canais de drenagem (Figura 13.8).

As valas poderiam ter tanto a função de drenagem como de reservatórios de água. A movimentação de terra, pelas civilizações da América, para contornar excesso ou deficiência de água, era praticada amplamente, conhecida e difundida em outras partes do Brasil, como em sítios de habitação no Pantanal (FELICISSIMO et al., 2010) e na Ilha de Marajó (SCHAAN, 2012). Nas terras baixas de Llanos de Mojos, na vizinha Bolívia, extensos canais em áreas elevadas foram construídos com fins agrícolas e de manejo de água (DENEVAN, 2011; ERICKSON, 2006; LOMBARDO et al., 2011). As obras hidráulicas com movimentação de solo para manejo da água eram também difundidas nas Guianas (IRIARTE et al., 2010), Peru e Equador (WASSILOWSKY, 2011) e por várias civilizações da América Central (LUCERO; FASH, 2006; SCARBOROUGH, 2003).



Figura 13.8 - Geoglifo Bastião da Mata, evidenciando um caminho com mureta ligando a uma fonte de água (Plácido de Castro). Fotografia: Denise Schaan, 2014.

FALTA DE EVIDÊNCIAS DE SÍTIOS DE HABITAÇÃO NO INTERIOR DOS GEOGLIFOS

Foram realizadas análises de parâmetros químicos – pH, fósforo trocável (P), cálcio disponível (Ca), carbono orgânico (C) – em amostras coletadas na superfície do solo (~ 0-20 cm) no interior dos geoglifos Jacó Sá, Três Vertentes, JK (neste, em três setores – vala, parede da vala e interno) e Fazenda São Paulo (Figuras 13.9 a 13.12). Os métodos utilizados para as análises são aqueles descritos em Embrapa (2011).

Os resultados mostraram que, à exceção das análises dos teores de fósforo trocável e cálcio disponível de duas amostras coletadas no geoglifo da Fazenda São Paulo (Figuras 13.13 a 13.15), localizado em Xapuri, não há indicadores pedológicos claros de antropismo no solo, como nos típicos sítios de habitação na Amazônia Central, as denominadas “terras pretas de índio” (TPI) (TEIXEIRA et al., 2010; WOODS et al., 2009).

Os elevados teores de fósforo encontrados no geoglifo da Fazenda São Paulo podem estar relacionados à sua construção em um solo originalmente rico nos elementos estudados. No estado do Acre há ocorrências de solos eutróficos e com elevados teores de fósforo e cálcio sem influências antrópicas (SHINZATO; TEIXEIRA; DANTAS, 2014, WADT, 2005).

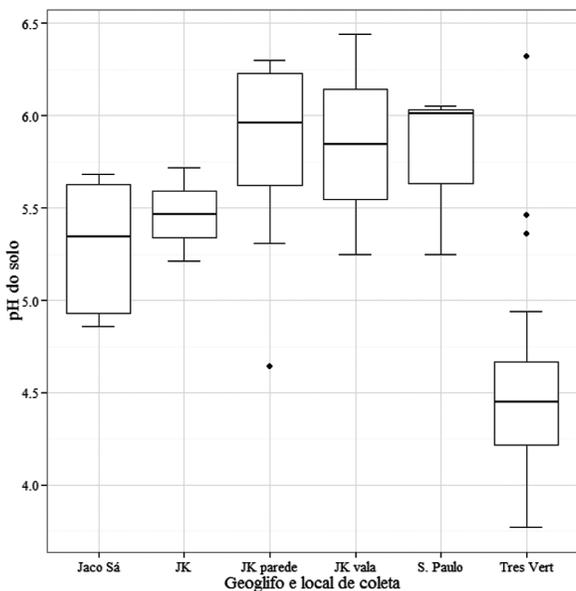


Figura 13.9 - Gráfico *box-plot* das análises de pH em geoglifos situados em Plácido de Castro. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

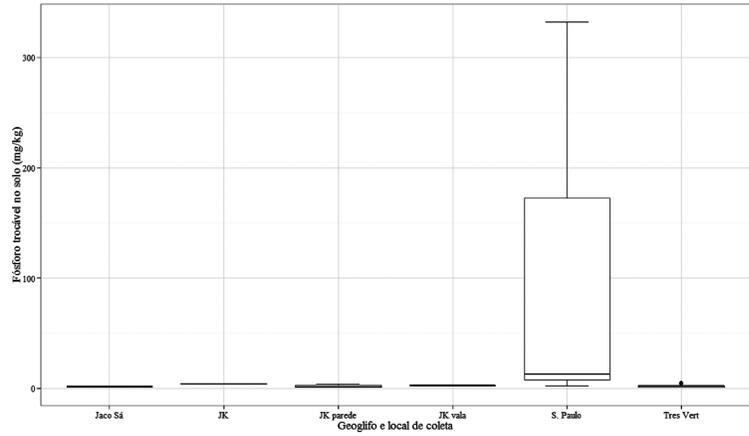


Figura 13.10 - Gráfico *box-plot* das análises do teor de fósforo trocável em geoglifos situados em Plácido de Castro. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

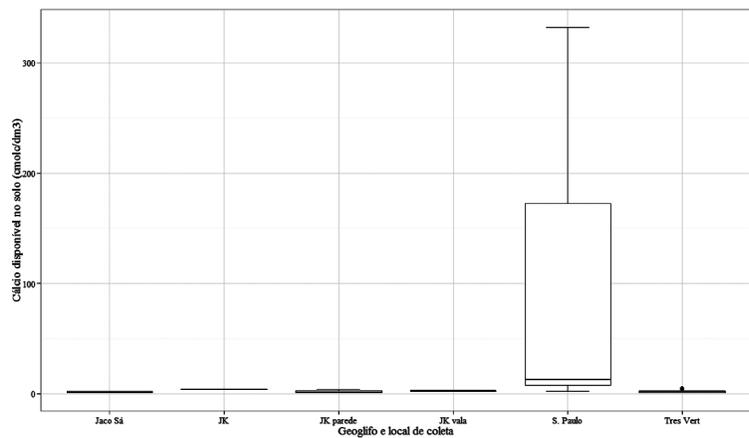


Figura 13.11 - Gráfico *box-plot* das análises do teor de cálcio disponível em geoglifos situados em Plácido de Castro. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

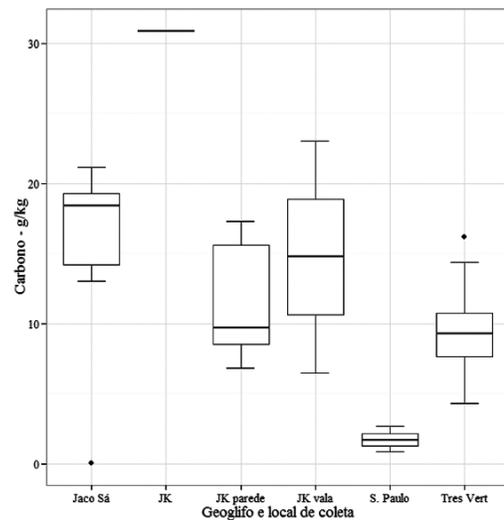


Figura 13.12 - Gráfico *box-plot* do teor de carbono orgânico em geoglifos situados em Plácido de Castro. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Os dados da Fazenda São Paulo são resultados de uma média aritmética de amostras coletadas em triplicata em três locais. Um dos locais apresentou teores muito elevados de fósforo, estando situado próximo a uma elevada concentração de fragmentos de cerâmica, os quais podem ter sido descartados com restos de alimentação. O outro ponto, com valores relativamente elevados de fósforo, está localizado no fundo da vala, logo abaixo de uma camada escurecida, provavelmente resultante de carvões da queima ocorrida no desmatamento. Uma possibilidade para o enriquecimento anômalo de fósforo no solo é a amostra ter sido coletada em um local de sepultamento ou de enterramento de carcaça bovina em fases mais atuais.

Os solos mais frequentes nos sítios com horizontes TPI se caracterizam pela presença de horizontes de solo escurecidos, com aumento dos valores de pH e dos teores e estoques de P, Ca e C. A alteração química mais persistente, causada por atividades antrópicas em sítios de habitação, é o aumento dos teores de fósforo no solo. Esse elemento tem sua mobilidade reduzida na maioria dos solos tropicais e a adição de ossos, espinhas de peixe, sangue e resíduos vegetais provoca um aumento persistente de sua concentração; geralmente, esse aumento correlaciona-se, também, a um aumento dos teores de cálcio, pois os ossos são formados basicamente de fosfato de cálcio (apatita biogênica).

Nas TPI, a típica coloração preta de um espesso horizonte superficial é originada da adição de carbono pirogênico (carvões e produtos secundários da carbonização de resíduos), que tem alto poder pigmentante, e são relativamente recalcitrantes quanto à degradação. Grande parte das TPI não apresentam elevados teores de carbono, como amplamente divulgado, mas, sim, elevados esto-



Figura 13.13 - Imagens aéreas dos geoglifos Jacó Sá.
Fotografia: Sérgio Valle, 2001.



Figura 13.14 - Imagem aérea do geoglifo da Fazenda São Paulo.
Fotografia: Edson Caetano, 2008.



Figura 13.15 - Imagem aérea do geoglifo JK. Fotografia: Diego Gurgel, 2009.

ques de carbono, devido à grande espessura do horizonte antrópico. Os dados dos teores de carbono dentro dos geoglifos são semelhantes aos encontrados em outros estudos nos solos do Acre fora dos geoglifos; paradoxalmente, os menores teores foram encontrados no geoglifo da Fazenda São Paulo, indicando que se esse sítio foi de habitação, as atividades realizadas não preservaram as frequentes adições de carbono, típicas desses locais, por acúmulo de resíduos alimentares e carbonização parcial nas fogueiras.

Alguns horizontes escurecidos observados em algumas escavações em geoglifos parecem ser recentes, mais relacionados ao processo de queima da floresta para limpeza da área do que a uma ocupação pretérita. Provavelmente, esses horizontes estavam na superfície na época do desmatamento, tendo sua preservação favorecida pelo enterramento (Figura 13.16).

A falta de marcadores químicos do solo, na parte interna dos geoglifos, não deve descartar totalmente seu uso como sítios de habitação, pois há possibilidade de o espaço restrito ter sido limpo frequentemente e os resíduos (principalmente de caça, pesca e coletas de vegetais) terem sido descartados de forma dispersa, fora dos geoglifos.

Atualmente, grupos de pesquisa buscam uma melhor compreensão da permanência dos horizontes antrópicos das TPI. Esses horizontes têm uma localização relativamente restrita, próximo à calha dos principais rios da Bacia Amazônica, sendo raramente encontrados em outros locais do continente. Os modelos da gênese desses horizontes criados somente pelo descarte de resíduos em lixeiras (SCHMIDT et al., 2014) podem não ser a causa única de sua presença. O aquecimento e, conseqüentemente, a carbonização dos resíduos, bem como algumas reações organominerais que devem ocorrer em circunstâncias específicas, além de uma grande movimentação de terras nos sítios TPI (enterramento dos horizontes), podem ter sido práticas culturais de alguns grupos. Tais



Figura 13.16 - Perfil de solo mostrando um horizonte escurecido no geoglifo JK. Fotografia: Denise Schaan, s/d.

práticas, inicialmente sem intenção de melhoria das características agrônômicas do solo, promoveram a criação de espessos e férteis horizontes antrópicos e a preservação de algumas substâncias minerais que os caracterizam (Figura 13.17).

O aumento da suscetibilidade magnética (SM) dos solos, causado pelo calor que altera as propriedades magnéticas dos minerais presentes no solo, conhecido como magnetismo remanescente, é um parâmetro bastante utilizado em trabalhos arqueológicos para identificação de locais em que houve aquecimento, como, por exemplo, fogueiras, fornalhas de queima de cerâmica etc. (STERNBERG, 2008).

Na área interna do geoglifo Três Vertentes, em Acrelândia, foram coletadas amostras em três profundidades (10, 30 e 50 cm) em um *grid* amostral aleatório composto por 41 pontos, além de sete pontos em áreas fora do geoglifo (pastagem) com as mesmas medidas de profundidade. Os resultados dessas avaliações não indicaram alterações significativas da SM (Figura 13.18). Esse geoglifo ainda se

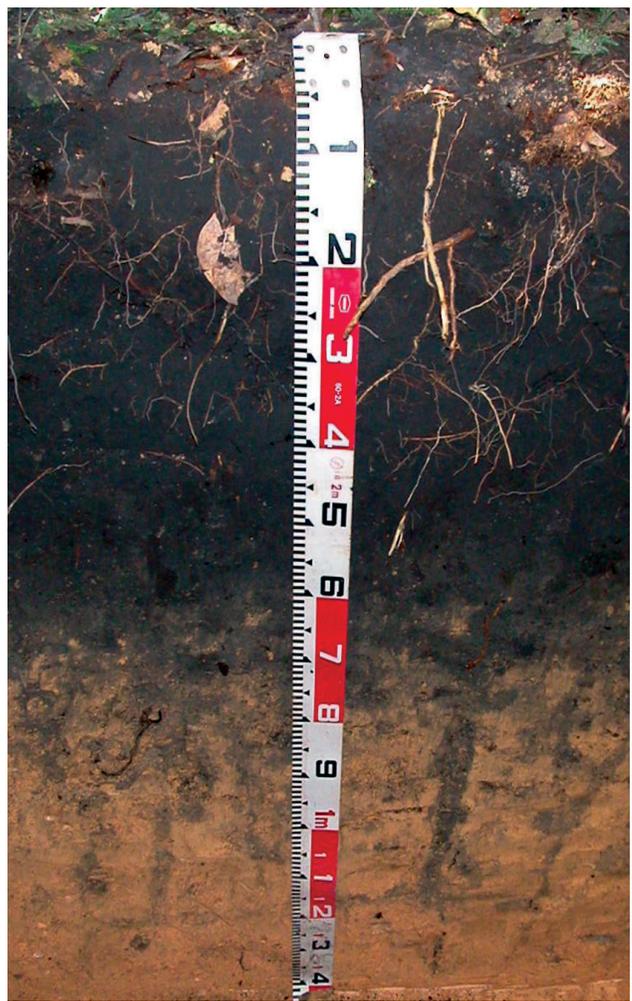


Figura 13.17 - Perfil típico de terra preta de índio mostrando horizonte espesso e preto na superfície do solo (município de Rio Preto da Eva, AM). Fotografia: Wenceslau Teixeira, s/d.

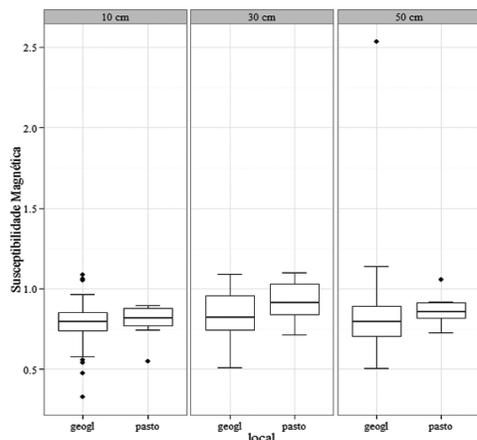


Figura 13.18 - Gráfico *box-plot* do resultado da avaliação da suscetibilidade magnética do geoglifo Três Vertentes com amostras coletadas a 10, 30 e 50 cm de profundidade. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014..

encontra com vegetação de floresta primária, reduzindo interferências do aquecimento causado pela queima da vegetação florestal após o desmatamento. O aumento da SM em alguns pontos isolados provavelmente está relacionado a alguma fogueira pretérita ou queima por longo tempo de árvores grandes com aquecimento do solo por longo tempo para que se atinjam temperaturas que possam alterar a SM ($T \sim > 400\text{ C}$), ou a pontos onde há acúmulo de minerais paramagnéticos.

Nesse geoglifo também se procedeu à análise de alguns parâmetros químicos do solo (pH, fósforo disponível e carbono orgânico), cujos resultados não mostraram indícios claros de ocupação dos geoglifos como sítios de habitação ou de acampamentos de longa duração (Figuras 13.18 a 13.21).

Esses resultados preliminares das pequenas alterações causadas por atividades antrópicas nos solos desenvolvidos no interior de alguns geoglifos concordam com os resultados dos estudos de alguns parâmetros pedológicos em geoglifos no Acre (CARMO, 2012; SAU-NALUOMA, 2013) e corroboram a possibilidade de essas áreas terem tido uso cerimonial, religioso (SCHAAN, 2012) ou agrícola, cujos registros químicos e físicos nos solos são de difícil identificação, ao invés de representarem sítios de habitação.

Em estudo realizado em geoglifos localizados na região de Baures, oeste de Llanos de Mojos, na Bolívia, foram encontrados, na área interna de um dos geoglifos estudados, horizontes de solo mais escuros e mais férteis do que os da área externa (HASTIK; GEITNER; NEUBURGER, 2013). Entretanto, não se deve descartar a possibilidade de que os geoglifos possam ter tido uma função múltipla ou variada nas diferentes regiões. Recomenda-se uma ampliação das análises de amostras de solos coletadas dentro e fora dos geoglifos, para se ter menos incerteza nas afirmativas sobre possíveis uso e marcas antrópicas nos geoglifos. Análises de

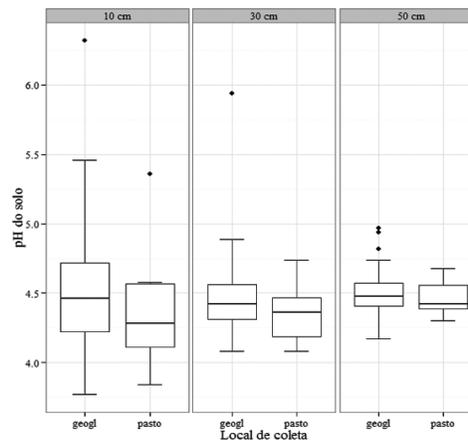


Figura 13.19 - Gráfico *box-plot* do resultado da análise do teor de pH do geoglifo Três Vertentes com amostras coletadas a 10, 30 e 50 cm de profundidade. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

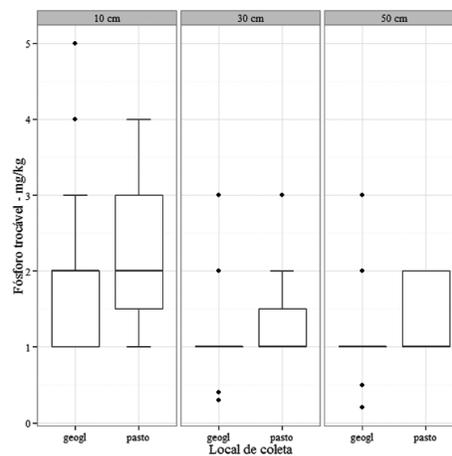


Figura 13.20 - Gráfico *box-plot* do resultado da análise do teor de fósforo trocável do geoglifo Três Vertentes com amostras coletadas a 10, 30 e 50 cm de profundidade. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014..

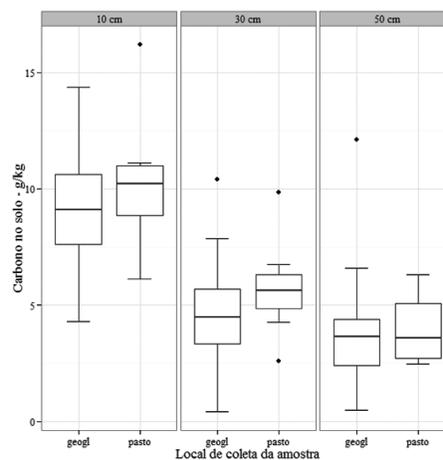


Figura 13.21 - Gráfico *box-plot* do resultado da análise do teor de carbono orgânico dentro (floresta) e fora (pastagem) do geoglifo Três Vertentes com amostras coletadas a 10, 30 e 50 cm de profundidade. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

parâmetros mineralógicos poderão auxiliar na busca de informações sobre o uso das valas como reservatórios de água ou sistemas de drenagem.

REFERÊNCIAS

ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente.

Recursos naturais: fase II: geologia, geomorfologia e solos do Acre. Rio Branco: SEMA, 2010. 98 p. Escala 1:250.000. (Coleção Temática do ZEE Acre, 2).

BAHIA, R.B.C. Contexto geológico da bacia do Acre. In: ADAMY, A. (Org.). **Geodiversidade do estado do Acre**. Porto Velho: CPRM, 2014. Cap. 2. No prelo.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC.19 Rio Branco:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1976. 458 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SB/SC.18 Javari/Contamana:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1977. 413 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 13).

BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação-Geral de Observação da Terra. **Projeto PRODES:** monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite; ano-base 2012. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. **Plácido de Castro, AC:** folha SC.19-Z-B-I. Brasília, DF: DSG, 1979. mapa, color. Escala 1:100.000.

BRAUN, E.H.; RAMOS, J.R. de A. Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (estado do Amazonas e território federal de Rondônia). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 443-497, 1959.

CARMO, L.F.Z. de. **Relações geoambientais nos geoglifos do estado do Acre**. 2012. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; ADAMY, A.; OLIVEIRA FILHO, I.B. de. Origem das paisagens. In: ADAMY, A. (Org.). **Geodiversidade do estado do Acre**. Porto Velho: CPRM, 2014. Cap. 3. No prelo.

DENEVAN, W.M. A bluff model of riverine settlement in prehistoric Amazonia. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 86, p. 654-681, 1996.

DENEVAN, W.M. **Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes**. Oxford: Oxford University Press, 2001. 396 p.

DENEVAN, W.M. Indian adaptations in flooded regions of South America. **Journal of Latin American Geography**, v. 8, n. 2, p. 209-224, 2009.

DIAS, O. As estruturas arqueológicas de terra no estado do Acre – Amazônia ocidental, Brasil: um caso de resiliência? In: DIAS, O.; CARVALHO, E.; ZIMMERMANN, M. (Ed.). **Estudos contemporâneos de arqueologia**. Palmas: IAB, 2006. p. 59-168.

DRIESSEN, P.; DECKERS, J.; SPAARGAREN, O.; NACHTERGAELE, F. Lectures notes on the major soils of the world. Roma: FAO, 2001.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

ERICKSON, C. Domesticated landscapes of the Bolivian Amazon. In: BALÉE, W.; ERICKSON, C. (Ed.). **Time and complexity in historical ecology**. New York: Columbia University Press, 2006. p. 237-278.

ERICKSON, C. The transformation of environment into landscape: the historical ecology of monumental earthwork construction in the Bolivian Amazon. **Diversity**, v. 2, n. 4, p. 618-652, 2010.

FELICISSIMO, M.P.; PEIXOTO, J.L.; BITTENCOURT, C.; TOMASI, R.; HOUSSIAU, L.; PIREAUX, J.-J.; RODRIGUES-FILHO, U.P. SEM, EPR and ToF-SIMS analyses applied to unravel the technology employed for pottery-making by pre-colonial Indian tribes from Pantanal, Brazil. **Journal of Archaeological Science**, v. 37, n. 9, p. 2179-2187, 2010.

HANAGARTH, W. **Acerca de la geocología de las sabanas del Beni en el noreste de Bolivia**. La Paz: Instituto de Ecología, 1993. 186 p.

HASTIK, R.; GEITNER, C.; NEUBURGER, M. Amazonian dark earths in Bolivia? A soil study of anthropogenic ring ditches near Baures (Eastern Llanos de Mojos). **Erdkunde**, v. 67, n. 2, p. 137-149, 2013.

HECKENBERGER, M.J. **The ecology of power: culture, place, and personhood in the Southern Amazon, A.D. 1000-2000**. New York: Routledge, 2005. 404 p.

IRIARTE, J.; GLASER, B.; WATLING, J.; WAINWRIGHT, A.; BIRK, J.J.; RENARD, D.; ROSTAIN, S.; MCKEY, D. Late

holocene neotropical agricultural landscapes: phytolith and stable carbon isotope analysis of raised fields from French Guiana coastal savannahs. **Journal of Archaeological Science**, v. 37, n. 12, p. 2984-2994, 2010.

KELLNDORFER, J.; WALKER, W.S.; PIERCE, L.E.; DOBSON, C.; FITES, J.A.; HUNSAKER, C.; VONA, J.; CLUTTER, M.L. Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets. **Remote Sensing of Environment**, v. 93, p. 339-358, 2004.

LATRUBESSE, E.M.; RANCY, A. The late quaternary of the upper Jurua river, southwestern Amazonia, Brazil: geology and vertebrate paleontology. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, v. 11, p. 27-46, 1998.

LOMBARDO, U. et al. Raised fields in the Bolivian Amazonia: a prehistoric green revolution or a flood risk mitigation strategy? **Journal of Archaeological Science**, v. 38, n. 3, p. 502-512, 2011.

LUCERO, L.J.; FASH, B.W. **Precolumbian water management**: ideology, ritual, and power. Tucson: The University of Arizona Press, 2006.

MONTE REEL. **O último da tribo**: a epopeia para salvar um índio isolado na Amazônia. Tradução Marcos Bagno. São Paulo: Companhia das Letras. 2001. 272 p.

PÄRSSINEN, M.; RANZI, A.; SAUNALUOMA, S.; AINEN, S. Geometrically patterned ancient earthworks in the Rio Branco region of Acre, Brazil. In: PÄRSSINEN, M.; KORPISAARI, A. (Ed.). **Western Amazonia – Amazônia ocidental**. Helsinki: Renvall Institute Publications, 2003. p. 97-133.

PÄRSSINEN, M.; SCHAAN, D.; RANZI, A. Pre-Columbian geometric earthworks in the upper Purús: a complex society in western Amazonia. **Antiquity**, v. 83, n. 322, p. 1084-1095, 2009.

PRÜMERS, H.; JAIMES BETANCOURT, C.; PLAZA MARTÍNEZ, R. Algunas tumbas prehispánicas de Bella Vista, Prov. Iténez, Bolivia. **Zeitschrift für Archäologie Aubeuropäischer Kulturen**, v. 1, p. 251-284, 2006.

RANZI, A.; FERES, R.; BROWN, F. Internet software programs aid in search for Amazonian geoglyphs. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, v. 88, n. 21, p. 226-229, may. 2007.

RODRIGUES, T.E.; GAMA, J.R.N.F.; SILVA, J.M.L. da; VALENTE, M.A.; SANTOS, E. da S.; ROLIM, P.A.M.

Caracterização e classificação dos solos do município de Plácido de Castro, estado do Acre.

Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 50 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 160).

RODRÍGUEZ, E.; MORRIS, C.S.; BELZ, J.E.; CHAPIN, E.C.; MARTIN, J.M.; DAFFER, W.; HENSLEY, S. **An assessment of the SRTM topographic products**. Technical Report JPL D-31639, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, 2005. 143 p. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_D31639.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

SAUNALUOMA, S. **Pre-columbian earthwork sites in the frontier region between Brazil and Bolivia, southwestern Amazon**. 2013. 65 p. Dissertação (Mestrado) – Department of Philosophy, History, Culture and Art Studies, University of Helsinki, Helsinki, 2013.

SCARBOROUGH, V.L. **The flow of power**: ancient water systems and landscapes. New México: A School of American Research Resident Scholar Book, 2003.

SCHAAN, D.P. **Sacred geographies of ancient Amazonia**: historical ecology of social complexity. Walnut Creek: Left Coast Press, 2012. 232 p. (New Frontier in Historical Ecology, 3).

SCHAAN, D.P.; BARBOSA, A.D. Os sítios arqueológicos do Acre e as possibilidades do geo/arqueoturismo. In: ADAMY, A. (Org.). **Geodiversidade do estado do Acre**. Porto Velho: CPRM, 2014. Cap. 12. No prelo.

SCHMIDT, M.J. et al. Dark earths and the human built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation. **Journal of Archaeological Science**, n. 42, p. 152-165, 2014.

SCHMITZ, P.I. As 'casas subterrâneas': fragmentos da história dos índios Kaingang. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 181, p. 22-29, abr. 2002.

SHINZATO, E.; TEIXEIRA, W.G.; DANTAS, M.E. Principais classes de solos. In: ADAMY, A. (Org.). **Geodiversidade do estado do Acre**. Porto Velho: CPRM, 2014. Cap. 4. No prelo.

STERNBERG, R.S. Archaeomagnetism in archaeometry: a semi-centennial review. **Archaeometry**, v. 50, n. 6, p. 983-998, 2008.

TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N.; WOODS, W.I. (Ed.). **As terras pretas de índio da Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. 2. ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 420 p.

VALERIANO, M.M.; KUPLICH, T.M.; STORINO, M.; AMARAL, B.D.; MENDES, J.N.; LIMA, D.J. Modeling small watersheds in Brazilian Amazonia with Shuttle Radar Topographic Mission -90 m data. **Computers and Geoscience**, v. 32, n. 8, p. 1169-1181, 2006.

WADT, P.G.S. **Manejo de solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635 p.

WADT, P.G.S.; ANGHINONI, I.; GUINDANI, R.H.P.; LIMA, A.S.T. de; PUGA, A.P.; SILVA, G.S. da; PRADO, R. de M. Padrões nutricionais para lavouras arroseiras irrigadas por

inundação pelos métodos da CND e chance matemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 145-156, 2013.

WASSILOWSKY, A.H. **La recuperación de tecnologías indígenas**: arqueología, tecnología y desarrollo en los Andes. Bogotá: Universidad de los Andes, 2011. 183 p. (Estudios de la Sociedad Rural, 41).

WOODS, W.I.; TEIXEIRA, W.G.; LEHMANN, J.; STEINER, C.; WINKLERPRINS, A.M.G.A.; REBELLATO, L. (Ed.). **Amazonian dark earths**: wim sombroek's vision. Berlin: Springer-Verlag, 2009.