

LÚCIO FLÁVIO ZANCANELA DO CARMO

**RELAÇÕES GEOAMBIENTAIS NOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO
ESTADO DO ACRE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C287r
2012

Carmo, Lúcio Flávio Zancanela do, 1980-
Relações geoambientais nos geoglifos do sudeste do estado
do Acre / Lúcio Flávio Zancanela do Carmo. – Viçosa, MG,
2012.

xv, 119f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: João Luiz Lani.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Solos - Classificação. 2. Sítios arqueológicos - Acre.
3. Geomorfologia. 4. Ciência do solo. 5. Amazônia.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 631.44

LÚCIO FLÁVIO ZANCANELA DO CARMO

**RELAÇÕES GEOAMBIENTAIS NOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO
ESTADO DO ACRE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 09 de março de 2012.



Prof. Liovando Marciano da Costa



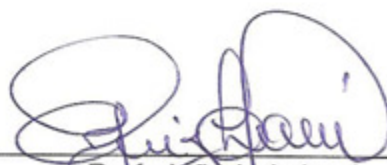
Prof. Elpídio Inácio Fernandes Filho
(Coorientador)



Prof. Felipe N. Belo Simas



Prof. Márcio Rocha Francelino



Prof. João Luiz Lani
Orientador

A minha mãe, além de me gerar e me educar, esteve sempre ao meu lado, e fez da felicidade de seus filhos a sua.

Ao meu pai, pela criação que me deu valores que me ensinou e pelo exemplo de homem que é para mim.

A minha esposa, Ana Maria, pela compreensão, companheirismo, total apoio e dedicação e pelo AMOR que sempre me oferta! TE AMO MUITO!

Aos meus filhos, Luan e Luciana, pela “compreensão”, pelo infinito AMOR e FELICIDADE que compartilhamos em nossa FAMÍLIA! Vocês são minha VIDA!

Aos meus irmão e sobrinhos, pelo infinito carinho e amor, e pelos ensinamentos, ainda mais por ser o caçula.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS que sempre está ao meu lado, conduzindo minha vida, tanto nos momentos de tormenta quanto nos de calma!

À Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Departamento de Solos, por me proporcionar condições necessárias para a realização deste trabalho.

A CAPES e CNPQ pela concessão da bolsa de estudo.

Ao IFAC campus Xapuri, em nome do Prof. Paulo Teixeira, pela compreensão e irrestrito apoio na conclusão desta jornada de vida.

Ao Governo do Estado do Acre, representado, principalmente através da SEMA, FUNTAC e IMC, em nome de seus secretários/diretores, pela compreensão e irrestrito apoio neste período de capacitação profissional e técnico-científica.

Ao professor João Luiz Lani, pela orientação, pelos ensinamentos acadêmicos e de vida, pelo incentivo e apoio.

Aos professores Carlos Ernesto, Elpídio, Liovando e Felipe por acreditarem desde o início nesta etapa de minha vida, pois além de coorientadores, sempre se mostram grandes amigos.

Aos professores do Departamento de Solos, sempre atenciosos as minhas demandas.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos difíceis e, claro, nos de descontração.

Aos meus grandes “irmãos” de Viçosa/MG, pelos ensinamentos, pelas dificuldades que enfrentamos juntos e pelos momentos prazerosos nessa cidade de tão boas vivências. Anos bons esses!

Aos meus colegas, do ZEAS e UCEGEO, pelo grande apoio nesta trajetória.

A todos os funcionários da UFV, que direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta tese.

A turma do NEPUT/UFV, que contribuíram em todos os momentos.

Ao Eufran e família, pessoa fundamental na realização deste trabalho, pois mais que um grande amigo, foi um pouco de orientador e conselheiro, além da importância em toda minha vivência no Acre. Valeu muito, grande irmão!

Ao amigo Nilson e sua família, pela grande amizade, abrigo, e apoio desde que pisei a primeira vez em terras acreanas. Saudações TRICOLORS!

Aos amigos do Acre, pela ampla colaboração e sempre, grandes anfitriões.

A Luciana, que desde o mestrado sempre se mostrou disposta, com toda eficiência e dedicação, a me auxiliar nas questões relacionadas ao programa de pós do DPS, além de sempre nos momentos e, ou, situações difíceis desta caminhada, me ofereceu palavras otimistas, positivas e de superação. Muito Grato Lu!

Ao professor Alceu Ranzi, a primeira pessoa que me influenciou a pesquisar os Geoglifos, além do apoio na construção do projeto, como nos trabalhos de campo.

Aos companheiros do Projeto (Geoglifos do Acre – CNPq), em nome da professora Denise Pahl Schaan, pelo grande apoio em momentos importantes da construção da tese, como nos levantamentos pedológicos-arqueológicos que realizados nos Geoglifos. Muito Grato por tudo!

A população de Rio Branco, que colaborou com maior presteza em nos trabalhos de campo.

A empresa VECTRA, por acreditar e apoiar este estudo.

Ao povo brasileiro, que através da CAPES e CNPq, tornou possível a realização deste estudo.

BIOGRAFIA

LÚCIO FLÁVIO ZANCANELA DO CARMO, filho de Nei do Carmo e Rosaura Zancanela do Carmo, nasceu em Juiz de Fora, Minas Gerais, em 28 de fevereiro de 1980.

Em março de 2003 concluiu o curso de bacharelado em Geografia e, em fevereiro de 2004, concluiu o curso de licenciatura em Geografia, ambos pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Entre março de 2004 a março de 2006, atuou como professor substituto do curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa, defendendo Tese em junho de 2006.

No período de junho de 2006 a julho de 2008 participou como técnico e coordenador (durante 4 meses) do programa de Zoneamento Econômico, Social Cultural e Ambiental da cidade de Rio Branco (ZEAS/PMRB), atuando principalmente nas áreas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e no eixo de Recursos Naturais.

Entre o período de setembro de 2009 a dezembro de 2011 foi coordenador da UCEGEO (Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do Estado do Acre).

Em agosto de 2008 iniciou seus estudos para a obtenção do título de Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV, submetendo-se à defesa de tese em março de 2012.

Em dezembro de 2012, iniciou carreira no IFAC (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre - Campus Avançado Xapuri), como docente da área de Geografia.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	01
CAPITULO I – DISTRIBUIÇÃO GEOESPACIAL DOS GEOGLIFOS NA PAISAGEM DO SUDESTE ACREANO, BRASIL	
1. INTRODUÇÃO	03
2. MATERIAL E MÉTODOS	06
2.1. Área de Estudo	06
2.2. Análise Geoespacial	06
2.2.1. Distribuição e caracterização dos Geoglifos frente aos compartimentos naturais	08
2.2.2. Geoglifos e estratificação de geoambientes: ocorrência,	09
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
3.1. Distribuição e Caracterização dos Geoglifos em Relação aos Compartimentos Naturais	10
3.2. Geoglifos e Estratificação de Geoambientes: Caracterização, Distribuição e Probabilidade de Ocorrência	24
4. CONCLUSÕES	28
5. LITERATURA CITADA	29

CAPITULO II – CARACTERIZAÇÃO E RELAÇÕES PEDOGENÉTICAS NOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS E RELAÇÕES COM OS SOLOS ADJACENTES

1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1. Área de Estudo	34
2.2. Análises físicas e Químicas	36
2.3. Banco de Dados Pedológico	37
2.4. Geoprocessamento	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1. Variabilidade Espacial das Características Físicas e Químicas	38
3.2. Tendência de Variação em Transectos em Ambientes de Sítios Arqueológicos (Geoglifos)	42
3.3. Avaliação e Variabilidade Espacial das Características de Solos em Geoglifos	47
4. CONCLUSÕES	49
5. BIBLIOGRAFIA CITADA	50

CAPITULO III – IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZACAO DE ARTEFATOS ARQUEOLÓGICOS E DOS SOLOS NA INTERPRETACAO DOS PALEOAMBIENTES DOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO ACRE

1. INTRODUÇÃO	54
2. MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1. Área de Estudo	55
2.2. Imageamento com o Georadar (GPR)	55
2.3. Caracterização de Fitólitos em Cerâmicas Arqueológicas	58
2.4. Análises Físicas e Químicas	59
2.5. Mineralogia	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1. Artefatos Arqueológicos dos Geoglifos	60
3.1.1. Radargramas	60
3.1.2. Caracterização de fitólitos	67
3.1.3. Mineralogia das cerâmicas arqueológicas	67
3.2. Solos dos Geoglifos	70
3.2.1. Caracterização física dos solos	70
3.2.2. Caracterização química dos solos	72

3.2.3. Mineralogia dos solos	77
4. CONCLUSÕES	84
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
CONCLUSÃO GERAL	93

RESUMO

CARMO, Lúcio Flávio Zancanela do, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2012. **Relações Geoambientais nos Geoglifos do sudeste do estado do Acre**. Orientador: João Luiz Lani. Coorientadores: Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer e Elpídio Inácio Fernandes Filho.

Escavação de diferentes formatos geométricos no sudeste do Acre, denominados de Geoglifos, tem chamado à atenção da comunidade internacional na busca da sua origem e, principalmente, a causa da construção dos mesmos. A cultura pré-colombiana, até recentemente, foi considerada como “primitiva”, tribos nômades. Supunha-se que viviam em grupos, sem uma organização social complexa. Recentemente, há evidências de que a Amazônia foi ocupada por uma diversidade de povos, em uma ampla e dinâmica trajetória de desenvolvimento. Em particular, nas terras acreanas tem-se confirmado esse entendimento, ou seja, a existência desta diversidade cultural, com a descoberta dos Geoglifos. Diante dessas incógnitas pela comunidade científica, procurou-se estudar estes sítios arqueológicos, na tentativa de compreender quais foram às causas da construção dos mesmos. Neste contexto, os objetivos do presente trabalho foram: avaliar se houve alguma relação preferencial da localização dos mesmos a paisagem (geoambientes); caracterizar os solos no interior e nos seus arredores, nos aspectos morfológicos, físicos, químicos relacionados à sua gênese; identificar e caracterizar os artefatos arqueológicos com intuito de subsidiar a interpretação dos paleoambientes e sua dinâmica evolutiva. Para tanto, utilizou-se de técnicas de geoprocessamento, onde se avaliou a localização e a forma, relacionando-as com a geologia, geomorfologia, hidrografia e solos.

Com estas informações foi elaborado modelos preditivos, os quais formaram as bases para a estratificação, em relação aos geoambientes. Após, foram selecionados alguns Geoglifos, onde se realizou varreduras através do Ground-Penetrating Radar, na tentativa de localizar os artefatos subsuperficiais. Em sítios selecionados (seis) foram descritos perfis e realizado análises laboratoriais (físicas, químicas e mineralógicas) e, nas cerâmicas arqueológicas, identificou-se os fitólitos e efetuado a mineralogia (Raios-X). Concluiu-se que os Geoglifos apresentam estreita relação com sua posição na paisagem e na sua forma. Os existentes na Formação Solimões foram preferencialmente construídos em pedoformas convexas e solos profundos e argilosos (Latosolo Vermelho). Na Formação Detrítico-laterítica, os mesmos encontram-se nos topos aplainados, tabular, com predomínio de Argissolo Vermelho, nas menores altitudes e Latossolo Vermelho, no topo da paisagem. Os de figuras geométricas quadradas ocorrem, preferencialmente, em áreas mais dissecadas, com predomínio de Argissolo. Os circulares, nas áreas mais estáveis e evoluídas da paisagem (latossólicas). Os quadrados foram construídos posteriormente aos circulares. Isso demonstra uma nova leva cultural de cacicados de períodos diferentes ou, até mesmo, de cacicados diferentes. Só foi identificado um único morfotipo de fitólito (bastonete) nas cerâmicas arqueológicas, corroborando de que os Geoglifos foram construídos sobre paleoambientes de vegetação campestre e aberta com predomínio de gramíneas. Os minerais identificados nos fragmentos de cerâmica são os mesmos encontrados nos solos do Geoglifos e de seus arredores. Fisicamente, os perfis amostrados não apresentaram ruptura e, ou, descontinuidade pedológica nem anomalias físicas que indicassem atividade arqueantropológica. Em sua maioria, os solos dos Geoglifos mostraram-se eutróficos. Essa melhoria e suposto enriquecimento desses solos pelos povos deve ser considerado, pois em áreas similares, na mesma paisagem no estado do Acre, foram identificados somente Latossolos e Argissolos distróficos. Porém, pelo nível de enriquecimento, esse fato indica ocupação(ões) eventual(ais) dos Geoglifos, ao contrário dos sítios arqueológicos, onde ocorreu uma sedentarização capaz de atuar como agente pedogenético formando os Antropossolos. Através da pesquisa não foi possível identificar quais foram às causas da construção dos Geoglifos e nem a razão das suas diferentes formas.

ABSTRACT

CARMO, Lúcio Flávio Zancanela do, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, March, 2012. **Pedology and Geomorphology as a “key” for interpreting Geoglyphs from southeast of the state of Acre.** Adviser: João Luiz Lani. Co-advisers: Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer and Elpídio Inácio Fernandes Filho.

Excavation of different geometrical shapes in the southeast of Acre, called Geoglyphs, has called the attention of the international community in search of their origin, and especially the cause of its construction. The pre-Columbian culture, until recently, was considered as "primitive" nomadic tribes. It was assumed that they lived in groups, without a complex social organization. Recently, there is an evidence that the Amazon is occupied by a diversity of people in a broad and dynamic development path. In particular, the Acre territory has confirmed this understanding, in other words, the existence of cultural diversity, with the discovery of Geoglyphs. Face to these unknowns by the scientific community, we sought to study these archaeological sites in an attempt to understand what were the causes of its construction. In this context, the objectives of this study were to assess whether there was any preferential relationship of its location to the landscape (geoenvironments); to characterize the soils in its interior and its surroundings, in the morphological, physical, and chemical aspects related to its genesis; to identify and characterize the archaeological artifacts in order to support the interpretation of paleoenvironments and their evolutionary dynamics. For this purpose, were

used geoprocessing techniques, which assessed the location and shape, relating them to the geology, geomorphology, hydrology, and soils. With this information was developed predictive models, which formed the basis for stratification in relation to geoenvironments. Later, was selected some Geoglyphs where scans was performed through the Ground-Penetrating Radar, in an attempt to locate subsurface artifacts. At selected sites (six) profiles were described and conducted laboratory tests (physical, chemical and mineralogical) and in archaeological ceramics, the phytoliths was identified and made the mineralogy (X-rays). It was concluded that the Geoglyphs have a close relationship with the landscape position and shape. Those in the Solimões Formation were preferably constructed of convex landforms and deep soils and argillaceous (Red Latosoil). In formation detrital laterite, they are in the flat tops, tabulate, with a predominance of Red Claysoil, at lower elevations and Red Latosoil at the top of the landscape. The square geometric figures occur preferentially in dissected areas, with a predominance of Claysoil. The circular, in the most stable and evolving landscape (latossolic). The squares were built later to the circular. This demonstrates a new wave of cultural chiefdoms of different periods, or even from different chiefdoms. Only one was identified phytolite morphotype (rod) in archaeological ceramics, confirming that the Geoglyphs were built on paleoenvironments of grassland and open with a predominance of grasses. The minerals identified in the fragments of pottery are the same found in the soils of Geoglyphs and its surroundings. Physically, the profiles sampled do not showed rupture and, or, pedological discontinuities or physical anomalies that indicate arqueanthropological activity. Most of the soils of the Geoglyphs shown to be eutrophics. This improvement and supposed enrichment of these soils should be considered by the people, as in similar areas, in the same landscape in the state of Acre, were identified only Latosoils and dystrophic Claysoils. However, the level of enrichment, this fact indicates occupation (s) possible (s) of Geoglyphs, unlike the archaeological sites, where there was a sedentarization able to act as a pedogenetic agent forming the Anthroposoil. Through this research was not possible to identify which were the causes of neither the construction of the Geoglyphs nor the reason of their different forms.

INTRODUÇÃO GERAL

Os Geoglifos são estruturas (escavações) de terra, valas com 1,5 metros de profundidade, de tamanho considerável, verdadeiras obras de engenharia, de diversas formas geométricas (circulares, quadrados etc), identificadas recentemente na porção oriental do estado do Acre, sudoeste do Amazonas e noroeste de Rondônia. Estas estruturas têm chamado à atenção da comunidade científica internacional, com inúmeras pesquisas, reportagens na mídia, se tornado algo curioso e, desta forma, atraído muitos turistas. Além das diversas formas geométricas escavadas, identificaram-se caminhos interligando-os mutualmente, assim como a rios e igarapés, em uma ampla rede de circulação terrestre e fluvial.

Foram identificados aproximadamente 300 Geoglifos somente no leste do estado do Acre e parte deles já foram destruídos por arações e máquinas pesadas (tratores de lâminas) por desconhecimento e para impedir que ao serem identificados, tanto a área que os mesmos ocupam, quanto a uma bordadura sejam preservados, o que leva os proprietários a terem uma área de terra inutilizada.

A presença desses Geoglifos induz a se conceber uma ocupação pré-histórica com características peculiares que carecem de pesquisas mais aprofundadas para se saber qual a origem e suas outras implicações. Os sítios arqueológicos são semelhantes aos encontrados no Deserto de Nazca no Peru (Linhas de Nazca) e no Departamento de Beni na Bolívia (Llanos de Mojos). Eles foram descobertos, oficialmente em 1977, em levantamentos do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas na Bacia Amazônica.

Nesta região estudada, há indícios da presença humana deste o final do Pleistoceno tardio e início do Holoceno, ao final da última glaciação do hemisfério norte com a ocupação em diversos ambientes, como terras altas (firme) e várzea, florestas, cerrados e alagados. A ocupação paleoindígena encontra-se indicada por numerosos sítios arqueológicos espalhados por grande parte da Bacia Amazônica.

Embora tenha havido alguns estudos ainda não foi possível identificar a razão ou a finalidade dessas estruturas. Há diversas hipóteses tais como: aldeias fortificadas (defesa da tribo), locais cerimoniais e de encontros, áreas drenadas e agrícolas ou mesmo todas essas razões tendo em vista a diversidades de seus formatos geométricos. Uma das hipóteses mais aceita é a de cunho religioso em razão da grande movimentação de terra e de não se encontrar outros indícios de uso da terra de forma peculiar ou mesmo da permanência com morada das tribos.

Diante dessas especulações e do fato que podem indicar novos caminhos no uso adequado dos recursos naturais procurou-se estudá-los dentro de alguns aspectos, divididos nos seguintes assuntos:

Capítulo 1 – “DISTRIBUIÇÃO GEOESPACIAL DOS GEOGLIFOS NA PAISAGEM DO SUDESTE ACREANO” – objetivou-se avaliar a localização dos Geoglifos em relação à sua posição na paisagem, com vista a testar a hipótese de que a sua localização apresenta estreita relação geográfica preferencial.

Capítulo 2 – “CARACTERIZAÇÃO E RELAÇÕES PEDOGENÉTICAS NOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS E RELAÇÕES COM OS SOLOS ADJACENTES” - teve como objetivo avaliar as características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas relacionadas à gênese dos solos no interior dos Geoglifos com o intuito de testar a hipótese de que os solos no interior dos Geoglifos apresentam características distintas em relação aos seus arredores. Em sendo comprovado seria um indicador de ações antrópicas diferenciadas;

Capítulo 3 – “IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ARTEFATOS ARQUEOLÓGICOS E DOS SOLOS NA INTERPRETAÇÃO DOS PALEOAMBIENTES DOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO ACRE” - teve-se como objetivo identificar e caracterizar artefatos arqueológicos e os solos ao redor dos mesmos com vista a identificar paleoambientes e sua dinâmica evolutiva.

CAPITULO I – DISTRIBUIÇÃO GEOESPACIAL DOS GEOGLIFOS NA PAISAGEM DO SUDESTE ACREANO, BRASIL

1. INTRODUÇÃO

O povoamento humano do estado do Acre teve início, provavelmente, entre 20 mil e 10 mil anos atrás (Acre, 2000; 2007), mas, recentemente, registros arqueológicos têm permitido conhecer melhor alguns aspectos dessas culturas (SCHAAN et al., 2007). Até meados do século XX, as culturas pré-colombianas da floresta amazônica eram geralmente, interpretadas a partir do ponto de vista etnográfico contemporâneo (PÄRSSINEN et al., 2003). As sociedades amazônicas eram consideradas, principalmente, como tribos “primitivas”, que viviam em pequenos grupos, sem uma organização social complexa (STEWART, 1948; 1949).

Porém, há evidências de que a Amazônia foi ocupada por uma diversidade de povos e culturas, em uma ampla e dinâmica trajetória de desenvolvimento (Roosevelt, 2002). Em particular, nas terras do estado do Acre tem-se confirmado esse novo entendimento sobre o desenvolvimento e complexidade cultural desses povos em razão da descoberta de sítios arqueológicos de estruturas de terra, de tamanho considerável, verdadeiras obras de engenharia, construídas nos solos de terra firme da porção oriental do estado do Acre, sudoeste do Amazonas e noroeste de Rondônia, denominadas de Geoglifos (Figuras 1 e 2) (DENEVAN, 2007; SCHAAN et al., 2007).

Além dos desenhos geométricos, verificam-se caminhos interligando os Geoglifos a rios e igarapés o que indica uma ampla rede de circulação terrestre, por estradas (caminhos) e, fluvial, pela rede hidrográfica preferencialmente, no sentido oeste-leste (SCHAAN et al., 2007).

Ainda não foi possível identificar a razão dessas estruturas embora haja alguns estudos específicos a respeito (DENEVAN, 2007; SCHAAN et al., 2007). Existem diversas hipóteses sobre a razão da construção dos Geoglifos, tais como: aldeias fortificadas, locais cerimoniais e de áreas drenadas e agrícolas ou mesmo todas essas razões, tendo em vista a diversidade de dos formatos geométricos dos mesmos.



Figura 1. Vista aérea de um Geoglifo de formato retangular tendo ao fundo a BR 364 – rodovia que liga Rio Branco a Porto Velho (Rondônia). Fazenda Atlântica. Senador Guiomar, Acre. Fonte: Secretaria de Turismo, Acre. Fotos de Sérgio Vale e Alceu Ranzi.

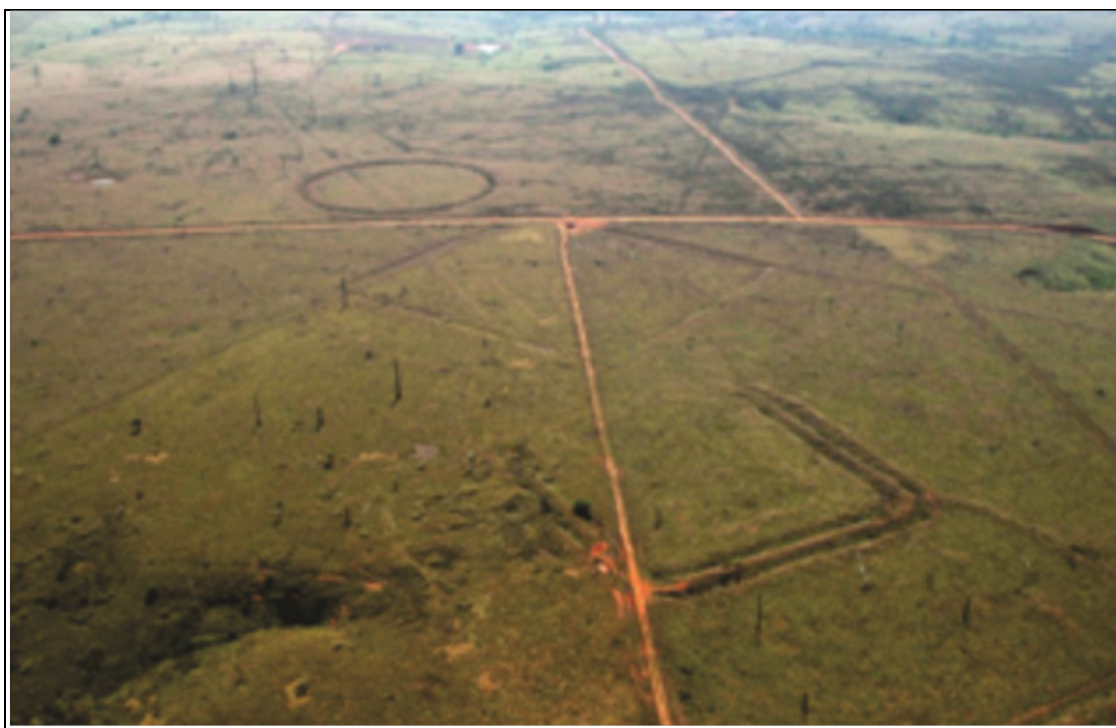


Figura 2. Vista aérea de diversos Geoglifos. Quadrado duplo, quadrado e círculo, cortados por estradas particulares da Fazenda Colorado, município de Rio Branco, Acre. Fonte: Secretaria de Turismo, Acre. Sérgio Vale e Alceu Ranzi.

Compreender a distribuição espacial de fenômenos naturais, sociais e econômicos, constitui um desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, como em saúde, estudos ambientais, urbanos, agrônômicos, econômicos, entre tantos outros (Carmo, 2006).

A tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), dada sua capacidade em armazenar, gerenciar e analisar diversos tipos de dados espacialmente referenciados, mostra-se como importante instrumento na realização de consultas e análises, o que permite gerar novas informações e uma melhor visualização da distribuição espacial de fenômenos demográficos, sociais, econômicos e ambientais (SANTANA, 1999; OLIVEIRA et al., 2000; BOHRER et al. 2001; CATÃO & SARTOR, 2001 & CARMO, 2006).

Nos últimos anos, “ferramentas” de Geotecnologias tem seu uso ampliado para diversas finalidades, apoiando-se, principalmente, no auxílio “a tomadas de decisão em Análises Geoespaciais, como na produção agropecuária, planejamentos municipais, prospecções geológicas, segurança pública, e também, nas investigações arqueológicas (DAVIDSON & BAILEY, 1984; ARONOFF 1991 & OLIVEIRA et al., 2005)”.

Segundo ARONOFF (1991): *“os arqueólogos têm feito uso das técnicas de SIG tanto para analisar sítios conhecidos quanto para predizer a localização daqueles ainda não descobertos. As medidas arqueológicas tais como o tamanho do sítio, a localização, idade, número de artefatos, número de habitações, juntamente com as medidas ambientais (tais como elevação, declividade, aspecto, relevo local e distância da fonte de água) têm sido usadas para predizer a localização de sítios arqueológicos.”*

A aplicação de Geotecnologias em estudos arqueológicos possibilita a utilização de uma grande quantidade de dados de diversas fontes, além da realização de operações de análises espaciais, elaboração de modelos preditivos em arqueologia etc (KASHIMOTO, 1997; THOMAZ, 2002; OLIVEIRA et al., 2005).

Os atributos de localização de sítios arqueológicos podem ser definidos a partir de variáveis pedogeomorfológicas. Os compartimentos da paisagem natural e seus respectivos potenciais de usos, tendem a estar associados a potencialidades de moradias e assentamentos, como os terraços fluviais; vertentes; patamares de vertentes; áreas de nascentes; topos

aplainados/interflúvios, escarpas etc. (PROUS, 1992; CASSET, 1995; Nazareno, 2005; Proença, 2010).

A caracterização da paisagem e seus respectivos geoambientes, num viés arqueológico, pode fornecer indicadores dos prováveis locais onde há uma maior probabilidade de serem encontrados vestígios de ocupação. Em última instância, pode mostrar a localização de assentamentos que reforçam um esquema preditivo muito perspicaz ao reconhecimento geral de estudos relacionados à arqueologia.

Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar a localização dos Geoglifos em relação à sua posição geoambiental, com vista a verificar se há alguma relação da construção dos mesmos em algum local preferencial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

Compreende o sudeste do estado do Acre, região com a maior concentração de ocorrência de sítios arqueológicos de estrutura de terra tipo denominados de Geoglifos. Esta região engloba terras dos municípios de Acrelândia, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Capixaba, Xapuri, Bujari, Porto Acre e de Rio Branco. Geograficamente, dispõe-se entre as coordenadas de 9°14' e 11°25' de Latitude Sul e 66°37' e 69°22' de Longitude Oeste (Figura 3).

2.2. Análise Geoespacial

Foram feitas a adequação e padronização do sistema de projeção cartográfica, escala e metadados, de todas as bases cartográficas que foram utilizadas, como por exemplo, do arquivo vetorial de Geoglifos que contem os sítios utilizados nas análises e o arquivo vetorial de solos da base de solos do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre (ACRE, 2007). As bases cartográficas utilizadas foram (re) projetadas para o sistema UTM WGS 1984, o qual, além de ser adequado aos objetivos e escala do trabalho, é compatível ao sistema SIRGAS 2000 na escala de 1:100.000.

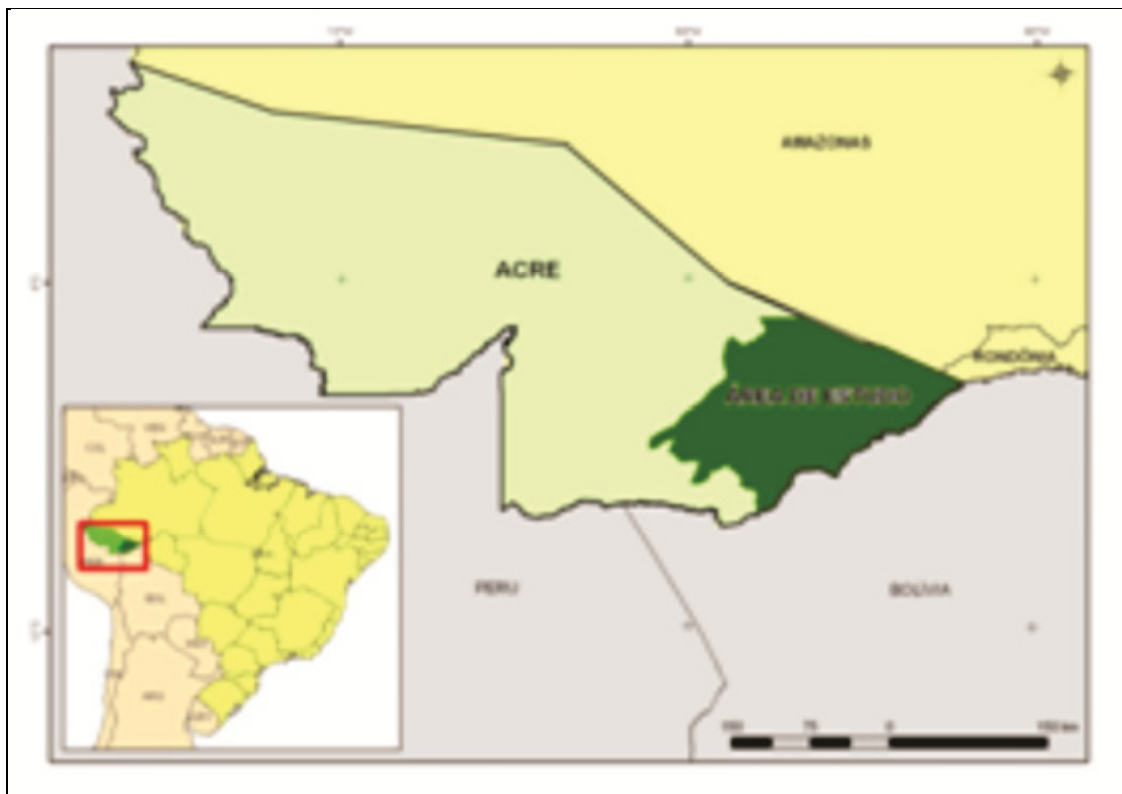


Figura 3. Localização da área de estudo, onde foram identificados os Geoglifos no estado do Acre, Brasil.

Na análise da distribuição geoespacial dos Geoglifos utilizou-se técnicas de geoprocessamento, em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG), utilizando o *software* ArcGIS®, versão 9.3.

Basearam-se as análises por geoprocessamento na correlação das características dos sítios arqueológicos (localização, densidade e forma dos Geoglifos) *versus* as características dos compartimentos naturais (geologia, geomorfologia, solos e hidrografia) com o fim de verificar se a localização dos sítios seguia algum padrão de distribuição dentro de cada compartimento natural específico. Após esta análise, procurou-se elaborar modelos preditivos com base na interseção de camadas/bases cartográficas temáticas de alguns atributos tais como, geologia, relevo, solos etc. (ARONOFF; 1991; KVAMME, 1992; KASHIMOTO, 1997; THOMAZ, 2002; OLIVEIRA et al., 2005).

Essas variáveis representam aspectos dos geoambientes que supostamente seriam favoráveis para a localização dos Geoglifos, como, por exemplo, proximidade da rede de drenagem, declividade do terreno, tipos de solo, presença de matéria-prima para a fabricação de utensílios líticos, dentre outras.

O modelo preditivo elaborado foi estruturado na estratificação dos geoambientes que sobreposto à base dos Geoglifos possibilitou gerar informações de ocorrência, probabilidade e densidade, permitindo verificar supostas relações da localização dos sítios arqueológicos, em tais compartimentos naturais estratificados.

Com as bases estruturadas e padronizadas foram realizadas modelagens, interpolações e cruzamentos por geoprocessamento envolvendo todos os Geoglifos mapeados de acordo com alguns atributos como: diâmetro, formato, número de estruturas etc, e a base cartográfica do Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Acre (ACRE, 2007), onde, foram utilizadas as seguintes temáticas: geomorfologia, solos, altimetria, vegetação, rede de drenagem, bacia e sub-bacias hidrográfica, terras indígenas, uso e cobertura do solo.

2.2.1. Distribuição e caracterização dos Geoglifos frente aos compartimentos naturais

Esta linha de análise estruturou-se em quatro derivações de procedimentos analíticos, que foram: Densidade e formato dos os Geoglifos; Proximidade de rios e igarapés e sobreposição e extração de informações entre feições (solos, relevo e geologia).

A análise de densidade de Geoglifos foi pautada nos preceitos da “Densidade Kernel”, a qual se calculou densidade de recursos em torno de cada ponto de saída das células raster ou vetor (SILVERMAN, 1986).

Nesta análise buscou-se estratificar os níveis de densidade dos Geoglifos, primeiramente em relação aos próprios sítios, e posteriormente avaliou-se a Densidade por compartimentos e, ou, geoambientes da paisagem, onde se sobrepôs as camadas de informações aeroespaciais como solos, divisores de água, rios principais, relevo e fitofisionomias.

Na análise da Forma buscou-se avaliar a distribuição dos Geoglifos em relação aos seus formatos, ou seja, analisou-se a suposta relação entre os formatos “geométricos” dos sítios e sua localização na paisagem. Para a realização desta análise, inicialmente, agrupam-se os sítios em três categorias de formas: “Círculo, Quadrado e Demais Formas (elipse, hexágono, retângulo etc)”. Os Geoglifos analisados são, em sua grande maioria, de forma circular e

quadrada, sendo que os outros formatos, por não se enquadrarem em um grupo de número significativo, foram agrupados na categoria “Demais Formas”.

Foram espacializados os Geoglifos, agrupados em tipo de forma geométrica, sobre uma base de principais rios e os respectivos divisores de água, gerando informações geoespaciais, qualitativas e quantitativas destes cruzamentos/sobreposições.

As análises de proximidades, dos Geoglifos frente à rede de drenagem (rios e igarapés), possibilitou a criação de uma junção entre os atributos e, ou, Quadro de uma camada (vetor de pontos dos Geoglifos) com os atributos e, ou, Quadro de outra camada (vetor de linha da hidrografia), com base nas posições relativas das características nas duas camadas, gerando informações de distância absoluta dos Geoglifos (recurso de entrada) em relação à rede de drenagem (recurso alvo). Esta análise buscou avaliar supostos padrões de localização/proximidade dos sítios em relação aos principais rios (fonte de recursos pesqueiros e deslocamento) e igarapés (fonte de água potável, principalmente para a dessedentação).

A rede hidrográfica destaca-se entre as variáveis ambientais que seriam favoráveis para a localização e distribuição de sítios arqueológicos (KIMERLING, 1994; OLIVEIRA, 2005). Com a análise de proximidade realizada efetuou-se a sobreposição desta com a variável Forma dos Geoglifos, onde supostamente pode revelar relação entre Forma e proximidade de elementos hidrográficos.

2.2.2. Geoglifos e estratificação de geoambientes: ocorrência, probabilidade e densidade

Nesta linha de investigação buscou-se avaliar supostos padrões na distribuição dos Geoglifos por unidades geoambientais, gerando assim um modelo preditivo sobre as características naturais distintas dos ambientes que os Geoglifos ocupam/ocupavam. Esses modelos foram construídos com o levantamento das chamadas variáveis ambientais. Essas variáveis são aspectos do ambiente que seriam favoráveis para a localização de sítios arqueológicos, como, por exemplo, proximidade da rede de drenagem, presença de fonte de matéria-prima para a fabricação de utensílios entre outras (ARONOFF; 1991; KASHIMOTO, 1997; THOMAZ, 2002 & OLIVEIRA et

al., 2005). Foi realizado uma sobreposição de camadas/bases cartográficas temáticas referentes aos compartimentos naturais determinantes como geologia, geomorfologia, solos, distância de rios e igarapés tanto em relação à paisagem natural do sudeste Acreano como em relação a supostas estratégias locais e de sobrevivência dos povos construtores dos Geoglifos.

Definidas as temáticas realizou-se uma intersecção (cruzamento) entre as bases cartográficas e seus respectivos atributos, para com isso obter uma base geoespacial (polígonos) com informações que possibilitassem a definição, através das combinações de temáticas e atributos, de geoambientes que representem partimentos “homogêneos” da paisagem.

Com a base de geoambientes definida, elaboraram-se três mapas base como plano de informação para as análises preditivas sobre supostas relações de distribuição geográfica dos Geoglifos por geoambiente estratificados.

As três frentes de análises, tiveram como base os geoambientes (polígonos) e os Geoglifos (pontos), sendo realizadas em ambiente SIG (ArcGIS 9,3), através da ferramenta *Spatial Join*.

A análise de “Ocorrência” diz respeito aos geoambiente que detém Geoglifos no interior de seus polígonos; a análise de “Probabilidade” está relacionada aos níveis de proximidade entre os geoambientes e os Geoglifos, onde a proximidade dos geoambientes com “Ocorrência”, e com os geoambientes similares e/ou subseqüentes, considerando a dinâmica de evolução da paisagem; já a análise de “Densidade” considerou os níveis de ocorrência de Geoglifos por geoambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Distribuição e Caracterização dos Geoglifos em Relação aos Compartimentos Naturais

A distribuição espacial dos Geoglifos, de um modo geral, apresentou relação direta com as variações dos compartimentos naturais da paisagem do sudeste Acreano.

A análise de “densidade” demonstrou que há uma concentração dos Geoglifos nos divisores de água das bacias Acre-Iquiri; Acre-Abunã e Iquiri-Abunã, tendo uma grande concentração no tríplice divisor de águas Acre-Iquiri-

Abunã e no divisor Acre-Iquiri, próximo à coordenada 10°S e 67°30` W (Figura 4).

Verificaram-se também áreas descontínuas no interior destas três bacias hidrográficas com alta ocorrência dos Geoglifos (Figura 4). Essas áreas representam divisores de sub-bacias, áreas de cabeceira de drenagem, algumas com padrões radiais, que de acordo com CHRISTOFOLETTI (1980), é o padrão típico de drenagens de cabeceiras.

Deve-se salientar que este ambiente de maior densidade dos Geoglifos, que atualmente correspondem aos topos aplainados e relevo convexo, com solos mais “antigos”, profundos e bem estruturados, possuem características distintas do Quaternário Tardio (SALGADO-LABORIAL, 2004).

Neste período, postula-se que houve um recuo da vegetação florestal nas regiões tropicais, como o Acre e grande parte da superfície eram ocupados por influência dos corpos d água. Nos divisores de água, topos do relevo, encontravam-se cobertos por vegetações abertas, como cerrados e savanas, e sobre condições de intemperismo intenso (PRANCE, 1982; VANSOLINE 1992; AB`SABER, 2003 & SALGADO-LABORIAL, 2004, BIGARELLA & BECKER, 2007).

Verificou-se, que dos 168 Geoglifos identificados, a maioria, ou seja, 54% (91) apresentam forma arredondada (circular), 33% (56) apresentam forma quadrada ou retangular e 13% (21) demais formas (Figura 5).

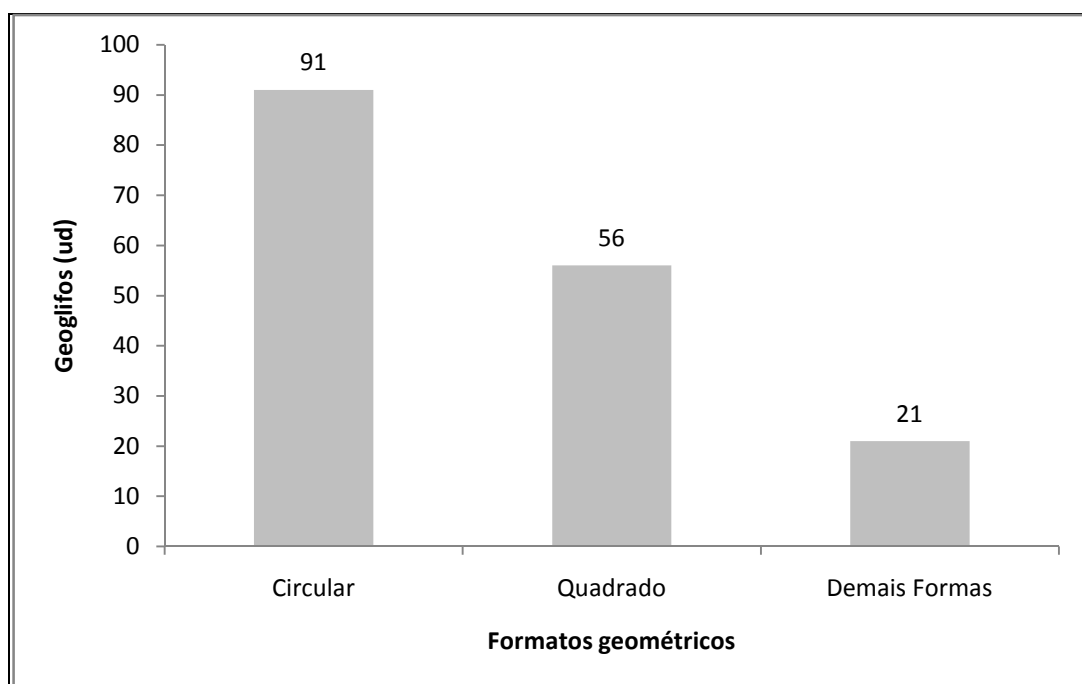


Figura 5. Quantidade de Geoglifos nas suas diferentes formas geométricas na região sudeste do estado do Acre, Brasil.

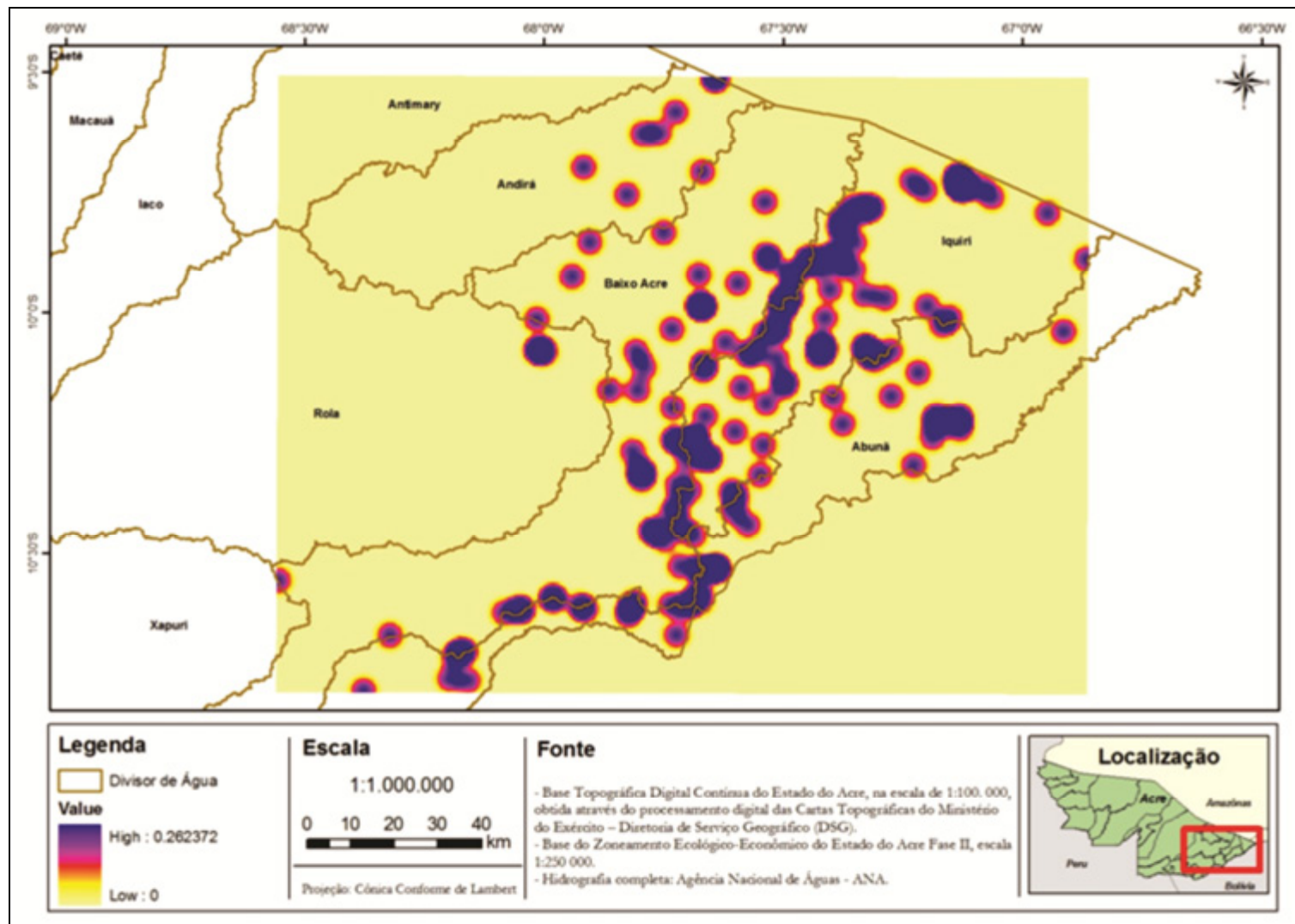


Figura 4. Densidade dos Geoglifos na região do sudeste do estado do Acre, Brasil.

Importante destacar que as formas circulares ocorrem principalmente na porção sul para o centro-sul, enquanto que as formas quadradas ocorrem na região norte da área (Figura 6).

No tríplice divisor de águas, entre as bacias Acre-Iquiri; Acre-Abunã e Iquiri-Abunã, só foram identificados Geoglifos circulares. Os quadrados são mais presentes nos divisores Acre-Iquiri e Iquiri-Abunã, na porção mais a jusante de tais bacias hidrográficas.

Os Geoglifos de forma quadrada encontram-se predominantemente em áreas mais dissecadas, com predomínio de Argissolos, ou seja, áreas mais jovens no que diz respeito à evolução da paisagem. Os de forma circulares encontram-se nas áreas mais estáveis e evoluídas da paisagem, onde predomina os Latossolos.

Relacionando forma dos Geoglifos e classes de solos constatou-se que 68% dos sítios circulares localizam-se nos Latossolos. Isso confirma o predomínio das formas circulares nas áreas mais antigas e a forma quadrada em compartimentos mais jovens da paisagem (ambientes mais dissecados)

Esta constatação pode indicar que os Geoglifos e forma quadrada são posteriores aos redondos, o que se pode considerar que os quadrados representam, em relação aos redondos, uma nova leva cultural, podendo ser caticados de períodos diferentes ou até mesmo caticados diferentes, num mesmo período. As diferenças de localização na paisagem dos Geoglifos circulares e quadrados podem representar tempos diferentes de ocupação e não contemporaneidade.

A avaliação da localização dos Geoglifos em relação à proximidade de igarapés (áreas de nascentes) indica que os sítios arqueológicos foram construídos preferencialmente próximos aos cursos d água de primeira ordem, associados a nascentes. Os dados demonstraram predomínio das classes de proximidade “Muito Alta” e “Alta” (Figuras 7 e 8), o que corrobora a questão da necessidade maior de água para dessedentação (água potável), dos povos construtores e/ou viventes nos Geoglifos.

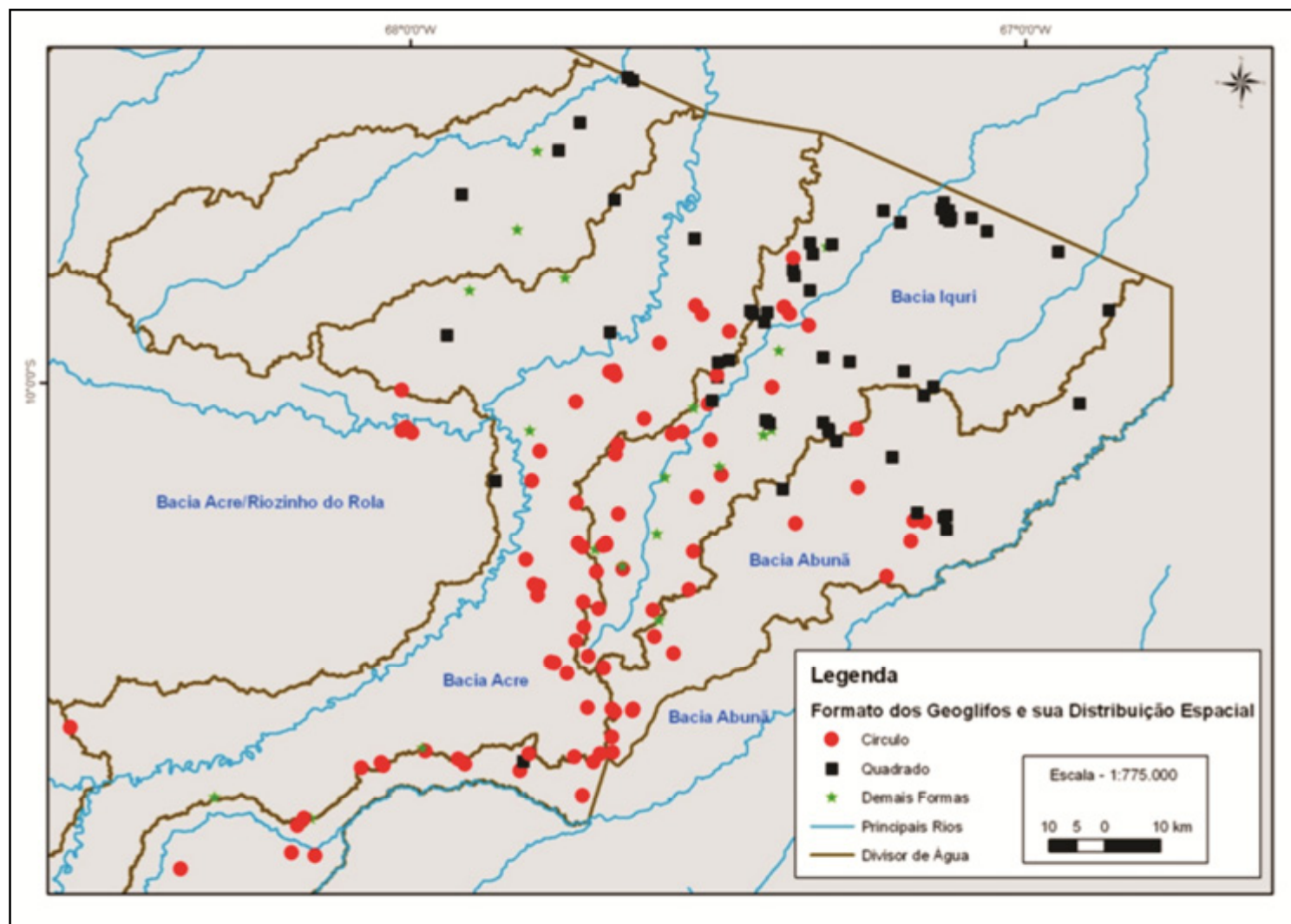


Figura 6. Distribuição geográfica dos Geoglifos e suas respectivas formas geométricas

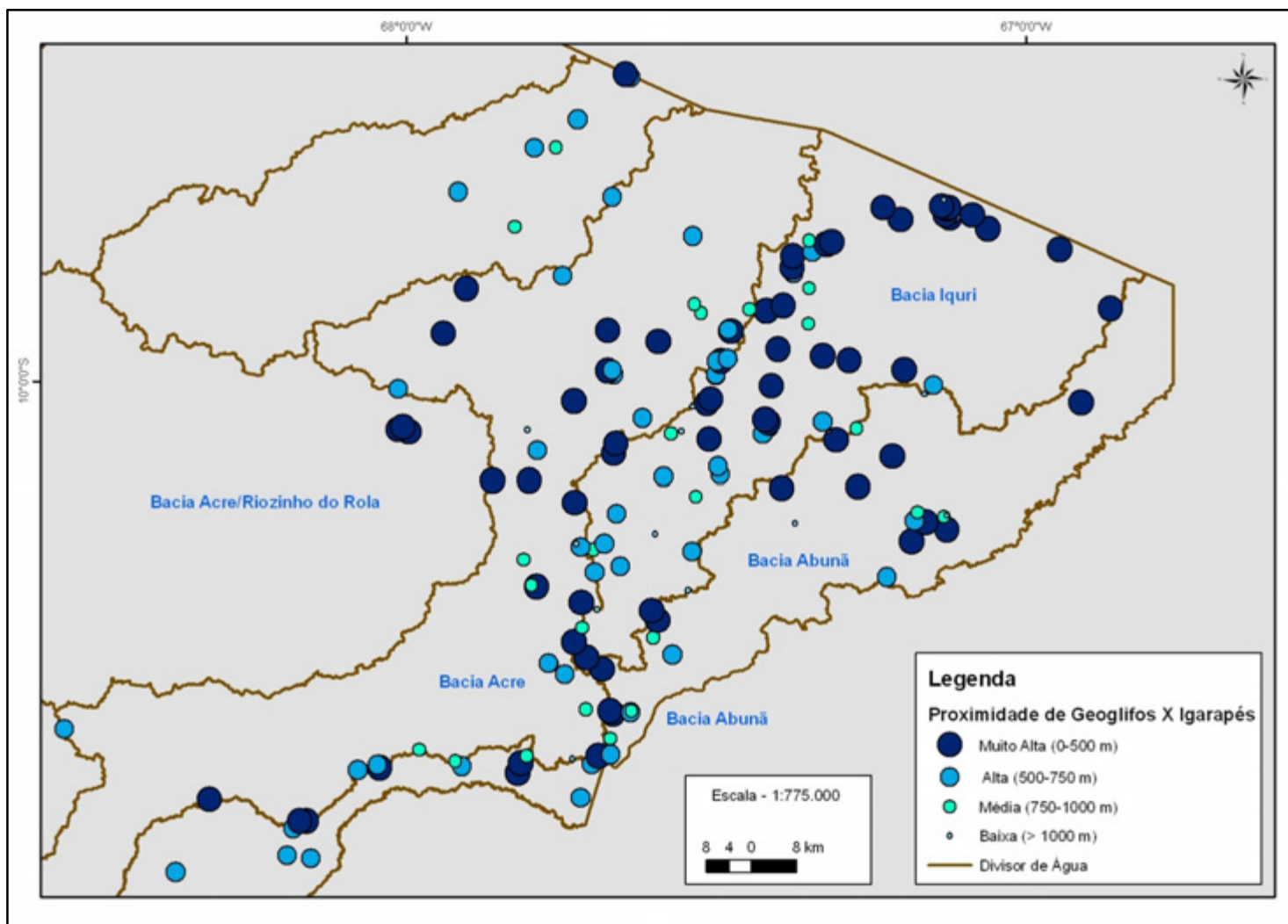


Figura 7. Proximidade dos Geoglifos em relação à rede hidrográfica (igrapés – acesso a água potável).

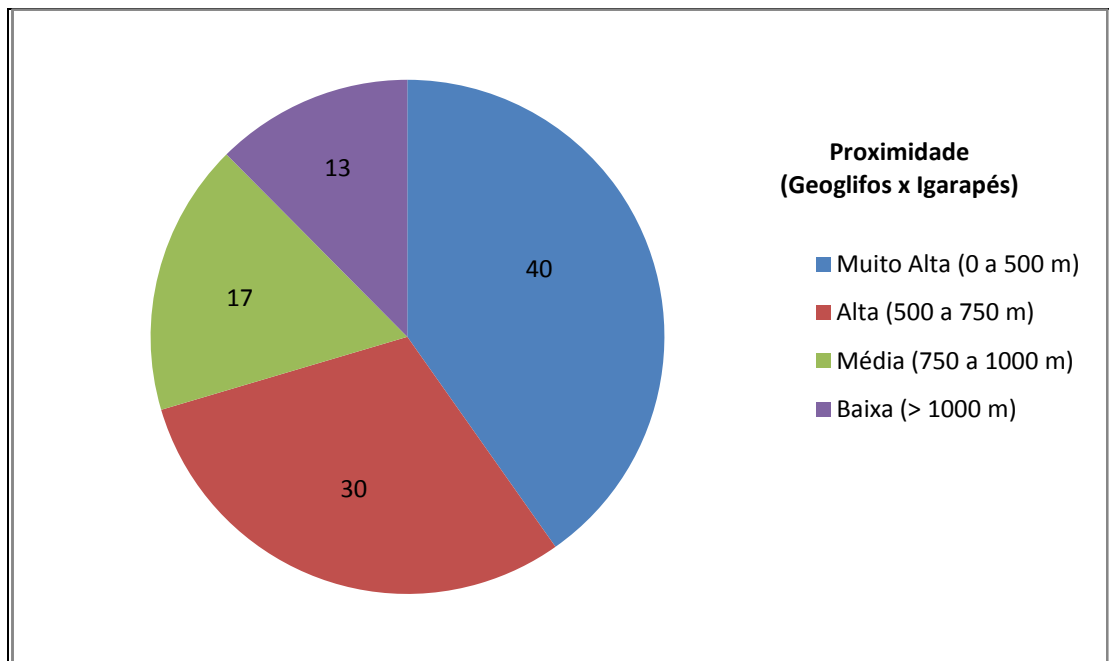


Figura 8: Localização dos Geoglifos(%) em relação à proximidade de igarapés (nascentes).

Em relação à proximidade dos principais rios destacam-se as distâncias até 4,5 km. Predominando, as classes de distância: “Média”, “Alta” e “Muito Alta” (Figuras 9 e 10). Este fato indica considerável proximidade dos Geoglifos com esses cursos d’água (principais rios), pois os mesmos possibilitam e oferecem importantes aspectos estratégicos, como fonte de alimentos, pela pesca (fato ainda cotidiano em sociedades ribeirinhas da região amazônica); facilidade de deslocamento, por via fluvial e/ou terrestre, ao longo dos principais rios, tanto rio acima como abaixo.

“Como apresentado por SCHAAN et al. (2007), ocupam posição estratégica no que diz respeito à proteção de supostas invasões”, pois apresentavam localização de mediana proximidade de rios, além de localização preferencial em platôs, topos aplainados, cuja visão panorâmica era bastante privilegiada que alcançava dezenas de quilômetros do horizonte. Se os Geoglifos eram aldeias fortificadas, sua posição era realmente a melhor possível, pois qualquer movimento vindo a partir dos rios poderia ser notado à distância (SCHAAN et al., 2007). Esta proximidade mediana oferece, além de facilidade de deslocamento e alimentação, a possibilidade de proteção, com visualização privilegiada de supostos ataques de tribos rivais.

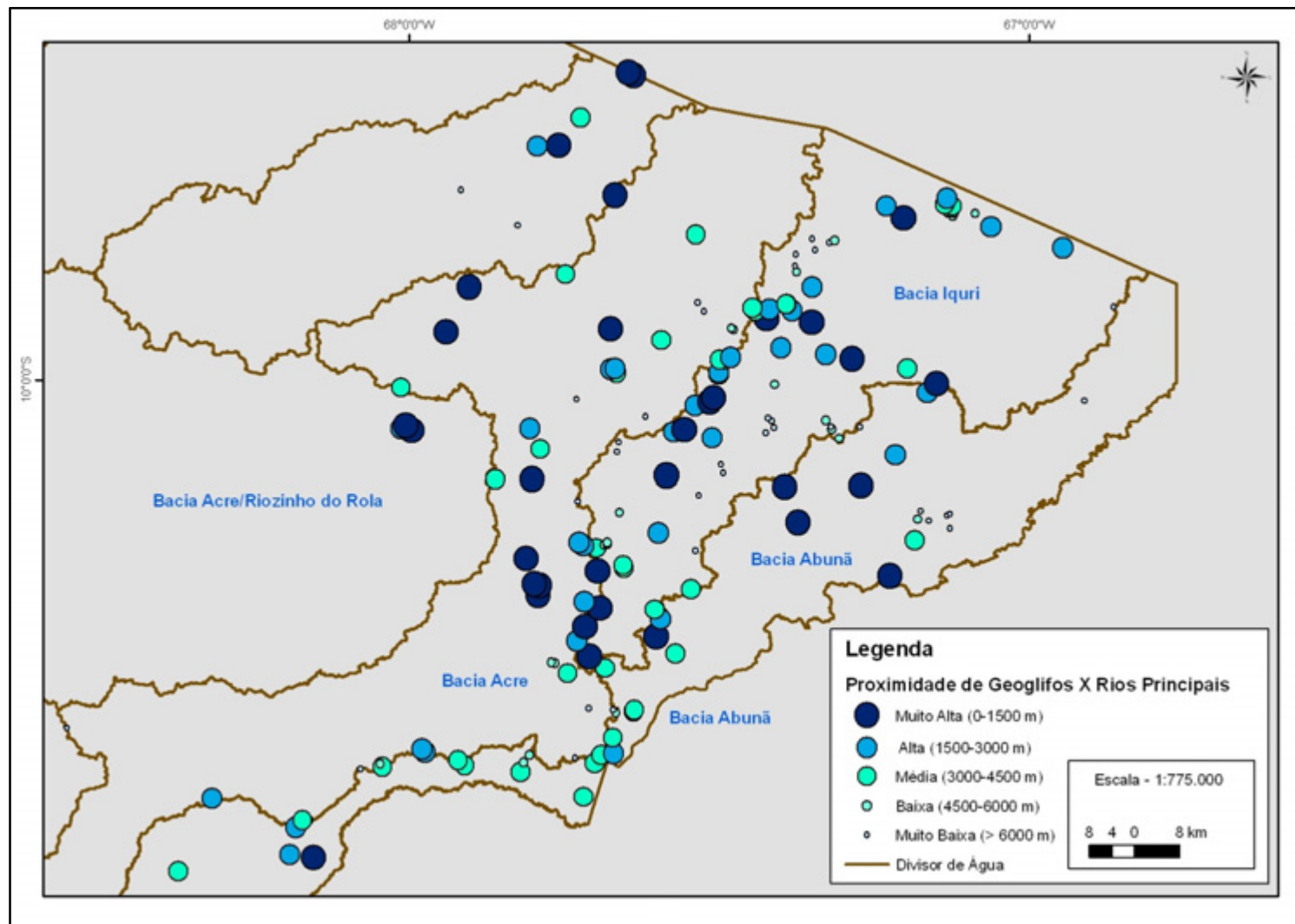


Figura 9: Proximidade dos Geoglifos em relação à rede hidrográfica (principais rios).

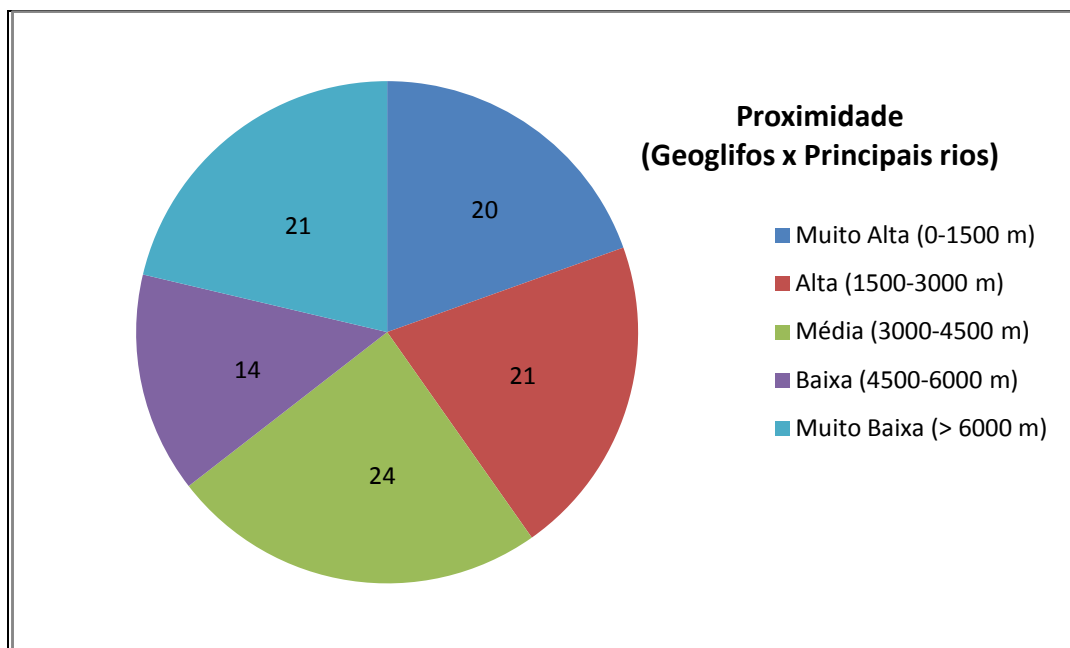


Figura 10. Quantidade de Geoglifos (%) por níveis de proximidade dos principais rios da região sudeste do estado do Acre, Brasil.

A relação entre os sítios arqueológicos e as “unidades geológicas” confirma o aspecto de seleção de melhores áreas da paisagem, visto que os Geoglifos predominam na Formação Solimões (82 Geoglifos) (Figura 11). Deve-se salientar que esta Formação recobre grande parte do estado do Acre. A outra unidade geológica que se destaca é a Detritico-Lateríticas com a presença de 75 Geoglifos. Esta unidade se caracteriza por sedimentos argiloarenosos de cor amarelada, caulínicos, parcial a totalmente pedogeneizados, gerados por processos alúvio coluviais. Como se trata de áreas aplainadas e homogêneas, e em face da contemporaneidade entre a deposição dessas coberturas e a elaboração das superfícies de aplainamento, admite-se para essa unidade a idade Neopleistocênica (ACRE, 2010) (Figura 11).

Outro fator associado à cobertura Detritico-Laterítica é a possibilidade de uso de blocos concrecionários (canga e, ou, piçarra) como fonte de material para a produção de ferramentas líticas, como registradas em trabalhos de campo.

Conforme mencionado verifica-se que preferencialmente os Geoglifos ocorrem na “Formação Solimões Inferior” e na “Cobertura Detritico-Laterítica”. (Quadro 1). Verifica-se que no caso da Cobertura Detritico-Laterítica que ocupa 21% da área detém 44,6% dos sítios, ou seja, a segunda maior ocorrência.

Este fato demonstra que os povos pré-históricos estratificavam o ambiente em relação a seus usos preferenciais.

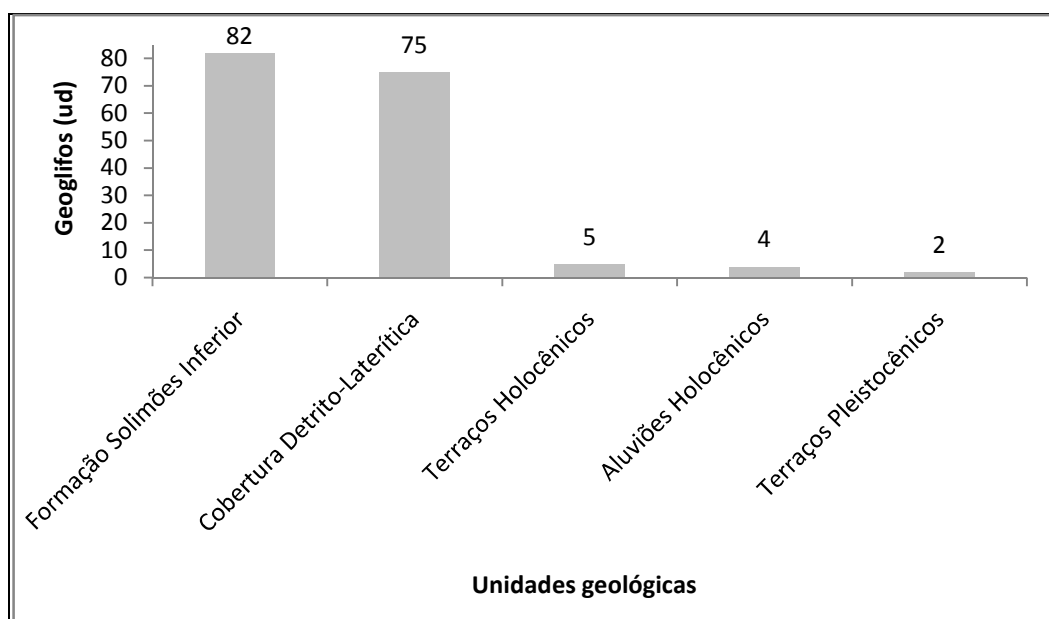


Figura 11. Distribuição do Geoglifos por unidades geológicas na região sudeste do estado do Acre, Brasil.

Quadro 1. Relação de ocorrência de Geoglifos por unidades geológicas

Geologia	Área		Geoglifos	
	ha	%	Ud	%
Formação Solimões Inferior	947.271,16	66,9	82	48,8
Cobertura Detrítico-Laterítica	297.631,22	21,0	75	44,6
Aluviões Holocênicos	76.318,21	5,4	4	2,4
Terraços Holocênicos	73.721,16	5,2	5	3,0
Terraços Pleistocênicos	20.332,44	1,4	2	1,2
Formação Solimões Superior	1.143,37	0,1	0	0,0
Margem dos rios	155,02	0,0	0	0,0
Total	1.416.572,58	100,0	168	100,0

Dos 168 sítios arqueológicos estudados encontram-se nas unidades geomorfológicas Depressão do Rio Branco e, sobretudo, na Depressão do Endimari-Abunã. São áreas bastante similares em termos morfogênicos, diferenciando-se entre si nos padrões de dissecação do relevo, com maior ou menor incisão da drenagem e pelos materiais geológicos predominantes. Neste caso, tem-se o predomínio das Coberturas Lateríticas (Figura 11) em forma

convexa ou topo plano. Estas áreas são mais estáveis morfogeneticamente e com boa drenagem (ACRE, 2010).

Percebe-se que há uma preferência na construção dos Geoglifos pelas áreas de topo, convexo e aplainadas, de topo tabular (Figuras 12 e 13). São superfícies suavemente dissecadas, com topos ora tabulares, ora convexos. Na região sul da área de estudo, próxima ao rio Abunã a área é mais dissecada com predomínio de topos convexos.

Ao se analisar a construção dos Geoglifos quanto as Unidades Geomorfológicas verificou-se que 82% localizam-se em relevo convexo; e 10,5% em áreas tabulares. Isso confirma a tendência dos Geoglifos ocuparem as áreas de Topo Tabular (Figuras 12 e 13).

Em termos de classes de solos observou-se que 82 Geoglifos, ou seja, 49% dos sítios arqueológicos encontram-se sobre Latossolo Vermelho (Figura 14). Estes solos (sudeste do Acre) apresentam ambientes de relevo plano a suave ondulada, normalmente, plana (sobretudo, em área tabular). São os solos mais velhos (intemperizados) da paisagem, apresenta uniformidade de cor, textura (geralmente, argilosa), e em geral, distróficos, profundos e bem drenados. Possuem elevada acidez e baixos teores de cálcio, magnésio e potássio, associados a baixos teores de ferro e capacidade de troca catiônica (AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2008).

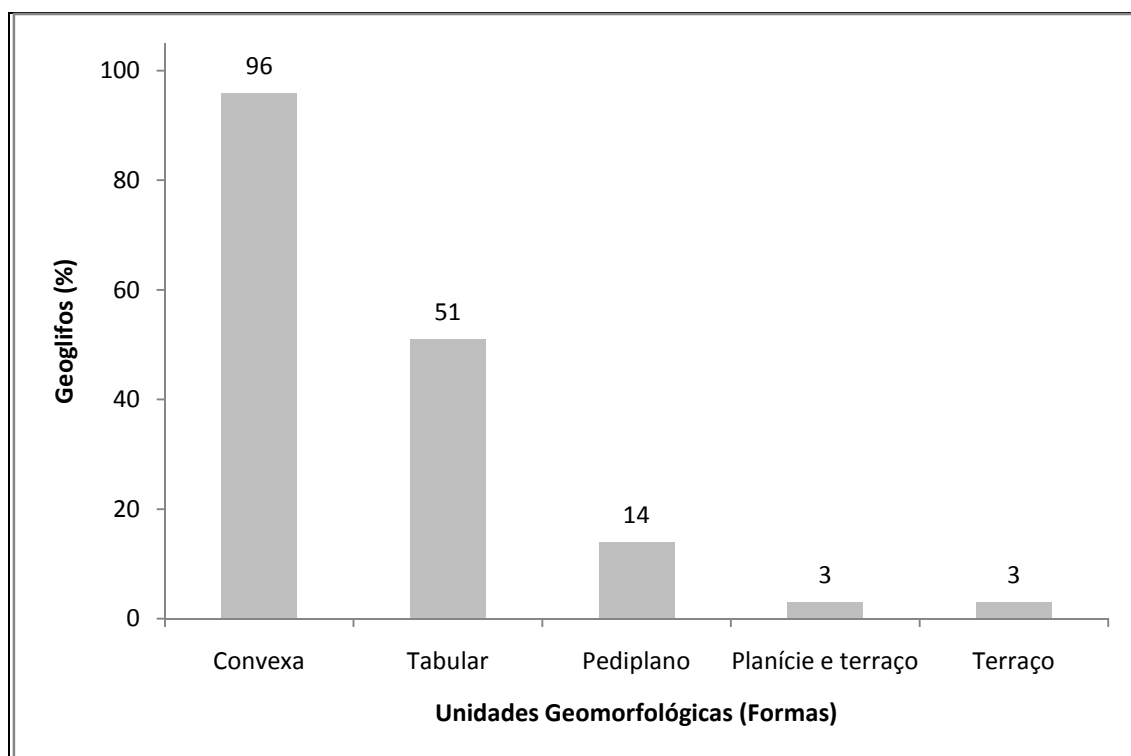


Figura 13. Distribuição dos Geoglifos, por unidades geomorfológicas (formas do terreno), na região sudeste do estado do Acre, Brasil.

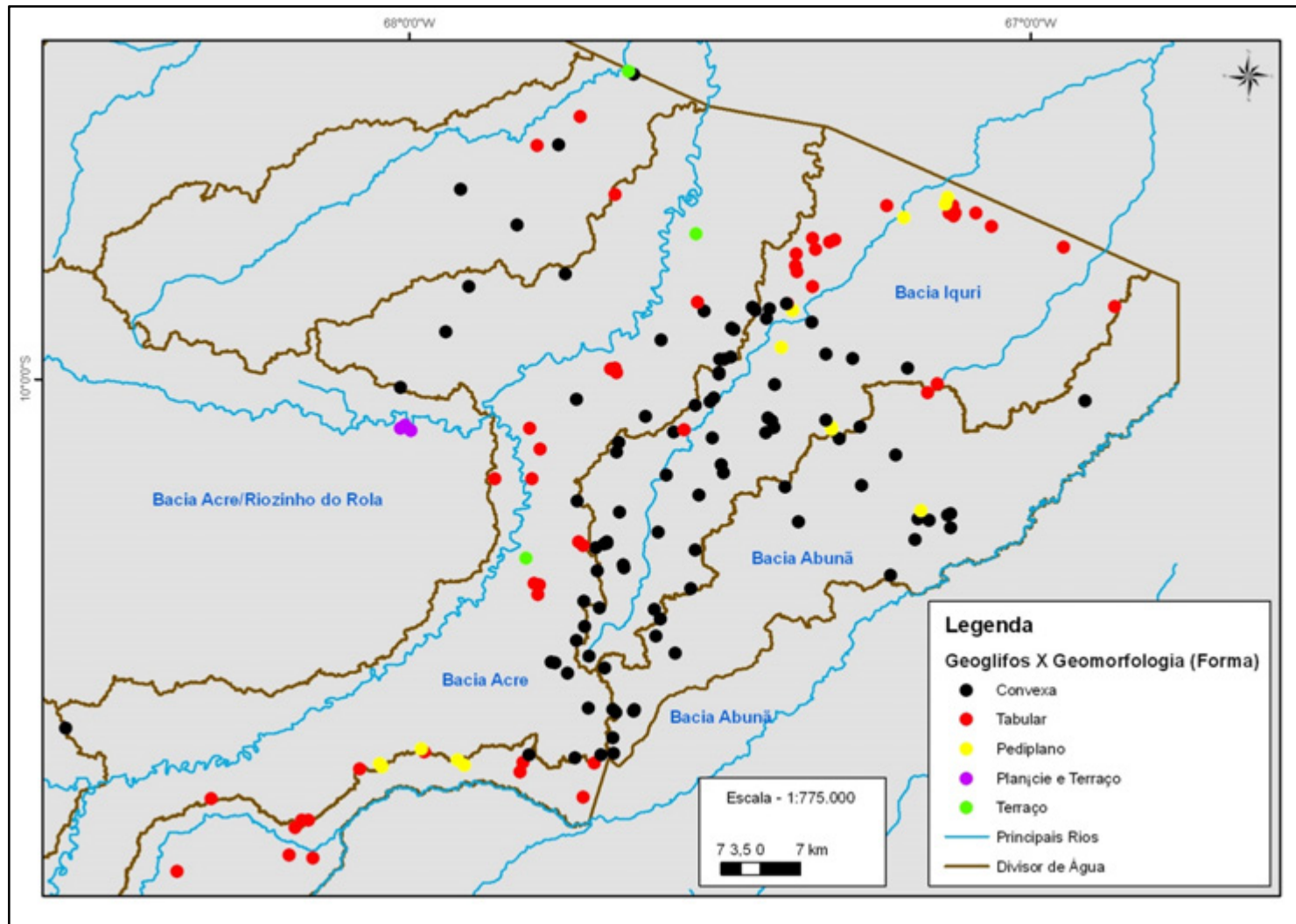


Figura 12. Distribuição espacial dos Geoglifos por unidades geomorfológicas (forma do terreno) na região sudeste do estado do Acre, Brasil.

A segunda classe de solos em que predominam os Geoglifos é o Argissolo Vermelho-Amarelo com 65 sítios (39% do total). Estes solos apresentam como característica marcante o horizonte B textural (incremento significativo de argila do horizonte A para o horizonte B) e, no caso da área de estudo, normalmente, argila de atividade baixa (Tb), com alta saturação por alumínio (m). Na região de estudo, podem apresentar drenagem moderada, sobretudo, nas áreas de menores altitudes, com baixa a média fertilidade natural. Por estarem associados às condições de relevo mais movimentado, são também bastante susceptíveis a erosão, como ocorre na parte sul da área de estudo, próximo ao rio Abunã (Figuras 14 e 15), onde predomina a forma arredondada dos e Geoglifos.

Ao analisar a área de maior densidade dos Geoglifos e a distribuição das unidades de mapeamento de solos versus ocorrência dos sítios arqueológicos, verifica-se a tendência dos sítios nas unidades “LV” (áreas Latossólicas) e “PVA” (áreas Argissólicas). A ocorrência de Geoglifos não acompanha a mesma ocorrência das unidades de solos (Quadro 2). Como no caso da unidade “LV”, que ocupa 32,4% da área e ocorrem 48,8% dos sítios, ou seja, a unidade de solos de segunda maior ocorrência detém o maior número de Geoglifos. Isso permite concluir que há uma relação direta entre a localização dos Geoglifos e posição dos mesmos na paisagem.

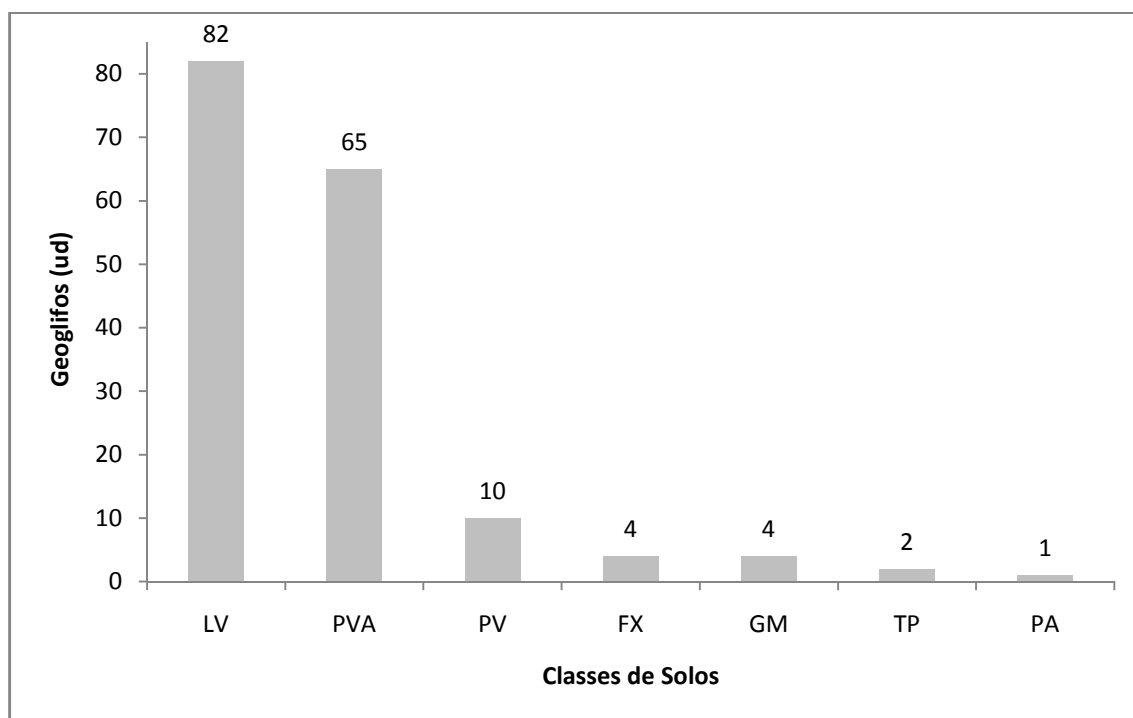


Figura 15. Distribuição dos Geoglifospor classes de solos, nas áreas estudadas, na região sudeste do estado do Acre, Brasil.

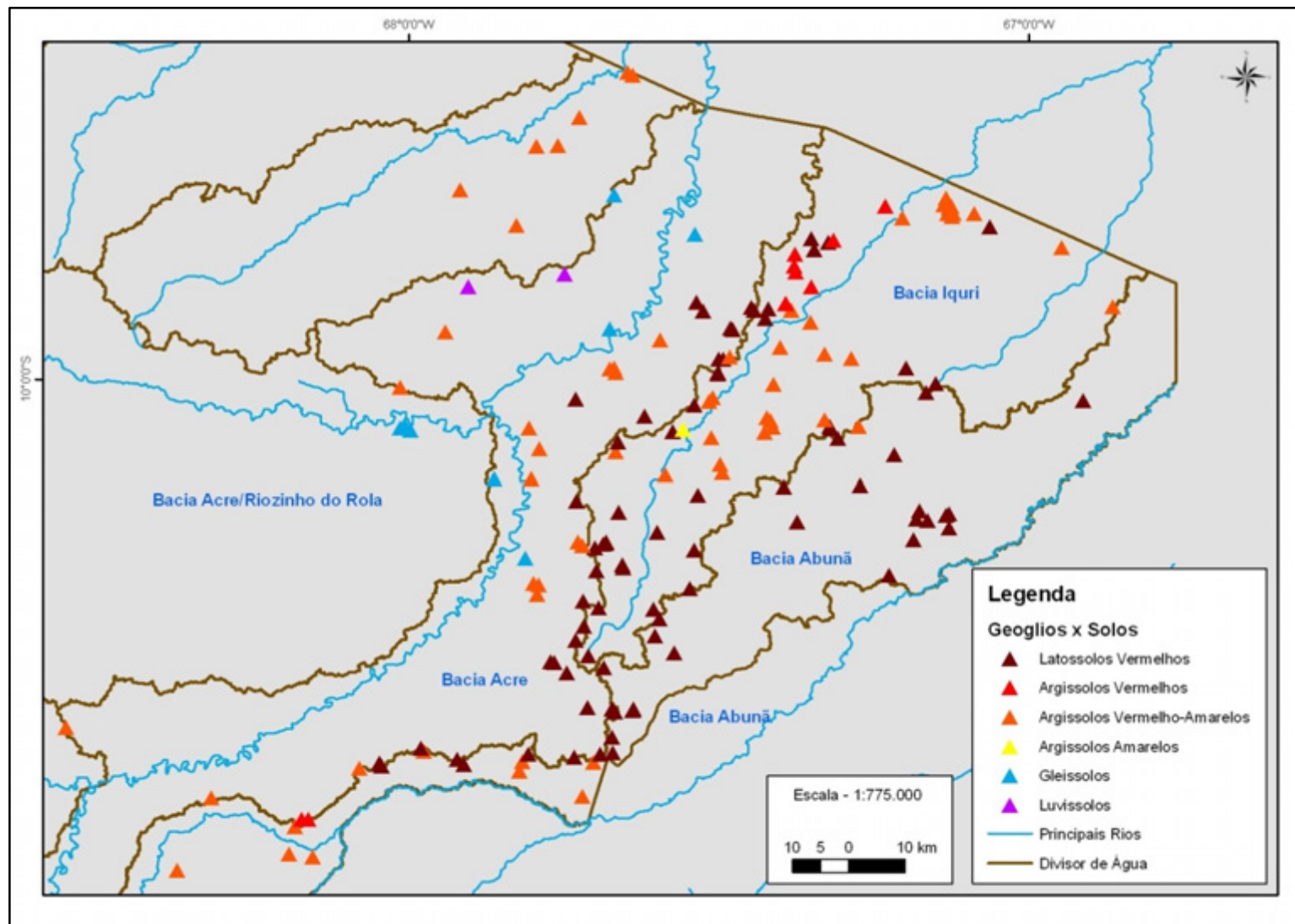


Figura 14. Distribuição espacial dos Geoglifos por classes de solos, na região sudeste do estado do Acre, Brasil.

Quadro 2. Relação de ocorrência dos Geoglifos por unidade de mapeamento de solos

Solos	Área		Geoglifos	
	----- ha -----	----- % -----	-----Ud -----	----- % -----
PVA	605.758,58	42,8	65	38,7
LV	458.827,22	32,4	82	48,8
TP	104.735,81	7,4	2	1,2
PV	96.427,09	6,8	10	6,0
GM	93.295,91	6,6	4	2,4
FX	53.537,47	3,8	4	2,4
PA	2.349,98	0,2	1	0,6
Total	1.414.932,06	100,0	168	100,0

3.2. Geoglifos e Estratificação de Geoambientes: Caracterização, Distribuição e Probabilidade de Ocorrência

Os Geoglifos ocorrem com maior frequência nas partes superiores e mais antigas da paisagem, n onde ocorrem os divisores de água, topos aplainados e convexos, com predomínio da Formação Solimões Inferior, e solo profundo, de textura argilosa (Latosolo Vermelho) e sobre a formação Detritico-laterítica com topo aplainado de forma tabular com predomínio de Argissolo Vermelho, em menores altitudes e Latossolo Vermelho, em maiores altitudes, no entanto em áreas mais estreitas de topo, que correspondem aos divisores de água (Figura 16 e Quadro 3).

Em termos de probabilidade de ocorrência dos Geoglifos por geoambiente, diagnosticou-se que os níveis mais altos (Classes “Muito Alta” e “Alta” Probabilidade de Ocorrência), correspondem aos geoambientes mais antigos da paisagem, os mais estáveis. Os mais baixos de probabilidade de ocorrência de sítios, os quais representam a grande maioria de polígonos de geoambientes, configuram-se as áreas mais dinâmicas da paisagem, sendo as vertentes e fundos de vales (Figura 17 e Quadro 4), de origens bem mais recentes.

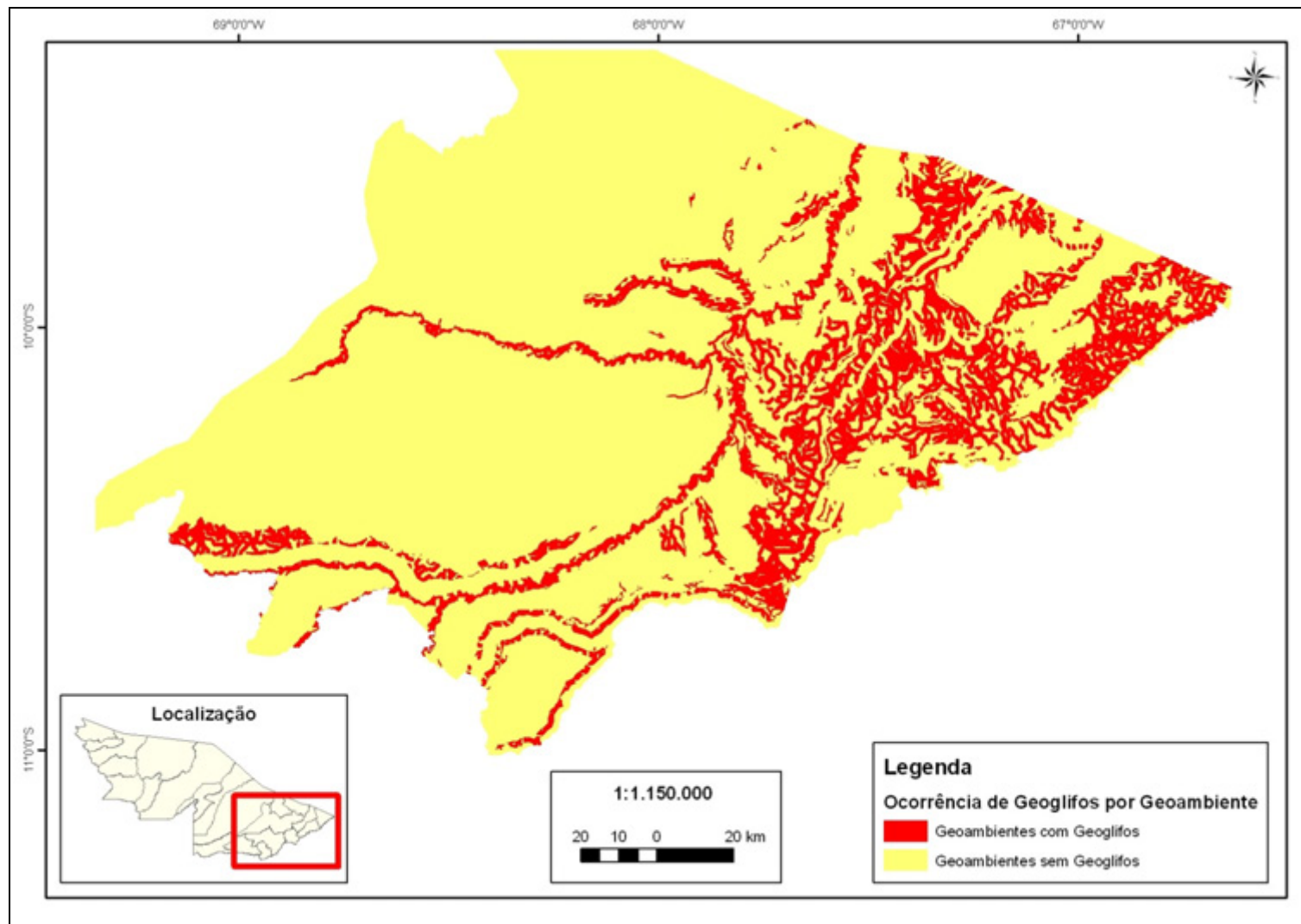


Figura 16. Ocorrência dos Geoglifos em relação aos geoambientes do sudeste Acreano, Brasil.

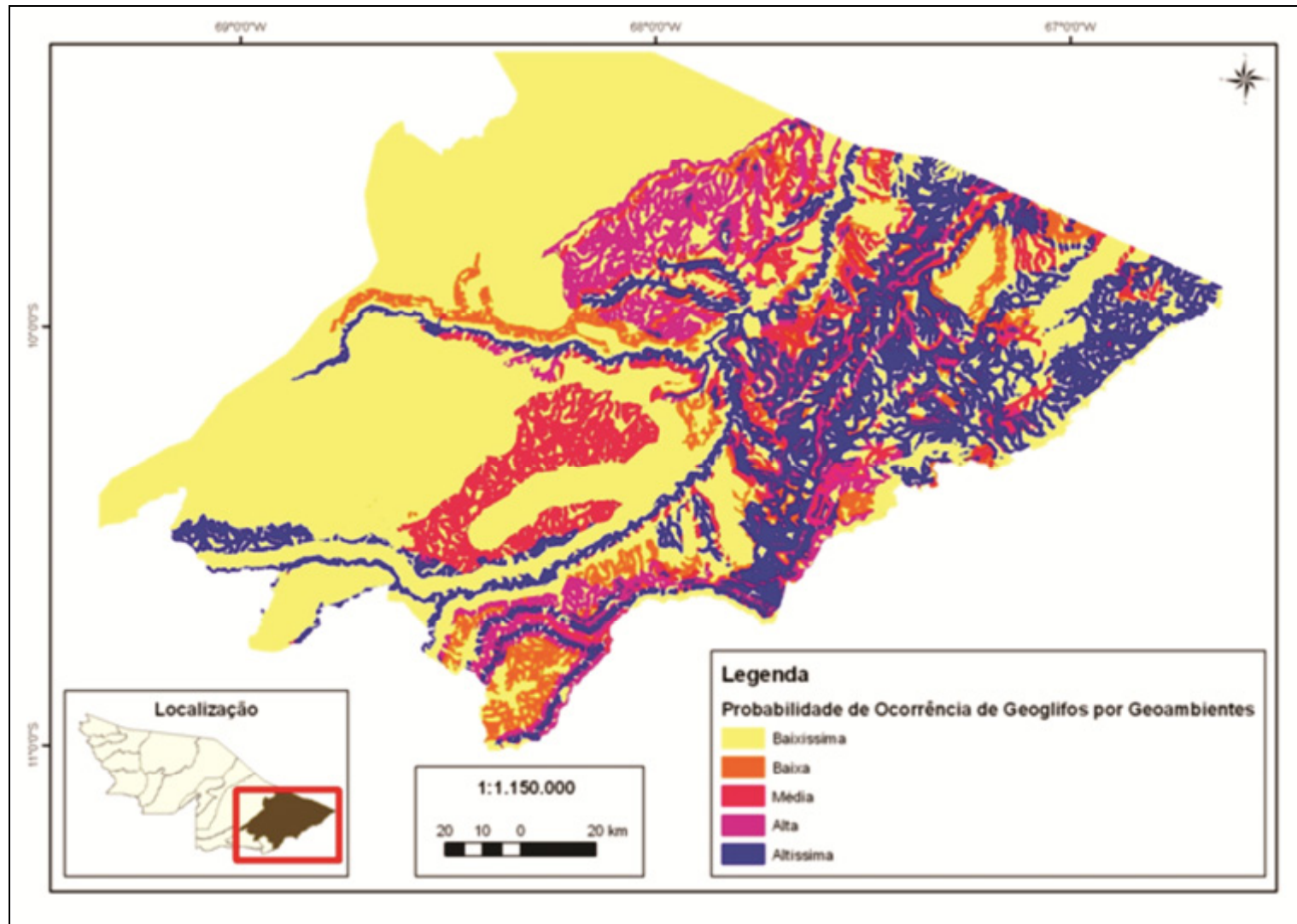


Figura 17. Locais prováveis de ocorrência de Geoglifos nos geoambientes do sudeste Acreano, Brasil.

Quadro 3. Aspectos gerais da ocorrência dos Geoglifos com relação aos geoambientes

Geoambientes	Geologia			Forma de relevo			Solos		
	Classe	Ud	%	Forma	Ud	%	Classe	Ud	%
1	Solimões Inferior	68	51,5	Convexa	70	53,0	LV	61	46,2
2	Cobertura Detritico-Laterítica	55	41,7	Tabular	45	34,1	PVA	54	40,9
3	Terraços Holocênicos	5	3,8	Pediplano	12	9,1	PV	8	6,1
4	Terraços Pleistocênicos	2	1,5	Planície e Terraço	3	2,3	FX	4	3,0
5	Aluviões Holocênicos	2	1,5	Terraço	2	1,5	TP	2	1,5
6	*	*	*	*	*	*	GX	2	1,5
7	*							1	0,8

Quadro 4. Quantidade de polígonos de geoambientes por níveis/classes de probabilidade de ocorrência de Geoglifos

Probabilidade	Polígonos	
	Ud	%
Altíssima	132	0,72
Alta	213	1,17
Média	474	2,60
Baixa	669	3,67
Baixíssima	16.732	91,83
Total	18.220	100,00

4. CONCLUSÕES

– A ocorrência dos Geoglifos é fortemente influenciada pela posição da paisagem nos aspectos fisiográficos. Predominam na Formação Solimões Inferior, nas pedoforma convexas e em Latossolo Vermelho (solos profundos, argilosos);

– Na Formação Detrítico-laterítica, em menor ocorrência, em topos aplainados, de forma tabular, com predomínio de Argissolo Vermelho, no terço médio e inferior da paisagem e de Latossolo Vermelho, nas partes superiores, mas sempre em ambas as situações, nos divisores hidrográficos da paisagem.

– Quanto à forma, os Circulares concentram-se ao sul da área de estudo que corresponde ao divisor hidrográfico Acre/Abunã/Ituxi. Nesta região predomina pedoforma de topo aplainado e Latossolos. Os Quadrados predominam nas áreas mais dissecadas com predomínio de Argissolo, ou seja, em áreas mais jovens geologicamente.

– Verificou-se que há uma preferência da construção dos Geoglifos na parte superior da paisagem e isso pode facilitar a identificação de outros que estão atualmente sob a floresta. Sugere-se, no entanto, que outros meios de identificação mais eficazes como imagens de radar ou a laser sejam utilizados e que pesquisas mais aprofundada sejam feitas no sentido de se encontrar a razão da construção dos Geoglifos, métodos adotados na construção e outras

informações que possam subsidiar, talvez, o melhor uso dos recursos naturais na região amazônica.

5. LITERATURA CITADA

- AB`SABER, A.N. **Os Domínios de Natureza No Brasil:** Potencialidades Paisagísticas. Ateliê Editorial: São Paulo, 2003. 160p.
- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico Econômico:** Recursos Naturais e Meio Ambiente. documento final – 1ª fase. Rio Branco: SECTMA, 2.000. v.1., 116p.
- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico: **Indicativos para a gestão territorial do Acre.** Documento Final. Rio Branco: SECTMA, Fase II, 2007.
- AMARAL, E.F. **Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no estado do Acre, Amazônia Ocidental.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2007. 185p. (Tese Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ARAÚJO, E.A. **Qualidade do solo em ecossistemas de mata nativa e pastagens na região Leste do Acre, Amazônia Ocidental.** (2008) (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa/MG, 2008.
- ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective.** Ottawa: WDL Publications, 1991.
- BOHRER, Y. et al. **Desenvolvimento de um Sistema de Informações Espaciais Ambientais e Sócio-Econômicas para a Amazônia Legal - SIG-AML.** In: Seminário de estudos regionais e urbanos, 1., 2001, São Paulo: FGV, 2001.
- BIGARELLA, J.J., BECKER, R.D. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Vol.1. Fundamentos Geológicos-Geográficos, Alterações Físicas e Química das Rochas, Relevo cárstico e dômico. UFSC: Florianópolis, 2 ed, 2007.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** 2. ed. -. Sao Paulo: Contexto, 147 p; 1995.
- CARMO, L.F.Z. **Agricultura Urbana na Cidade de Rio Branco, Acre: Caracterização, Espacialização e Gestão.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2006. 101p. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

- CATÃO, G.A. & SARTOR, C.E. **O Uso da Tecnologia SIG na Análise das Desigualdades Socioespaciais na Metrópole do Rio de Janeiro**. São Paulo: GIS BRASIL, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1980.
- DENEVAN, W.M. **A Bluff Model of Riverine Settlement in Prehistoric Amazonia**. Annals of the Association of American Geographers, 2007. Vol. 86, No. 4. pp. 654-681.
- DAVIDSON, I.; BAILEY, G.N. **Los yacimientos, sus territorios de explotación y la topografía**. Madrid: Boletín del Museo Arqueológico Nacional, 1984. 2, p. 25-43.
- KASHIMOTO, E. **Variáveis Ambientais e Arqueologia no Alto Paraná**. 1997. FFLCH, USP. Tese de Doutorado. 250 p.
- KIMERLING, J. **Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia**. Associação Cartográfica Internacional. Tradução de Fernando Santil e José Hamilton Azenha Pereira para o Projeto Courseware em Ciências Cartográficas. Unesp: São Paulo, 1994.
- KVAMME, L.K. **A predictive site location model on the high plains: an example with an independent test**. Plains Anthropologist.37:138, p. 19-40, 1992.
- NAZARENO, N.R.X.. **SIG Arqueologia: Aplicação em Pesquisa Arqueológica**; Tese de Doutorado. MAE/USP. São Paulo, 2005.
- OLIVEIRA, H. et al. **Análise da expansão da fronteira agrícola na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari utilizando Sistema de Informações Geográficas**. Dourados, MS: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000.
- OLIVEIRA, J.F.; BARTOLOMUCCI, R & RODRÍGUEZ, A.C.M. **Geoprocessamento e Análises Espaciais Aplicados à Arqueologia**. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. Universidade de São Paulo: 2005.
- PÄRSSINEN, M. **Geometrically patterned ancient earthworks in the Rio Branco region of Acre, Brazil: New evidence of ancient chiefdom formations in Amazonian interfluvial terra firme environment**. Helsinque: Renvall Institute Publications, 2003.
- PRANCE, G.T, **Biological Diversification in the Tropics**. Columbia University Press: New York, 1982.
- PROENÇA, A. L **Reconhecimento Arqueológico na Região do Catimbau: Prospecção, Geoprocessamento e Estratigrafias no Contexto Arqueológico**. Revista de Geografia. – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2 Revista de Geografia. Recife: UFPE. Recife: 2010
- PROUS, A. **Arqueologia Brasileira**. UNB. Brasília, 1992.

- ROOSEVEL, A.C. **Arqueologia Amazônica**. In: CUNHA., org. História dos Índios no Brasil. São Paulo, Cia. Das Letras, 2002. P.53-86.
- SALGADO-LABOURIAL, M.F **História Ecológica da Terra**. 2. ed, Edgard Blucher. São Paulo: 2000.
- SANTANA, R.M. **Avaliação e análise do uso do GPS e SIG na cartografia geotécnica digital**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Viçosa: UFV, 1999.
- SCHAAN, D.P.; PÄRSSINEN, M.; RANZI, A.; PICCOLI, J.C. **Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme**. Revista de Arqueologia, 20: 67-82, 2007.
- SILVERMAN, B.W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. New York: Chapman and Hall, 1986.
- STEWART, J.H. **Culture Areas of the Tropical Forest**. In: STEWARD.J.H,(Org). Handbook of South American Indians. Vol. 3, The Tropical Forest Tribes, Bureau of American ethnology Bulletin 143, pp. 883-899, 1948.
- STEWART, J.H. **South American Cultures: an Interpretative Summary**. In: STEWARD. J.H. (Org). Handbook of South American Indians, Vol. 5: The Comparative Ethnology of South American Indians. Bureau of American Ethnology, Bulletin 143, pp.669-772, 1949.
- THOMAZ, R.C.C. **O uso de SIG na predição da localização de sítios arqueológicos: um estudo de caso na bacia do Paraná superior**. 2002. FFLCH, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado.
- VANZOLINI, P.E. **Paleoclimas e especiação em animais da América do Sul**. Estudos Avançados, USP: São Paulo, 1992.

CAPITULO II – CARACTERIZAÇÃO E RELAÇÕES PEDOGENÉTICAS NOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS E RELAÇÕES COM OS SOLOS ADJACENTES

1. INTRODUÇÃO

A ocupação e a dispersão territorial dos primeiros colonizadores da América do Sul, e principalmente do Brasil, são ainda pouco conhecidos (ROOSEVEL, 2002; VASCONCELOS, 2010). Os estudos referentes à pré-história requerem a interação entre diversas áreas do conhecimento, pois estes se baseiam em vestígios da ocupação humana, datações por radioisótopos, conhecimentos paleoclimáticos, palinologia, além dos aspectos geológicos e geomorfológicos. A pedologia se insere muito bem nesse contexto, pois pode identificar em camadas consideradas estéreis, teores de elementos como Zn, Cu, Ca, C orgânico e principalmente P. Estes elementos são importantes na identificação de Antropossolos (NOVAIS & SMYTH, 1999; VASCONCELOS, 2010).

O modo de vida dos povos pré-históricos proporciona concentrações, destes e de outros elementos, em consequência do acúmulo de urina, fezes, restos alimentares, carvão de antigas fogueiras ou do uso do fogo como prática agrícola, ossadas, além de artefatos líticos ou cerâmicos. Portanto, a interação entre arqueólogos e pedólogos, apesar de recente, já contribui para novas concepções sobre a dinâmica de vida dos povos pré-históricos (KÄMPF & KERN, 2005; CORRÊA, 2007; VASCONCELOS, 2010; SOUZA, 2011).

Segundo KÄMPF & KERN (2005), o solo pode atuar como um registro da ocupação humana. São verdadeiros corpos históricos, que preservam ao longo do tempo, características resultantes da interação entre as populações humanas e o ambiente no qual estão vivendo.

A pedologia pode trazer contribuições pelo estudo dos solos originados das atividades humanas recentes ou pretéritas. Estes solos últimos são referidos como Arqueo-antropossolos que podem apresentar características físicas e químicas que variam de acordo com os fatores pedogenéticos e materiais depositados pelo homem. Estudos pedológicos, nestes casos, podem

ser de grande valia para elucidar aspectos ligados à capacidade de suporte local, formas pretéritas de manejo dos solos e da paisagem, tipos de materiais e técnicas empregadas, entre outras (CORRÊA, 2007).

O termo Arqueo-antropossolos foi proposto por KÄMPF et al, (2003), na Legenda de Classificação de Arqueo-antropossolos (LCA) para designar a classe de Antropossolos antigos. A LCA utiliza um único horizonte diagnóstico chamado de horizonte arqueoantropopedogênico. Prioriza a parte superior do perfil de solo, contando com três níveis categóricos e foi desenvolvida com base nos estudos das terras pretas antropogênicas da região amazônica.

.Alguns estudos sobre as aplicações da ciência do solo nas pesquisas arqueológicas podem ser encontradas em Woods (1977) e Holliday (1992). Desta interação entre ramos da ciência, denominada de Pedo-Arqueologia, infere-se ainda que seja recente seu uso nos estudos de Arqueo-antropossolos na Amazônia (SMITH, 1980; EDEN et al., 1984; ANDRADE, 1986; KERN, 1988, 1997; WOODS e MCCANN, 1999; LIMA et al., 2002; SCHAEFER et al., 2004), já proporcionou muitos dados e novas reflexões ao desafio de compreender o processo genético e histórico dos Antropossolos, como reportam KAMPF & KERN (2005).

Além das contribuições à pré-história que o estudo dos Arqueo-antropossolos pode trazer, destaca-se também o próprio aperfeiçoamento e maior abrangência do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 2006).

No Brasil, existem solos com origem antropogênica em ambientes distintos, os mais expressivos são os chamados de Terras Pretas, Terras Pretas de Índio (TPI's) ou Terras Pretas Antropogênicas (TPA's), tendo sua maior ocorrência na região do rio Amazonas, onde ocupam áreas de dezenas de hectares, estando distribuídos em várzeas ou em ambientes de terra firme.

No sudeste do estado do Acre, na porção mais desmatada do estado, foram identificados sítios arqueológicos de estrutura de terra com diversos formatos geométricos, onde sua melhor visualização é por perspectiva aérea, conhecidos como Geoglifos. Já foram identificados em torno de 300 sítios com as mais diversas formas, desde formatos de círculo até quadrados que podem trazer diversas informações sobre como estes povos viveram e manejaram os recursos naturais.

Diante desse descobrimento, que tem chamado atenção da comunidade científica, este trabalho teve como objetivo avaliar as características morfológicas, físicas, químicas relacionadas à gênese dos solos nos Geoglifos com vista a comparar estes dados com os solos aos seus arredores na expectativa que fosse encontrada algum vestígios que pudesse nortear alguma informação sobre a vivência desses povos pretéritos e do seu “modus vivendi”.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende parte do sudoeste da Amazônia brasileira, especificamente o sudeste do estado do Acre, área com a maior concentração de ocorrência dos sítios arqueológicos de estrutura de terra, denominado de Geoglifos. Esta área engloba terras dos municípios de Acrelândia, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Capixaba, Xapuri, Bujari, Porto Acre e de Rio Branco. Geograficamente, tal área localiza-se entre 9°14' e 11°25' de Latitude Sul e 66°37' e 69°22' de longitude Oeste (Figura 1).

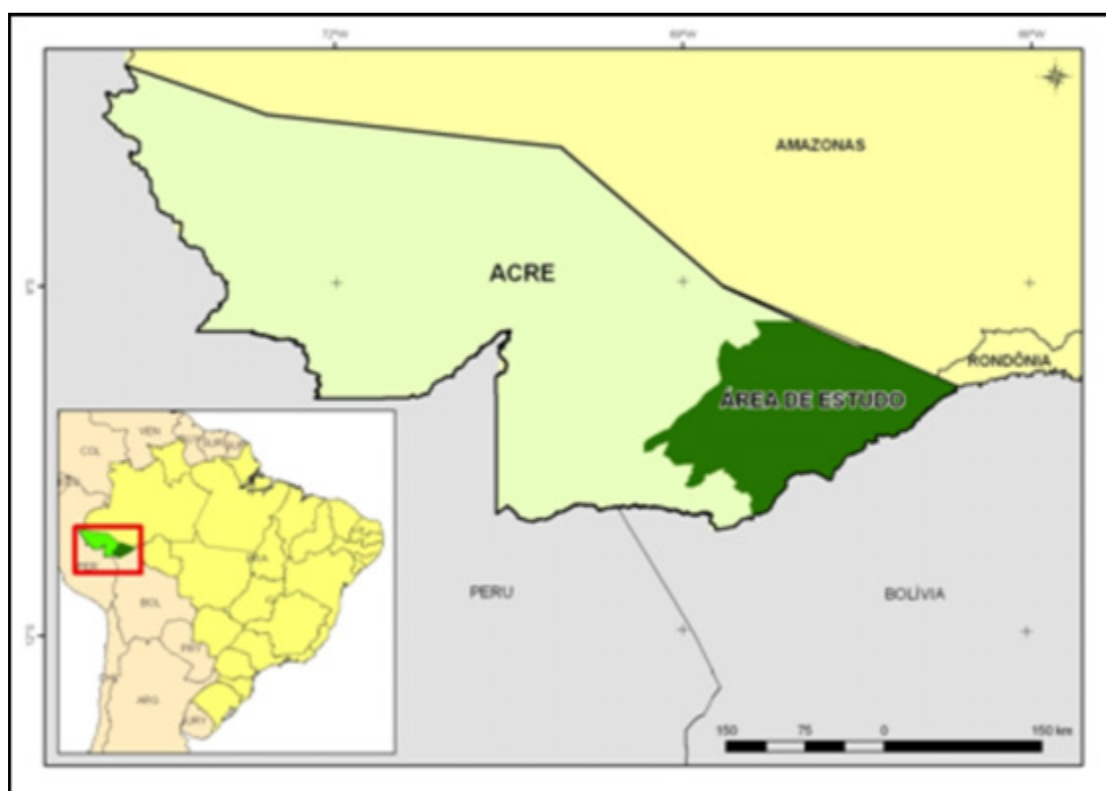


Figura 1. Localização da área de estudo no sudoeste do estado do Acre, Brasil.

A área foi percorrida em seis viagens de campo nos anos de 2008 e 2009, quando foram selecionados os Geoglifos. Neles foram coletadas as amostras de solos compostas na profundidade de 0-20 cm (6 Geoglifos) e descritos os perfis de solo em duplicata no interior de três Geoglifos (trincheiras). Posteriormente, fez-se a descrição morfológica do perfil e coleta de amostras de cada horizonte (SANTOS et al., 2005) para análises laboratoriais (Figura 2).

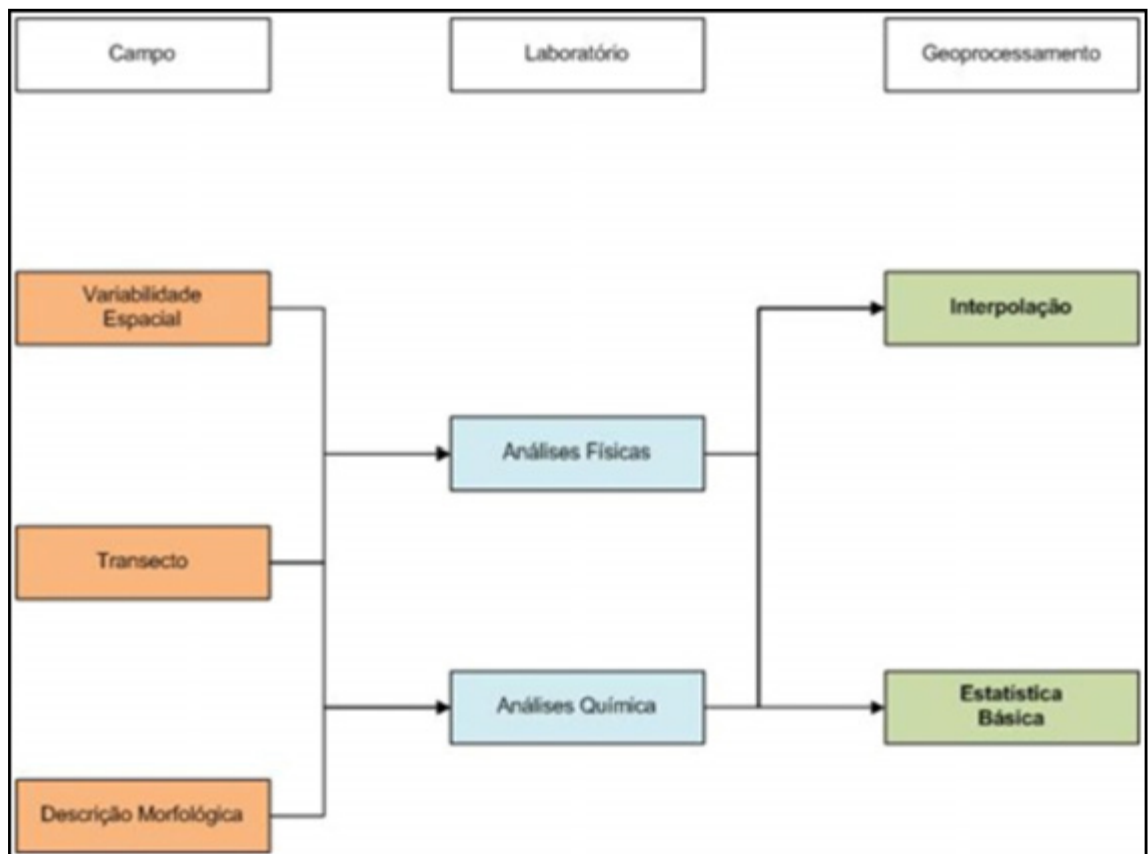


Figura 2. Organograma das atividades realizadas a campo e em laboratório para o estudo dos Geoglifos do sudeste do Acre, Brasil.

Amostras compostas, derivadas de cinco amostras simples, foram coletadas e estratificadas em 3 (três) compartimentos estruturais dos Geoglifos: externo (a uma distância mínima de 50 m da borda dos Geoglifos), vala (dentro do sulco do Geoglifo) e interno (interior do Geoglifo).

No Geoglifo denominado de JK foram coletadas amostras sistemáticas e georreferenciadas no interior, na valeta e na parte externa do mesmo (Figura 3), compondo uma malha amostral georreferenciada.

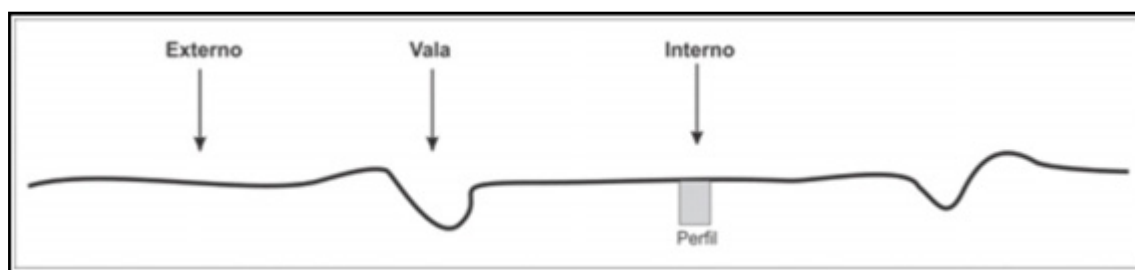


Figura 3. Distribuição esquemática das coletas (amostras compostas) em cada Geoglifo.

As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira (2 mm), obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Os perfis descritos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

2.2. Análises físicas e Químicas

As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, obtendo-se desta maneira, a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises laboratoriais.

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997), porém, com utilização de agitação lenta de 50 rpm por 16 h (RUIZ, 2005a) e determinação de silte por pipetagem (RUIZ, 2005b). A argila dispersa em água foi determinada com agitação rápida (12.000 rpm por 15 minutos) e suprimindo-se o uso do dispersante químico (EMBRAPA, 1997).

Nas análises químicas, foram determinados o pH (água e KCl 1 mol L⁻¹ - 1:2,5); o cálcio e magnésio extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹ e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, e o alumínio trocável por titulação com solução NaOH 0,025 mol L⁻¹. O potássio e sódio trocáveis foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e quantificados por fotometria de chama. A acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) foi extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ ajustada a pH 7,0, sendo determinada por titulação com solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹. O fósforo disponível foi extraído com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ (Mehlich 1) e determinado por colorimetria (DEFELLIPO & RIBEIRO, 1997). O carbono orgânico total foi determinado por oxidação da matéria orgânica, por via úmida,

com dicromato de potássio $0,1667 \text{ mol L}^{-1}$ sem aquecimento (WALKLEY & BLACK, 1934). A titulação foi realizada com sulfato ferroso amoniacal $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ (DEFELIPO & RIBEIRO, 1997).

Os micronutrientes, ferro, manganês, cobre e zinco foram extraídos na TFSA com o agente quelante DTPA-TEA (ácido dietilenotriaminopentaacético + trietanolamina) tamponado a pH 7,3, na relação solo: solução de 1:2, com duas horas de agitação segundo Lindsay e Norvell (1978) e adaptações de Abreu e Andrade (2001). A determinação do Fe, Mn, Cu e Zn foi realizada utilizando-se espectrofotometria de absorção atômica em chama, conforme Abreu e Andrade (2001).

O fósforo remanescente (P-rem) foi determinado na TFSA em solução de CaCl_2 10 mmol L^{-1} contendo 60 mg L^{-1} de P (KH_2PO_4), na relação solo: solução de 1:10, com agitação durante 1 h. Em seguida, efetuar-se a separação das fases sólida e líquida, e na solução de equilíbrio determinar-se a concentração de P, utilizando o método da vitamina C (ALVAREZ V. et al., 2001).

2.3. Banco de Dados Pedológico

Os dados morfológicos, físicos e químicos dos solos foram comparados com os dados de perfis representativos descritos no estado do Acre (Banco de dados organizado e elaborado por Amaral, 2007). Este banco de dados possui dados de perfis de solos do estado do Acre que englobam desde levantamentos do RADAMBRASIL (BRASIL, 1976), até dados levantados para tese do ano de 2011 (ABUD, 2011).

2.4. Geoprocessamento

Para a realização das atividades de geoprocessamento, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS®, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlans, Califórnia (ORMSBY, 2001).

O método da interpolação adotado foi a krigagem (ISAAKS et al., 1989). Neste método os pesos são variáveis de acordo com a variabilidade expressa

no semivariograma. Esse estimador é uma média móvel ponderada, tornando-o um interpolador em função da distribuição dos pesos (MANZIONE, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações foram avaliadas considerando a variabilidade espacial dos solos, variação em transectos de microambientes (interno, vala e externo) e em relação aos perfis modais descritos na região.

3.1. Variabilidade Espacial das Características Físicas e Químicas

De maneira geral, verificou-se uma variação das características físicas quando comparado os dados do interior do Geoglifo (área delimitada pelo retângulo preto) e a vala, e os dados de perfis da região (Figura 4).

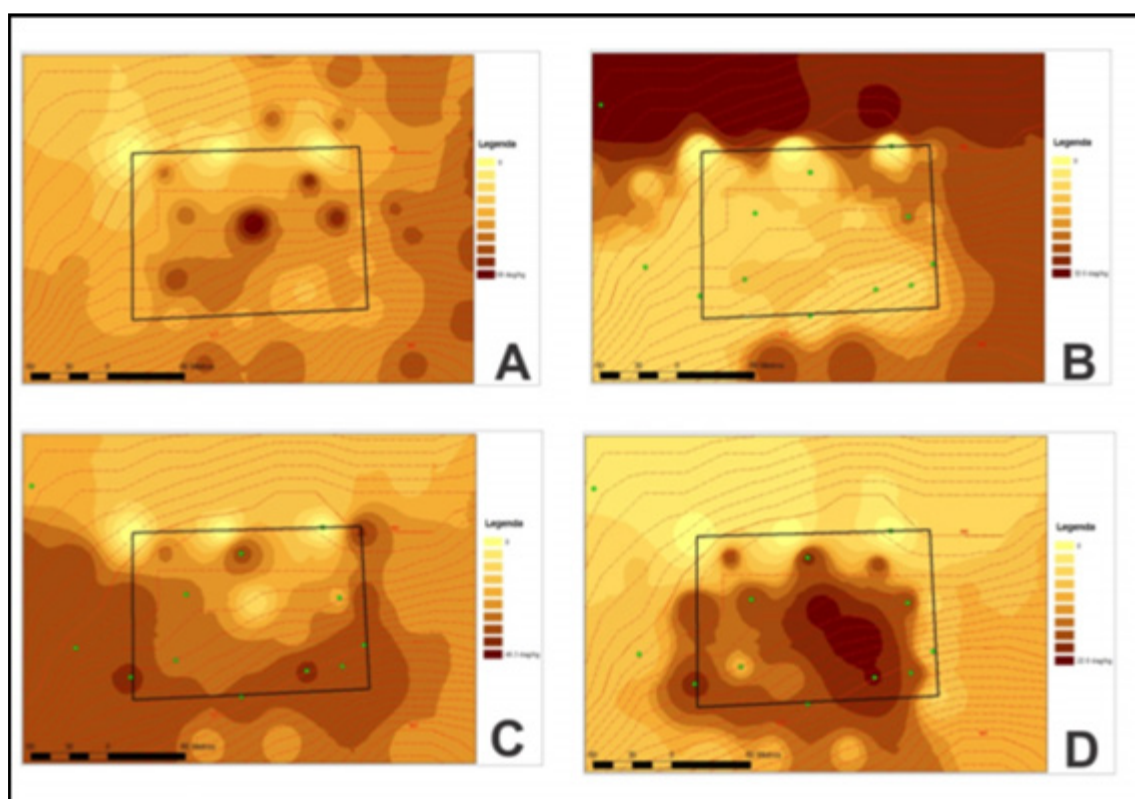


Figura 4. Distribuição dos teores de Areia fina (A), Areia grossa (B), Argila (C) e Silte (D) (dag kg^{-1}), no Geoglifo JK e arredores, Acrelândia, estado do Acre, Brasil.

Verifica-se (Figura 4) que há uma tendência dos teores de areia fina e de argila terem uma variabilidade natural, ligada aos processos de sedimentação, tendo como referência os Latossolos Vermelhos. Porém, quando se analisam os dados de Silte e Areia Grossa percebem-se dois comportamentos distintos. No primeiro caso, um aumento nos teores de silte, provavelmente pela perda de argila, uma vez que os maiores aumentos foram no setor com maior inclinação do terreno. Quanto a Areia Grossa o que se observa é uma tendência de perda no interior do Geoglifo, provavelmente, em razão das perdas associadas e de atividades antrópicas locais.

Quanto às características químicas o que se observa é que os teores de cálcio são maiores no interior do Geoglifo (Figura 5), Verifica-se também o acúmulo desse elemento na vala, possivelmente em razão exposição do horizonte C.

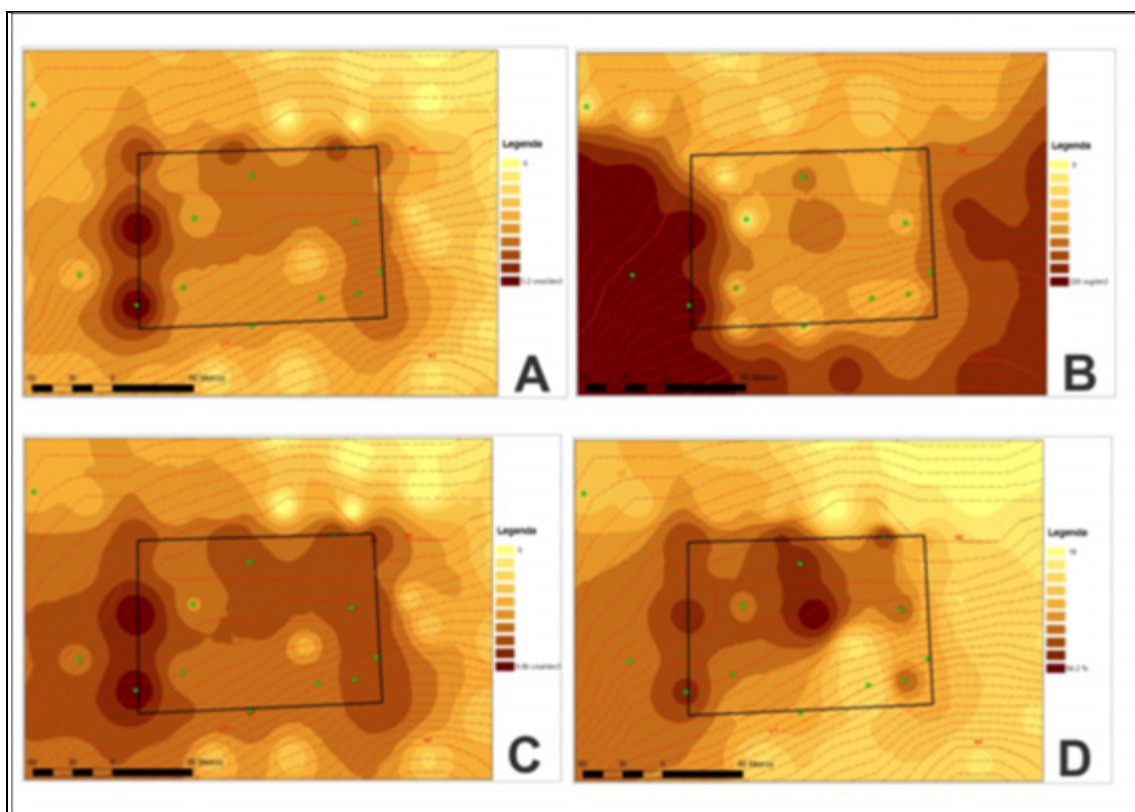


Figura 5. Distribuição dos teores de cálcio, em (cmol dm⁻³) (A), Potássio (mg dm⁻³) (B), Soma de bases (cmol dm⁻³) (C) e Saturação de bases, em % (D), no Geoglifo JK e arredores, Acrelândia, estado do Acre, Brasil.

Em relação ao potássio, verificam-se menores teores no interior do Geoglifo, provavelmente em razão de plantios no interior do Geoglifo (atual e pretérito) (Figura 5).

A soma de bases (Valor S) demonstra o papel importante da vala como elemento de acúmulo e enriquecimento devido à exposição do horizonte C mais rico neste elemento (material de origem sedimentar)

O mapa de variabilidade da saturação de bases (Valor V) demonstra o enriquecimento relativo no interior do Geoglifo mais evidente na seção mais aplainada (Figura 5).

Estas variáveis mostraram-se sensíveis as alterações que foram impostas pelo processo de construção e uso do solo no interior do Geoglifo.

Os teores de alumínio não mostraram variação apenas com uma tendência de menores teores (Figura 6). O melhor indicador pedológico foi o P disponível. Os teores são mais elevados do que na área de entorno (Figura 6), o que pode ser considerado, de certo modo, um teor elevado para solos de áreas lindeiras, provavelmente, em razão da ação antrópica e de uso do solo.

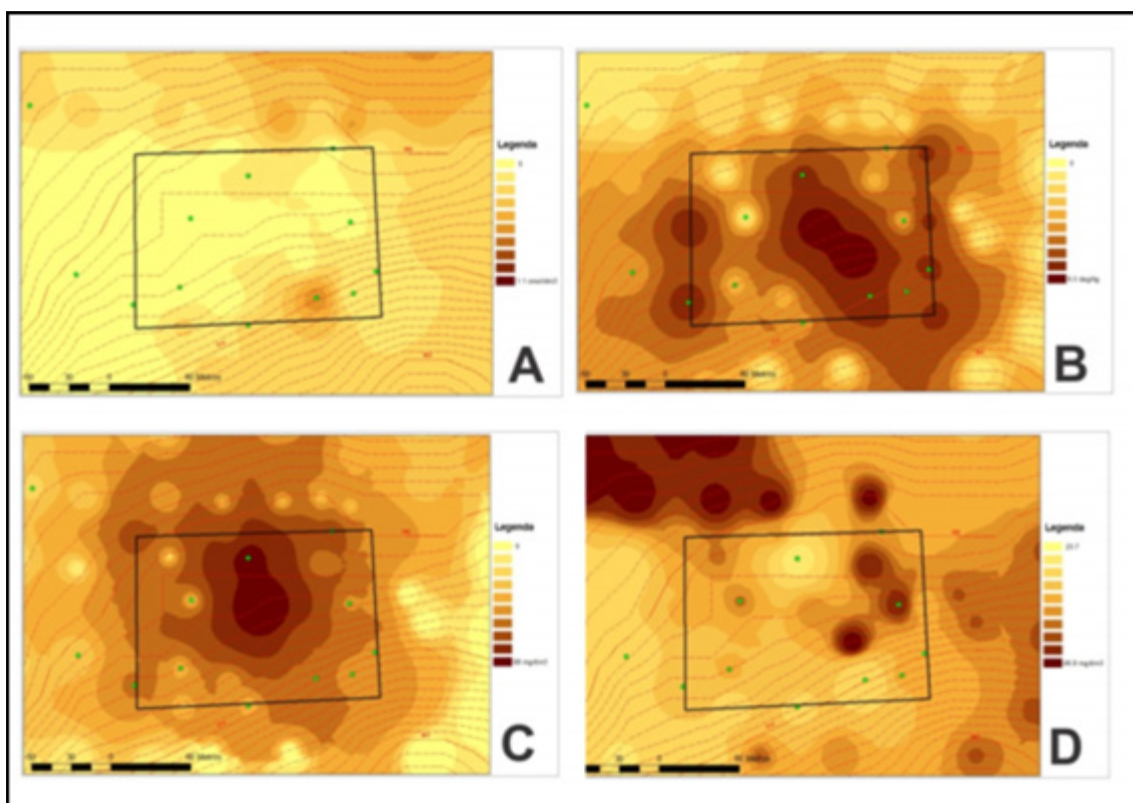


Figura 6. Distribuição dos teores de Alumínio, (cmol dm^{-3}) (A), Matéria Orgânica, (dag kg^{-1}) (B), Fósforo disponível, (mg dm^{-1}) (C) e Fósforo Remanescente, (mg dm^{-1}) (D), no Geoglifo JK e arredores, Acrelândia, estado do Acre, Brasil.

Os teores de P encontrados, mesmo sendo mais elevados do que os teores dos arredores e de solos da mesma classe do estado do Acre, não indicam uma ocupação humana intensa ou por longos períodos de tempo. Não ocorre um aporte de P para que seja considerado Arqueopossolos.

Os teores de P são considerados muito baixos se comparados aos dos Antropossolos de sítios arqueológicos como os dos Sambaquis na Região dos Lagos/RJ (CORRÊA, 2007); ou no caso do estudo em solos de abrigos naturais de rochas calcárias, no norte do estado de Minas Gerais (VASCONCELOS, 2010); ou em áreas de ocorrência de terra preta de índio na Amazônia, (KAMPF et al., 2010; SCHMIDT & HECKENBERGER, 2010; LIMA et al., 2010), onde os teores foram muito mais elevados.

Para os micronutrientes estudados os que tiveram um comportamento diretamente vinculado à paisagem foram enxofre, ferro, manganês e zinco. Para o enxofre e ferro tem-se uma situação de perda, enquanto para Manganês uma situação de ganho; no caso do zinco houve um ponto de ganho no interior do Geoglifo (Figura 7), demonstrando a sensibilidade destes nutrientes para alterações antrópicas no processo de formação dos solos.

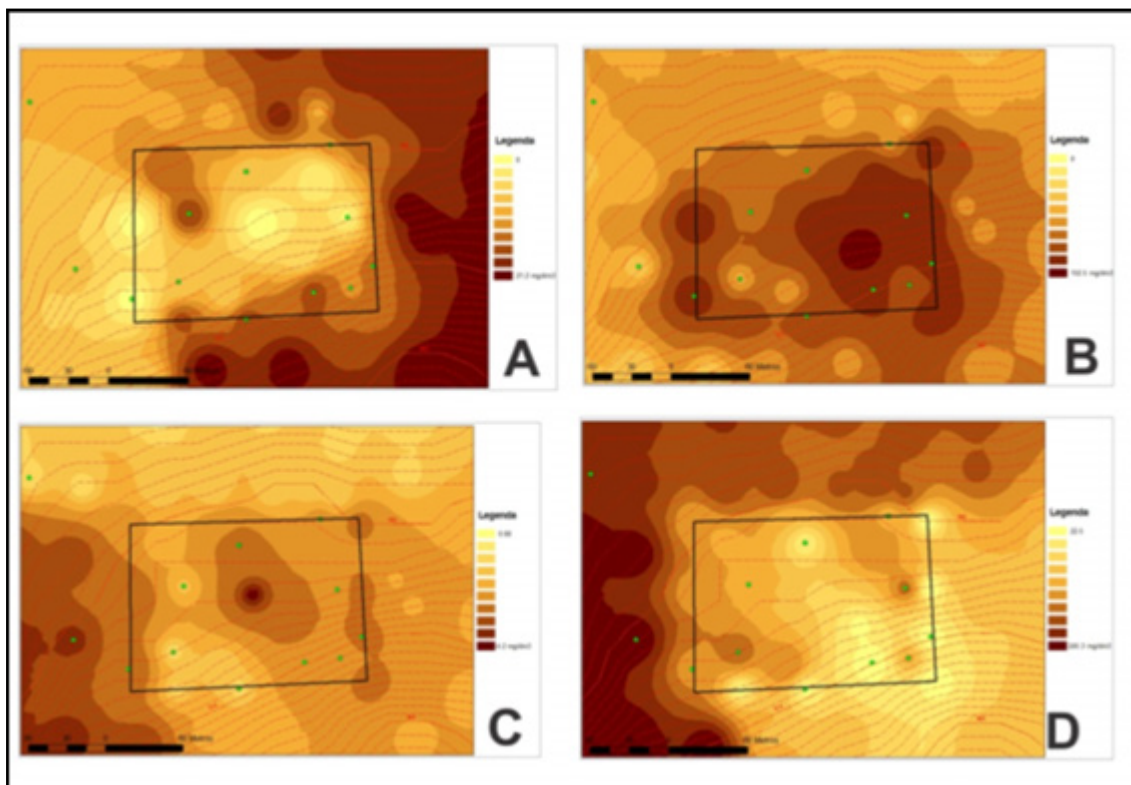


Figura 7. Teores de enxofre, (mg dm^{-1}) (A), Manganês, (mg dm^{-1}) (B), zinco, (mg dm^{-1}) (C) e ferro, (mg dm^{-1}) (D) no Geoglifo JK e arredores, Acrelândia, estado do Acre, Brasil.

A variabilidade espacial da matéria orgânica mostra influência antrópica. Os maiores teores concentraram-se no interior do Geoglifo (Figura 8), com um decréscimo gradual para as bordas (valetas) e exterior. Este comportamento está ligado a processo de biociclagem (SCHUBART et al. (1984) e ARAÚJO (2000) e enriquecimento superficial pelas atividades antrópicas, que no caso dos Geoglifos parece ter sido atividades antrópicas eventuais).



Figura 8. Perfil de solo bem desenvolvido pedogeneticamente (Latosolo Vermelho).

3.2. Tendência de Variação em Transectos em Ambientes de Sítios Arqueológicos (Geoglifos)

Em termos morfológicos os solos estudados apresentam grau avançado de desenvolvimento pedológico. Dos 6 (seis) perfis descritos, quatro foram classificados como Latossolo Vermelho argissólico, o que denota caráter relativamente menos desenvolvido dos Latossolos acreanos (BARDALES et al., 2010), comparando-os aos Latossolos brasileiros, mais intemperizados (KER, 2000).

Os perfis estudados apresentaram estrutura bem desenvolvida, pouca diferenciação entre os horizontes (Figura 8), cores vermelhas, textura

média/argilosa, sequência de horizontes: A, AB, Bw, BC no caso dos Latossolos (que foram os predominantes) e A, BA, Bt, C para os Argissolos, profundos e relevo plano e suave ondulado.

Em termos físicos não foram observados nos perfis estudados a presença das frações cascalhos e calhaus. No geral, verificou-se pouca variabilidade textural, com predomínio da textura média e argilosa. Na textura média a maioria é caracterizada como classe textural franco-argilo-arenosa.

Especificamente nos locais de amostragem, ou seja, no centro dos Geoglifos (interno), na parte externa (50 m) e nos sulcos (vala), observou-se o predomínio da textura média com tendência à argilosa, nos três locais de amostragem (Figura 9).

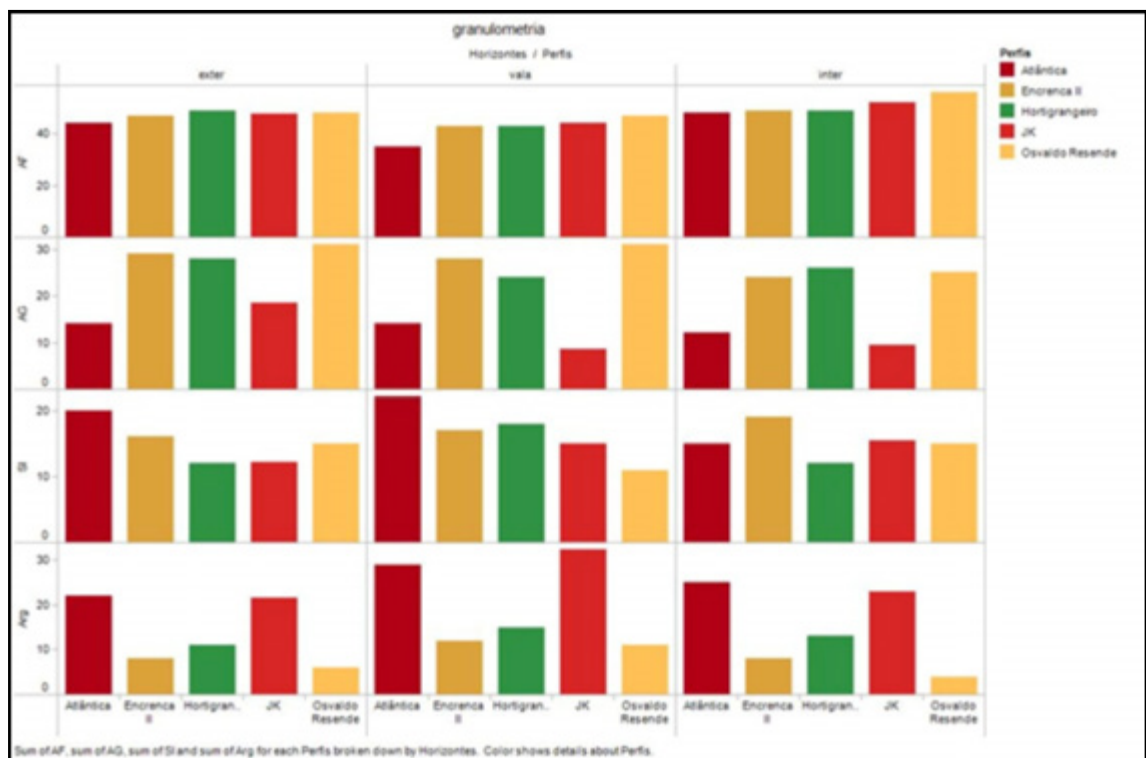


Figura 9. Granulometria dos solos nos três locais de amostragem no sudoeste acreano (teores médios).

Verifica-se que em todas as áreas dos Geoglifos o predomínio da fração areia fina e silte, tanto nas partes interna, externa e na valeta circundante ao Geoglifos. Isso demonstra a predisposição à erosão (RESENDE & REZENDE, 1983). A erosão é mais acentuada nos Argissolos em razão do gradiente textural e da sua ocorrência em relevo mais inclinado.

Quanto às características químicas a acidez tende a ser moderada (pH entre 5 e 6), com valores mais elevados na valeta (Figura 10). O sedimento da

Formação Solimões apresenta maiores teores de bases o que influenciam os valores de pH.

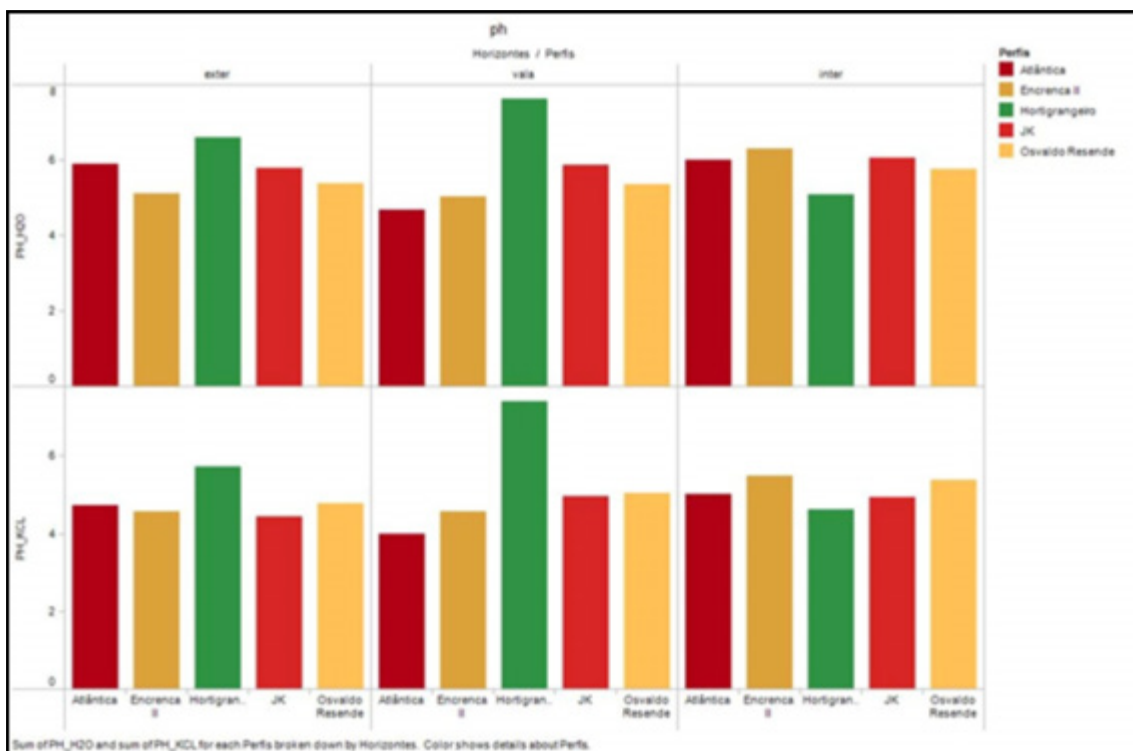


Figura 10. Distribuição dos valores de pH nos solos estudados no sudoeste do Acre (valores médios).

Os teores de matéria orgânica variaram de 0,65 (dag kg^{-1}) a 6,46 (dag kg^{-1}), com os maiores teores na valeta (Figura 11). , que explicam os maiores teores de cátions trocáveis e, conseqüentemente os ambientes menos ácidos, representados por ambientes concentradores, pela posição rebaixada no contexto local.

Os teores de cátions trocáveis são baixos (Figura 12). Variaram de 0,34 a 6,54 (cmolc cm^{-3}).

Com relação ao potássio e ao magnésio, verifica-se a mesma tendência, na qual ambos apresentam baixos teores em todas as áreas, no entanto, os maiores teores foram encontrados no interior dos Geoglifos (Figura 12).

Os valores de saturação por bases (Valor V) variaram de 21 a 100%, com amplo domínio para o primeiro. Verificam-se os maiores valores na valeta (Figura 13) da área do Hortigranjeiro. Os valores são também relativamente altos na parte externa dos Geoglifos, em geral. Por outro lado, os valores de Saturação por alumínio (m) são em geral baixos (Figura 15), com exceção das

amostras nas áreas JK e Atlântica. No caso, do JK apenas na porção externa, enquanto que na Atlântica os maiores valores foram identificados na valeta. Portanto, nestes pedoambientes o caráter alumínico é bastante incipiente. A saturação por bases, mesmo quando elevada, não representa valores típicos de Antropossolos.

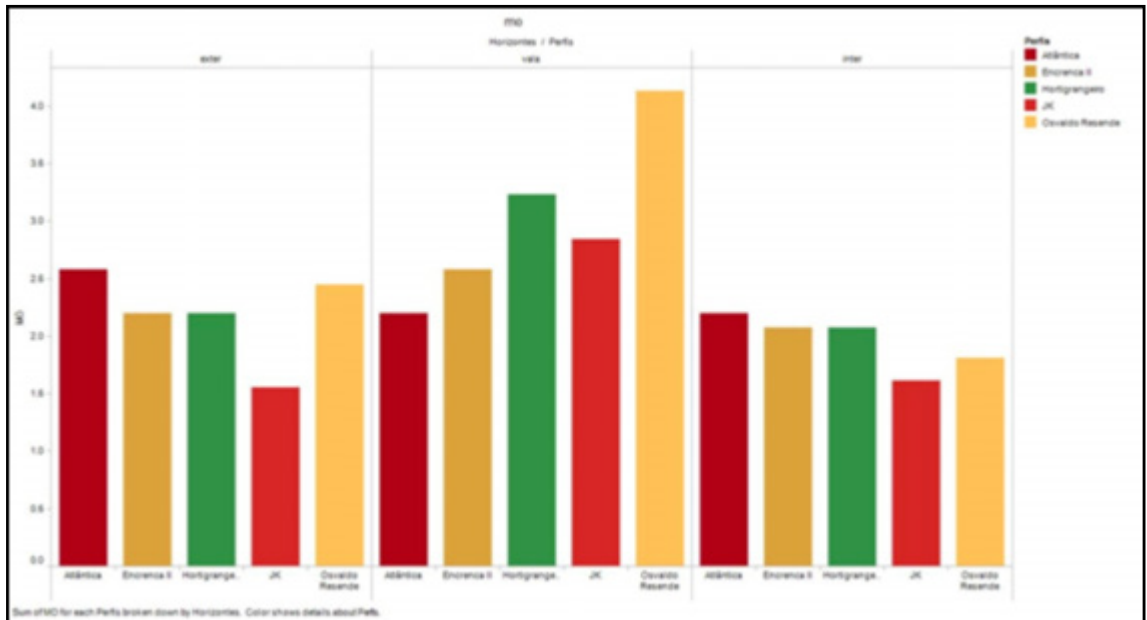


Figura 11. Distribuição dos teores de matéria orgânica ($\text{dag kg}^{-1} / \text{kg}$) nos solos estudados no sudoeste do Acre (teores médios).

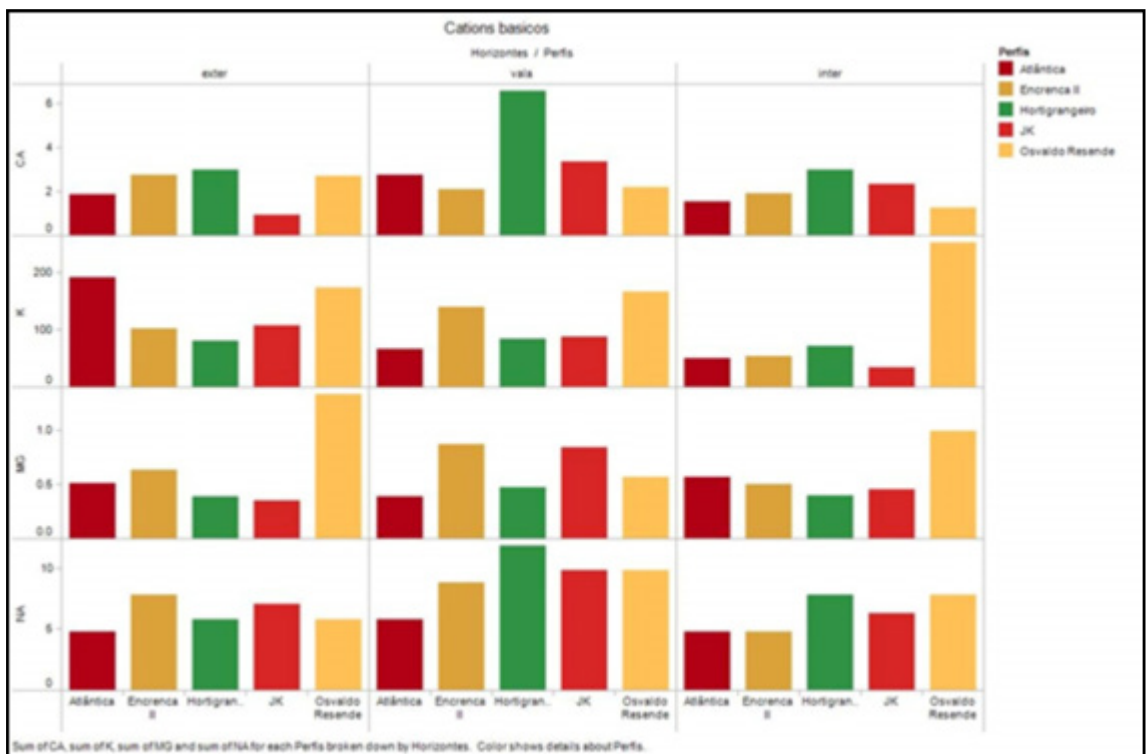


Figura 12: Distribuição dos teores de cátions trocáveis nas amostras de solos estudados nos Geoglifos do sudoeste do Acre (valores médios).

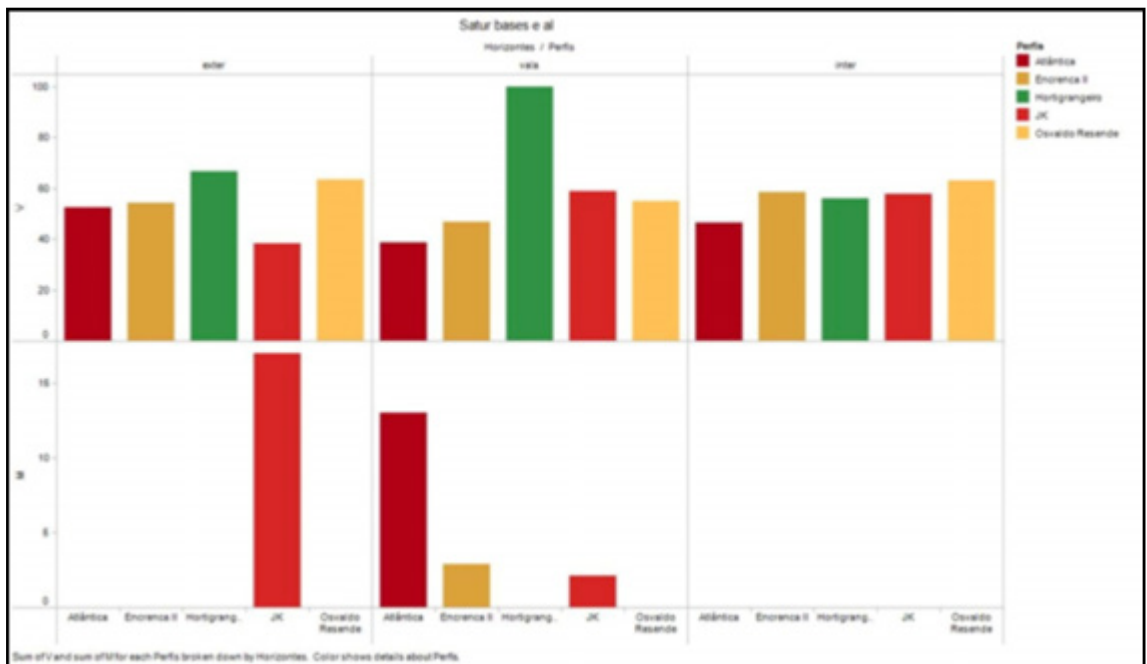


Figura 13. Distribuição da saturação por bases e alumínio nos solos estudados na porção sudoeste do Acre (valores médios).

A capacidade de troca catiônica (CTC) nestes solos variou de 1,4 a 8,7 cmolc dm⁻³, ou seja, são valores baixos, o que demonstra o processo de intemperização destes solos (Figura 14).

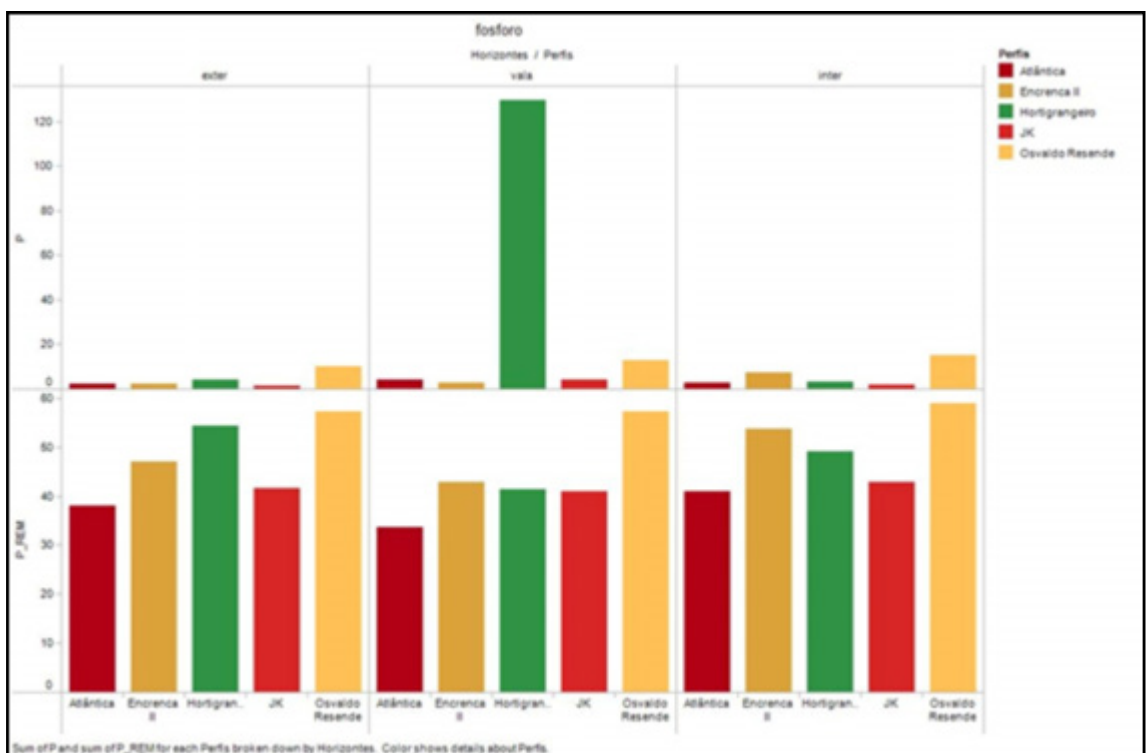


Figura 14. Distribuição dos teores de P disponível e remanescente nos solos de Geoglifos e arredores no sudoeste do Estado (teores médios).

Os teores de fósforo disponíveis variaram de 1 a 129 (mg dm⁻³), que em sua grande maioria são baixos, como na grande maioria dos solos do Estado (SILVA, 1999), com destaque para a área de Hortigranjeiro com valor muito alto na valeta (Figura 14), que pode estar relacionado com a adição de materiais ricos neste elemento. . Os teores de fósforo remanescente em geral são mais altos, sobretudo, em superfície, que indica menor adsorção de fósforo. Esse processo está associado a maiores teores de cálcio e teores mais baixos de alumínio “trocável”, ferro e argila (SILVA, 1999; SOUZA et al., 2006).

3.3. Avaliação e Variabilidade Espacial das Características de Solos em Geoglifos

Com intuito de relacionar as características físicas e químicas dos solos dos Geoglifos com as dos solos do Acre utilizaram-se dados de um banco de dados que contempla as principais classes de solos distribuídas no estado do Acre. São cerca de 187 perfis descritos (AMARAL, 2007).

Percebe-se que a distribuição da fração areia fina é praticamente igual entre os solos estudados e solos semelhantes da base de perfis do Acre, os solos estudados apresentam um pouco mais desta fração (Figura 15).

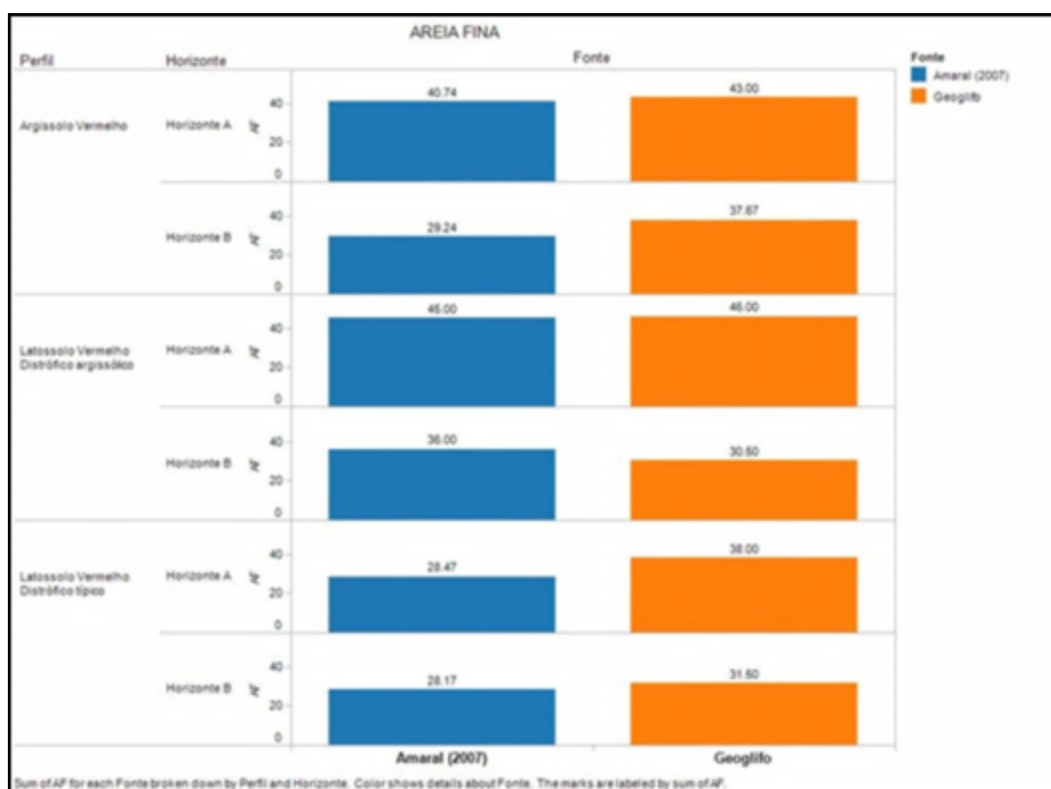


Figura 15. Distribuição da fração areia fina nos solos estudados e da base de solos do Acre (Amaral, 2007).

A capacidade de troca catiônica apresenta uma variação nos diferentes tipos de solos e, também, na própria classe de solo, no caso dos Argissolos. Eles apresentam menor CTC (Figura 16), o que indica que estão em estágios mais avançado de intemperização. Nos Latossolos existem duas tendências opostas: (1) Apresentam maior capacidade de troca catiônica nas áreas da valeta Geoglifos, ou os solos apresentam menores capacidades de troca, ou sem diferenças significativas (Figura 16), (2) nos demais locais, com valores de CTC mais baixos.

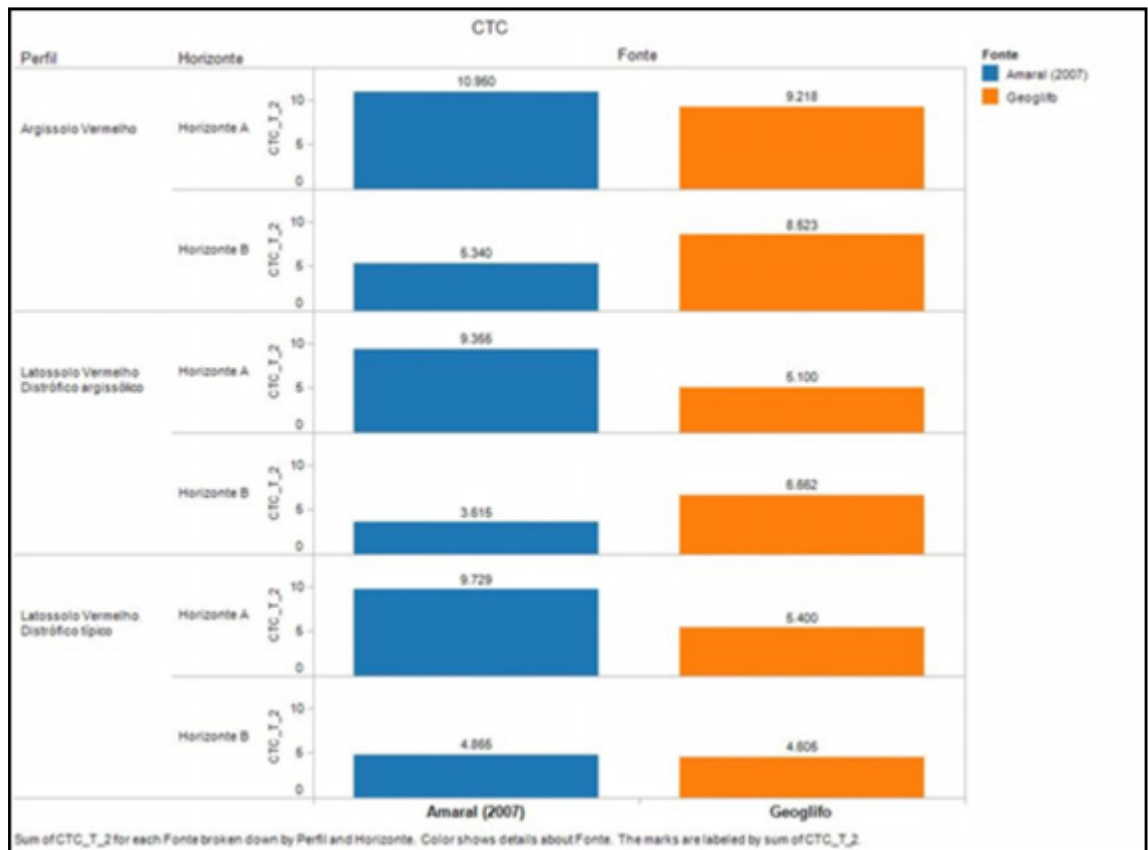


Figura 16. Teores de capacidade de troca catiônica (CTC) nos solos dos Geoglifos e da base de dados do Acre (Amaral, 2007).

Outro aspecto relevante nos solos dos Geoglifos é o teor de fósforo disponível na classe dos Argissolos, que foi bastante superior aos demais solos estudados no Estado (Figura 17). Isso pode denotar a influência antrópica pré-histórica nos pedoambientes dos Geoglifos.

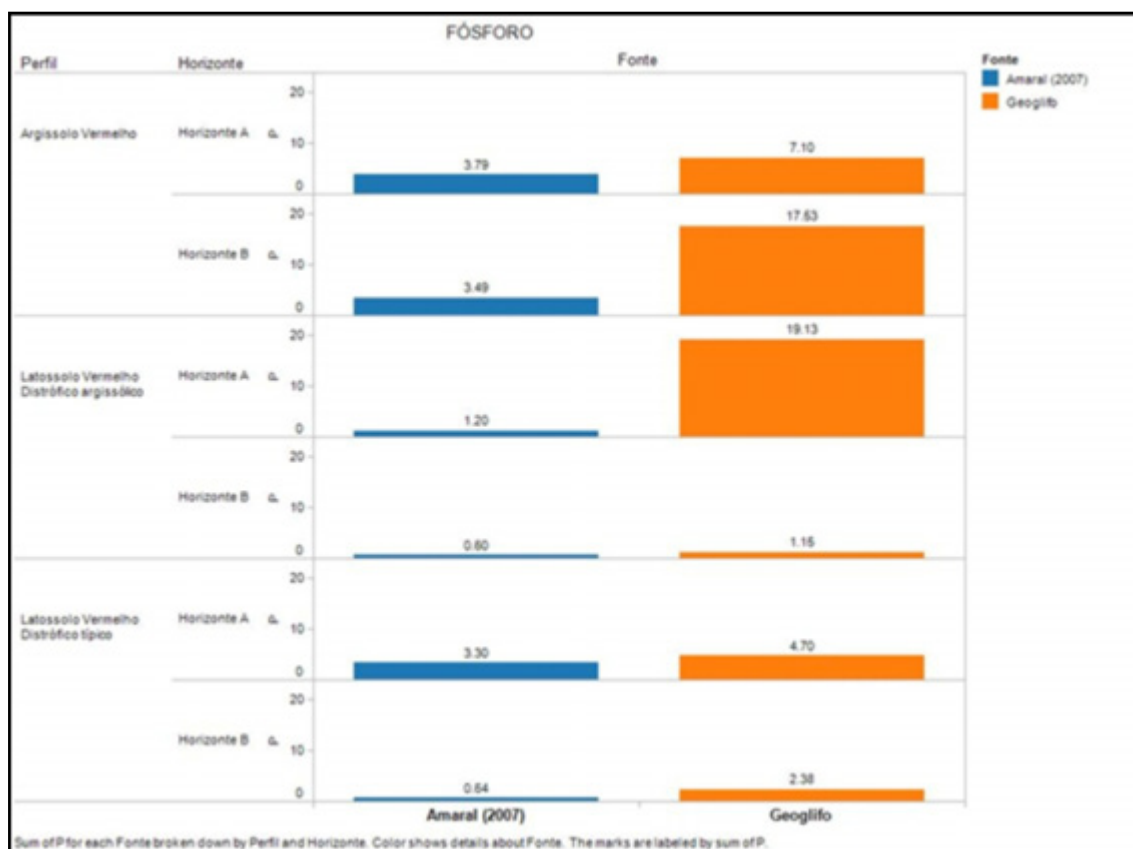


Figura 17. Teores de fósforo disponível nos solos dos Geoglifos e da base de solos do Acre (Amaral, 2007).

4. CONCLUSÕES

- A variabilidade espacial dos solos nos Geoglifos demonstrou mudanças nas características físicas e químicas nos horizontes superficiais dos solos. Estas mudanças, mesmo em uma classe de solos bem desenvolvida, evidenciam os efeitos de uma ação antrópica curta e incipiente;
- No interior dos Geoglifos verificou maiores teores de nutrientes quando comparado com as bordas dos mesmos;
- Comparando-se os perfis descritos no interior dos Geoglifos com os de referência da mesma classe verificou-se que não há diferenças significativas nas características morfológicas, físicas e químicas. Alguns elementos mostraram-se relativamente mais elevados que dos solos da mesma região do Acre, como teores de fósforo e matéria orgânica, porém não refletindo uma ocupação humana intensa e duradoura, mas, eventual.

– Não foram constatadas anomalias significativas capazes de imprimir mudanças no ambiente que levem a incluir o ambiente como Antropossolos.

5. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABREU, M.F.; ANDRADE, J.C. **Determinação de cobre, ferro, manganês, zinco, cádmio, cromo, níquel e chumbo em solos usando a solução de DTPA em pH 7,3.** In: ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.* São Paulo: IAC, 2001. p. 240-250.
- ABUD, E.A. **Pedoambientes e aspectos hidrológicos como base para a gestão territorial do município de Xapuri, Acre.** 2011. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2011.
- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico Econômico: Recursos Naturais e Meio Ambiente.** documento final – 1ª fase. Rio Branco: SECTMA, 2.000a. v.1., 116p.
- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico: Indicativos para a gestão territorial do Acre.** Documento Final. Rio Branco: SECTMA, Fase II, 2007.
- ANDRADE, S.N. **Potencial analítico de Sedimento e Solos aplicado à arqueologia.** Dissertação de mestrado (mestrado em arqueologia) Universidade de São Paulo, 1999.
- ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JR., E.S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas.** Viçosa: UFV, 2001. 131 p.
- AMARAL, E.F. **Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no estado do Acre, Amazônia Ocidental.** (2007) Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ARAÚJO, E.A. **Caracterização de solos e modificações provocadas pelo uso agrícola no assentamento Favo de Mel, na região do Purus-Acre.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000.122p. (Tese de Mestrado).
- BARDALES N.G. et al. **Formação, Classificação e Distribuição Geográfica dos Solos do Acre.** p. 64-98. In: ACRE, Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Recursos Naturais: Geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/AC, fase II, escala 1:250.000 / Programa Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre – Rio Branco: SEMA Acre, 2010. 100 p. (Coleção Temática do ZEE; v. 2).

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SC. 19. Rio Branco; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1976. 458p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SC. 18 Javari/Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1977. 420 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 13).
- CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDY, O.S. **Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 695-703, 2003.
- CAVALCANTE, L.M. **Geologia do Estado do Acre**. Rio Branco: SEMA/IMAC. Artigo produzido para o ZEE Fase II, 2006. 42p.
- CORÁ, J.E.; ARAÚJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERARDO, J.M.G. **Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de Agricultura de Precisão na cultura da Cana-de-Açúcar**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 1013-1022, 2004.
- CORRÊA, G.R. **Caracterização Pedológica de arqueo-antropossolos no Brasil: sambaquis da região dos Lagos (RJ) e terras pretas do índio na região do baixo rio Negro/Solimões (AM)**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2007.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 26p. (Boletim de extensão, 29).
- EDEN, M.J.; BRAY, W.; HERRERA, L. & MCEWAN, C. **Terra Preta soils and Their archaeological context in the Caqueta Basins of South Colombia**. American Antiquity, v. 49, p. 125-140, 1984
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCs, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1).
- HOLLIDAY, V.T. **Soils in Archaeology: Landscape evolution and human occupation**. Washington D.C., Smithsonian Institution Press, 1992.
- ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M.N. **Introduction to Applied Geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 561 p.
- KÄMPF, N.; WOODS, W.I.; SOMBROEK, W.; KERN, D.C. & CUNHA, T.J.F. **Classification of Amazonian Dark Earths and other ancient antropic soils**. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B. & WOODS, W.I., eds. **Amazonia Dark earths**. Origin, properties and management. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 77-102.

- KÄMPF, N. & KERN, D.C. **O Solo como Registro da Ocupação Humana Pré-Histórica na Amazônia**. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, vol. 4. p. 207 a 320, 2005.
- KAMPF, N.; WOODS.W.I.; KERN. D.C.; CUNHA. T.J. Classificação das Terras Pretas de Índio e Outros Solos Antrópicos Antigos. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.
- KERN, D.C. **Caracterização pedológica de solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará**. Unpublished Master thesis. Porto Alegre, UFRGS. 1988.
- KER, J.C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. Viçosa: UFV,. 181p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LIMA, H.N., SCHAEFER, C.E.G.R., MELLO, J.W.V., GILKES, R.J., KER, J.C. **Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosol” (“Indian Black earth”) of Western Amazonia**. Geoderma, v.100, p.1 – 17, 2002.
- LIMA, H.N.; SCHAEFER. C.E.G.R.; KAMPF, N.; COSTA, M.L.; KERN. D.C. & SOUZA. K.W.. Características Químicas e Mineralógicas e a Distribuição de Fontes de Fósforo em Terras Pretas de Índio da Amazônia Ocidental. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.
- MANZIONE, R.L. **Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em Araguari-MG**. 2002. 143p. (Dissertação Mestrado). Faculdade de Ciências Agrônomicas- Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa. DPS, 1999. p. 399.
- ORMSBY, T. et al. **Getting to know ArcGIS desktop: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo**. Califórnia: ESRI, 2001. 541p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4^a ed. Viçosa:NEPUT, 2002. 338p.
- ROOSEVEL, A.C. **Arqueologia Amazônica**. In: CUNHA., org. História dos Índios no Brasil. São Paulo, Cia. Das Letras, 2002. P.53-86.
- RUIZ, H.A. **Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife - PE. CD-ROM. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005a.
- RUIZ, H.A. **Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila)**. R. Bras. Ci. Solo, v.29, p.297-300, 2005b.

- SANTOS, R.D. et al. **Manual de Descrição e Coleta de solo no campo**. 5ª ed. Revista e ampliada. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- SCHAEFER, C.E.G.R.; LIMA, H.N.; GILKES, R; J.; MELLO, J.W.V. **Micromorphology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia**. Australian Journal of Soil Research, v.42, p. 401-409. 2004.
- SCHMIDT, M.J. & HECKENBERGER. M.J. Formação de Terra Preta do Alto Xingu: Resultados Preliminares. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.
- SCHUBART, H.O.R., FRANKEN, W.; LUIZÃO, F.J. **Uma floresta sobre solos pobres**. Ciência Hoje, v.2, n.10, p.26-32,1984.
- SILVA, J.R.T. **Solos do Acre: caracterização física, química e mineralógica e adsorção de fosfato**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 117p. Tese (Doutrado em solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SMITH, N.J.H. **Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia**. Anals of the Association of American Geographers, 70, 553-566. 1980.
- SOUZA, K.W. **Gênese, Mineralogia, Micromorfologia e formas de Fósforo em Arqueo-Antropossolos da várzea do rio Amazônas**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2011.
- SOUZA, R.F.; FAQUINI, V.; TORRES, P.R.F. & BALIZA, D.P. **Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, n.6, p.975-983, 2006.
- VASCONCELOS, B.N.F.; M.S., Universidade Federal de Viçosa, (2010). **Pedogênese de Arqueo-Antropossolos sob abrigos calcários no norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010.
- WALKLEY, A.; BLACK, I.A. **An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method**. Soil Sci. 1934. 37:29-38.
- WOODS, W.I. **The Quantitative Analysis of Soil Phosphate**. America Antiquity, v. 42, p 248-252, 1997.
- WOODS, W.L. & McCANN, J.M. **The antropogenic origin and pesistence of Amazoniam dark earths**. In. C. Caviedes (Ed). Yarbook. Conference of Latin Americanist Geographers. Vol. 25. pp . 7-14. Austin University of Texas Press. 1999.

CAPITULO III – IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ARTEFATOS ARQUEOLÓGICOS E DOS SOLOS NA INTERPRETAÇÃO DOS PALEOAMBIENTES DOS GEOGLIFOS DO SUDESTE DO ACRE

1. INTRODUÇÃO

Os levantamentos do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas na Bacia Amazônica – PRONAPABA foi responsável pela primeira identificação e registro dos sítios arqueológicos de estrutura de terra, conhecidos como Geoglifos na região do sudeste do Acre (DIAS, 1977, 1979 e 1980).

Os Geoglifos são estruturas de terra, esculpidas no solo, de diversas formas geométricas, na porção oriental do estado do Acre, sudoeste do Amazonas e noroeste de Rondônia. Além dos desenhos geométricos, verificam-se caminhos interligando os Geoglifos a outras áreas de uso como os rios e igarapés.

Geoglifos Apesar dos estudos iniciais sobre os Geoglifos (RANZI & AGUIAR, 2004; DENEVAN, 2007; SCHAAN et al., 2007) ainda não foi possível identificar qual foi a razão da construção dessas estruturas que certamente demandaram muito esforço humano e quais os instrumentos que os mesmos utilizaram para delimitar as diferentes formas geométricas. Algumas hipóteses têm sido levantadas, mas em nenhuma delas há ainda comprovação tais como: aldeias fortificadas, locais cerimoniais, e de encontros, áreas drenadas e agrícolas ou mesmo todas essas funções, tendo em vista a variabilidade de seus formatos geométricos.

A descoberta da razão do emprego desse grande esforço humano na construção dessas estruturas, bem como, o fim as quais foram construídas pode trazer informações importantes das condições sócio-culturais dos povos que ali viviam e do seu “modus vivendi”. Diante disso, utilizou-se de algumas técnicas como o imageamento com radar penetrante de solo (GPR), caracterização de fitólitos e análises físicas, químicas e mineralógicas dos solos e dos artefatos arqueológicos.

O imageamento com GPR, trata-se de um método não invasivo, de enorme versatilidade operacional (equipamento leve e portátil) que permite a obtenção de dados do sub-solo com a identificação de urnas e outros artefatos

arqueológicos, profundidade do lençol freático caminhos preferenciais de propagação subterrânea e outras finalidades (AGUIAR, 2005; RODRIGUES & PORSANI, 2006; FRANCELENO et al., 2007; FRANCELENO & ANJOS, 2010; MOURA et al, 2011).

Outra análise empregada foi tentar identificar os Fitólitos. São corpos silicosos, microscópicos, amorfos aos raios X (JONES, 1964; KONDO & SASE, 1986; COSTA et al., 2005) que poderia trazer informações das culturas ali praticadas (GARRONE et al., 1981; PIPERNO, 2006; SANTOS, 2007; CASCON, 2011; LANI et al., 2007). Assim posto, este trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar os artefatos arqueológicos e solos dos Geoglifos do sudeste do Acre com vista a subsidiar a interpretação dos paleoambientes e a sua dinâmica evolutiva..

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende o sudeste do estado do Acre, região com a maior concentração de ocorrência de sítios arqueológicos de estrutura de terra denominados de Geoglifos.

Esta região engloba terras dos municípios de Acrelândia, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Capixaba, Xapuri, Bujari, Porto Acre e de Rio Branco. Geograficamente dispõe-se entre as coordenadas de 9º14' e 11º25' de Latitude Sul e 66º 37' e 69º22' de Longitude Oeste (Figura 1).

2.2. Imageamento com o Georadar (GPR)

Existem diversas ferramentas da geofísica que podem auxiliar no processo de caracterização do solo. O Radar Penetrante no Solo (Ground-Penetrating Radar - GPR) destaca-se por possibilitar o imageamento da sub-superfície. (GLÓRIA, 2002).

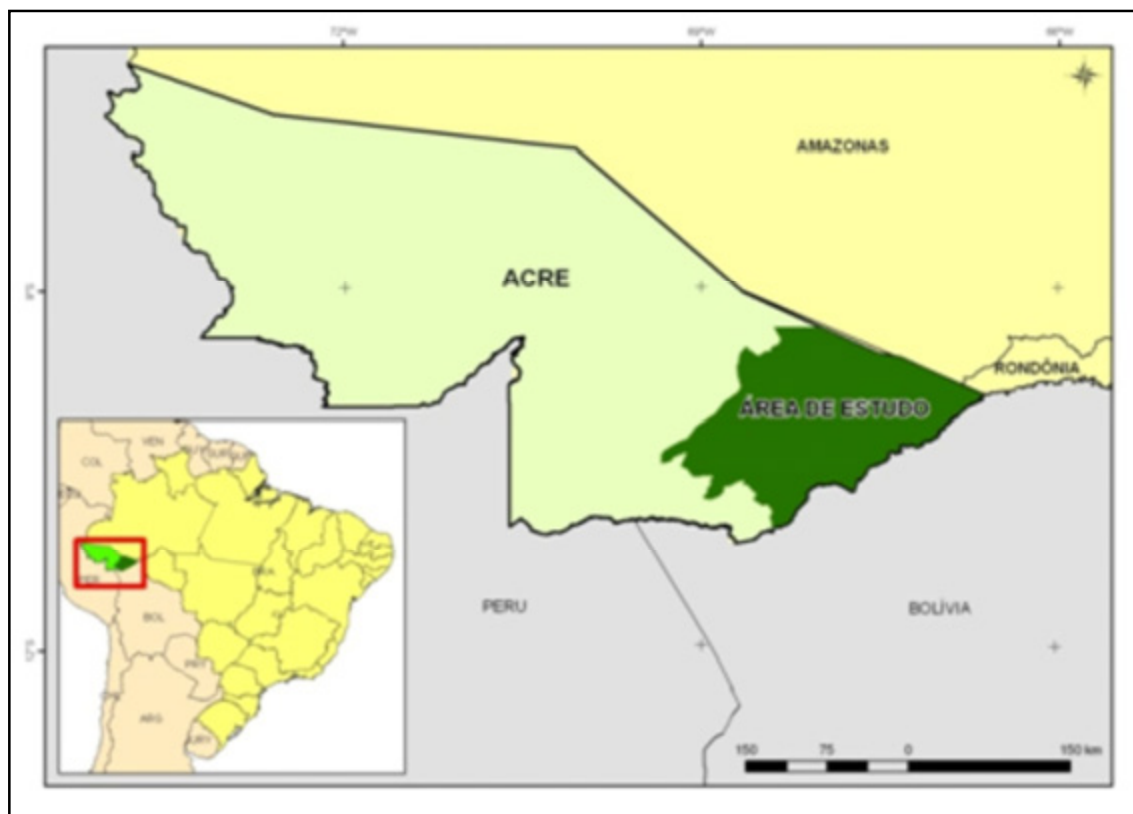


Figura 1. Localização da área de estudo, onde foram identificados os Geoglifos no estado do Acre, Brasil.

Nos Geoglifos, antes das coletas de solo, foram realizadas varreduras por meio de radar (Ground-Penetrating Radar - GPR) o que permitiu avaliar a profundidade, umidade, características físicas, possíveis alterações arqueo-antropogênicas, além da presença de objetos arqueológicos sem escavações (ANNAN, 1992; FARIA, 2010).

Nesse estudo utilizou-se o Radar Penetrante TerraSIRch modelo SIR-3000 com o uso de duas antenas. Uma de 400 MHz, que com capacidade de leituras até 4 m de profundidade, e outra de 900 MHz, com maior precisão superficial com leituras de até 1 m de profundidade. Escolheu-se a utilização da antena de 900 MHz, pois essa apresenta melhor resolução de imageamento, além do fato de que a grande maioria das alterações arqueo-antropogênicas estarem até 1 m de profundidade.

Com objetivo de estabelecer um controle da profundidade alcançada pelo GPR utilizou-se de uma barra de ferro com aproximadamente 1 m de comprimento, enterrada transversalmente, auxiliando assim a calibração de profundidade do sinal do Radargrama.

A antena foi montada sobre um “esqui” de PVC para facilitar seu deslizamento sobre o terreno e todas as faixas foram georreferenciadas com o GPS e registradas as distâncias percorridas, através de um odômetro (Figura 2).



Figura 2. Principais componentes do Georadar.

O imageamento foi realizado de maneira contínua em faixas paralelas e eqüidistantes de 150 cm. Iniciou-se nas bordas dos Geoglifos, atravessou-se as valetas, percorrendo toda a extensão interna dos mesmos (Figura 3).

Onde o sinal do imageamento apresentou ruídos, hipérboles, padrões côncavos e, ou, outras anomalias, foi realizada a inserção de uma estaca de madeira, numerada e georreferenciada para controle, além do registro da mesma, do ocorrido e do ponto estaqueado em uma caderneta de campo. Após o processamento dos radargramas foram definidos os pontos para abertura das trincheiras para a coleta de solo e dos artefatos arqueológicos e a descrição dos perfis de solo (SANTOS et al., 2005, EMBRAPA, 2006).

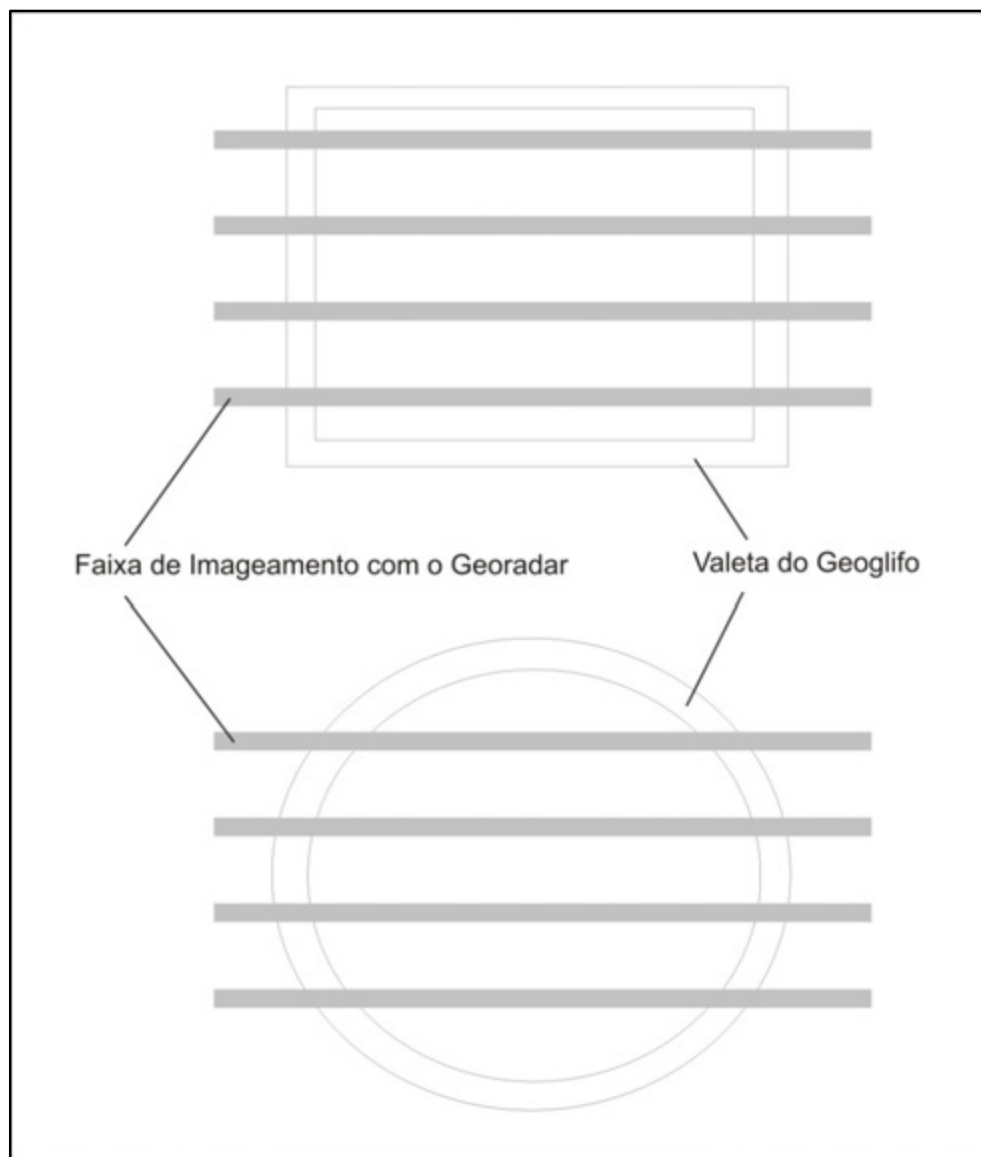


Figura 3. Esquema dos procedimentos de imageamento com Georadar em Geoglifos de forma Quadrada e Redondo.

Nas bordas, no interior das valetas e do Geoglifos, foram coletadas amostras de solos simples. Utilizou-se uma “grade” amostral georreferenciada, com coletas por tradagem de 0-20 cm.

2.3. Caracterização de Fitólitos em Cerâmicas Arqueológicas

A identificação dos fitólitos (corpos silicosos) nas cerâmicas arqueológicas foi feita com o auxílio de um Microscópio Óptico Olympus CX31 (com aumentos de 100 e 400 vezes).

2.4. Análises Físicas e Químicas

As amostras de solos coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, obtendo-se desta maneira, a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises laboratoriais.

A análise textural foi realizada pelo método da pipeta de acordo com (EMBRAPA, 1997), porém, com utilização de agitação lenta de 50 rpm por 16 h (RUIZ, 2005a) e determinação de silte por pipetagem (RUIZ, 2005b). A argila dispersa em água foi determinada seguindo metodologia descrita para análise granulométrica, com agitação rápida (12.000 rpm por 15 minutos) e suprimindo-se o uso do dispersante químico (EMBRAPA, 1997).

Nas análises químicas foram determinados o pH (água e KCl 1 mol L⁻¹ - 1:2,5), o cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹ e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, e o alumínio trocável por titulação com solução NaOH 0,025 mol L⁻¹. O potássio e sódio trocáveis foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e quantificados por fotometria de chama. A acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) foi extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ ajustada a pH 7,0, sendo determinada por titulação com solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹. O fósforo disponível foi extraído com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ (Mehlich 1) e determinado por colorimetria (DEFELLIPO & RIBEIRO, 1997). O carbono orgânico total foi determinado por meio do processo de oxidação da matéria orgânica, por via úmida, com dicromato de potássio 0,1667 mol L⁻¹ sem aquecimento (WALKLEY & BLACK, 1934). A titulação foi realizada com sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol.L⁻¹ (DEFELLIPO & RIBEIRO, 1997).

Os micronutrientes, ferro, manganês, cobre e zinco foram extraídos na TFSA com o agente quelante DTPA-TEA (ácido dietilenotriaminopentaacético + trietanolamina) tamponado a pH 7,3, na relação solo:solução de 1:2, com duas horas de agitação segundo metodologia desenvolvida por Lindsay e Norvell (1978) e adaptações do método efetuadas por Abreu e Andrade (2001). A determinação do Fe, Mn, Cu e Zn foi realizada utilizando-se espectrofotometria de absorção atômica em chama, conforme Abreu e Andrade (2001).

O fósforo remanescente (P-rem) foi determinado na TFSA em solução de CaCl₂ 10 mmol L⁻¹ contendo 60 mg L⁻¹ de P (KH₂PO₄), na relação solo:

solução de 1:10, com agitação durante 1 h. Em seguida, efetuar-se a separação das fases sólida e líquida, e na solução de equilíbrio determinar-se a concentração de P, utilizando o método da vitamina C (ALVAREZ et al., 2001).

2.5. Mineralogia

Na análise mineralógica das cerâmicas, utilizou-se pela raspagem materiais do lado interno e do externo. A difração de Raios-X foram realizadas nas frações argila e silte (sedimentação) e areia (tamisação) (EMBRAPA, 1997). Foram preparadas laminas de argila (natural e desferrificada) (MEHRA & JACKSON, 1960), orientada por esforço (esfregação) em vidro plano (EMBRAPA, 1997), sendo posteriormente irradiadas em difratômetro de raios X equipado com tubo de ferro e filtro de cobalto. Quando necessário, foram realizados tratamentos do material com KCl 1,0 mol L⁻¹ e com MgCl² 0,5 mol L⁻¹. Nas lâminas que receberam tratamento com KCl foram realizadas leituras antes e após aquecimento em mufla a 550°C, por um período de 3 h. Nas lâminas que foram saturadas com Mg fez-se a primeira leitura e em seguida acrescentou-se cerca de 5 mL de etilenoglicol 30% (V/V). A análise mineralógica foi realizada por difratometria de raios-X (DRX), com radiação CoK α , no intervalo entre 4 a 45°2 θ (argila natural) e 5 a 30°2 θ (argila com tratamento), cujos intervalos foram de 0,02 °2 θ a 1 passo s⁻¹, com tensão de 40 kV e corrente de 30 mA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Artefatos Arqueológicos dos Geoglifos

3.1.1. Radargramas

Geoglifo Cícero Cara-de-Pau

O desenvolvimento estrutural e a textura média, tendendo a arenosa (franco arenosa) dos dois perfis descritos neste Geoglifo permitiram um bom imageamento até a profundidade de 1 m, capacidade da antena utilizada.

O radargrama correspondente ao Perfil Cícero 01 (Latossolo Vermelho Eutrófico típico) apresentou, além de camadas e, ou, horizontes naturais do solo, uma sequencia de hipérboles, tendo seu sinal mais marcante próximo de 10 cm de profundidade, revelando uma perturbação, que se confirmou com a ocorrência de fragmentos de cerâmica na transição dos horizontes Ap para o BA (Figura 4). A presença desse material confirmou a presença de povos pré-históricos que construíram/freqüentaram/ocuparam os Geoglifos, além de confirmar, mesmo que com pouca relevância pedogenética, alterações arqueo-antropogênicas neste ambiente.

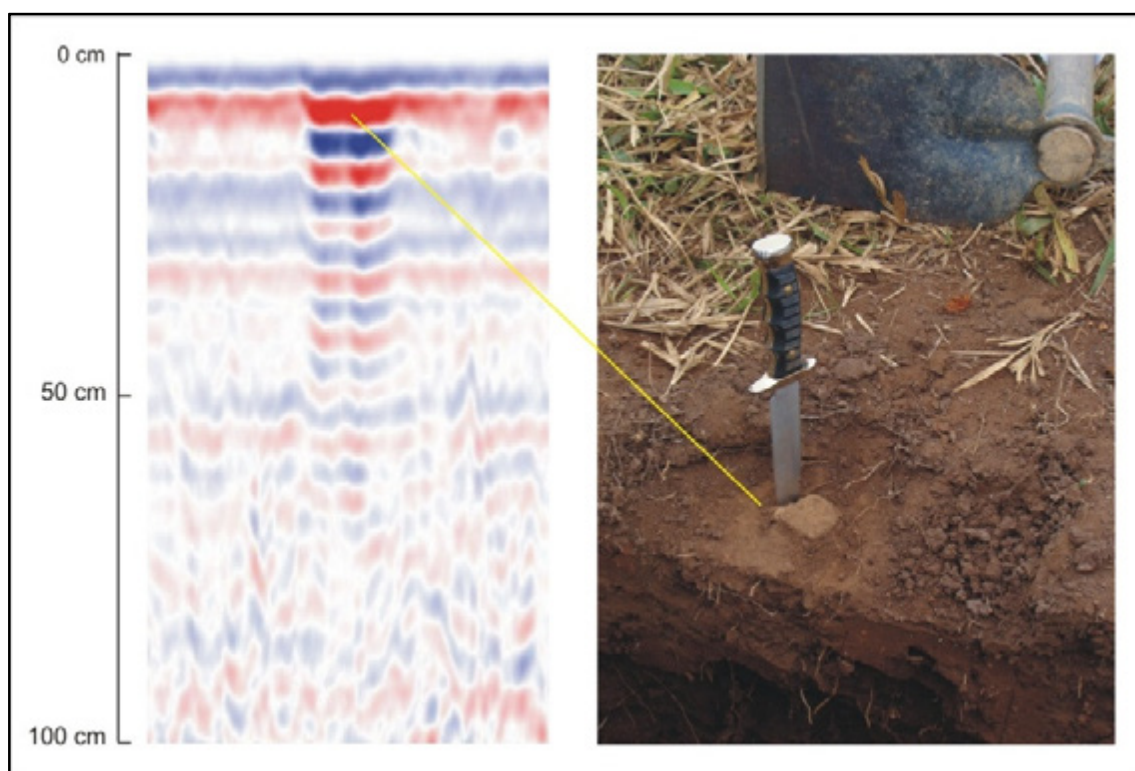


Figura 4. Radargrama e foto correspondente ao Perfil 1 (Geoglifo Cícero Carade-Pau 1).

O radargrama correspondente ao Perfil 2 (Latossolo Vermelho Eutrófico argissólico), apresentou camadas, as quais representam diferenças estruturais, texturais e de umidade. Próximo a 50 cm de profundidade ocorreu hipérboles com concavidade para baixo e para cima correspondendo a dois fragmentos de cerâmica no horizonte Bw, os quais estavam dispostos com a concavidade inversa, como indicado no radargrama (Figura 5).

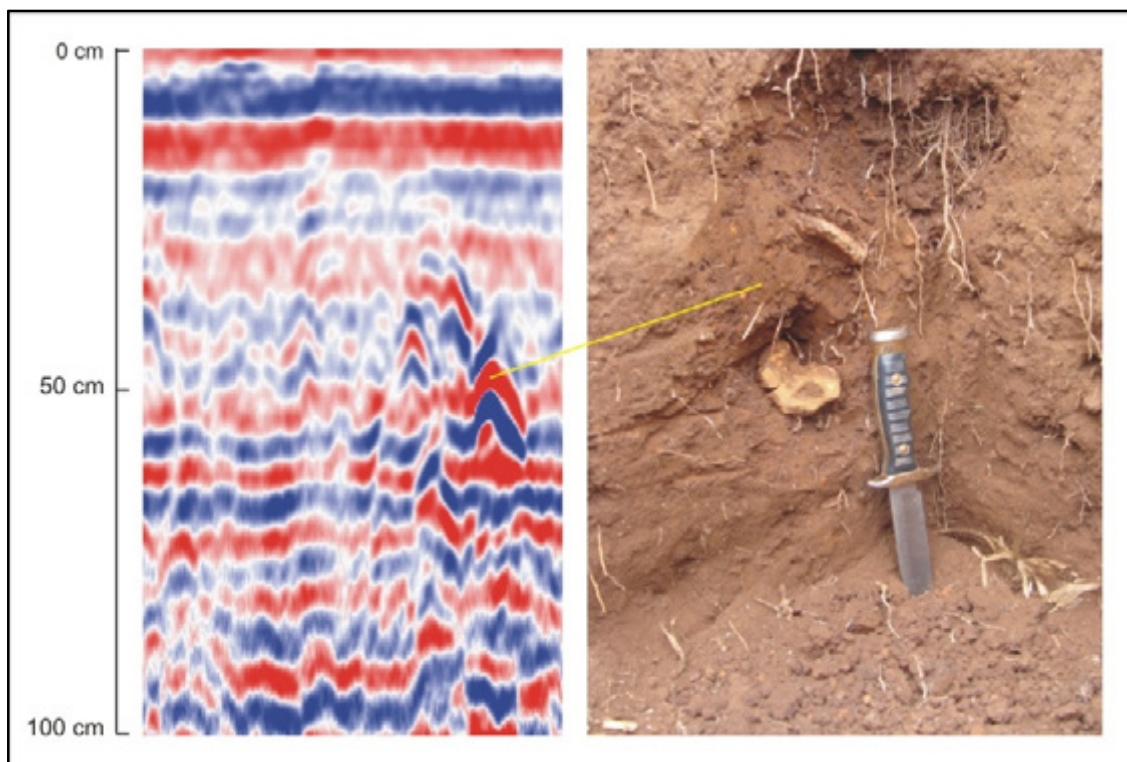


Figura 5. Radargrama e foto correspondente ao Perfil 2 (Geoglifo Cícero Carade-Pau).

Geoglifo Fazenda Atlântica

O desenvolvimento estrutural e o gradiente textural dos dois perfis descritos neste Geoglifo permitiram obter um bom imageamento até a profundidade de 1 m (antena utilizada).

O radargrama do Perfil Atlântica 1 (Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico) apresentou hipérbolos curtas entre 50 e 60 cm de profundidade. Presença de três fragmentos de cerâmica na transição entre os horizontes BA e Bt. Um fragmento encontrava-se próximo a 50 cm, paralelo a superfície do solo e os outros dois fragmentos paralelos entre si e a superfície do solo, próximos a 60 cm (Figura 6).

O radargrama correspondente ao Perfil Atlântica 02 (Argissolo Vermelho Distrófico latossólico), apresentou significativas perturbações, desde próximo a superfície até profundidades de 1 m, as quais configuraram fragmentos de cerâmica no horizonte Bt e principalmente no BA, como no ruído (formato de camada e paralelo a superfície do solo) indicado no radargrama (Figura 7) em torno de 20 cm de profundidade, indicando fragmento de cerâmica. Além deste sinal, o radargrama correspondente a este perfil, apresentou perturbações indicadas por uma espécie de “interferência”, entre 70 e 90 cm de profundidade

(Figura 8), já no Bt, correspondendo a “Terra Cozida”, porção do solo/perfil com registro de ocorrência de fogo. O perfil também apresentou canais originários de pedobioturbação, os quais puderam ser visualizados/interpretados no radargrama. Os resultados provenientes da prospecção com o Georadar confirmam, mesmo que pontualmente, a ocorrência de alterações arqueo-antropogênicas neste Pedoambiente.

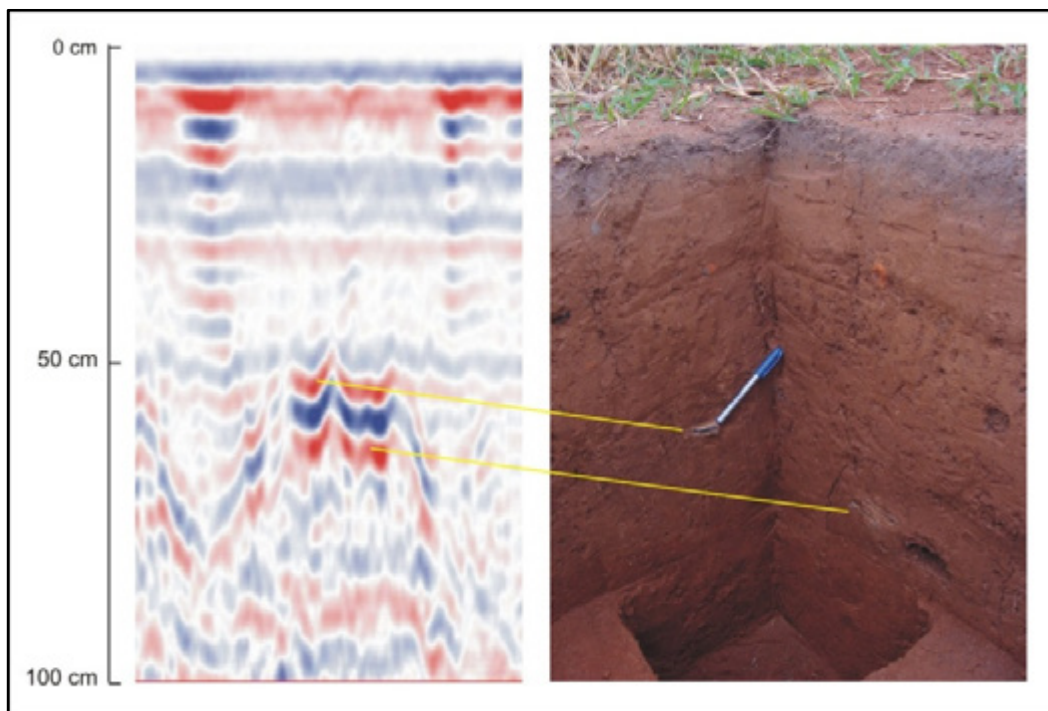


Figura 6. Radargrama e foto correspondente ao Perfil 1 (Geoglifo da Fazenda Atlântica).

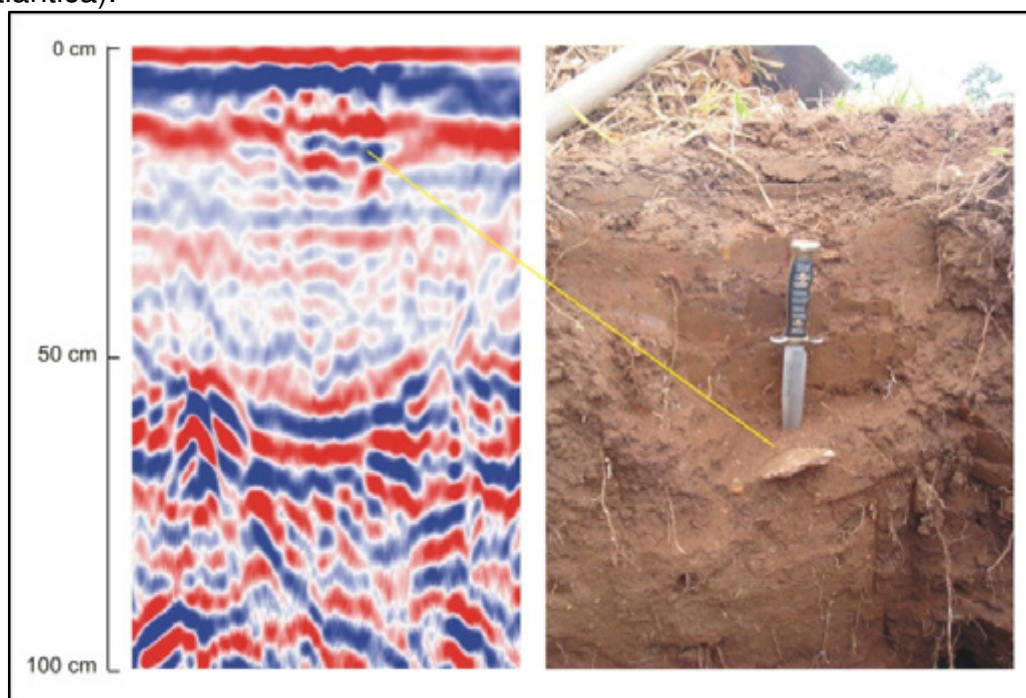


Figura 7. Radargrama e foto correspondente ao Perfil Atlântica 2 (Geoglifo da Fazenda Atlântica).

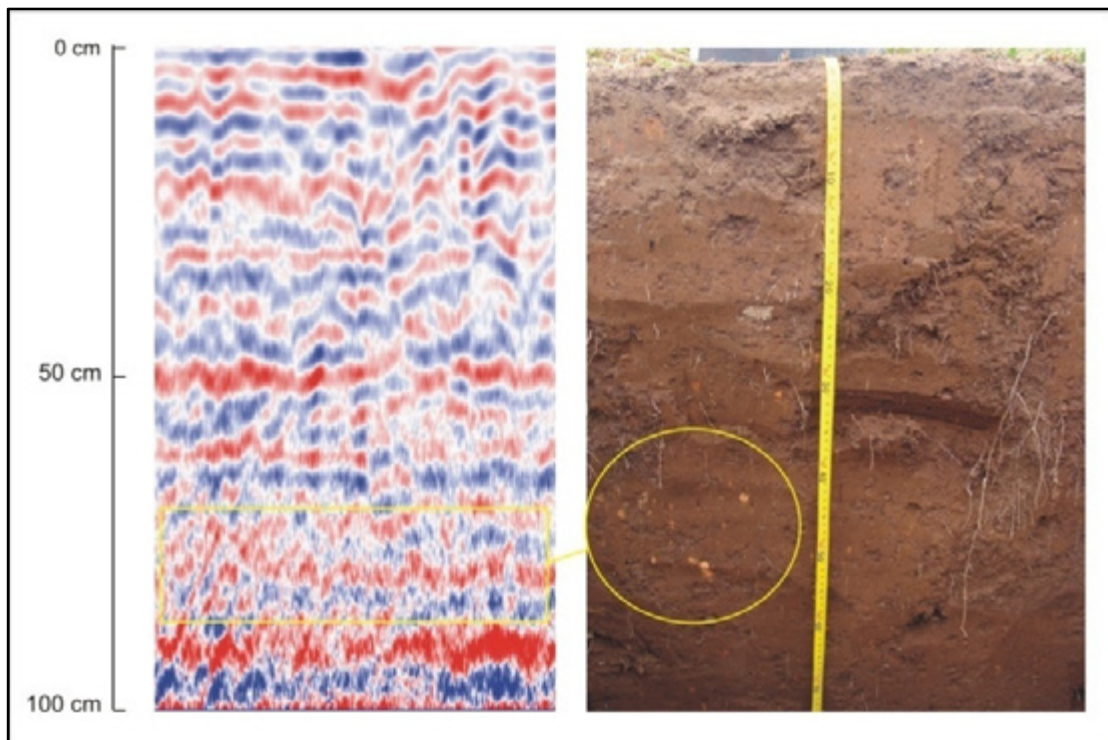


Figura 8. Radargrama e foto correspondente ao Perfil Atlântica 2 - “Terra Cozida” (Geoglifo da Fazenda Atlântica).

Geoglifo Fazenda São Paulo

Neste Geoglifo foi feita a varredura com o Georadar e nos pontos suspeitos fez-se as escavações.

Com o imageamento identificou-se um sinal circular que se propagava em profundidade (Figura 9), indo de 50 cm até 100 cm +. Foi identificado além de fragmentos de cerâmica (Figura 9) indicados por hipérboles, o sinal principal, indicado pelo radargrama, constituía-se de um buraco de “moerão”. Isso pode indicar que os Geoglifos eram cercados.

No imageamento do Geoglifo da Fazenda São Paulo diagnosticou-se artefatos/ferramentas líticas, sempre próximas a superfície do solo, como cortadores, amoladores e amassadores (Figura 10).

Essas ferramentas eram esculpidas com a lapidação de concreções ferruginosas (Formação Detritico-Laterítica). Foram identificados também materiais como machados e outras ferramentas líticas (cortadores e amoladores) pelo proprietário das terras do Geoglifo JK quando o mesmo arava a área (Figura 11).

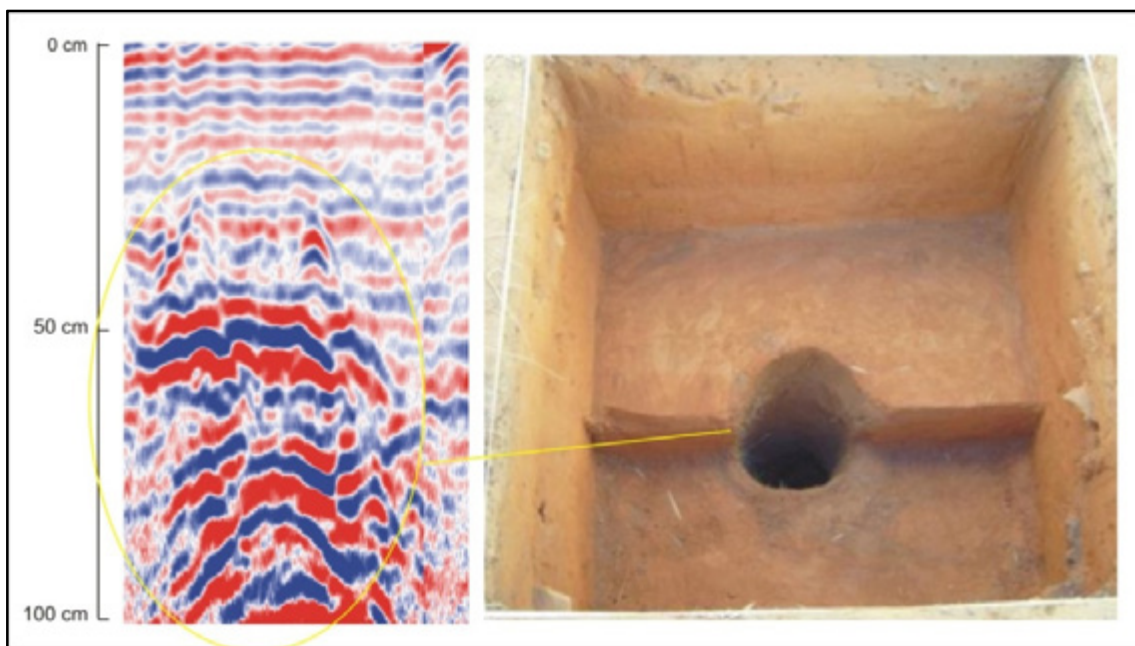


Figura 9. Radargrama e foto correspondente do Perfil 1 (Fazenda São Paulo).



Figura 10. Ferramentas Líticas encontradas no Geoglifo Fazenda São Paulo, com o uso do imageamento com GPR.

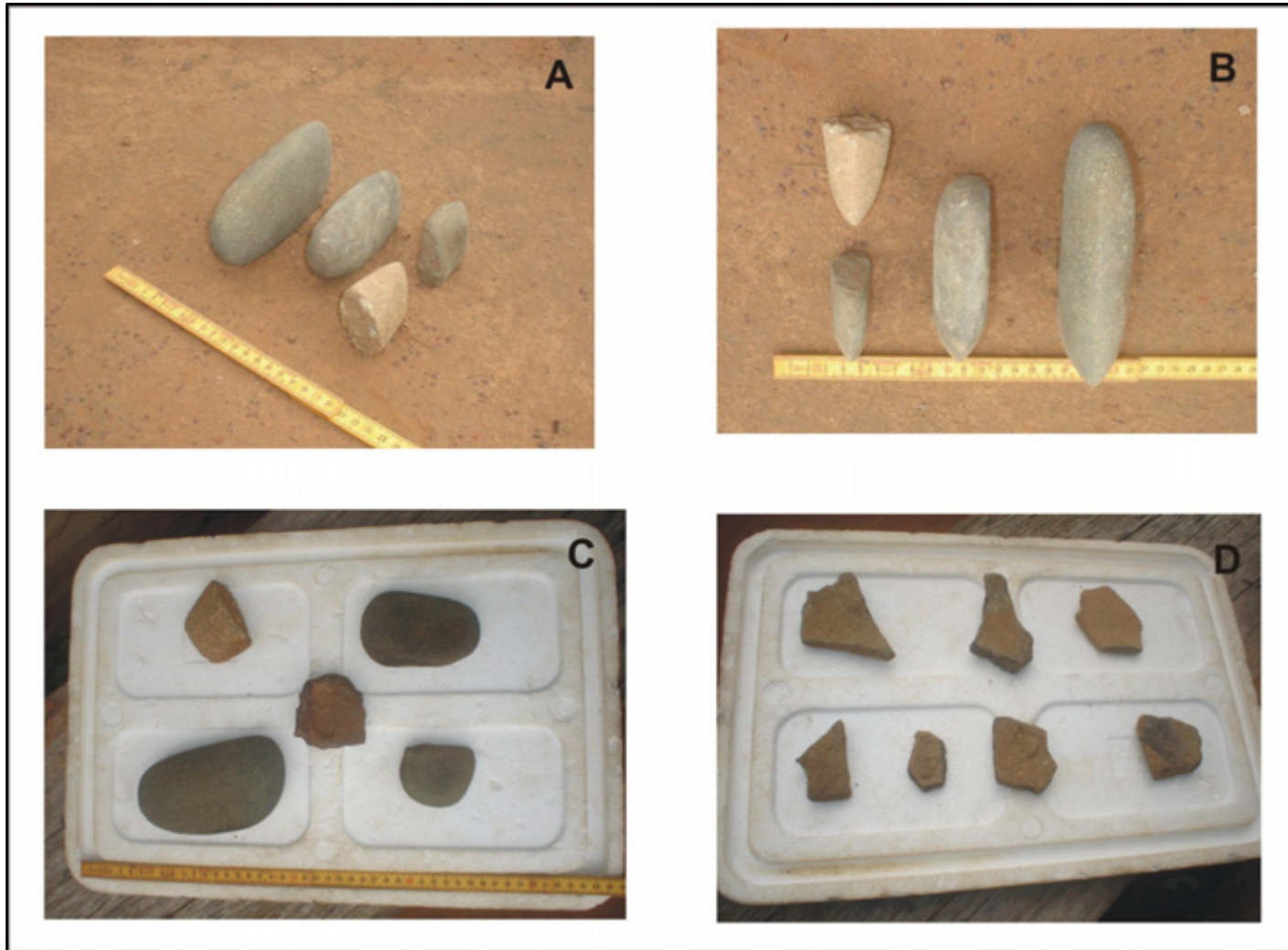


Figura 11. Ferramentas líticas encontradas na área do Geoglifo JK. Onde: **A** e **B** (machados); **C** (machados com amolador ao Centro) e **D** (cortadores e amoladores).

3.1.2. Caracterização de fitólitos

Os fragmentos de cerâmica dos seis perfis de solo estudados, referentes aos três Geoglifos, apresentaram pobreza de sílica biogênica. O único morfotipo de fitólito encontrado foi o bastonete (Figura 12), o qual apresenta relação direta com a existência de fitofisionomias campestres. Esses morfotipos têm significado taxonômico com a família das Poaceae. São gramíneas de ampla distribuição geográfica e uma das que mais acumulam silício e produzem fitólitos (RUNGE, 1999 & COSTA et al., 2010). Estes fitólitos corroboram a hipótese que os Geoglifos foram construídos em um paleoambiente de vegetação campestre e aberta com predomínio de gramíneas.

No início do Holoceno, a Amazônia apresentava áreas com diferenças climáticas marcantes. No leste do estado do Acre, oeste de Rondônia e sudoeste do Amazonas e Bolívia as áreas eram bem mais secas. A noroeste área era mais úmida com a presença da floresta (COSTA et al., 2010).

Condições de aridez extrema foram registradas em sedimentos do Holoceno entre 7.000 e 4.500 anos AP, dos rios Purus e Juruá, no sudoeste do estado do Amazonas, fronteira com o estado do Acre (LATRUBESSE et al., 2005 & COSTA et al., 2010).

3.1.3. Mineralogia das cerâmicas arqueológicas

Os dados de difratometria de raio-X dos fragmentos de cerâmica revelaram a presença de Mica (Mi), Caulinita (Ct), Quartzo (Qz) e Hematita (Hm) (Figura 13). Os minerais identificados nos fragmentos foram encontrados nos solos dos Geoglifos e nos seus arredores, porém com resultado composicional diferente.

O material utilizado na fabricação dos utensílios cerâmicos foi bastante similar entre os dois perfis analisados e entre as partes externas e internas dos fragmentos de cerâmica (Figura 13). São materiais de quartzo e de uma pasta/massa argilosa. Além dos minerais identificados são utilizados “temperos”, como o cariapé e o cauxixi, com a função de aumentar a plasticidade da matéria prima. Alguns “ruídos” dos difratogramas devem estar relacionados a estes materiais. A massa argilosa é composta de minerais de argila do grupo dos filossilicatos como a mica e a caulinita, além de óxidos de ferro (hematita).

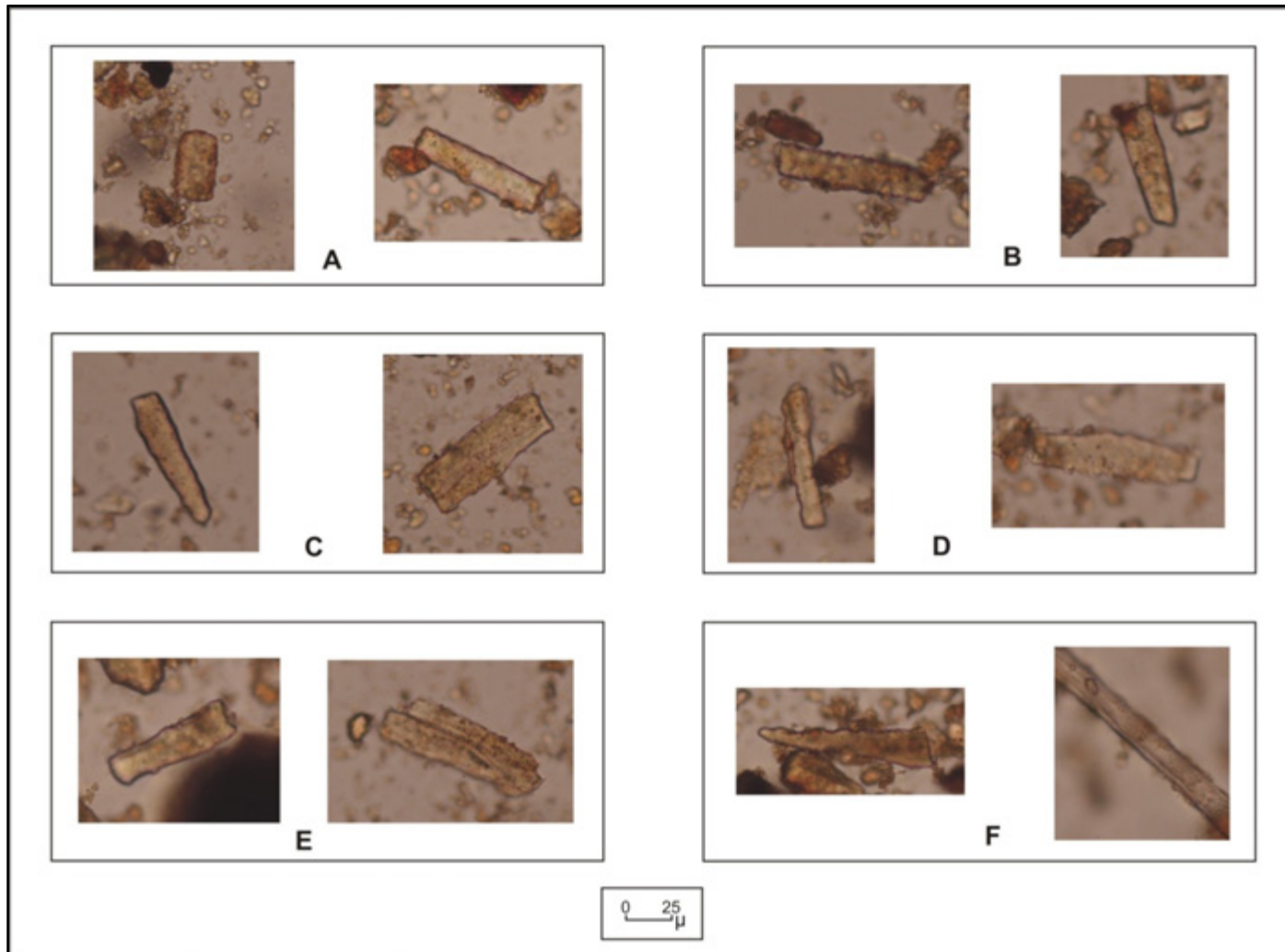


Figura 12. Fotomicrografias de morfotipos de corpos silicosos. **A e B** (Cícero); **C e D** (Fazenda Atlântica); **E e F** (Geoglifo JK).

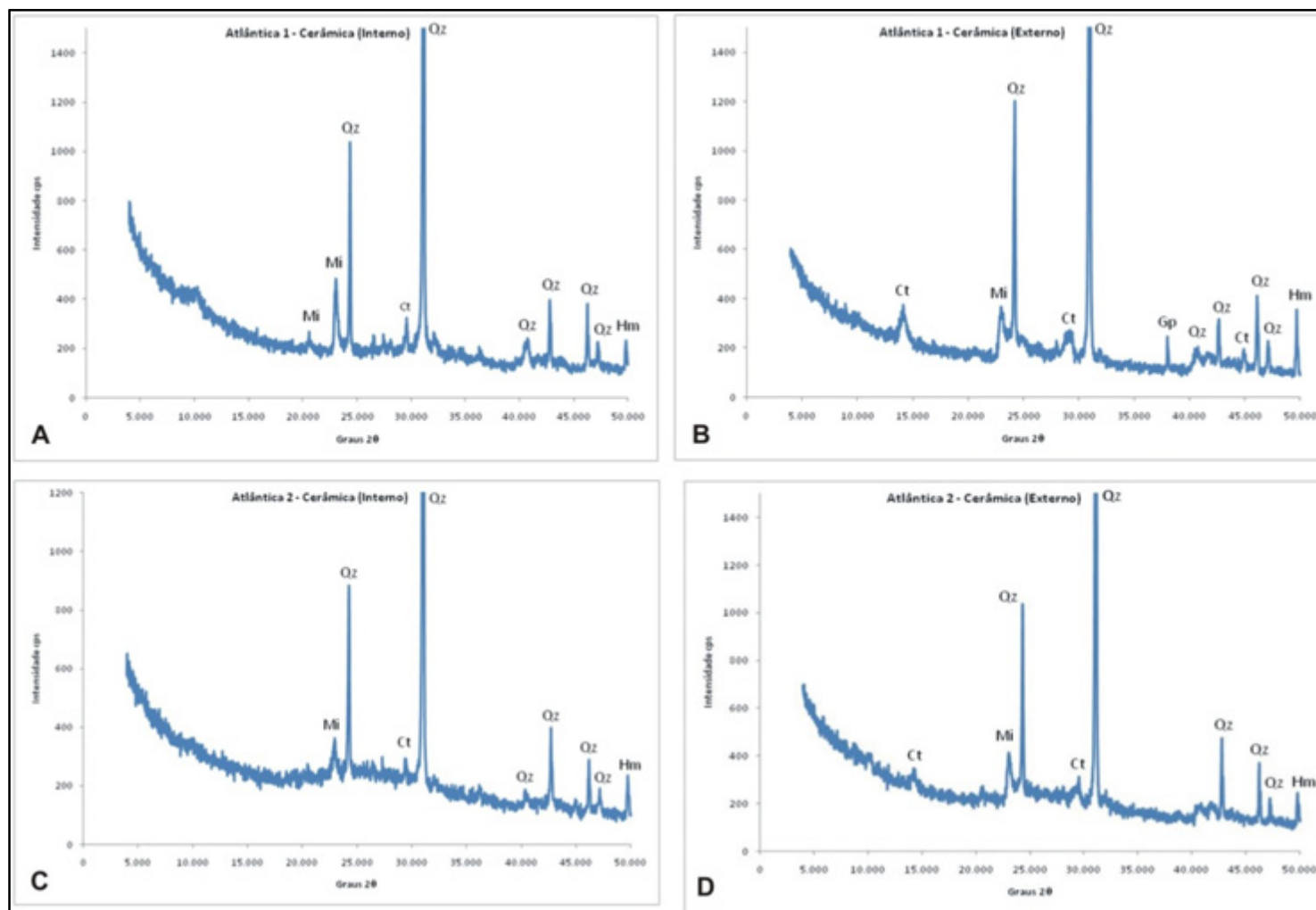


Figura 13. Difratomogramas de raios- X de fragmentos de cerâmica (partes internas e externas) do Geoglifo da Fazenda Atlântica – Perfis 1 (A e B) e 2 (C e D).

3.2. Solos dos Geoglifos

3.2.1. Caracterização física dos solos

Os solos mostraram-se relativamente homogêneos em relação a classe textural, sendo classificados como textura média, com tendência a franco arenosa (Quadro 1), indicando relação com o processo sedimentar (Formação Solimões) (BRASIL, 1976).

De um modo geral, em profundidade, a tendência foi de acréscimo na proporção de argila e redução no conteúdo de silte. No entanto, não se observam valores seqüenciados, crescentes ou decrescentes entre os horizontes. Esse comportamento está relacionado ao desenvolvimento desses solos em camada de condições estratigráficas diferenciadas, fato que condiz com resultados obtidos por outros trabalhos na região e áreas próximas (BRASIL, 1976; GAMA, 1986; SOUZA & SANTOS, 1997; MARTINS, 1993; SILVA, 1999; RIBEIRO NETO, 2001; CARMO, 2006; AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2008).

Os horizontes superficiais mostraram-se mais arenosos que os subsuperficiais, os quais apresentaram maiores proporções de argila (Quadro 1).

Os solos do Geoglifo JK são mais argilosos do que os dos outros Geoglifos, tanto nos horizontes superficiais quanto subsuperficiais (Quadro 1). A média de argila do perfil JK 01 foi de 39,5 dag kg⁻¹ do perfil JK 2 de 37,2 dag kg⁻¹, enquanto a média dos demais foi (seis perfis) foi de 27,9 dag kg⁻¹% (Quadro 1). Possivelmente, a razão seja que este Geoglifo encontra-se em uma área tabular de topo plano, a mais antiga em termos de evolução do relevo regional. Os demais ocupam áreas convexas e até mesmo próximas a Terraços Fluviais.

Quadro 1. Granulometria e classe textural dos horizontes dos perfis de solos dos Geoglifos

Horizontes	Prof. (cm)	Granulometria – dag kg ⁻¹				Classe Textural
		Areia		Silte	Argila	
		Grossa	Fina			
----- Cícero-Cara-de-Pau Perfil 1 - Latossolo Vermelho Eutrófico típico -----						
Ap	0-10	37	37	17	9	Franco-Arenosa
BA	10-30	29	36	21	14	Franco-Arenosa
Bw	30+	24	32	18	26	Franco-Argilo-Arenosa
----- Cícero-Cara-de-Pau Perfil 2 - Latossolo Vermelho Eutrófico argissólico -----						
Ap	0-10	40	39	14	7	Areia-Franca
BA	10-40	19	25	17	39	Franco-Argilosa
Bw	40+	26	33	20	21	Franco-Argilo-Arenosa
----- Fazenda Atlântica Perfil 1 - Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico -----						
Ap	0-10	24	42	22	12	Franco-Arenosa
AB	10-30	13	44	22	21	Franco-Argilo-Arenosa
BA	30-55	11	38	17	34	Franco-Argilo-Arenosa
Bt	55+	9	30	13	48	Argila
----- Fazenda Atlântica Perfil 2 - Argissolo Vermelho Distrófico latossólico -----						
Ap	0-5	16	48	24	12	Franco-Arenosa
BA	5-30	14	38	25	23	Franco-Argilo-Arenosa
Bt	30+	19	45	22	14	Franco-Arenosa
----- Geoglifo JK Perfil 1 - Latossolo Vermelho Distrófico argissólico -----						
A	0-6	10	49	22	19	Franco-Arenosa
AB	6-25	7	30	15	48	Argila
BA	25-88	7	44	20	29	Franco-Argilo-Arenosa
Bw	88+	6	22	10	62	Muito Argilosa
----- Geoglifo JK Perfil 2 - Latossolo Vermelho Eutrófico argissólico -----						
Ap	0-5	10	58	20	12	Franco-Arenosa
AB	5-36	8	47	17	28	Franco-Argilo-Arenosa
BA	36-74	4	30	12	54	Argila
Bw	74+	7	26	12	55	Argila

Os solos do Geoglifo Cícero-Cara-de-Pau apresentaram-se mais arenosos (Quadro 1). Os dados demonstram que os dois perfis deste sítio foram os que apresentaram os maiores teores de areia grossa, tanto nos horizontes superficiais quanto nos subsuperficiais (Quadro 1). Com isso, supõe-se que o paleoambiente de sedimentação da área deste geoglifo, contou com águas mais agitadas que nas demais amostradas, corroborando a hipótese, atualmente este sítio localiza-se em área convexa com significativa

proximidade de terraços fluviais, estando a 2 km do rio Rapirrã e 11,5 km do rio Abunã, indicando níveis sedimentares pretéritos destes rios, com variações texturais relacionadas as variações comuns nas bacias do Abunã e sistemicamente do Rapirrã, fato também encontrado por CARMO (2006), em topossequência na bacia do rio Acre na área urbana de Rio Branco.

Fisicamente, os perfis amostrados não apresentaram ruptura e, ou, descontinuidade pedológica nem anomalias físicas que indicassem forte atividade arqueantrológica na gênese dos solos dos Geoglifos.

3.2.2. Caracterização química dos solos

De um modo geral, em comparação com o *background* natural, os solos de sítios de habitações humanas exibem coloração escura anômala, valores mais altos de pH e maiores concentrações de macro e micro nutrientes, as quais podem ser extraordinárias se o assentamento tiver sido intenso ou de longa duração (WOODS et al., 2010).

No estudo dos Antropossolos o elemento chave é o fósforo (P). Este elemento está presente na urina, nas fezes, em tecidos vegetais e animais e em maior quantidade nos ossos. Assim, onde houve ocupação antrópica tais materiais foram aportados, levando ao acúmulo de P no ambiente ao longo do tempo (WOODS, 2003; WOODS, 2010). O acúmulo do P deve-se às suas características químicas, pois o P tende a reagir com outros elementos formando compostos de baixa solubilidade e conseqüentemente de elevada estabilidade nos solos, permanecendo por muito tempo ligado a óxidos de alumínio e ferro, principalmente. Portanto é natural que se encontre nos Antropossolos valores elevados deste elemento, como corroboram diversos estudos no Brasil (KERN & KAMPF, 1989; KERN & COSTA, 1997; PABST, 1991; LIMA et al., 2002; CORRÊA, 2007; VASCONCELOS, 2010).

As adições culturais de P a matriz do solo são não apenas prontamente identificáveis, como são também rapidamente imobilizadas e mantêm grande estabilidade lateral e vertical ao longo do tempo na maior parte das situações pedológicas (WOODS, in: TEIXEIRA et al., 2010).

Os valores de P encontrados nas amostras de solo dos perfis dos seis Geoglifos amostrados (Quadro 2) não refletem ocupação humana intensa ou por longos períodos de tempo, não tendo relevância para se caracterizar como

arqueopossolos. Mesmo sendo mais elevados que os teores de P de solos de mesma classe do estado do Acre (Capítulo 2) os teores de P são baixíssimos se comparados aos de Antropossolos de sítios arqueológicos como do estudo dos Sambaquis na Região dos Lagos/RJ, onde na maioria das amostras foi superior a 3.000 mg dm^{-3} (CORRÊA, 2007); ou no caso do estudo feito em solos de abrigos naturais de rochas calcárias, no norte do estado de Minas Gerais, onde populações pré-colombianas viveram por milhares de anos, onde os teores de P foram em todas as amostras superiores que 100 mg dm^{-3} , chegando até valores de 500 mg dm^{-3} (VASCONCELOS, 2010); ou em áreas de ocorrência de terra preta de índio na Amazônia, como 2.145 mg kg^{-1} (KAMPF et al., , 2010), 1.737 mg kg^{-1} (SCHMIDT & HECKENBERGER,, 2010), 3.921 mg kg^{-1} (LIMA et al., 2010).

Quatro dos seis perfis de solo estudados mostram-se eutróficos, ou seja, ricos em nutrientes (Quadro 2), as exceções foram os perfis Atlântica 02 e JK 01, os quais apresentaram, relativamente, teores mais baixos de Ca e Mg acompanhados de elevada saturação por alumínio (Quadro 2), representando uma sedimentação mais pobre ou menor enriquecimento antropogênico. Esse mediano e suposto, enriquecimento desses solos pelos povos que conviveram com os Geoglifos deve ser considerado, pois trabalhos de áreas similares, na mesma paisagem regional no estado do Acre (Capítulo 2), só identificaram Latossolos e Argissolos Distróficos (AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2008). Porém, pelo nível de enriquecimento, esse fato indica ocupação(ões) eventual(ais) dos Geoglifos e não intensa e duradoura, como em sítios arqueológicos onde ocorreu uma sedentarização capaz de alterar e atuar como agente na gênese dos solos, formando Antropossolos.

Em arqueologia, o valor de pH tem sido utilizado na determinação na antiguidade relativa de perfis culturais e naturais (PARSON, 1962). Aumentos do pH do solo devido à atividade antropogênica são atribuídos principalmente à presença de cinza vegetal, cujos componentes, em parte alcalinos, incluem carbonato de cálcio, hidróxido de cálcio, sulfato de cálcio, sais de ferro e magnésio, e carbonatos e hidróxidos de sódio e potássio (DOWMAN, 1970; LIMBREY, 1975; WOODS, in: TEIXEIRA et al., 2010).

Quadro 2. Características químicas dos perfis de solos dos diferentes Geoglifos

Hor.	Prof. - cm -	pH		P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	ISNa	MO dag/kg	P-rem mg/L	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
		H ₂ O	KCl																					
Cicero-Cara-de-Pau Perfil 01 - Latossolo Vermelho eutrófico típico																								
Ap	0-10	4,98	4,51	5,3	71	10,8	1,37	0,4	0,1	4	2	2,1	6	33,3	4,8	2,24	2,91	41,9	3,18	307,6	181	0,96	0,22	21,9
BA	10-30	5,73	4,74	2,3	22	10,8	1,82	0,47	0	1,3	2,4	2,4	3,7	64,9	0	1,96	1,03	42,1	0,34	57,8	123,8	1,26	0,16	12,6
Bw	30+	5,99	4,88	1,6	22	8,8	2,05	0,64	0	1	2,8	2,79	3,79	73,6	0	1,37	0,65	38,1	0,27	25,5	49,9	1,63	0,06	12,2
Geoglifo Cicero-Cara-de-Pau Perfil 02 - Latossolo Vermelho eutrófico argissólico																								
Ap	0-10	5,51	4,43	4,1	72	5,8	0,65	0,44	0,1	3,5	1,3	1,4	4,8	27,1	7,1	1,8	3,55	49,6	3,4	282,8	159,2	1,09	0,37	12
BA	10-40	5,27	4,24	4,1	51	54,8	1,08	0,52	0,7	2,6	2	2,67	4,57	43,1	26	8,92	0,65	23,4	0,21	35,8	29,2	1,1	0,12	22,8
Bw	40+	5,63	4,41	1,5	20	4,8	3,99	0,8	0,2	1,5	4,9	5,06	6,36	76,4	4	0,41	0,65	40,4	0,12	45,4	54,7	1,54	0,1	17,6
Geoglifo Fazenda Atlântica Perfil 01 - Argissolo Vermelho eutrófico latossólico																								
Ap	0-10	5,96	5,05	5,1	86	8,8	3,53	0,29	0	4	4,1	4,08	8,08	50,5	0	0,94	5,49	44,6	10,5	396,5	343,2	2,71	0,24	23,3
AB	10-30	6,16	5,25	2,5	21	4,8	4,33	0,61	0	2,3	5	5,01	7,31	68,5	0	0,42	1,29	41,5	4,18	25,7	121,7	5,39	0,16	11,1
BA	30-55	6,47	5,45	11	34	3,8	2,57	1,07	0	1,7	3,8	3,75	5,45	68,8	0	0,44	1,16	34,4	1,91	18,6	105,1	4,9	0,16	14,3
Bt	55+	5,88	4,81	28	83	5,8	5,46	1,41	0	2,3	7,1	7,11	9,41	75,6	0	0,35	0,78	27,6	0,81	20,4	21,5	2,33	0,11	10,8
Geoglifo Fazenda Atlântica Perfil 02 - Argissolo Vermelho distrófico latossólico																								
Ap	0-5	6,16	5,25	11	75	9,8	5,41	0,88	0	5	6,5	6,52	11,52	56,6	0	0,65	7,1	37,8	43	74,4	932	4,61	0,33	6,7
BA	5-30	6,28	5,21	9,9	19	11,8	4,42	1,94	0	3,5	6,5	6,46	9,96	64,9	0	0,79	2,07	31,3	32,3	9,6	203,6	10,3	0,12	8,5
Bt	30+	5,98	4,95	14	25	5,8	1,42	0,8	0,1	8,4	2,3	2,41	10,71	21,6	4,1	1,05	2,91	10,9	15,5	7	103,3	6,18	0,12	24,9
Geoglifo JK Perfil 01 - Latossolo Vermelho Distrófico argissólico																								
A	0-6	5,87	5,4	5,5	57	8,8	0,86	0,55	0	3,3	1,6	1,6	4,9	32,7	0	2,39	6,46	46,8	2,76	33,6	152,5	0,42	0,21	6,7
AB	6-25	5,08	4,06	1,2	34	4,8	1,54	0,78	1,1	4,3	2,4	3,53	6,73	36,1	31	0,59	1,16	25,4	0,77	18,4	7,8	1,08	0,17	23,9
BA	25-88	5,41	4,31	1,2	23	4,8	0,42	0,39	0,9	3	0,9	1,79	3,89	22,9	50	1,17	1,29	36,6	0,64	29,4	17,2	1,18	0,15	14,3
Bw	88+	5,29	4,19	1	15	2,8	6,36	0,96	1,3	5,1	7,4	8,67	12,47	59,1	15	0,14	0,65	13,6	0,63	19,8	2,8	0,56	0,13	25,3
Geoglifo JK Perfil 02 - Latossolo Vermelho Eutrófico argissólico																								
Ap	0-5	7,26	6,9	68	87	23,8	2,79	0,63	0	0,7	3,7	3,74	4,44	84,2	0	2,77	5,81	43,5	4,23	64	100,9	0,55	0,31	0,9
AB	5-36	6,86	5,59	1,8	37	5,8	1,33	1,18	0	1,7	2,6	2,63	4,33	60,7	0	0,96	1,16	38	1,01	23,4	14,4	1,43	0,19	10,3
BA	36-74	5,66	4,79	1	39	5,8	0,75	0,65	0,1	2,3	1,5	1,63	3,83	39,9	6,1	1,55	0,9	20,7	1,04	20,3	6,2	0,8	0,13	21,6
Bw	74+	5,48	4,41	1,4	50	7,8	3,58	0,42	0,7	2,3	4,2	4,86	6,46	64,4	14	0,7	0,65	12,4	0,95	30,8	2,8	0,62	0,26	24

Os valores de pH em água encontrados nos solos dos seis perfis estudados variaram entre 4,6 a 7,2 (Quadro 2), apresentando acidez tendendo a moderada (Capítulo 2), revelando maior relação com o material de origem que apresenta maiores teores de cátions trocáveis. Os maiores valores foram encontrados em superfície, os quais, na maioria das vezes estão associados a teores mais elevados de elementos do complexo sortivo, principalmente, cálcio e magnésio (Quadro 2). Os valores de pH não indicam anomalias relacionadas a intensa e, ou, duradoura ocupação nos Geoglifos, as quais poderiam estar relacionadas a ocorrência de antropossolos, como em sítios arqueológicos estudados por Vasconcelos (2010) com valores de pH em água sempre superiores a 8, ou nos estudos de sambaquis de (CORRÊA, 2007), onde os valores de pH em sua maior parte também foram superiores a 8. Já valores de pH em solos de Terra Preta de Índio na região Amazônica, não mostraram-se tão elevados com nos dois exemplos de sítios arqueológicos acima citados, e sim se assemelharam aos resultados dos solos dos Geoglifos (KAMPF et al., in: TEIXEIRA et al., 2010; SCHMIDT & HECKENBERGER, in: TEIXEIRA et al., 2010; GERMAN, et al., in: TEIXEIRA et al., 2010). Os resultados mostraram que os valores de pH encontrados nos perfis de solo dos Geoglifos são bastante semelhantes aos encontrados em Argissolos e Latossolos estéreis culturalmente, pertencentes a mesma região de estudo no estado do Acre (AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2008).

Adições culturais de cálcio podem derivar de excrementos humanos e animais de vários resíduos orgânicos e inorgânicos (COOK & HEIZER, 1962). Dentre as várias fontes possíveis, os ossos apresentam as maiores concentrações de cálcio, atingindo teores de 260.000 ppm (BOWEN, 1966), além de tecidos de animais, excrementos e material vegetal como fontes potenciais. Na maioria dos sítios arqueológicos a cinza proveniente de material vegetal constitui a maior fonte de cálcio, (WOODS, in: TEIXEIRA et al., 2010). Já o potássio e o magnésio estão ligados, principalmente, a acumulação de cinza vegetal (BUEHRER, 1950; EDDY & DREGNE, 1964), porém adições consideráveis destes elementos podem estar relacionadas a urina humana, vegetais secos e tecidos animais (KIMBER et al., 1966; BOWEN, 1966; WOODS, in: TEIXEIRA et al., 2010).

Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} mostraram-se sempre superiores aos de Al^{3+} , sendo os maiores responsáveis pela soma de bases. Os valores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram relativamente altos, mas variaram muito de solo para solo e entre

profundidades, ora aumentando ora decrescendo no perfil (Quadro 2), evidenciando a variação da sedimentação natural desta região do Acre, como mencionado em (CARMO, 2006). Os valores destes elementos, de um modo geral, mostraram-se significativa semelhança com Argissolos e Latossolos estéreis culturalmente, pertencentes a mesma região de estudo no estado do Acre (AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2008), porém ligeiramente superiores. Em todos os horizontes dos seis perfis amostrados nos Geoglifos, os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} não refletiram uma suposta existência de antropossolos, e conseqüentemente nem de uma ocupação pré-histórica de prolongado período de tempo e, ou intensidade de uso nos Geoglifos. Em antropossolos estudados por VASCONCELOS (2010), os teores de tais elementos foram consideravelmente superiores aos encontrados nos Geoglifos (Ca^{2+} - máximo de 18,6 e Mg^{2+} máximo de 9,5 cmolc/dm^3) ou de (CORRÊA, 2007) (Ca^{2+} - máximo de 14,2 e Mg^{2+} máximo de 6 cmolc/dm^3). Em estudos de solos de Terra Preta de Índio na região Amazônica os valores de Ca^{2+} e Mg^{2+} também foram bastante superiores aos solos dos Geoglifos (KAMPF et al., in: TEIXEIRA et al., 2010; SCHMIDT & HECKENBERGER, 2010).

Em solos culturalmente estéreis, os elementos cobre e zinco são encontrados geralmente em pequenas concentrações, por isso são nomeados de elementos traços, porém em áreas com Antropossolos esses elementos tendem a apresentar-se mais elevados. Em sítios arqueológicos as fontes para os dois elementos incluem tecidos vegetais e animais, urina (principalmente o cobre), e fezes (principalmente o zinco) (BOWEN, 1966). Teores significativos de cobre e zinco podem indicar ocupações intensas ou por longo tempo (SOKOLOFF & CARTER, 1952). A concentração de cobre diminui consideravelmente com a idade do depósito, e que após aproximadamente 2.000 anos os teores do elemento aproximam-se de solos culturalmente estéreis, porém o zinco é mais estável, portanto refletindo eventos de ocupação ao longo do tempo (WOODS et al., 2010).

Nos solos dos Geoglifos os teores dos micronutrientes Cu e Zn, mostraram-se sempre mais elevados em superfície, sendo que os maiores valores para os dois elementos, entre os perfis estudados, foram encontrados nos solos do Geoglifo Fazenda Atlântica, sendo o perfil Atlântica 02 o com os maiores valores (Quadro 2), o qual também foi o que mais apresentou fragmentos de cerâmica, "Terra Cozida" e canais de mesofauna, aparentemente, o perfil com maior influência arqueoantropogênica. Os valores destes elementos, de um modo geral,

mostraram-se significativa semelhança com Argissolos e Latossolos estéreis culturalmente, pertencentes a mesma região de estudo no estado do Acre (AMARAL, 2007; ARAÚJO, 2008), porém ligeiramente superiores no caso do Cu. Os teores de Cu e Zn não refletiram uma ocupação pré-histórica de prolongado período de tempo e, ou intensidade de uso nos Geoglifos. Em antropossolos estudados por (VASCONCELOS, 2010) os teores de tais elementos foram consideravelmente superiores aos encontrados nos Geoglifos, como no caso do Cu sempre superiores a 140 mg/kg^1 , e no caso do Zn sempre superiores a 100 mg/kg^1 , fato também identificado nos estudos de (CORRÊA, 2007) onde os valores de Cu alcançaram $26,5 \text{ mg kg}^{-1}$, e os de Zn até 173 mg kg^{-1} . Em estudos de Terra Preta de Índio na região Amazônica, os teores de Cu não se mostraram tão elevados como nos dois exemplos de sítios arqueológicos acima citados, e sim se assemelharam aos resultados dos solos dos Geoglifos, porém os teores de Zn, foram significativamente superiores, chegando até 91 mg kg^{-1} (SCHMIDT & HECKENBERGER et al., 2010).

3.2.3. Mineralogia dos solos

A difratometria de raios-X da fração areia evidencia grande semelhança entre os solos do Geoglifo Cícero. O mesmo ocorre nos dois perfis do Atlântica. Os minerais identificados foram quartzo (Qz), caulinita (Ct), hematita (Hm) e ilita (Ill) (Figuras 14 a 19).

Na fração argila natural (horizonte A) dos Geoglifos Cícero e Atlântica foram identificados mica (Mi), caulinita (Ct) e quartzo (Qz) (Figuras 14 a 19). Solos originados de rochas pelíticas, como os depósitos sedimentares do suldeste acreano, tendem a apresentar material 2:1, geralmente mica (ilita), cujo material é herdado da rocha pelítica. No estado do Acre devido as suas condições de impedimento de drenagem, reduzida precipitação efetiva e a presença de sílica e bases, favorecem a formação de minerais expansivos 2:1, expansíveis ou não (RESENDE et al., 2005; ARAÚJO, 2008).

Não se constatou a presença de gibbsita em nenhuma amostra de solos analisada o que denota que estes solos não atingiram um intemperismo acentuado. Por outro lado, não foi identificado minerais como esmectitas e vermiculitas (Figuras 14 a 19).

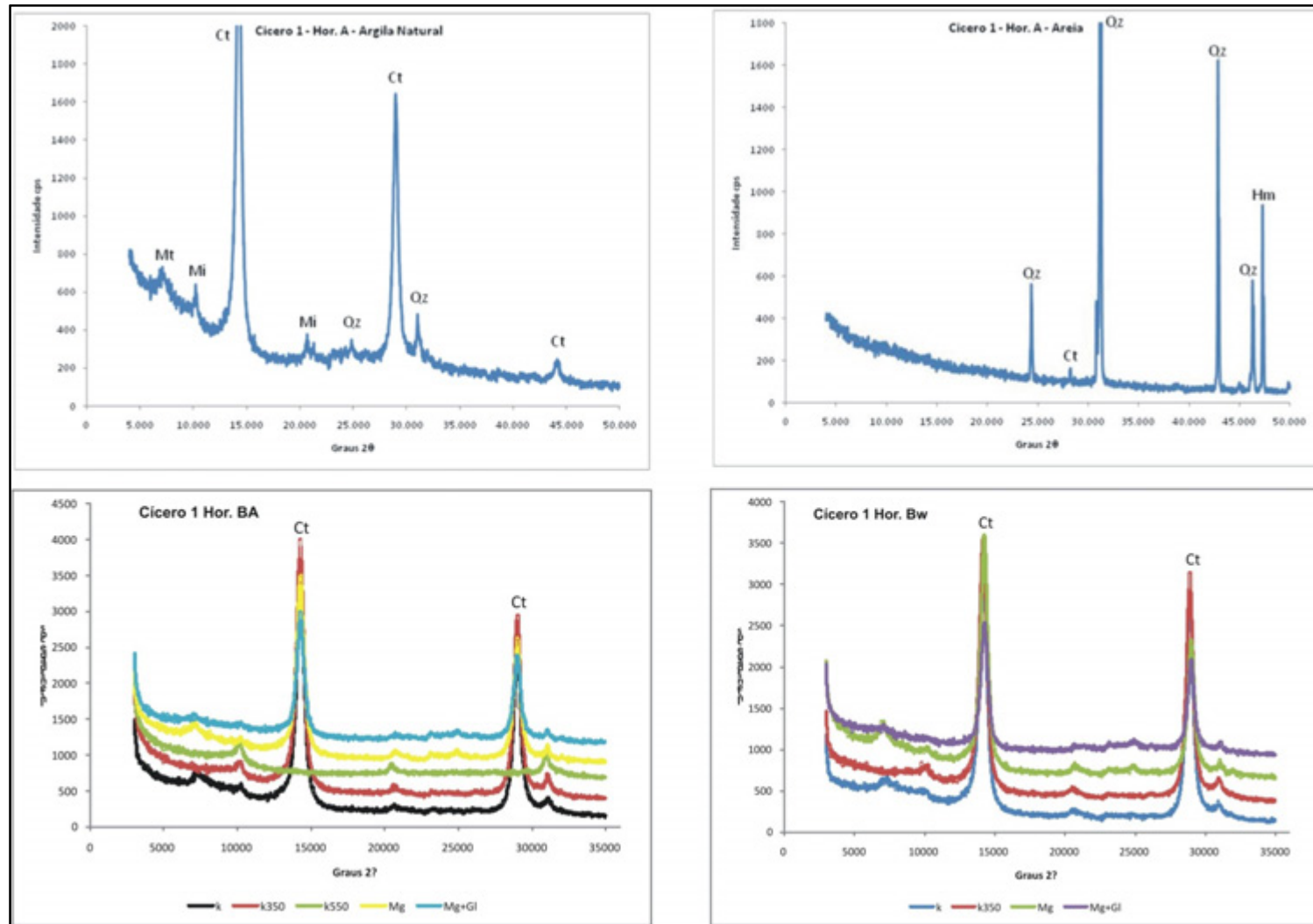


Figura 14. Difratoigramas de raio-X - Geoglifo Cícero-Cara-de-Pau Perfil 01 - Latossolo Vermelho eutrófico típico.

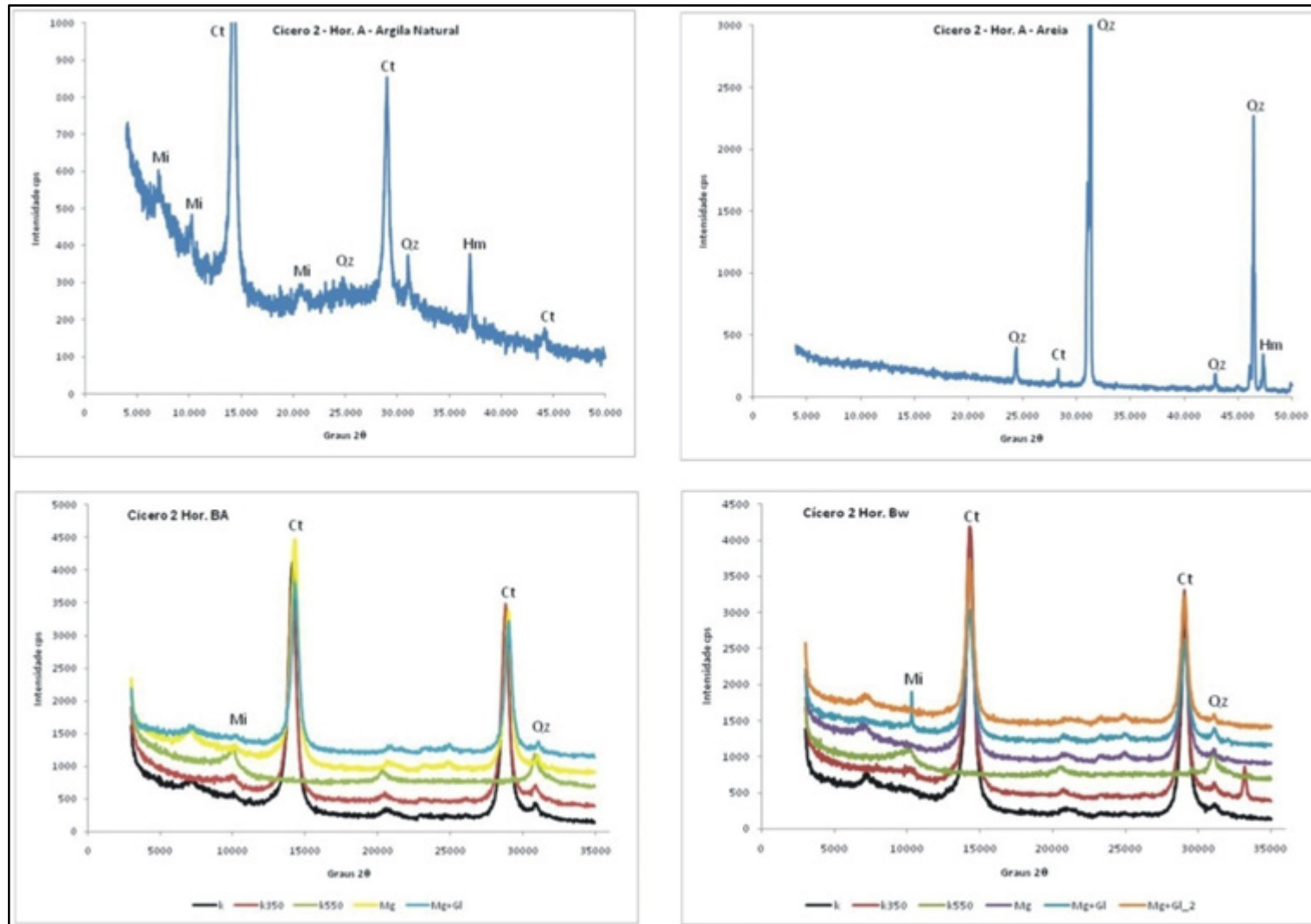


Figura 15. Difratomogramas de raios-X - Geoglifo Cícero-Cara-de-Pau Perfil 02 - Latossolo Vermelho eutrófico argissólico.

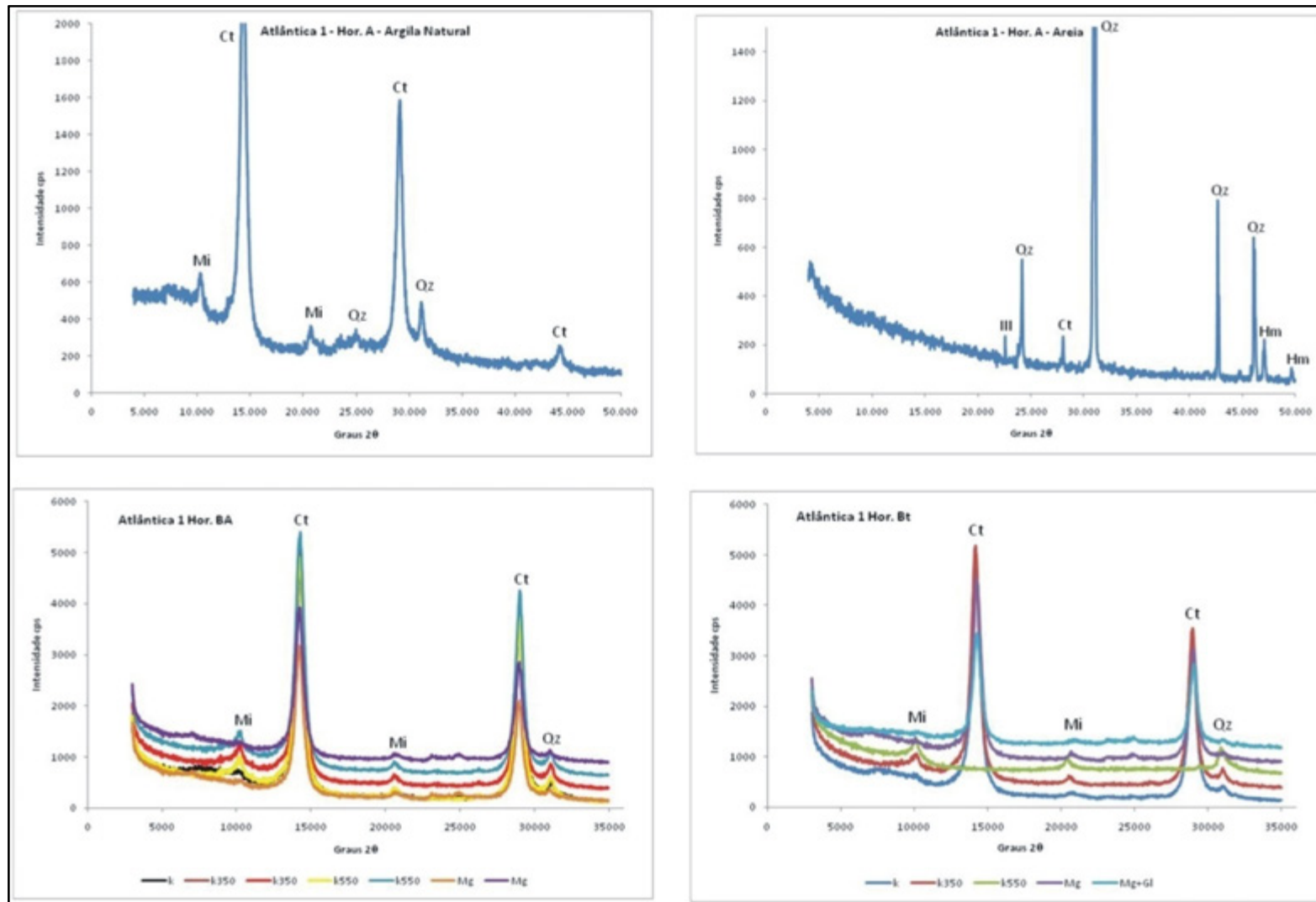


Figura 16. Difratomogramas de raio-X - Geoglypho Fazenda Atlântica Perfil 01 - Argissolo Vermelho Eutrófico latossólico.

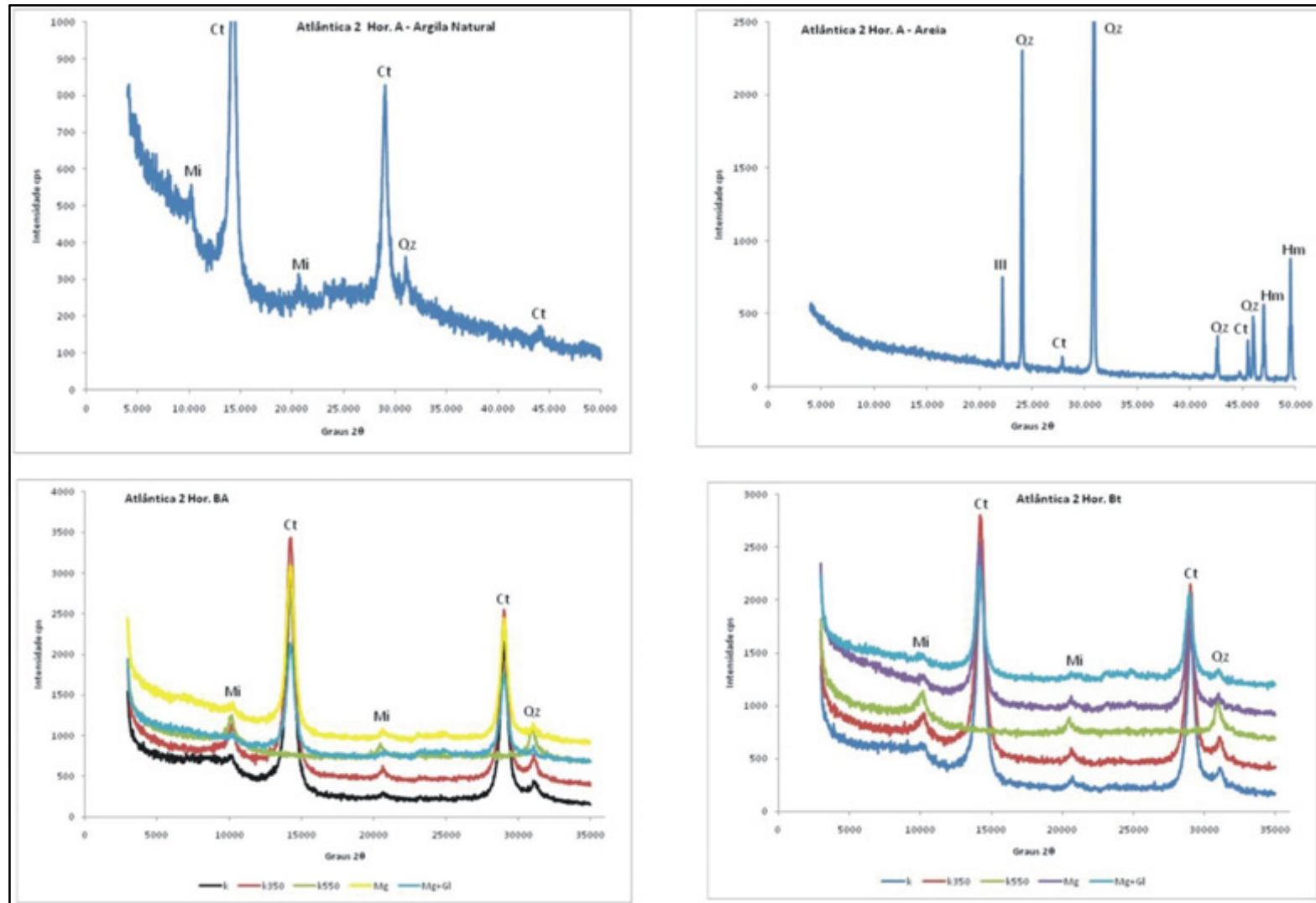


Figura 17. Difratogramas de raios-X - Geoglifo Fazenda Atlântica Perfil 02 - Argissolo Vermelho Distrófico latossólico

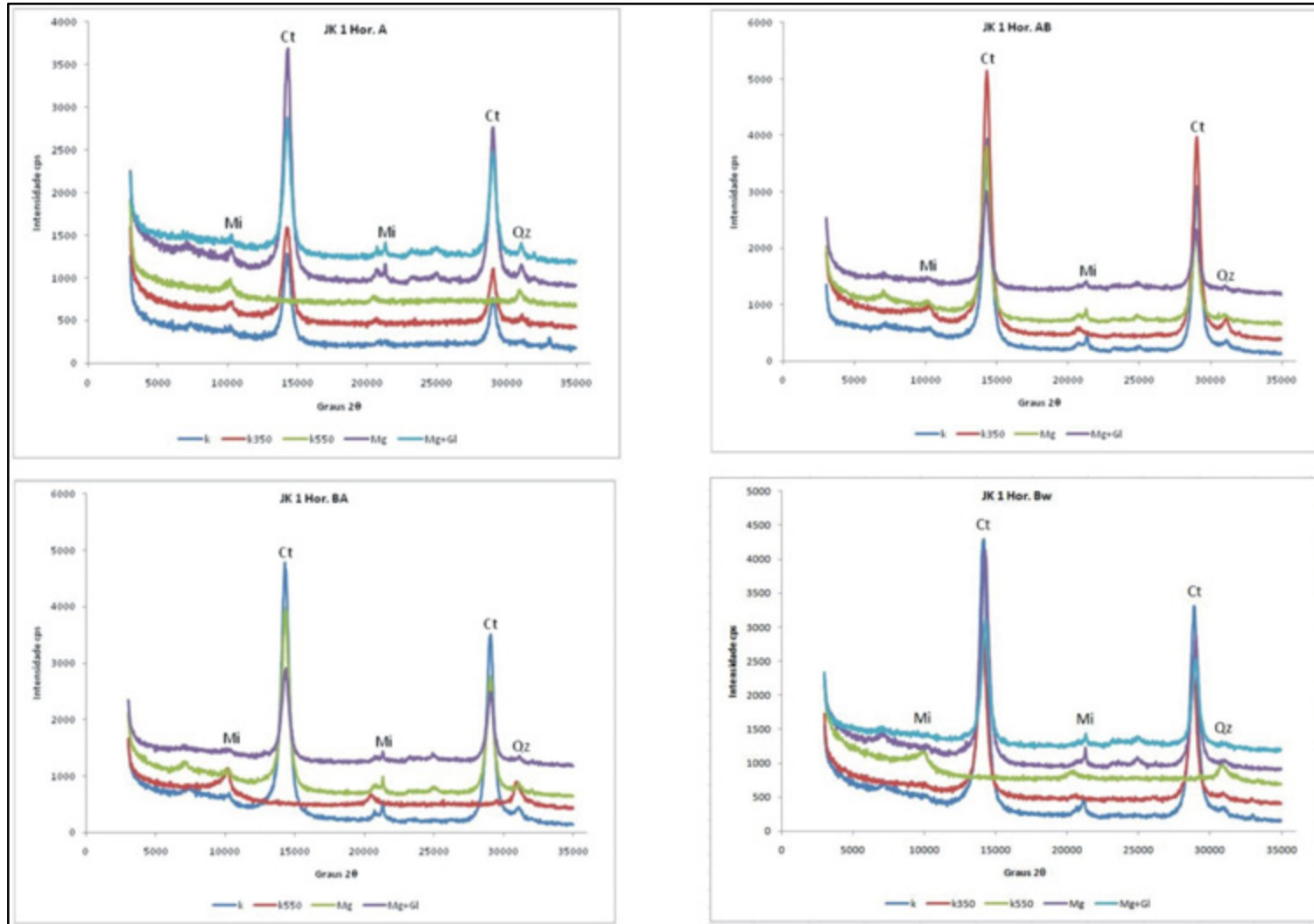


Figura 18. Difratoqramas de raios-X - Geoglifo JK Perfil 01 - Latossolo Vermelho Distrófico argissólico.

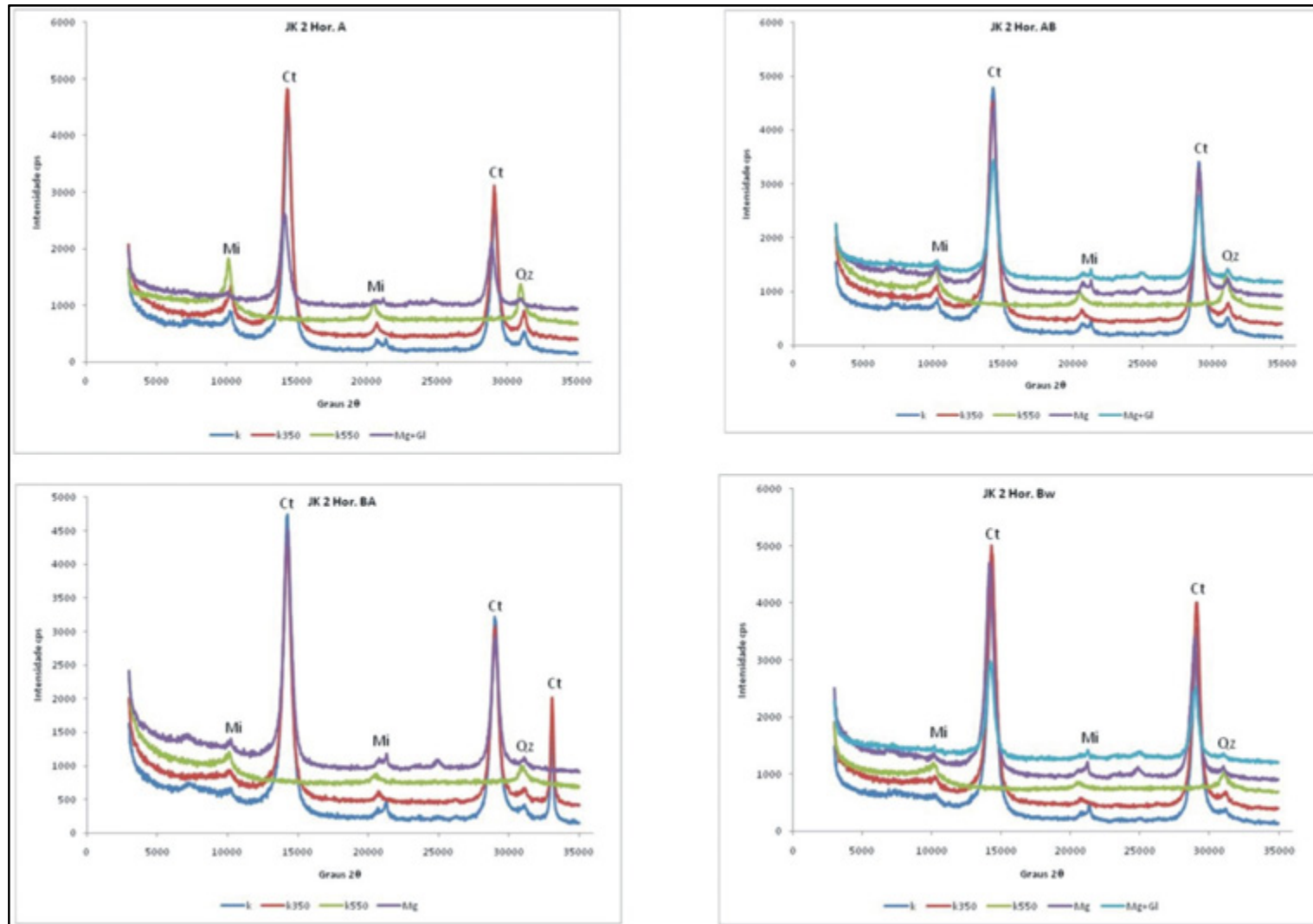


Figura 19. Difratomogramas de raios-X - Geoglifo JK Perfil 02 - Latossolo Vermelho Eutrófico argissólico.

4. CONCLUSÕES

– O uso do radar penetrante no solo (Ground-Penetrating Radar - GPR) mostrou-se eficiente na identificação de Pedoambientes com alterações arqueoantropogênicas.

– Foi identificado nas cerâmicas somente um morfotipo de fitólito, que foi o bastonete, o qual apresenta relação direta com a existência de fitofisionomias campestres, com domínio de Poaceae. É possível que tal evidência indique que os Geoglifos foram construídos sobre um paleoambiente coberto por vegetação campestre e aberta;

– Houve diferença entre os picos de raios-X dos fragmentos de cerâmica e os solos dos Geoglifos. Identificou-se picos de caulinita mal cristalizados os quais devem estar associados à queima indicando fases de baixa cristalinidade de argilominerais modificados termicamente e denominados de “caulinita calcinada”.

– Os fragmentos mostraram-se bem cozidos, e pobres em termos de decoração;

– O material mineralógico utilizado na fabricação dos utensílios cerâmicos foi bastante similar entre os perfis analisados e entre as partes externas e internas dos fragmentos de cerâmica, formado principalmente de quartzo e de uma pasta/massa argilosa, a qual é composta de minerais de argila do grupo dos filossilicatos como a mica e a caulinita e presença da hematita.

– Além dos minerais identificados as cerâmicas, na fabricação desses utensílios, são utilizados “temperos”, como o cariapé e o cauxixi, objetivando aumentar a plasticidade da matéria prima. Alguns ruídos dos difratogramas devem estar relacionados a esses “temperos”.

– Os perfis amostrados não apresentaram rupturas abruptas e, ou, descontinuidade pedológica nem anomalias físicas que indicassem forte atividade arqueantrológica na gênese dos solos dos Geoglifos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.F.; ANDRADE, J.C. Determinação de cobre, ferro, manganês, zinco, cádmio, cromo, níquel e chumbo em solos usando a solução de DTPA em pH 7,3. In: ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. São Paulo: IAC, 2001. p. 240-250.
- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico Econômico: Recursos Naturais e Meio Ambiente**. documento final – 1ª fase. Rio Branco: SECTMA, 2.000a. v.1., 116p.
- AGUIAR, J.C.M. **Radar de Penetração nos Solos (GPR): Aspectos geofísicos e geodésicos, processamento e análises em pavimentos flexíveis**. 2005. (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2005.
- ALVAREZ V, V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JR., E.S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 131 p.
- AMARAL, E.F. **Estratificação de Ambientes para Gestão Ambiental e Transferência de Conhecimento, no Estado do Acre, Amazônia Ocidental**. (2007) Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ANNAN, A.P. **Ground Penetrating Radar**. Workshop Notes Sensors and Annual Meeting of SAGEEP, Chicago. 1992.
- ARAÚJO, E.A. **Caracterização de solos e modificação provocada pelo uso agrícola no assentamento Favo de Mel, na região do Purus - Acre**. 2000. 122 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ARAÚJO, E.A. **Qualidade do Solo em Ecossistemas de Mata Nativa e Pastagens na Região Leste do Acre, Amazônia Ocidental**. (2008) (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa/MG, 2008.
- BELLIDO, A.V.B; LATINI. R.M; NÍCOLI. I.G; NEVES. M.V. **Sítios Arqueológicos com Estruturas Geométricas na Bacia Amazônica: Datação e Caracterização de Cerâmicas**. LASMAC 2007 - 1º Simpósio Latino Americano sobre Métodos Físicos e Químicos em Arqueologia, Arte e Conservação de Patrimônio Cultural. São Paulo, SP, 2007.
- BOWEN, .H.J.M. **Trance elements in biochemistry**. New York: Academic Press, 1966.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 19 Rio Branco; geologia**,

- geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1976. 458 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).
- BRINKMAN, R. **Ferrolysis, a hydromorphic soil forming process.** Geoderma, v. 3, n. 3, p. 199-206, 1970.
- BUEHRER, T.F. Chemical study of the material from several horizons of the ventana cave profile. In: HAURY, E.W.E. (Ed). **Stratigraphy and archaeology of ventana cave.** Arizona: The University of Arizona Press, 1950. p 549-563.
- CALEGARI, M.R.; MADELLA M.; TORRADO, P.V.; PESSEDA, L.C.R.; MARQUES, F.A. **Environmental significance of phytolith and soil organic matter in a hyper-developed umbric epipedon of an Oxisol.** In: INTERNATIONAL MEETING ON PHYTOLITH RESEARCH - SOUTHAMERICAN MEETING ON PHYTOLITH RESEARCH, 7, 2008, Mar del Plata. **Anais...**, Mar del Plata, 2008. p. 25-26.
- CAMPOS, A.C.; LABOURIAU, L.G. **Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados** - II. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.4, p. 143-151, 1969.
- CASCON, L.M. **O estudo de microvestígios botânicos no âmbito do projeto Salobo, sudeste do Pará.** IV Seminário do Programa de Capacitação Institucional do Museu Goeldi. Belém/PA, 2011.
- CARMO, L.F.Z. **Agricultura urbana na cidade de Rio Branco, Acre: caracterização, espacialização e subsídios ao planejamento urbano.** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CAVALCANTE, L.M. **Geologia do Estado do Acre.** Rio Branco: SEMA/IMAC. Artigo produzido para o ZEE Fase II, 2006. 42p
- COELHO, et al., **Mineralogia e Composição Química dos Fragmentos de Cerâmicos Arqueológicos do Sítio Manduquinha (Caxiuanã – Portel/PA)**, in: Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém/PA, 1996.
- COOK, S.F. & HEIZER, R.F. **Chemical analysis of the Hotchkiss Site (CC-128).** University of California Archaeological Survey Report [S.l.], v.57, p 1-25, 1962.
- CORRÊA, G.R. **Caracterização Pedológica de arqueo-antropossolos no Brasil: sambaquis da região dos Lagos (RJ) e terras pretas do índio na região do baixo rio Negro/Solimões (AM).** Dissertação de Mestrado. Viçosa – MG, 2007.
- COSTA, M.L. **Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia.** Revista Brasileira de Geociências [S.l.], v. 21, p 146-160, 1991.
- COSTA, M.L. **Geochemical contribution to archaeological ceramics of Cachoeira-Porteira (Oriximiná/PA).** International Symposium on the Quaternary of Amazonia, 1993.

- COSTA, M.L. **The ceramic artifacts in archaeological black earth (Terra Preta) from lower Amazon region, Brasil.** Acta Amazônica [S.l.], v. 34, n2, p 165, 2004.
- COSTA, L.M.;, SANTOS. R.F.; SCHAEFER. C.E.R.G.; MOREAU. A.M.S.S.; & MOREAU. M.S. **Ocorrência de Corpos Silicosos em horizontes superficiais de solos de diferentes ecossistemas.** (SBCS) Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG, 2010.
- COSTA, M.L. & KERN. D.C. **Geoquímica aplicada a arqueologia** (Arqueogeoquímica da Amazônia). In: V Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. SBG, 1994.
- COSTA, M.L; BEHLING. H; SUGUIO. K. KAMPF. N. & KERN. D.C.; Paisagens Amazônicas Sob a Ocupação do Homem Pré-Histórico: Uma Visão Geológica. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas.** Editora UFAM. Manaus, 2010.
- COSTA(b), J.A. **Caracterização dos sítios arqueológicos com terra preta de Caxiuanã.** MCT/MPEG. Belém/PA, 2003.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo.** 2ª ed. Viçosa: UFV, 1997. (Boletim de extensão, 29).
- DENEVAN, W.M. **A Bluff Model of Riverine Settlement in Prehistoric Amazonia.** Annals of the Association of American Geographers, 2007. Vol. 86, No. 4. pp. 654-681.
- DIAS, O. 1977. **Relatório do primeiro ano de pesquisas no Estado do Acre.** IAB - MPEG/PRONAPABA.
- DIAS, O. 1979. **Relatório do terceiro ano de pesquisas no Estado do Acre.** IAB - MPEG/PRONAPABA.
- DIAS, O. 1980. **Relatório do quarto ano de pesquisas no Estado do Acre.** IAB - MPEG/PRONAPABA.
- DOWMAN, E.A. **Conservation in field archaeology.** London: Methuen and Company, 1970.
- EDDY, F.W. & DREGNE, H.E. **Soils tests on alluvial and archaeological deposits Navajo reservoir district.** El Palacio [S.l.], v.71, p 5-21, 1964.
- EMBRAPA, (Centro Nacional de Pesquisa de Solos). **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos.** Brasília: EMBRAPA, 1995.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Ciências do Solo. **Manual de métodos e análise de solo.** Rio de Janeiro: 1997.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Ciências do Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

- FARIA, S.H. **Uso de Georadar na determinação de parâmetros da estrutura de pavimentos flexíveis**. 2010. (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- FRANCELINO, M.R.; ANJOS. L.H.C. **Uso de Georadar no estudo de solos do Acre**. IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: Sistemas Amazônicos – Solos Sedimentares em Potencialidade e Demanda de Pesquisa. Acre, 2010.
- GAMA, J.R.N.F. **Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do Estado do Acre. Itaguaí**. (1986) (Mestrado Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro), 1986. 150 p.
- GARRONE, R.; SIMPSON, T.L. & POTTU-BOUMENDIL, J. **Ultrastructure and deposition of silica in sponges**. In: SIMPSON, T.L. & VOLCANI, B.E., eds. Silicon and siliceous structure in biological systems. New York, Springer-Verlag, 1981. p.453-493.
- GERMAN, L.A; HECHT, S.B & RUIVO, M.L. **A Etnociência comparativa das Terras Pretas Amazônicas**. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.
- GLÓRIA, K.S. **Metodologias alternativas para detecção e localização de vazamentos**. Bol. Téc. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 45, n.2, p.114-126, 2002.
- HAFER, J. **Speciation in Amazonian forest birds**. Science [S.S], v.165, p31, 1969.
- JONES, R.L. **Note on occurrence of opal phytoliths in some Cenozoic sedimentary rocks**. J. Paleont., 38:773-775, 1964.
- KAMPF, N.; CURI, N. **Argilominerais em Solos Brasileiros**. In: Tópicos em Ciência do Solo. Vol. 3. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 430p. 1- 54.
- KAMPF, N; WOODS.W.I; KERN. D.C. CUNHA. T.J. **Classificação das Terras Pretas de Índio e Outros Solos Antrópicos Antigos**. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.
- KERN, D.C. & COSTA. M.L. **Composição Química de Solos Antropogênicos Desenvolvidos em Latossolo Amarelo Derivado de Lateritos**. Geociências [S.I.], v.16, n 1, p141-156, 1997.
- KERN, D.C. & COSTA. M.L. **Evolution of the scientific knowledge regarding Black Earth soil in the Amazon**. In: The Yearbook of the Conference of Latin American Geographers, Spain. Conference in Benicassim, 2001. P.7-14.

- KERN, D.C. & COSTA. N. **O efeito de antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região Oriximiná/PA.** (SBCS) Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG, [S.l.], v.7, n 13, p 219-25, 1989.
- KERN, D.C. & KAMPF. N. **O efeito de antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região Oriximiná/PA.** (SBCS) Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG, [S.l.], v.7, n 13, p 219-25, 1989.
- KIMBER, D.C. et al. **Anatomy and physiology.** New York: Macmillan, 1966.
- KONDO, R. & SASE, T. **Opal phytoliths, their nature and application.** Quarter. Res., 25:31-63, 1986.
- LANI. J.L.; SCHWANDE. L.; RESENDE. S.B.; LANI. J.A.; AMARAL. E.F.; CUNHA. A.M.; COSTA. L.M. **Uso de Opalas Biogênicas na identificação de sedimentos Lacustres e Marinhas.** (SBCS) Nota Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG, 2007.
- LATINI, R.M. et al. **Classificação de cerâmicas arqueológicas da bacia Amazônica.** Química Nova [S.l.], v.24 ,n 6, p 724, 2001.
- LATRUBESSE, E.M. et al. **Grandes Sistemas Fluviais: geologia, geomorfologia e paleoidrologia.** in: SOUZA. C.R.G. et al. (Ed). **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto: Holos, 2005.
- LIMA, H.N. et al., **Pedogenesis and pré-colombian land use of “Terra Preta Anthrosols (Indian black earth)” of western Amazonia.** Geoderma [S.l.], v.110, p 1, 2002.
- LIMA, H.N; SCHAEFER. C.E.G.R; KAMPF. N; COSTA. M.L; KERN. D.C. & SOUZA. K.W.. **Características Químicas e Mineralógicas e a Distribuição de Fontes de Fósforo em Terras Pretas de Índio da Amazônia Ocidental.** In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas.** Editora UFAM. Manaus, 2010.
- LIMBREY, S. **Soil Science and archaeology.** New York: Academic Press, 1975.
- LINDSAY, W.L.; NORVELL, W. **A development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper.** **Soil Science Society of America Journal**, v. 42, n. 2, p. 421-428, 1978.
- MARTINS, J.S. **Pedogênese de podzólicos vermelho-amarelos do estado do Acre, Brasil.** 1993. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agropecuária Tropical) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA.
- MEHRA, J.P., JACKSON, M.L. **Iron oxides removal from soils and clays by a dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate.** Clays Clay Miner., v.7, p. 317-327, 1960.

- MOURA, T.A.; MENEZES. C.E.G.; FRANCELINO. M.R. **Uso de georradar no estudo de camadas compactadas por pisoteio bovino.** (INPE) Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, 2011.
- NICOLI.I.G, et al. **Estudo de sítios arqueológicos com estrutura de terra circular situadas na bacia Amazônica** – Brasil. Por meio de métodos geoquímicos: caracterização de cerâmicas.in: VI Congresso de Geoquímica de Países de Língua Portuguesa,XII Semana de Geoquímica, FARO. Universidade do Algarve, 2001.
- OLIVER, J.R. The archaeology of forest foraging and agricultural production in Amazonia. In: MCEWAN, C. **Unknown Amazon.** London: The British Museum Press, 2011. p. 50-85
- PABST, E. **Terra Preta do Índio e Latossolo na Região de Belterra e seus significados para discussão pedogenética.** Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi [S.l.], v.7, n 1, p 5-19, 1991.
- PARR, J.F. & SULLIVAN, L.A. **Soil carbon sequestration in phytoliths.** Soil Biol. Biochem., 37:117-124, 2005.
- PARRY, D.W. & SMITHSON, F. **Types of opaline silica depositions in the leaves of British grasses.** Annals of Botany, v. 28, n. 1, p.169-185, janeiro 1964.
- PARSON, R.B. **Indian mounds of northeas Iowa as soil Genesis benchmarcks.** Journal of the Iowa Aecheaeological Society [S.l.], v.12, n 13, p 1-70, 1962.
- PHILLIPS, J.D. **Geogenesis, pedogenesis, and multiple causality in the formation of texture-contrast soils.** Catena, v. 58, n. 3, p. 275-295, 2004.
- PINTO, A.E. et al. **Mineralogia e Composição Química dos Fragmentos de Cerâmicos de Sítios Arqueológicos da Cachoeira-Porteira (Oriximiná/PA).** (1992). Monografia - Centro de Geociências – Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 1992.
- PIPERNO, D.R. **Quaternary environmental history and agricultural impact on vegetation in Central America.** Annals of the Missouri Botanical Garden, v. 93, n. 2, p. 274-296, 2006.
- RANST, E.V.; CONINCK, F. **Evaluation of ferrollysis in soil formation.** European Journal of Soil Science, v. 53, n. 4, p. 513-519, 2002.
- RANZI, A.; AGUIAR, R. **Geoglifos da Amazônia.Perspectiva aérea.** Florianópolis: Faculdades de Energia, 2004.
- RESENDE, M. CURI, N. RESENDE, S.B. GILBERTO, F.C. **Pedologia: Base para a Distinção de Ambientes.** Viçosa: NEPUT, 2005.
- RIBEIRO NETO, M.A. **Caracterização e gênese de uma toposseqüência de solos do município de Sena Madureira.** 2001. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE, 2001.

- RODRIGUES S.; PORSANI J.L. **Utilização do GPR para caracterizar tambores plásticos enterrados no sítio controlado de geofísica rasa do IAG/USP**. Revista Brasileira de Geofísica, v. 24, n.2, p.1-12, 2006.
- ROOSEVELT, A.C. Amazonian anthropology: Strategy for a new synthesis. In: ROOSEVELT, A.C. (Ed.) **Amazonian Indians from prehistory to the present: Anthropological perspectives**. Tucson: University of Arizona Press, 1994. P. 1-29.
- ROOSEVELT, A.C. Arqueologia Amazônica. In: CUNHA, M.C. (Ed.). **História dos Índios no Brasil**. São Paulo: Cia. Das Letras, 2002. P. 53-86.
- RUIZ, H.A. **Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. 2005, Recife - PE. CD-ROM. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005a.
- RUIZ, H.A. **Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila)**. R. Bras. Ci. Solo, v.29, p.297-300, 2005b.
- RUIZ-MORENO, J.L. & CARREÑO, A.L. **Diatom biostratigraphy of Bahia Asunción, Baja Califórnia Sur, México**. R. Mexicana Ci. Geol., 11:243-252, 1994..
- RUNGE, F. **The opal phytolith inventory of soils in Central Africa - Quantities, shapes, classification, and spectra**. Rev. Paleobot. Palynol., v. 107, p. 23-53, 1999.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005.
- SANTOS, R.F. **Termodecomposição, estudos de carbonização e silicificação da matéria orgânica e Corpos Silicosos em ecossistemas terrestres no Brasil e na Antártica**. 2007 (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa/MG, 2007.
- SCHAAN, D.P.; PÄRSSINEN, M.; RANZI, A.; PICCOLI, J.C. **Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme**. Revista de Arqueologia, 20: 67-82, 2007.
- SCHMIDT, M.J. & HECKENBERGER. M.J. Formação de Terra Preta do Alto Xingu: Resultados Preliminares. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.
- SENDULSKY, T.S.; LABOURIAU, L.G. (Ed.). **Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados – I**, In: Simpósio sobre o Cerrado, 2. 1966, **Anais...** Academia Brasileira de Ciências 38, suplemento, 1966, p. 159-170.

- SILVA, J.R.T. **Solos do Acre: caracterização física, química e mineralógica e adsorção de fosfato**. 1999. 117 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1999.
- SILVA, S.T.; LABOURIAU, L.G. **Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados** - III. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 5, p. 167-182, 1970.
- SOKOLOFF, V.P. & CARTER. G.F. **Time and trace metals in archaeological sites**. Science [S.l.], v.116, p 1-5, 1952.
- SOUZA, J.L.R.; SANTOS, R.D. **Caracterização de dois solos para pavimentação de estradas e ruas de Rio Branco, Acre**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 25 p. (Embrapa-CNPS. Boletim de Pesquisa, 4).
- VASCONCELOS, Bruno Nery Fernandes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, (2010). **Pedogênese de Arqueo-Antropossolos sob abrigos calcários no norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010.
- VANZOLINI, P.E. **Zoologia sistemática, geografia e origem das espécies**. (1970) 56f. Monografia – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1970.
- YIM, W.W.S. & LI, J. **Diatom preservation in an inner continental shelf borehole from the South China Sea**. J. Asian Earth Sci., 18:471-488, 2000.
- WALKLEY, A.; BLACK, I.A. **An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method**. Soil Sci. 1934. 37:29-38.
- WOODS, W. Culturas de Distúrbios e Diversidade em Substratos Amazônicos. In: TEIXEIRA. W.G; KERN. D.C; MADARI. B.E; LIMA. H.N; WOODS. W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso destes Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Editora UFAM. Manaus, 2010.

CONCLUSÃO GERAL

A ocorrência de geoglifos é fortemente influenciada pela posição da paisagem nos aspectos fisiográficos, tendo predomínio nos geoambientes sobre a formação geológica Solimões Inferior, com geomorfologia Convexa e solos profundos de textura argilosa (Latosolos Vermelhos). Ocorrem, também, sobre a formação Detritico-Laterítica com topo aplainado de forma tabular, com predomínio de Argissolos Vermelhos em menores altitudes e Latossolos Vermelhos em maiores altitudes, no entanto com áreas mais curtas de topo, que correspondem aos divisores de água;

Os geoglifos quadrados encontram-se, predominantemente, em áreas mais dissecadas, com predomínio de Argissolos, ou seja, áreas mais jovens no que diz respeito a evolução da paisagem, enquanto que os circulares, encontram-se nas áreas mais estáveis e evoluídas da paisagem, áreas Latossólicas. As diferenças de localização na paisagem dos geoglifos circulares e quadrados podem indicar tempos diferentes de ocupação e não contemporaneidade, uma leva cultural posterior, podendo representar cacicados de períodos diferentes ou até mesmo cacicados diferentes.

O modelo de previsão definido permite avançar na identificação de novos sítios arqueológicos sob floresta nativa, maximizando ações de imageamento e prospecção de campo.

Comparando-se os perfis descritos no interior dos Geoglifos, com os perfis de referência da mesma classe, verificou-se que não há diferenças significativas nas características morfológicas, físicas e químicas. Alguns

elementos mostraram-se relativamente mais elevados que dos solos da mesma região do Acre, como teores de fósforo e matéria orgânica, porém não refletindo uma ocupação humana intensa e duradoura, mas eventual. Não foram constatadas anomalias significativas capazes de imprimir mudanças no ambiente, que levem a incluir os solos como Antropossolos.

O uso do radar penetrante no solo (Ground-Penetrating Radar - GPR) mostrou-se eficiente na identificação de Pedoambientes com alterações arqueoantropogênicas.

Foi identificado nas cerâmicas somente um morfotipo de fitólito, o bastonete, o qual apresenta relação direta com a existência de fitofisionomias campestres. É possível que tal evidência indique que os Geoglifos foram construídos sobre um paleoambiente coberto por vegetação campestre e aberta e não florestal como a atual.

Os minerais identificados nos difratogramas dos fragmentos de cerâmica são encontrados em solos dos Geoglifos e de seus arredores, porém com resultado composicional dos difratogramas diferentes das amostras de solo. Outra diferença entre a mineralogia dos fragmentos de cerâmica e os solos dos Geoglifos foram os picos de caulinita mal cristalizados, da parte externa dos fragmentos, os quais devem estar associados a queima indicando fases de baixa cristalinidade de argilominerais modificados termicamente e denominados de “caulinita calcinada”.

Os perfis amostrados não apresentaram rupturas abruptas e, ou, descontinuidade pedológica, nem anomalias físicas que indicassem forte atividade arqueantrológica na gênese dos solos dos Geoglifos.

A difratometria de raios-X da fração areia evidencia grande semelhança entre os solos dos perfis do Geoglifo Cícero, o mesmo ocorre nos perfis do geoglifo Atlântica, além de semelhanças entre os solos dos dois Geoglifos. Não se constatou a presença de gibbsita em nenhuma classe de solo amostrada, o que denota que os solos estudados ainda não atingiram esse estágio do intemperismo.