

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
Mestrado
Linha de pesquisa: Estudos Ambientais e Geotecnologias

GABRIEL PALUCCI ROSA

**ARQUEOANTROSSOLOS DO PANTANAL SUL-MATO-
GROSSENSE**

Uberlândia – MG
2022

GABRIEL PALUCCI ROSA

ARQUEOANTROSSOLOS DO PANTANAL SUL-MATO- GROSSENSE

Projeto de pesquisa a ser desenvolvido no Curso de Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Linha II – Estudos Ambientais e Geotecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa

Uberlândia – MG

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R788s Rosa, Gabriel Palucci, 1996-
2022 Arqueoantrossolos no Pantanal sul-mato-grossense [recurso eletrônico] / Gabriel Palucci Rosa. - 2022.

Orientador: Guilherme Resende Corrêa.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.7090>
Inclui bibliografia.

1. Geografia. I. Corrêa, Guilherme Resende, 1991-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppggeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico; Número 525, PPGGEO				
Data:	28 de setembro de 2022	Hora de início:	14h:00m	Hora de encerramento:	17h:30m
Matrícula do Discente:	12012GEO006				
Nome do Discente:	GABRIEL PALUCCI ROSA				
Título do Trabalho:	ARQUEOANTROSSOLOS DO PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE				
Área de concentração:	DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS				
Linha de pesquisa:	ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOTECNOLOGIAS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Anfiteatro [\[On-line\]](#), Campus [\[Google Meet\]](#), da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: [Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer - UFV-MG](#); [José João Lelis Leal de Souza - UFV/MG](#); [Wenceslau Gerales Teixeira - EMBRAPA](#) e [Guilherme Resende Corrêa - IG/UFU](#) orientador do candidato. Em função da Pandemia COVID-19, todos os membros participaram de forma on-line.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. [Guilherme Resende Corrêa - IG/UFU](#), apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Resende Correa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/10/2022, às 14:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José João Lelis Leal de Souza, Usuário Externo**, em 18/10/2022, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wenceslau Geraldes Teixeira, Usuário Externo**, em 18/10/2022, às 16:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer, Usuário Externo**, em 23/11/2022, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3988693** eo código CRC **472465A7**.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e PPGeo UFU pela bolsa de mestrado e infraestrutura concedida durante o período que foi realizado a pesquisa.

Ao meu orientador, Guilherme Resende Corrêa, pelas oportunidades e aos sábios ensinamentos ao longo desses anos, auxiliando minha caminhada no meio acadêmico e na vida.

Ao meu irmão Raphael Palucci Rosa que apesar da distância nos últimos anos, sempre esteve me apoiando nas minhas escolhas e incentivando nos estudos.

À todas e todos os pesquisadores que tive o privilégio de conhecer nos trabalhos de campo e me ensinaram tudo que eu sei hoje, principalmente ao Frederico Gradella, Daniel Arruda, Rúbia, Prímula e João Reis.

Aos professores e funcionários da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) pela infraestrutura e auxílio aos trabalhos de campo, e estadia na Base de Estudos do Pantanal.

Aos membros do LAPEP – Laboratório de Pedologia e Estudos da Paisagem, cada um deles foi fundamental para minha formação tanto acadêmica e como ser humano. Em especial ao Gabriel Bernardes que foi fundamental no trabalho de campo.

À Paula Queiroz, Tatiana e Roberta Franco que me auxiliaram na organização e apresentação deste trabalho.

À Tatiana e Kamila que sem ajuda de vocês estaria à deriva, vocês são muito importantes pra mim.

Aos amigos do grupo PodFala, Gustavo, Rafael, Samuel e Cristiano que sempre estiveram ao meu lado nos momentos tristes e felizes.

Aos meus pais Roberto Rosa e Maria Aparecida Palucci.

A todos meus familiares, muito obrigado.

Gratidão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA.....	5
2.1 Área de Estudo	5
2.2 Coletas e análises.....	9
3. RESULTADOS.....	12
3.1 Características físicas e morfológicas.....	12
3.2 Análise química e teores totais	24
3.3 Mineralogia.....	27
3.4 Micromorfologia e SEM-EDS.....	30
4. DISCUSSÃO.....	40
4.1 Morfologia dos Solos	40
4.2 Análise Química e Teores totais.....	42
4.3 Mineralogia.....	46
4.4 Micromorfologia e SEM-EDS.....	46
4.5 Datação e o processo de ocupação dos povos indígenas no Pantanal.	48
CONSIDERAÇÃO FINAL	52
ANEXOS.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Interleque do rio Negro (SIRN). (A) Modelo Digital de elevação (DEM) SRTM. (B) Sazonalidade do (SIRN). (C) Perfil Topográfico.....	8
Figura 2 – Mapa da localização dos perfis amostrados.....	9
Figura 3 - Sequência dos perfis de 1 ao 16, com ambiente coletado. Os perfis 1 à 3, influência do Rio Abobral; 4 ao 7, influência do Rio Miranda; 8 no Rio Vermelho; 9 no Rio Miranda; 10 à 16 ao Rio Negro.....	14
Figura 4 - Aspectos físicos e químicos dos solos dos perfis 1, 2,4,5, e 6. AG – areia grossa; AF – areia fina; Na – sódio; K – potássio; Mg – manganês; Ca – Cálcio; t – Ctc efetiva; Pm – Fósforo Mehlich -1; Zn – Zinco; Mn – Magnésio.....	17
Figura 5 - Fragmentos de cerâmica da fase Pantanal coletados nos perfis analisados. A) fragmento de cerâmica com camada externa lisa com cimentação carbonática coletada em P10; B) Pedaco de vasilha com contorno cambada e pequenos fragmentos, evidenciada em P11; C) fragmentos com superfície degradada encontrada em P15; D) Fragmentos sem camada externa com cimentação carbonática observada em P16 e fragmentos de ossos.	21
Figura 6 – Elevado adensamento de <i>Pomacea sp</i> na composição do solo do P16. (A) Horizonte Au2 com 34% de conchas na fração grosseira; (B) Horizonte Au3, com 55% de conchas na fração grosseira.	22
Figura 7 – Triângulo textural dos solos estudados. MA – Muito argilosa, A – argila, As – Argila Siltosa – AAr – Argila arenosa, FA, Franco argilosa, FAS – Franco Argila Siltosa, -FAAr – Franco argilo arenosa, F – Franco, FS – franco siltoso, FAr – Franco arenoso, S – Silte, ArF – Areia Franca, Ar – Areia.	23
Figura 8 - Correlação de Spearman entre os valores conchas em terra fina seca ao ar (CTFSA) e conchas na fração grosseira (CFG) em relação AG, AF e AG/AF (n = 64). Correlação de Spearman entre os valores CTFSA e CFG em relação P, Zn, Mg e Mn (n = 64). No gráfico são apresentado apenas os valores com correlação significativa.	24
Figura 9 - DRX da fração argila natural de P11 do horizonte Au e Ck. Valores de d indicados em angstrom (Å). Ct (Caulinita), Qz (Quarzo), Ca (Calcita) e Il (Ilita).....	28
Figura 10 - DRX da fração argila natural de P15 do horizonte Au e Ck. Valores de d indicados em angstrom (Å). Ct (Caulinita), Qz (Quarzo), Ca (Calcita) e Il (Ilita).....	29

Figura 11 - DRX da fração argila de P16 do horizonte Ckm e Au3. Valores de d indicados em angstrom (Å). Ct (Caulinita), Qz (Quartzto), Ca (Calcita), e Ap (Apatita). Il (Ilita).	30
Figura 12 - Micromorfologia dos horizontes Ck do P11. A) Imagens PPL com cimentação carbonática Ck B) Imagem A em XPL.....	31
Figura 13 - Micromorfologia dos horizontes Au3 e Ck do perfil P16. (A) Imagens PPL com fragmento de cerâmica (grog) encontrado no horizonte Ck B) Imagem A em XPL,(C) Fragmentos de ossos e conchas na composição da fração grosseira do solo; (D) Imagem C em XPL;(E) Imagem com fragmento de osso em na fração grosseira com dominância de quartzo bem arredondada; (F) Imagem E em XPL.....	31
Figura 14 - Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV-EDS) dos horizontes, Au3 e ACu do Perfil 16. A - Presença de espinha de peixe com rugosidade palmada e teores elevados de P e Ca; B – Ocorrência de pedaço de osso e carapaça de molusco; C- Pedacos de ossos e fragmentos de carapaça; D e - fragmento de osso. I – 54x II – 140 x III – 99x IV – 90x V – 192x	33
Figura 15 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte ACu do P16, com aumento de 50x. Destaca-se a fábrica do solo.....	34
Figura 16 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte Au3 do P16, com aumento de 1.200 vezes. Destaca-se na figura a fração fina.	35
Figura 17 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte A do P8, com aumento de 700 vezes. Destaque de fragmento de osso.....	36
Figura 18 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte C1 do P9, com aumento de 350x vezes. Detalhe da fração grosseira.	37
Figura 19 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) de fragmento de cerâmica encontrado em P16, com aumento de 350x vezes. Detalhe da fração grosseira.....	38
Figura 20– Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) de fragmento de cerâmica encontrado em P16, aumento de 350x vezes. Detalhe da fração fina.	39

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Característica morfológicas dos perfis mais representativos da paisagem.....	15
Tabela 2 – Valores de idade de C ¹⁴ realizadas nos materiais conchífero coletados.....	19
Tabela 3 - Idade dos sedimentos das Cordilheiras P1 e P16 pelo método de Luminescência Oticamente Estimulada (LOE). Juntamente com as concentrações medidas dos isótopos radioativos 232Th, 238U+235U, 40K.	20
Tabela 4 - Teores Totais do Perfil 16, a partir da TFSA	27
Tabela 5 - Composição química da fábrica, referente à Figura 15.....	34
Tabela 6 - Composição química (% média de 3 determinação por EDS) dos ossos encontrados no perfil P16 referente à Figura 14.....	35
Tabela 7 - Composição química total do esqueleto, referente à figura 16	35
Tabela 8 - Composição química por EDS do fragmento de osso referente à imagem 17	36
Tabela 9 - Composição química total por EDS, referente à imagem 18.	37
Tabela 10 - Composição química referente à imagem 19.	38
Tabela 11 - Composição química referente à imagem 20.	39

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Datações dos aterros situados na planície inundável	48
--	----

RESUMO

O presente trabalho foi realizado nas cordilheiras e capões compõem a paisagem do Sistema Interleque do rio Negro (SIRN), no Pantanal sul-mato-grossense. Com o objetivo de entender a influência da ocupação humana na gênese dos solos, realizou-se análises químicas e físicas, difratometria de raios-x (DRX), análise de teor total na TFSA, microscópica e microquímica. Nos aspectos físicos, a fração areia fina destacou-se na maioria dos horizontes. As camadas de conchas encontradas nos perfis, semelhantes aos sambaquis, apresentaram correlações, positivas e baixas em relação aos indicadores de ocupação humana como os teores de P quando analisamos os perfis em conjunto. Os teores de Mn, Cu, Zn, P, Sr e Ba utilizados como indicadores geoquímicos de ação antrópica pré-histórica, apresentaram valores elevados possibilitando a classificação como Anthrosols pela FAO e, horizonte antrópico pelo SiBCS. O teor de P extraído por Mehlich-1 chegaram a valores superiores a 3.000 mg.kg^{-1} , teores similares aos evidenciados em perfis de terra preta de índio e sambaquis litorâneos. A análise DRX, identificou presença de caulinita, apatita e ilita na fração argila. Pelas imagens obtidas pelo MEV-EDS e microscópio petrográfico, foi possível identificar que a fração grosseira é composta por quartzo arredondados, além da presença de fragmentos de conchas e ossos, já a fração fina destaca-se por ser rica em Ca^{2+} e Mg^{2+} . Desde modo nos segmentos mais elevados da paisagem verificou-se a existência de ação antrópica na gênese do solo.

Palavras-Chaves

Pedoarqueologia, Sítios arqueológicos, Pedogênese, áreas úmidas, Pantanal, pré-história

ABSTRACT

The present work was carried out in the vegetated mounds and paleo-levees in the Pantanal landscape of the Rio Negro region (SIRN) in the Pantanal sul-mato-grossense region. With the objective of understanding the influence of human occupation on soil genesis, chemical and physical analyses, X-ray diffraction (XRD), total content analysis in TFSA, microscopic and microchemical analyses were performed. In terms of physical aspects, the fine sand fraction stood out in most horizons. The shell layers found in the profiles, to shell mounds, showed positive and low correlations with indicators of human occupation, such as P content, when analyzing the profiles as a whole. The levels of Mn, Cu, Zn, P, Sr and Ba, used as geochemical indicators of prehistoric anthropic action, presented high values, allowing classification as Anthrosols by FAO and anthropic horizons by SiBCS. The P content extracted by Mehlich-1 reached values higher than 3.000 mg.kg^{-1} , similar to those evidenced in Indian black earth and coastal shell mound profiles. XRD analysis identified the presence of kaolinite, apatite and illite in the clay fraction. From the images obtained by SEM-EDS and petrographic microscope, it was possible to identify that the coarse fraction is composed of rounded quartz, as well as fragments of shells and bones, while the fine fraction stands out for being rich in Ca^{2+} and Mg^{2+} . Thus, anthropic action was verified in the genesis of soil in the highest segments of the landscape.

Keywords

Pedoarchaeology, Archaeological sites, Pedogenesis

1. INTRODUÇÃO

A ocupação humana na América do Sul data de cerca de 15.000 antes do presente (AP) (Cramon-Taubadel *et al.*, 2017) sempre sob a influência direta das oscilações climáticas ocorridas no Quaternário, principalmente no Holoceno (Araujo *et al.*, 2005). Na região de Lagoa Santa-MG, Araujo *et al.* (2003) observou a presença de lacuna de informações entre camadas com uma diferença de 6.000 mil anos, caracterizando o “Hiato do Arcaico”, correspondendo entre 7.500 a 2.000 AP. A presença de hiato não se restringe aos sítios localizados em Lagoa Santa, mas também em várias outras regiões. No Pantanal é possível identificar a lacuna de datações principalmente entre 8.100 e 4.500 AP, devido a oscilações climáticas que impactaram a ocupação da população de caçador-coletor-pescador na região (Eremites De Oliveira. 2004).

Apesar de indícios de ocupação humana há mais de 15 mil AP, o aumento de sítios na área central do Brasil, ocorreu durante o período conhecido como “hypsihermal”, ou climatic optimum, com processo de tropicalização favorecendo a ocupação humana (Araujo *et al.*, 2005, Bospalez., 2015; Behling, 2002). Apesar do aumento generalizado da temperatura média, o regime pluviométrico não aumentou de forma homogênea no Brasil central, principalmente a cerca de 6.000 anos, período em que ocorreu a diminuição da precipitação (Behling, 2002; Martin *et al.*, 1997), dificultando o estabelecimento da população humana. O impacto do evento seco na ocupação humana foi possível de ser identificado nos Andes pelo estudo de Núñez *et al.*, (2001), cujas diversas áreas foram abandonadas pela causa das condições climáticas. O mesmo processo se observa-se na região do Pantanal, na qual o retorno da ocupação só voltará a ocorrer com maior intensidade, no final do Holoceno (Eremites De Oliveira, 1999) diante do aumento da umidade há cerca de três mil anos (Whitney *et al.* 2011). Assim, a instabilidade climática, propiciou se um hiato de conhecimento de várias etnias na América do Sul.

O início da colonização na América do Sul foi um processo rápido que possibilitou a dispersão da população de caçadores e coletores para os principais biomas do continente em poucos milênios (Riris & Arroyo-Kalin, 2019). No Brasil são encontradas evidências de ocupação humana nos diversos ambientes, como Amazônia (Clement *et al.*, 2015), no Cerrado (Sousa *et al.*, 2016), na Caatinga (Souza, J. J., 2020), Pantanal (Schmitz *et al.*, 1998), no litoral (Corrêa *et al.*, 2007) e abrigos calcários (Vasconcelos *et al.*, 2013).

Em alguns biomas, como a Amazônia, os estudos pioneiros descreviam a área com a presença de limitações ambientais para suportar populações numerosas, como descritas por Meggers (1996), no entanto, estudos recentes vêm documentando densas e complexas sociedades na Amazônia central (McMichael *et al.*, 2012). No caso do Pantanal, Schmitz *et al.* (1998) caracteriza o ambiente por não ter baixa capacidade de suporte populacional, contudo, é necessário mover-se atrás de recursos que são disponibilizados em lugares e momentos diferentes, regulados pelos pulsos de inundação.

Os estudos etnográficos apontam o Pantanal como um mosaico de povos e zona de fusão (Carvalho, 1998; Ribeiro, 2017). A região apresentava ampla diversidade étnica, sendo que cada etnia possuía matriz cultural própria, derivada dos povos originários do Chaco, Brasil Central e Amazônia (Bespalez, 2015). A região das grandes lagoas no Pantanal e mesmo em toda planície, estava ocupada pelos grupos indígenas Guaxaropó, Guató, Payaguá, Orejone, Mbayá-Guaícuru, Xaraye, entre outros.

Os primeiros indícios de ocupação indígena nas terras pantaneiras ocorreram no final do Pleistocênio (Ab'sáber, 2006; Eremites De Oliveira, 1999), apesar de haver evidências, com datações de 20 mil AP, encontrados no abrigo rochoso de Santa Elina (Vialou, 2005). Os estudos pioneiros realizados por Schmitz (1988) no sítio MS-CP 22, localizado no Mato Grosso do Sul, indicaram que o estabelecimento definitivo da ocupação indígena caçador-coletor-pescador no Pantanal ocorreu no Holoceno médio. Datações por ^{14}C mais antigas, realizadas no aterro MS-CP 22, evidenciam a presença de estrutura monticular de 8.200 AP (Eremites De Oliveira, 2004; Schmitz, 2002). Entretanto, a ocupação no Pantanal se consolidou apenas há cerca de 3.000 anos (Eremites De Oliveira, 2003) indicado pelo aumento dos números de aterros na região.

Os sítios encontrados na margem direita do rio Paraguai, perto da região de Corumbá, são considerados sítios centrais, pois estão nas terras altas do complexo Urucum de onde podiam alcançar os recursos das encostas, rios, lagoas, e as áreas alagáveis (Schmitz *et al.*, 1998). Exemplo desses sítios é o MS-CP-16, localizado na Lagoa Jacadigo, no qual foram encontrados sepultamentos primários e secundários, elevada densidade de conchas e cerâmicas, além de numerosas conchas de colar (Schmitz *et al.*, 1998). A região das grandes lagoas apresenta vasta área de arroz nativo (*Oryza latifolia*), que foi amplamente utilizado e associado às migrações fluviais e trocas culturais entre os grupos que se situavam no Pantanal e na Chiquitania (Arruda, 2011). O cultivo de milho e batata era realizado pelos índios

Guaranis, Guatós, Guacamas e Nambiquas, o que colaborou para a densificação populacional no local (Arce, 1713).

Na margem esquerda do rio Paraguai, na região que corresponde aos rios Abobral, Miranda e Negro, se destacam abundância de sítios espalhados sugerindo tratar-se de acampamentos de pouca duração (Schmitz *et al.*, 2009). Os sítios localizados nas áreas baixas e alagadiças destacam-se na paisagem de savana aberta, como pequenos capões até mesmo cordilheiras. Segundo datações de carbono, as ocupações dessas áreas teriam começado a partir de 3,800 anos após os sítios localizados na margem direita, sendo a possível causa a dinâmica que o ambiente da região alagável (Schmitz *et al.*, 1988). Desse modo, a ocupação humana, situada na margem esquerda do rio Paraguai, na porção sul do Pantanal, corresponderiam a sítios temporários em que a ocupação está relacionada diretamente ao regime hídrico (Schmitz *et al.*, 2009).

A falta de recursos e ambientes com maior influência dos pulsos de inundações fez com que as populações colonizassem diversas áreas, impossibilitando o adensamento dos sítios. Segundo Schmitz *et al.* (1988), a multiplicação de sítios e a baixa densidade de materiais líticos podem estar ligadas ao rápido esgotamento do ambiente imediato, onde a alimentação se baseia no consumo de animais com pouca mobilidade, como moluscos, e por isso, não são rapidamente repostos como os peixes. Nestas áreas os vestígios faunísticos destacam-se pelo caramujo *Pamacea sp* e *Strophocheilidae*, juntamente com peixes, répteis, aves e mamíferos. Em vista disso, as populações situadas nas margens dos rios Abobral e Miranda, possivelmente se deslocavam nos períodos de seca para a região do rio Negro devido à possibilidade de encontrar recursos aquáticos, pois se mantém maior tempo alagado (Schmitz *et al.*, 2009).

Através de estudos etnográficos, um modelo inicial sobre o sistema de assentamentos e subsistências das populações ceramistas foi proposto por Schmitz *et al* (1998). Identificaram duas formas de distribuição dos aterros na região: a primeira, denominada de “assentamentos centrais”, se caracteriza por cobrir vastas áreas, com elevada densidade populacional ocupando áreas o ano inteiro, às margens das lagoas e áreas de tensão ecológica, ambiente propício para permanência humana; a segunda forma de aterro, os “assentamentos periféricos e temporários” são influenciados pela sazonalidade do meio, fazendo com que as populações se dispersem no período da cheia para áreas altas.

Os estudos arqueológicos realizados no Pantanal, tem como aspecto central a identificação dos sítios a partir dos restos faunísticos, material lítico, cerâmicas, material

ósseos, estruturas de sepultamento e habitação, e conchífero (Schmitz *et al.*, 1998; Schmitz, 2002; Eremites De Oliveira, 2004; Schmitz *et al.*, 2009; Bospalez 2015). Porém, o avanço dos estudos arqueológicos juntamente com outras áreas da ciência, como a pedologia, vem possibilitando, para além de caracterização dos povos pré-colombianos, o possível entendimento de como as sociedades interagiram com a paisagem.

O solo é o componente da paisagem que está em contato com a litosfera e atmosfera, influenciado por processos endógenos e exógenos como a litologia, o clima, os organismos e a posição na paisagem durante um período (Kämpf & Curi, 2012). Desse modo, ao estudar o solo, pode-se compreender os processos que atuaram na paisagem, como os impactos de antigas comunidades humanas diante das propriedades físicas, morfológicas, mineralógicas e químicas do solo. Assim, os solos não são apenas componentes integrantes da natureza, mas também componentes da cultura da paisagem (Holliday, 2004). Dessa forma, o solo se mostra como corpo passível de registrar a dinâmica na paisagem das antigas ocupações humanas (Kämpf & Kern, 2005). A interação entre a ciência arqueológica e a pedologia foi denominada como pedoarqueologia por Kämpf & Kern (2005), cujo propósito é o estudo dos sítios e material arqueológico sob os aspectos da ciência do solo.

Entretanto, pelo solo ser caracterizado como um corpo dinâmico influenciado por diversos fatores, o processo de conservação de material das antigas sociedades, como artefatos orgânicos e/ou minerais (osso, concha, madeira, sementes, pólen, cerâmica etc.), ocorre de maneira diferente em ambientes distintos (Mcmichael *et al.*, 2012; Souza, 2020; Holliday 2004). Assim, devido à complexidade da dinâmica da conservação do material e características da gênese do solo pode acarretar a impossibilidade da classificação em determinados sistemas.

Na Amazônia ocorre uma ampla área de solos extremamente férteis gerados pela atividade indígena, denominadas Terra Preta de Índio (TPI). As TPI são solos caracterizados por apresentar grande estoque de matéria orgânica (MO), elevada quantidade de nutrientes e alta atividade microbiana (Glaser, 2007), em comparação aos demais solos da terra firme. Estes apresentam majoritariamente baixa fertilidade natural, atribuída a natureza do material geológico e às condições bioclimáticas atuais (Schaefer *et al.*, 2000). Assim, as terras pretas são classificadas como *Anthrosols*, pela *Word Reference Base* (WRB), diante a profunda modificação exercida pela ação humana (IUSS, Working Group WRB, 2015) e arqueoantrossolos, pela legenda de classificação de arqueoantrossolos, proposto por Kämpf & Kern (2003).

Souza (2020) descreveu solos com influência de sociedades pré-colombianas na Caatinga, ambiente com condições bioclimáticas distintas das encontradas sobre TPI na Amazônia. Diante disso, apesar de apresentar propriedades químicas e materiais líticos decorrentes da presença de sociedade, não foi possível classificá-lo como *Anthrosols* pela profundidade do solo exigida pela WRB, sendo que isso pode ser um indicativo da necessidade de rever os sistemas para adequar a diversidade de *Anthrosols*.

Na região costeira ou ambiente flúvio-marinhas, são encontrados sambaquis com idades de cerca de 8.000 até 2.000 anos AP (Prous, 1992), compostos por restos faunísticos, como conchas e ossos empilhados. Estes foram submetidos a processos pedogenéticos, tornando-se solos quimicamente ricos em fósforo (P), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) (Corrêa, 2007). Além dos arqueo-antrossolos citados anteriormente é possível encontrar outros exemplos como estudos em abrigos rochosos (Vasconcelos *et al.*, 2013).

Importante ressaltar que nos diferentes tipos de arqueo-antrossolos existem elementos comuns que são incorporados no solo pela ocupação humana, tais como nitrogênio, carbono, sódio, fósforo, cálcio, e em menor quantidade, o potássio, magnésio, cobre e zinco (Eidt. 1985; Woods, 2003). Porém, poucos são onipresentes, sensíveis e persistentes no solo como o fósforo (Holliday, 2004). Outro fator importante que atribui o fósforo como elemento adequado para a pedoarqueologia é que P antropogênico permanece no solo mesmo sob diferentes escalas de pH. Em condições ácidas o P combina com o ferro e alumínio, enquanto em condições básicas, o P combina com o cálcio (Holliday, 2004).

Há poucos trabalhos na área de solo que discutem sobre a ocupação humana pré-colombiana e os impactos na paisagem, o que torna importante a realização de estudos. Assim, o presente trabalho, trabalho pedoarqueológico no Pantanal sul-mato-grossense, é inédito e busca elucidar como as populações pré-colombianas interagiram com o meio físico a partir do estudo do solo que assinala a presença de ocupação humana pré-colombiana.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O Pantanal está localizado na bacia do alto Paraguai entre o Planalto Brasileiro, o Chaco Boreal do Paraguai e a Planície Guariaos da Bolívia, sendo considerada a maior planície alagável do mundo (Junk & Cunha, 2004; Schmitz, 2002). Sua gênese é consequência de reativação tectônica a cerca de 2,5 milhões de anos (Assine & Soares 2004).

A maioria do material depositado na bacia é proveniente dos planaltos adjacentes provenientes das formações Aquidauana e Botucatu sendo, majoritariamente, sedimentos arenosos siliclásticos que deram origem a Formação Pantanal. A litologia se destaca pelas rochas metamórficas pré-cambriana nas terras baixas, em sua maioria recoberta por sedimentos quaternários. Nos planaltos, localizados a leste, ocorrem rochas paleozoicas da Bacia do Paraná. (Assine *et al.*, 2015). Os eventos de sedimentação foram distintos ao longo do tempo, ocorrendo variações, principalmente devido às mudanças climáticas ocorridas na transição entre o Pleistoceno/Holoceno. Os contrastes climáticos entre períodos glaciais e interglaciais possibilitaram o transporte e deposição de sedimentos com granulometria de diferentes frações. No Pantanal, a heterogeneidade das paisagens é relacionada em grande parte pela diversidade das feições sutis do relevo (Cunha *et al.*, 2006).

Por ser uma ampla planície, mudanças sutis na altimetria podem diferenciar acentuadamente o solo e os ambientes devido ao processo de hidromorfismo (Couto & Oliveira, 2011). Assim, no Pantanal é comum observar diferente ordem de solos em pouca distância.

As feições do relevo que apresentam uma pequena elevação, cerca de 1 a 3 metros, em relação à planície de inundação são denominadas de cordilheiras e capões (Pott & Pott, 2004). As cordilheiras, também conhecidas por cordões de areia, apresentam morfologia circular, estando comumente associados às baías e lagoas salinas no seu interior. Já os capões caracterizam pelo formato de elipsoide, sendo sua gênese associado a processo fluvial, sendo fragmentos remanescentes de antigas cordilheiras (Fernandes, 2007). A pequena variação de altitude encontrada nas áreas de capões e cordilheiras, das áreas alagadas possibilita com que ocorra a presença de vegetação arbórea, com característica decídua (mata seca).

Já áreas embaciadas, onde se localizam as baías (lagoas), são influenciadas diretamente pelos alagamentos sazonais, sendo os solos submetidos a processos como podzolização, gleização e ferrólise que são frequentes e significativos para a gênese dos solos do Pantanal (Couto & Oliveira, 2011). Além disso, o prolongado período de cheias propícia a redução acentuada de O₂ no solo, impactando na oxidação e redução de minerais, gerando solos com colorações “pálidas”.

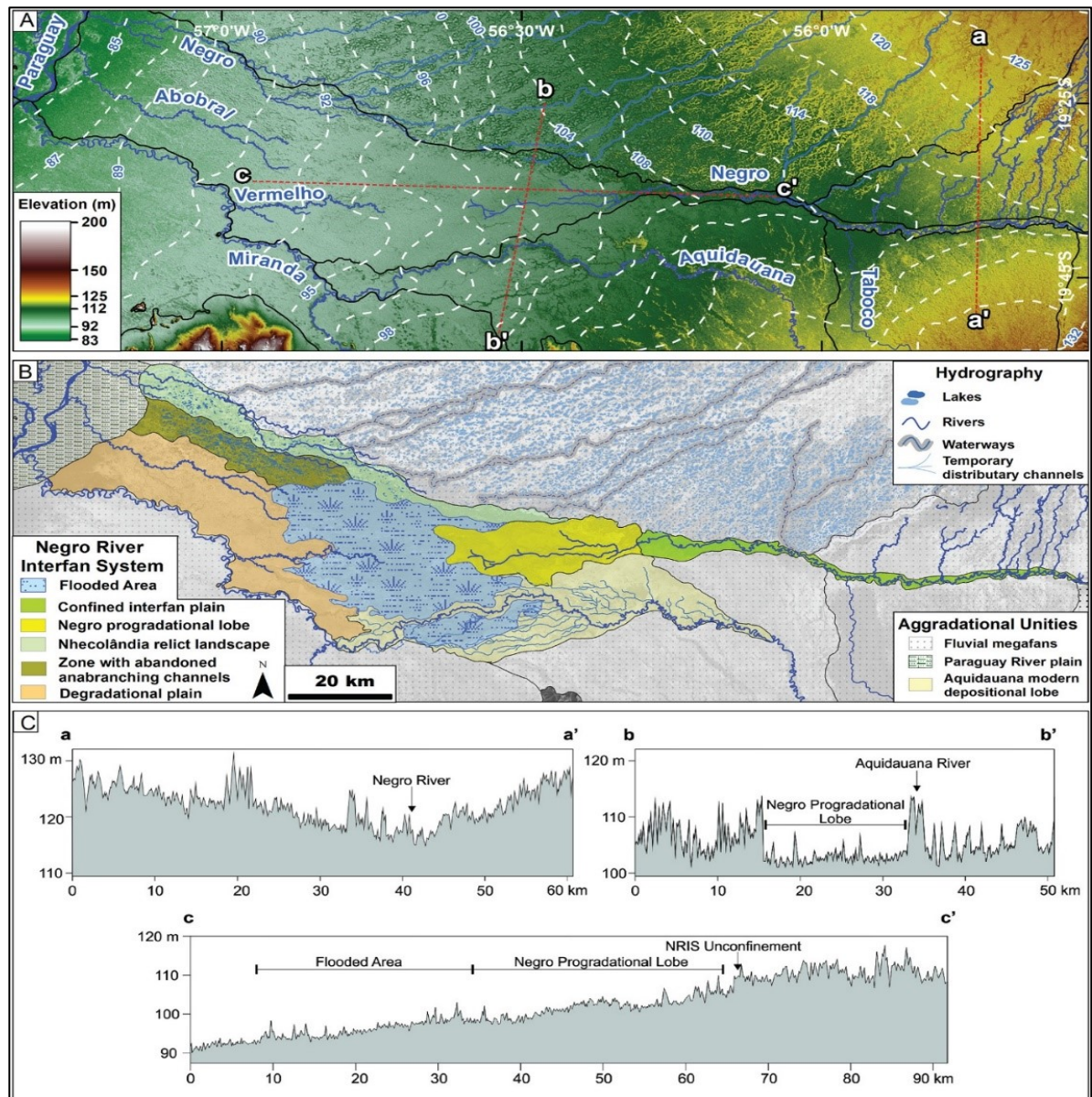
Devido sua ampla extensão – cerca de 160.000 km² (Junk & Cunha, 2004), sendo 138,183 km² localizados em território brasileiro (Silva & Abdon, 1998) – é possível identificar diversas heterogeneias sobre a área. Diante disso, várias morfologias dos sistemas de deposição foram classificadas com distintas metodologias e critérios como Silva & Abdon

(1998) e Padovani (2010). Assine *et al.* (2015) propuseram a partir de características geomorfológicas e geológicas, o atual trato deposicional bacia do Pantanal dividido em: a) Leques fluviais com área fonte os planaltos sedimentares; b) Leques fluviais com área fonte de terrenos pré-cambrianos (terras baixas); c) Planície tronco do rio Paraguai; e, d) Planícies interleques.

Os sistemas de planícies interleques correspondem a planícies situadas entre os leques fluviais (Sinha & Friend, 1994). Nesse tipo de sistema ocorre o aumento do fluxo fluvial e sedimentar a jusante. Exemplo das planícies são os interleques do Piquiri e do rio Negro que separam o megaleque do Taquari ao norte e sul. Ambos os rios, que se localizam na planície, são perenes com cinturão de meandro confinado em vales incisos (Merino, 2020). Diferente da planície do rio Piquiri que se mantêm com canal meandrante por toda a sua extensão, o rio negro apresenta seu comportamento meandrante na parte confinada e, posteriormente deriva-se em múltiplos canais (Mendes, 2014).

Na porção sul do Pantanal, Merino (2020) expande a discussão detalhando o processo de evolução geomorfológica e das mudanças paleohidrológicas, resultando em sete compartimentos da planície interleques do Rio Negro com base nas características morfológicas e hidrosedimentológicas, sendo: 1) planície interleques confinada; 2) lobo progradacional do rio Negro; 3) zona de alagamento permanente; 4) lobo deposicional moderno do rio Aquidauana; 5) zona de transição; 6) planície com lagoas interligadas por canais intermitentes; e, 7) planície em degradação por rede de canais tributários. A área que abrange o Sistema Interleque do rio Negro (SIRN) é influenciada principalmente pela drenagem dos rios Abobral, Vermelho, Miranda e Negro (Figura 1). A área de estudo está associada a zona de transição, com feições semelhantes encontradas na Nhecolândia, planície com lagoas interligadas, associado por canais intermitentes com presença de capões e a planície em degradação por rede de canais tributários.

Figura 1 - Sistema Interleque do rio Negro (SIRN). (A) Modelo Digital de elevação (DEM) SRTM. (B) Sazonalidade do (SIRN). (C) Perfil Topográfico



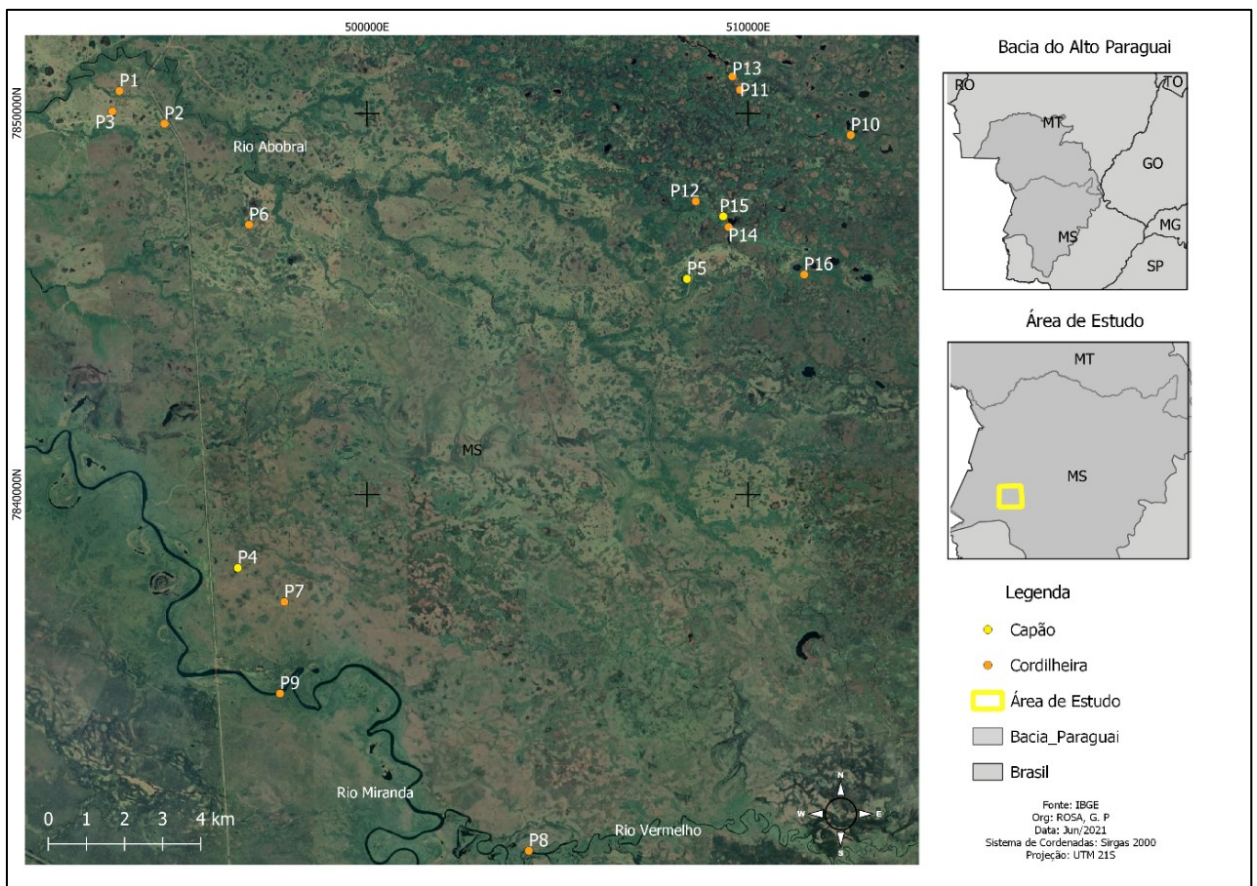
Fonte: Merino (2020)

Deste modo podemos entender o Pantanal como uma extensa planície sedimentar, composta por drenagem meandrante que ao longo dos milhares de anos vem formando paleocanais com elevações e diques marginais (Kuerten & Assine, 2011); ambientes lacustres com numerosas lagoas regidas pelos pulsos de inundação (Martins, 2012; Resende, 2004), e uma vasta diversidade de fauna e flora de espécies provenientes do Chaco, Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica (Pott *et al.*, 2011; Junk *et al.*, 2006). Além de abrigar uma ampla,

diversa e rica cultura de povos caçadores e coletores nômades que vagavam pelas águas e terrenos (Schmitz, 2002).

Na Figura 2 estão localizados os dezesseis perfis neste estudo na região de influência dos rios Miranda, Abobral, Vermelho e Negro. Sendo treze perfis em cordilheiras e três capões com diferentes graus de evidência de ocupação humana pré-colombiana.

Figura 2 – Mapa da localização dos perfis amostrados



Fonte: Bases Cartográficas IBGE (2018).
Org. ROSA, G. P (2022)

2.2 Coletas e análises

Os trabalhos de campo para obtenção de dados primários ocorreram entre os anos de 2015 a 2021, sendo realizados no período de estiagem, fora dos pulsos de inundações.

Os dezesseis perfis de solos coletados foram obtidos por meio da abertura de trincheira em cordilheiras e capões em distintas regiões. Os solos foram descritos e coletados conforme metodologia de Santos *et al.* (2015) e IBGE (2015), e classificados de acordo com o Sistema

Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2018), e World Reference Base for Soil resources (Iuss Working Group Wrb, 2015).

Além dos perfis abertos, foram realizadas prospeções nas áreas que se evidenciou indícios de ocupação humana. Realizando abertura de trincheiras para observação e coleta de solo com cinco intervalos de profundidade (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm).

A quantificação das conchas ocorreu na fração grosseira (FG) e terra fina seca ao ar (TFSA). A porcentagem de conchas na fração grosseira foi verificada em relação ao total de solo coletado, identificando a ocorrência de ossos e cerâmicas. Já para a TFSA foram realizadas duplicatas a partir de amostras de 2g de TFSA, sendo que ambas as porcentagens foram realizadas para cada horizonte coletado, sem nenhum pré-tratamento (Anexo 1). Deste modo, para facilitar a distinção do material foi utilizado com auxílio de lupa e pinças.

As amostras foram secas a temperatura ambiente, e posteriormente destorroadas e peneiradas para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As análises de rotina foram realizadas de acordo com os métodos descritos por Teixeira *et al.* (2017) na universidade federal de Viçosa UFV. A análise textural foi realizada pelo método da peneira-pipeta com utilização de NaOH 0,1 mol L⁻¹ agitação lenta de 50 rpm por 16 horas. O valor de pH, em água e em solução KCl 1 mol L⁻¹, obteve-se a partir da suspensão solo/solução na proporção 1:2,5. Os cátions trocáveis foram extraídos por KCl 1 mol L⁻¹ e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica (Ca²⁺ e Mg²⁺) e por titulometria com NaOH (Al³⁺). A acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) foi extraída por acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e quantificada por titulometria com NaOH. O P disponível, Na⁺, K⁺ e micronutrientes (Cu²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺) trocáveis foram extraídos pelo Mehlich-1 e determinados por espectrofotômetro de plasma induzido. O Carbono orgânico foi determinado por Walkley Black sem aquecimento. O CaCO₃ foi mensurado utilizando 0.5 mol.L⁻¹ HCl, titulado por NaOH a 0.25 mol.L⁻¹. Para averiguar os elementos que compõem a TFSA foi realizado no, P16, a obtenção dos teores totais a partir de uma alíquota de TFSA que foi submetida a fusão com metaborato de lítio (LiBO₂), sendo posteriormente ocorrendo a dissolução em solução ácida (C₄H₆O₆ e HNO₃) sendo a leitura dos quarenta e cinco elementos realizada pelo ICP-EOS.

Análises micromorfológicas foram realizadas a partir de coleta de amostras indeformadas, obtendo-se lâminas com dimensões aproximadamente de 1,8 x 30 x 40 mm. As amostras foram impregnadas a vácuo com resina de poliéster (Fitzpatrick, 1993). Após a secagem, foi realizado cortes de fatias em serra de disco sendo posteriormente realizado a

colagem em fatias de vidro e polimento em disco diamantado. Na realização da coleta, buscou-se obter maior diversidade de processos pedogenéticos, buscando averiguar a influência da ocupação humana na gênese dos solos. Assim, realizou-se coleta de material indeformado nos perfis 11, no horizonte Ck à 90 cm de profundidade. No perfil 16, a coleta se deu nos horizontes Au3 à 73-77, ACu entre 78 a 107 e Ckm 135 à 150, ambos com evidência de ocupação com presença de carapaças, cerâmicas e ossos. As análises micromorfométricas, porosidade, fundo matricial e morfologia dos grãos foram realizadas utilizando microscópio petrográfico polarizador, e magnificação 5x e 10x, segundo Bullock et al (1985) e Stoops (2010). Para análise micromorfométrica utilizou-se o *software* JMicroVision e Sysgran3.

As lâminas delgadas de solo com dimensões 2,5 por 5 cm, foram cobertas por fina película de ouro, possibilitando a geração de uma superfície condutora para realização das análises no microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo Zeiss EVO MA10, acoplado a sonda EDS Oxford Inca X – ACT 51, operada em 20 mV.

Para elucidar o processo de ocupação e a gênese dos solos na área alagável no Pantanal sul mato-grossense, datações em conchas e sedimentos foram realizadas. A escolha dos perfis se deu a partir dos teores de fósforo e abundância de artefatos, além de buscar abranger toda a área de estudo.

As datações nos materiais conchíferos, coletados nos perfis P1, P2, P8, P9, P11, P13, P14, P16, foram analisadas pelo método de ^{14}C , sendo realizadas pelo Laboratório de Radiocarbono da Universidade Federal Fluminense (LAC-UFF) e pela *Beta Analytic Laboratories*.

Datações por sedimento também foram realizados nos perfis P1 e P16, utilizando seis alíquotas a partir da técnica Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) pela datação, comércio e prestação de serviço. Em P1 a coleta ocorreu no horizonte A3 à 40 cm de profundidade e no horizonte Bkx à 140 cm de profundidade. Já em P16, foram realizadas duas datações, uma no horizonte A à 20 cm de profundidade e no horizonte C à 130 cm de profundidade.

As análises mineralógicas foram realizadas da fração argila, obtida a partir de 50 g de TFSA de cada horizonte analisado. A separação das frações granulométricas foi a partir da agitação vertical tipo Wagner, a 50 rpm por 16 horas com 100 mL de água deionizada e 10 mL solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹. Após o procedimento, a fração areia foi separada por lavagem em peneira de 0,2 mm e colocada para secar na estufa a 80 °C durante 24 horas. O silte e argila foram colocadas em provetas de 1L sendo que a argila foi obtida por meio do

sifonamento, seguindo o princípio da lei de Stokes e posteriormente seca a 45 °C (Embrapa, 2017). Após separação as frações, a argila foram maceradas a pó no almofariz de ágata e colocada em tubo falcon de 50ml com 40 ml de água destilada, sendo submetida a um ciclo de 3 min a 4,000 rpm para lavagem e umedecimento do material. Posteriormente, foi realizada a confecção das lâminas delgadas por meio de esfregaço.

A leitura dos argilominerais foi realizada por meio do difratograma de raios- X (DRX) com o aparelho X`pert Pro PANalytical, com radiação $\text{CoK}\alpha$, no difratômetro Shimadzu XRD-6000, com velocidade de leitura $1^\circ 2\Theta/\text{min}$, amplitude de 4° a 70° a voltagem 40kV e corrente de 30mA.

Para averiguar a existência de relação das conchas, observadas nos horizontes, com os teores químicos foi realizado, análise de correlação de *spearman*. Para as análises estatísticas foram utilizados os pacotes FactoMineR, factoextra, cluster, ggcorrplot, corrplot e ggplot2 pelo software R! 3.6.0.

3. RESULTADOS

3.1 Características físicas e morfológicas

A profundidade dos solos variou entre 73 à 190 cm, com a média de 111 cm. As transições entre horizontes apresentaram pouca variabilidade nos perfis abertos (Anexo 1). Sendo em sua maioria plana e clara, nos perfis associados ao rio Negro, e nos demais perfis relacionados ao rio Miranda e Abobral, ocorrer-se transições graduais e abrupta. Sendo esse último evidenciado principalmente nos perfis que apresentam horizontes Ck (cimentação carbonática) e nos solos com carácter glei, em ambientes com maior influência dos pulsos de inundação. Na maioria dos perfis, exceto o P4, há cimentação carbonática de pelo menos um horizonte, com diferentes durezas, espessuras e profundidades. Os horizontes cimentados por carbonato de cálcio ocorreram em média a 80 cm de profundidade, sendo o mais superficial a 36 cm e o mais profundo a 135 cm.

Os solos são arenosos, com predomínio de areia fina e, portanto, a estrutura é pouca desenvolvida com ocorrência de grão simples nos horizontes superficiais, e maciça quando há presença de concreções carbonáticas. Em alguns perfis ocorre estrutura grumosa e blocos subangulares de tamanho pequeno a médio de grau moderado (Tabela 1).

A cor do solo é escura nos horizontes superficiais (Anexo 2), com baixos valores e cromas. Isso ocorre devido ao processo de melanização, diante elevado teor de matéria

orgânica (Anexo 3), juntamente com altos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , que tornam a matéria orgânica estável (Corrêa *et al.*, 2003).

A vegetação que recobre as cordilheiras é característica de mata semidecídua, com pouca distinção de espécies entre áreas onde foram abertos os perfis. Predominam acuri (*Attalea phalerata*), figueira (*Ficus luschnathiana*), gonçalo (*Astronium fraxinifolium*), cajazeira (*Spondias lutea*), angico (*Anadenanthera colubrina*), e piúva (*Handroanthus impetiginosus*).

As raízes se desenvolvem de forma abundante nos horizontes superficiais de tamanho muito grossas a finas. Com o aprofundamento e a presença de horizontes cimentados e proximidade do lençol freático no período de cheia a presença de raízes diminui, se tornando raras, porém de tamanhos grossas a finas. Os perfis são majoritariamente bem drenados, e recobertos com vegetação original de florestas estacionais decíduas e semidecíduas. Na Figura 3, observa-se os 16 perfis coletados, e na tabela 1 a morfologia dos perfis representativos¹ da paisagem.

¹ Devido a elevada similaridade entre os 16 perfis, foram selecionados seis perfis, P1, P8, P9, P11, P15 e P16, com diferentes graus de influência antrópica na morfologia e teores químicos na gênese do solo como representativos da área de estudo.

Figura 3 - Sequência dos perfis de 1 a 16, com ambiente coletado. Os perfis 1 à 3, influência do Rio Abobral; 4 a 7, influência do Rio Miranda; 8 no Rio Vermelho; 9 no Rio Miranda; 10 à 16 ao Rio Negro.



Tabela 1 - Característica morfológicas dos perfis mais representativos da paisagem.

Hor	Profundidade (cm)	Transição ⁽¹⁾	Cor Úmida	Estrutura ⁽²⁾			Consistência ⁽³⁾		Plasticidade ⁽⁴⁾ / Pegajosidade	Raiz ⁽⁵⁾	Artefato Quant	Concha (%)	
				Tipo	Tamanho	Grau	Seco	Úmido				TFSA	FG
Perfil 1 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)													
A	0-28	P-C	10YR 2/2	BLs /Gru	Pq/M	1	Mc	Mf	Npl / Npj	3/ Mg-Mf	0	0	0,0
A2	28-39	P-C	10YR 3/2	Gru	Pq	1	Mc	Mf	Npl / Npj	3/ Mg-Mf	0	0	0,0
A3	39-60	P-A	10YR 4/2	Gru	Pq	1	Mc	Mf	Npl / Npj	3/ Mg-Mf	0	0	0,18
Bkx1	60-97	P-C	10YR 6/4	Ma	-	-	Edu	Fi		1 / G-f	0	0	0,10
Bkx	97-110+		10YR 6/3	Ma	-	-	Edu	Fi		1 / G-f	0	0	0,10
Perfil 8 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico Típico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)													
A1	0-10/15	O-D	10 YR 2/1	Gra	Pq	1	Mc	F	Lpl / Lpj	5 /Mg-Mf	0	0	0
A2	10/15-26	O-C	10 YR 3/2	Gra	Pq	1	Mc	F	Lpl / Npj	5 /Mg-Mf	0	0	0
A3	26-36	P-C	7,5 YR 2.5/1	Gra	Pq	1	Mc	F	Lpl / Npj	5 /Mg-Mf	0	0	0
BK	36-48	P-A	10 YR 3/2	Ma	-	-	Mdu	Mfi	Lpl / Npj	3 / Mg-f	0	0	0
CK	48-70	P-C	10 YR 4/3	Ma	-	-	Mdu	Mfi	Lpl / Npj	1 / G-f	0	0	0
C2	70-78	P-D	10 YR 4/2	Ma	-	-	Du	Fi	Lpl / Npj	1 / M-f	0	0	0
C3	78-93	P-C	10 YR 5/2	Ma	-	-	Du	Fi	Lpl / Npj	1 / M-f	0	0	0
C4	93-134	P-C	10 YR 5/4	Ma	-	-	Du	Fi	Npl / Npj	1 / M-f	0	0	0
C5	134-160	P-C	2,5 Y 5/4	Ma	-	-	Du	Fi	Npl / Npj	1 / M-f	0	0	0
C6	160-190+		2,5 Y 4/4	Ma	-	-	Du	Fi	Lpl / Npj	1 / M-f	0	0	0
Perfil 9 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico Típico / Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric)													
A/Bk	0-19	P-D	10 YR 2/1	Gra	Pq	2	Mc	F	Lpl / Lpj	5 /Mg-Mf	3	0	0
A2/Bk	19-32	P-C	10 YR 3/1	Gra	Pq	2	Mc	F	Lpl / Lpj	5 /Mg-Mf	0	0	0
A3/Bk	32-46	P-C	10 YR 3/2	Gra	Pq	2	Mc	F	Lpl / Npj	5 /Mg-Mf	0	0	0
Bi	46-75	P-C	10 YR 4/3	BLs/Gra	Pq/M	1-2	Du	Fi	Lpl / Npj	5 /Mg-Mf	0	0	0
C1	75-94	P-C	2,5 Y 3/3	Ma	-	-	Du	Fi	Lpl / Npj	5 /Mg-Mf	0	0	0
C2	94-130+	P-C	2,5 Y 4/4	Ma	-	-	Du	Fi	Lpl / Npj	3 /G-Mf	0	0	0

Continua na página seguinte

Perfil 11 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico Típico / Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptico, Hypereutric).

A	0-30	P-C	10 YR 3/3	BLs / Gra	Pq/M	2	Mc	Mf	Lpl / Pj	5 / Mg-Mf	0	0.0	0,1
Au	30-43	P-A	7,5 YR 3/4	Gra	Mpq	2	So	Mf	Pl / Pj	5 / Mg-Mf	3	0.6	3,7
Ck	90+		10 YR 4/3	Ma	-	-	Mdu	fi	-	3 / G-Mf	0	0.3	0.3

Perfil 15 - Neossolo Quartzarênico Ortíco êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-21	P-C	10 YR 2/1	BLs	Pq/M	1	Mc	Mf	Npl / Npj	5 / Mg-Mf	0	0.1	0,2
A2	-36	P-C	10 YR 2/2	Gs	-	-	Mc	So	Npl / Npj	4 / Mg-Mf	0	1.0	0,3
A3	57	P-C	7,5 YR 3/2	Gs	-	-	Mc	So	Npl / Npj	3 / Mg-Mf	2	2.3	0,4
Au	79	P-A	7,5 YR 3/2	Gs	-	-	Mc	So	Npl / Npj	3 / Mg-Mf	1	0.9	0.5
Ck	79+		7,5 YR 4/3	Ma	-	-	Edu	Mfi	-	2 / G-Mf	0	0.0*	0.4

Perfil 16 - Neossolo Regolítico Psamítico típico antrópico / Petric Anthrosol (Arenic, Technoskeletal , Hypereutric)

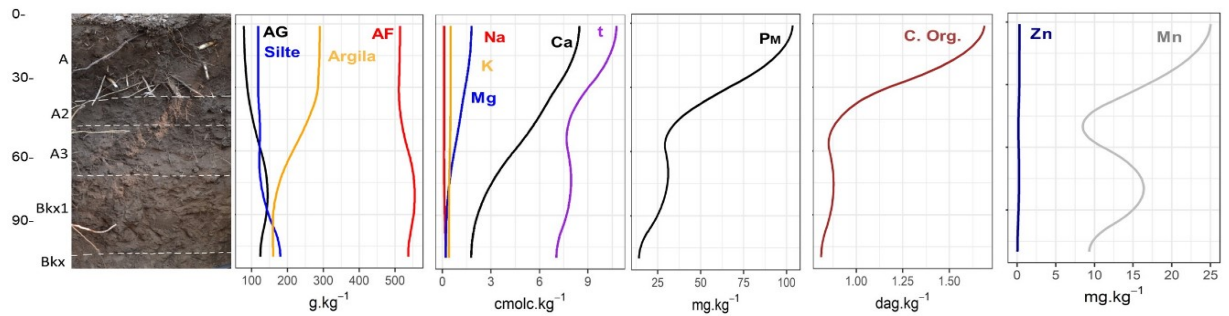
A	0-23	P-C	10YR 3/1	BLs	Pq/M	1	Mc	Mf	Npl / Npj	5 / G-Mf	0	1.7	2.3
Au2	23-43	P-C	10YR 2/1	Gs / Gra	Mpq	1	So	Mf	Npl / Npj	5 / G-Mf	0	6.4	34.1
Au3	43-78	P-C	10YR 3/2	Gs / Gra	Mpq	1	So	Mf	Npl / Npj	5 / G-Mf	2	6.2	55.1
ACu	78-107	P-C	10YR 4/2	Gs / Gra	Mpq	1	So	Mf	Npl / Npj	5 / G-Mf	0	2.0	17.4
Cu	107-120	P-C	10YR 4/3	Gs / Gra	Mpq	1	So	Mf	Npl / Npj	5 / G-Mf	0	1.0	7.9
C	120-135	P-A	10YR 3/4	Gs	-	-	So	Mf	Npl / Npj	3 / G-f	0	0.3	0.1
Ckm	135-150+		10YR 3/4	Ma	-	-	Mdu	Fi	-	1 / G-f	0	0.0	0.0*

⁽¹⁾ Transição: A = Abrupta; C = Clara; D = Difusa; P = Plana; O = Ondulada. ⁽²⁾ Estrutura: Grau: 0 = Fraca, 1 = Moderada, 2 = Forte; Gs = Grão Simples; Ma= Maciça; Tamanho: Mpq = Muito pequena, Pq= Pequena; Me = Média; Tipo; BLs = Blocos Sub angulares Gra= Granular, Gru = Grumosa. ⁽³⁾ Consistência Seco e Úmido: So = Solta; Mc = Macia; Ld = Ligeiramente dura; Du = Dura; Mdu = Muito Dura; Edu = Extremamente dura Úmido: So = Solta; Mf= Muito friável; F = friável, Fi = firme, Mfi = Muito Firme, Efi = Extremamente firme. ⁽⁴⁾ Plasticidade / Pegajosidade: Npl = Não plástico, Lpl = Ligeiramente Plástico, pl = Plástico, Mpl = Muito Plástico; Npj= Não pegajoso; Lpj = Ligeiramente pegajoso, pj = pegajoso, Mpj = muito pegajoso. ⁽⁵⁾ Raízes: Quantidade: 1 = raras, 2 = muitas, 3 = comuns, 4 = muitas, 5 = abundante, Diâmetro= Mg= Muito grossa, G = grossa, M = Média, F = fina, Mf = Muito Fina. ⁽⁶⁾ Número de fragmentos evidenciados no horizonte.

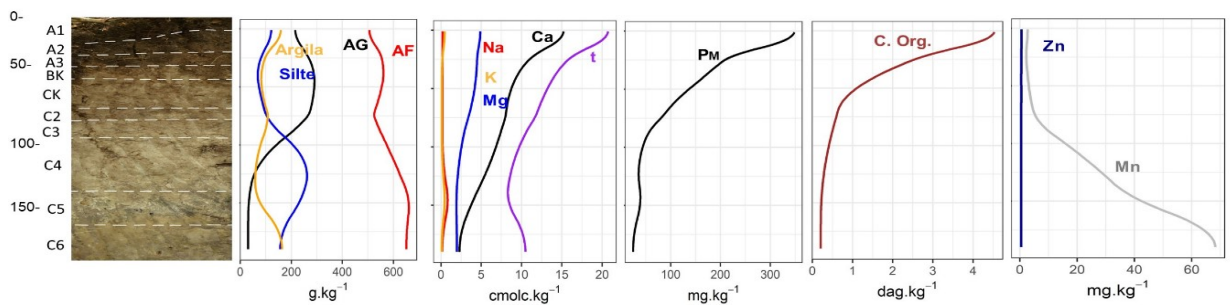
Os dados das análises físicas e químicas dos perfis mais representativos da paisagem estão apresentados abaixo (Figura 4), juntamente com o comportamento dos teores em relação a profundidade.

Figura 4 - Aspectos físicos e químicos dos solos dos perfis 1, 2,4,5, e 6. AG – areia grossa; AF – areia fina; Na – sódio; K – potássio; Mg – manganês; Ca – Cálcio; t – Cte efetiva; Pm – Fósforo Mehlich -1; Zn – Zinco; Mn – Magnésio.

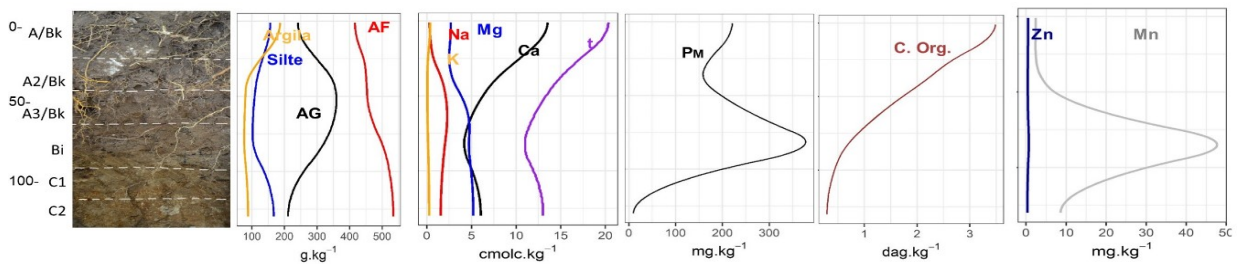
Perfil 1 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)



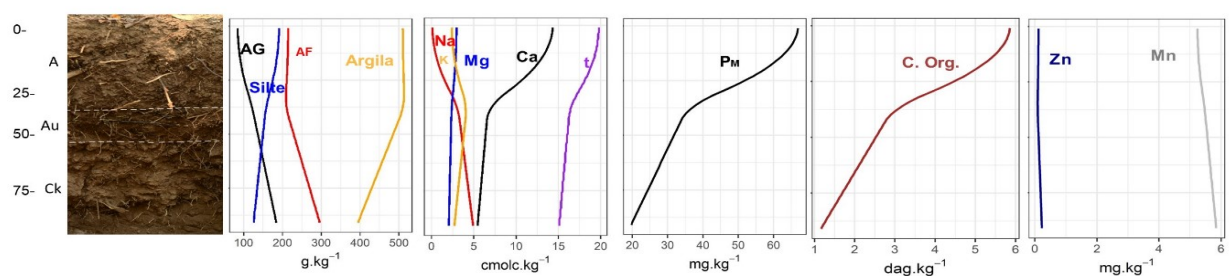
Perfil 8 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico Típico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)



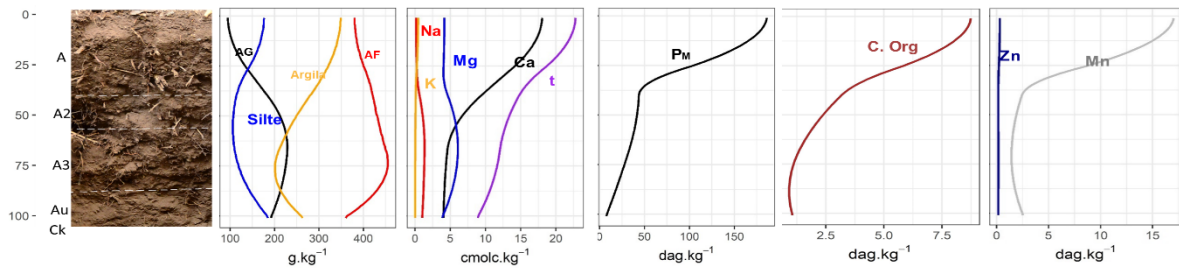
Perfil 9 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico Típico / Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric)



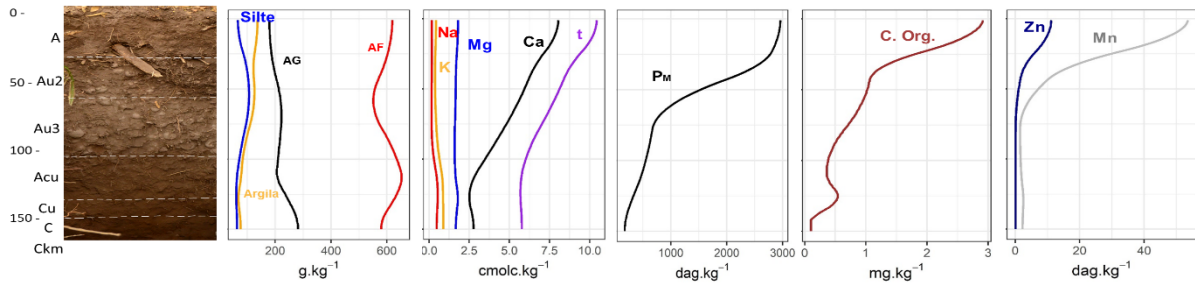
Perfil 11 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico Típico / Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptic, Hypereutric)



Perfil 15 - Neossolo Quartarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Ednoleptico, Hypereutric)



Perfil 16 - Neossolo Regolítico Psamítico típico antrópico / Petric Anthrosol (Arenic, Technoskeletal, Hypereutric)



Org, ROSA, G. P (2022)

O perfil P1, classificado como Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico pelo SiBCS e Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric) pela FAO-WRB, foi descrito em capão a 800 metros do rio Abobral. O horizonte superficial apresenta textura franco-argilo-arenoso, com teores superiores de 250 g.kg^{-1} de argila (Figura 4), sendo que os demais horizontes possuem textura franco-arenosa, com mais 65% de contribuição de areia na composição granulométrica. O horizonte A apresenta cor escura com valores e croma baixos (Tabela 1). A estrutura é fraca (ou moderada) pequenos à médios blocos subangulares. Há presença de carapaças de gastrópodes, porém sem evidências de cerâmicas no local (Tabela 1).

Os perfis P2 e P3 apresentaram a mesma classificação do perfil P1, porém ambos apresentam textura franco-arenoso, com teores de argila iguais ou inferiores a 200 g.kg^{-1} em todos os horizontes (Anexo 2). A estrutura dos horizontes é majoritariamente fraca pequeno à médios blocos subangulares. Em P2, a profundidade de 55 cm, ocorrem maior expressividade de carapaças de gastrópodes (1,96% na fração grosseira), porém não foi evidenciado fragmentos de cerâmica ou pedaços de ossos na composição do solo.

Na região do rio Abobral, na pousada Santa Clara, onde se encontra o P1, P2 e P3, apenas em P3, foi evidenciada a ocorrência de dois fragmentos de cerâmica, com quatro centímetros de largura e cinco de comprimento, enterrados a 100 cm de profundidade. Para observar a época que foi depositada o material, datou-se diferentes horizontes (Tabela 2 e 3) que apresentaram grande variação de idade entre os materiais e análises situados em profundidades semelhantes.

No caso das datações realizadas em P1 e P2 por meio de C^{14} , observa-se pouca variação encontrados entre as conchas, demonstrando período semelhante em que foram depositadas. Entretanto, no caso quando há comparação entre os métodos de datações verificasse ocorrência de variação entre teores as datações das conchas no P1 de 1896 ± 26 por meio de C^{14} , e sobre os sedimentos quartzosos realizados por LOE de 620 ± 90 .

Tabela 2 – Valores de idade de C^{14} realizadas nos materiais conchífero coletados.

Perfil – Ambiente Associado	Horizonte	Profundidade (AP)	Datação (AP)	pMC
P1- Rio Abobral	A3	36-60 cm	1.896 ± 26	78,97
P2 - Rio Abobral	A3	47 – 81	1.546 ± 28	82,49
P8 – Rio Vermelho	Bk	36-48 cm	3.531 ± 27	-
P8 – Rio Vermelho	C5	134-160 cm	7.032 ± 28	-
P9 – Rio Miranda	A3	32-46 cm	1.445 ± 26	-
P11 – Rio Negro	Acu	30-40 cm	920 ± 30	89,18
P11 – Rio Negro	Ck	60-80 cm	2.440 ± 30	73,80
P13 – Rio Negro	Au	88 cm	1.783 ± 60	80,09
P13 - Rio Negro	Ck	107 cm	3.331 ± 48	66,05
P14 - Rio Negro	A2	36 cm	1.384 ± 42	84,17
P14 - Rio Negro	Ck	79 cm	2.556 ± 60	72,75
P16 - Rio Negro	Au3	43-78	1.740 ± 30	80,52

Org. ROSA, G. P (2022)

Os perfis P8 e P9 foram classificados como Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico pelo SiBCS, e Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric) e Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric) respectivamente pela FAO-WRB. Ambos os perfis localizam a margem dos rios, sendo o P8 ao rio Vermelho e P9 rio Miranda.

Em P8 a cor dos horizontes A é escura, 10YR 2/1, tornando-se acinzentado nos horizontes superficiais (Tabela 1) com presença de concreções carbonáticas e cimentação de conchas. Nos horizontes superficiais são evidenciados a ocorrência de estrutura granular de tamanho pequeno e grau forte, juntamente com carapaças cimentadas ao solo. Foram realizadas datação em duas conchas encontradas no perfil (Tabela 3).

O perfil 9 apresenta características morfológicas semelhantes ao P8, com a ocorrência de horizontes cimentados em diferentes graus de dureza e forte erosão fluvial. A presença de horizonte Bi, no perfil deriva-se do avanço pedogenético na degradação da cimentação carbonática. No perfil, encontram-se pequenos fragmentos de cerâmica. A datação de ^{14}C de conchas gastrópode, no horizonte A3, indicou idade de 1445 ± 26 AP (Tabela 3).

O perfil P11 foi classificado em Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico pelo SiBCS e Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptico, Hypereutric) pela FAO-WRB. O perfil foi descrito e coletado em um capão com elevação de 120 cm, localizado próximo ao Corixo do Negro. Próximo a este encontra-se a cordilheira do P13 (Figura 2), que apresentou características morfológicas e granulométricas distintas. O P11 foi o único perfil que apresentou teores elevados de argila nos horizontes A e Au, superiores a 500 g.kg^{-1} , possibilitando a estruturação do solo em blocos subangulares e grumosa de tamanho pequena à média em grau moderado e no horizonte A, e granular muito pequena e moderado no Au (Tabela 1). No horizonte Au, entre 37 e 41 cm de profundidade, a presença de concha corresponde a 3,7% da fração grosseira do solo (Anexo 1), e há ocorrência de cerâmica (Figura 5). Datações realizadas em material conchífero no perfil 11 e 13 estão apresentadas abaixo (Tabela 2).

Tabela 3 - Idade dos sedimentos das Cordilheiras P1 e P16 pelo método de Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE). Juntamente com as concentrações medidas dos isótopos radioativos ^{232}Th , $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$, ^{40}K .

Perfil	Prof (cm)	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)	Umidade (%)	Idade
P1	40	$3.727 \pm 0,28$	$1.230 \pm 0,15$	$1,30 \pm 0,15$	11,2	620 ± 90
P1	140	$4.065 \pm 0,30$	$0,850 \pm 0,15$	$1,80 \pm 0,37$	11,1	2.550 ± 37
P16	0 -20	$1,53 \pm 0,11$	$0,334 \pm 0,22$	$0,37 \pm 0,1$	1,1	$5.575 \pm 0,92$
P16	130	$0,73 \pm 0,19$	$0,46 \pm 0,09$	$0,25 \pm 0,08$	1,8	$5.575 \pm 0,92$

Org, ROSA, G. P (2022)

Figura 5 - Fragmentos de cerâmica da fase Pantanal coletados nos perfis analisados. A) fragmento de cerâmica com camada externa lisa com cimentação carbonática coletada em P10; B) Pedaco de vasilha com contorno cambada e pequenos fragmentos, evidenciada em P11; C) fragmentos com superfície degradada encontrada em P15; D) Fragmentos sem camada externa com cimentação carbonática observada em P16 e fragmentos de ossos.



Org, ROSA, G. P (2022)

O perfil P15, foi classificado como Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico pelo SiBCS, e Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic) pela FAO. Localiza-se em capão a 400 metros do P14. A textura do solo variou de franco-arenosa à argilo-arenosa, sendo que a areia fina apresenta maior contribuição na composição granulométrica. A estrutura no horizonte A é de blocos subangulares de tamanho pequeno a médio, e grau fraco. Nos demais horizontes subsuperficiais ocorrem grãos simples. A presença de conchas ocorre em todos os horizontes em diferentes porcentagens, destacando-se principalmente em Ck (Anexo 1), além de presença de fragmentos de cerâmica.

O perfil P16, com abundância similar de conchas a sambaquis (Villagran, X. S *et al.*, 2010; Corrêa., 2007) (Figura 6), foi classificado como Neossolo Regolítico Psamítico típico antrópico pelo SiBCS e Petric Anthrosol (Arenic, Skeletic, Endohypertechnic, Hypereutric) pela FAO-WRB.

Figura 6 – Elevado adensamento de *Pomacea sp* na composição do solo do P16. (A) Horizonte Au2 com 34% de conchas na fração grosseira; (B) Horizonte Au3, com 55% de conchas na fração grosseira.



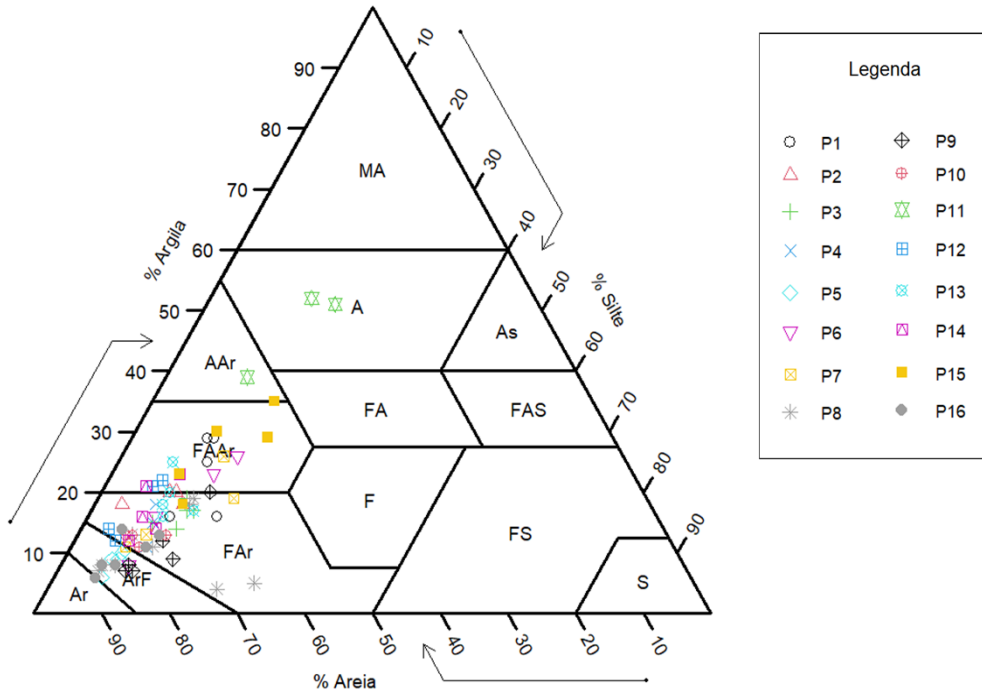
Org, ROSA, G. P (2022)

Nos horizontes superficiais do P16 a argila apresenta teores baixos 139 g.kg^{-1} da composição do solo, sendo a textura franco-arenosa. Com o aumento da profundidade diminui a participação da argila, passando a classe de areia-franca. A estrutura do solo se caracteriza-se por apresentar blocos subangulares no horizonte A, seguindo de grão simples até o horizonte C, no horizonte Ckm é evidenciado estrutura maciça. No horizonte Au3 as conchas de gastrópode corresponde 55% da fração grosseira e 6% da terra fina do solo (Anexo 1), além da presença de fragmentos de cerâmicas e restos faunísticos.

As datações por LOE a 20 cm e a 130 cm de profundidade, apresentaram respectivamente datas, $1,090 \pm 200$ e $5,574 \pm 925$ AP. Além a conchas no horizonte Au3 apresentou data de $1,740 \pm 30$ AP.

No triângulo textural (Figura 7) composto pela base granulométrica dos 16 perfis estudados, se observa que a fração areia, em especial areia fina (Anexo 3) domina a granulometria dos solos, isso ocorre devido a matriz arenosa que provêm da Formação Pantanal.

Figura 7 – Triângulo textural dos solos estudados. MA – Muito argilosa, A – argila, As – Argila Siltosa – AAr – Argila arenosa, FA, Franco argilosa, FAS – Franco Argila Siltosa, - FAAr – Franco argilo arenosa, F – Franco, FS – franco siltoso, FAr – Franco arenoso, S – Silte, ArF – Areia Franca, Ar – Areia.

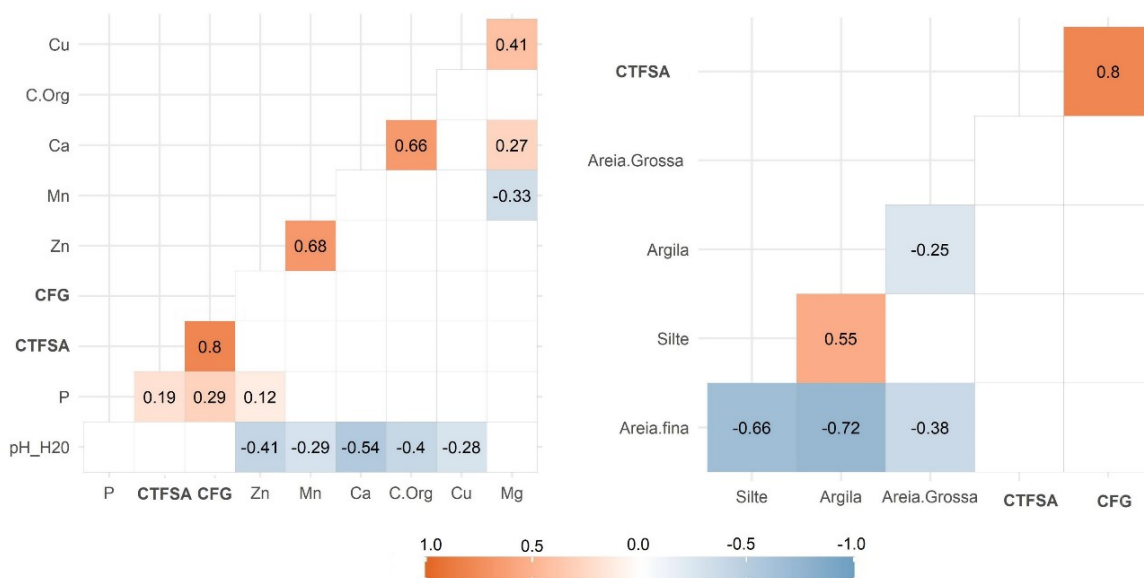


Elaboração: ROSA, G. P. (2022)

A presença de fragmentos de cerâmica e de conchas de gastrópodes nos horizontes, não apresenta relação com a granulometria e morfologia do perfil (Anexo 1, 3). Os perfis P10 e P11 apresentam classificação textural distintas, e em ambos se encontram evidências de ocupação antrópica como a presença de fragmentos de cerâmica e material conchífero. Os perfis P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P12 e P13, de textura arenosa, não foram evidenciados indícios humanos. Já os perfis P10, P14, P15, P16, com composição granulométrica e estrutura similar ocorrem evidências arqueológicas, destacando-se em P16, com presença de cerâmica, carapaças, ossos de animais caçados.

A correlação de *spearman* (Figura 8) possibilitou verificar a ocorrência e o grau de correlação entre as porcentagens de conchas presentes na TFSA e FG, com aspectos físicos e químicos utilizados como indicadores de ocupação antrópica no solo.

Figura 8 - Correlação de Spearman entre os valores conchas em terra fina seca ao ar (CTFSA) e conchas na fração grosseira (CFG) em relação AG, AF e AG/AF (n = 64). Correlação de Spearman entre os valores CTFSA e CFG em relação P, Zn, Mg e Mn (n = 64). No gráfico são apresentado apenas os valores com correlação significativa.



Elaboração e organização: ROSA, G. P. (2021)

Nos aspectos físicos, a correlação positiva ocorreu entre as conchas na fração grosseira e conchas na terra fina. Além disso, a relação AG/AF que é utilizada para demonstrar depósito de material alóctone, não apresentou diferença significativa em profundidade entre os perfis analisados (Anexo1). Assim, a gênese de horizontes com conchas não apresenta relação com a alteração do material sedimentar no perfil.

Já nos aspectos químicos, a correlação foi positiva, baixa e significativa entre a porcentagem de CTFSA e CFG com os teores de P extraídos por Mehlich-1 ($p < 0,001$). Entretanto, quando realizamos a análise de correlação em perfil separadamente, obtemos dados bem distintos.

3.2 Análise química e teores totais

O pH do solo variou 5,5 a 9,8 em água, 4,7 a 8,4 em KCl (Anexo 3). O delta pH foi negativo em todos os horizontes, indicando predomínio de cargas negativas as superfícies das partículas do solo. Os teores de C-Org, no horizonte superficial, variaram entre 8,9 dag.k^{-1} à 0,1 dag.kg^{-1} , com diminuição do teor ao longo do perfil (Figura 4).

Os solos apresentam elevada saturação de bases (V) superior a 50% e atingindo 100% na maioria dos horizontes, se enquadrando no carácter eutrófico (Embrapa, 2018). Os teores de Al^{3+} e saturação por alumínio foram nulos em todos os perfis estudados (Anexo 4).

No complexo de trocas predominam Ca^{2+} e Mg^{2+} , seguindo de K^+ e Na^+ (Anexo 4). A atividade da argila foi maior que $27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ em todos os horizontes, caracterizando a presença de argila 2:1, conforme demonstrado nos difratogramas de raio X (Figura 9, 10 e 11).

No perfil P1, o fósforo destaca-se no horizonte A com teores acima de $100 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$. Assim, se enquadram aos requisitos para A antrópico pelo SiBCS. No complexo de troca prevalece Ca^{2+} e Mg^{2+} . O pH H_2O é alcalino chegando 9,85 no horizonte Bkx. Nos micronutrientes o Mn acompanhou os teores elevados de P. Já os teores de Zn foram baixos comparado aos demais perfis (Anexo 5).

O P8, próximo ao rio Vermelho, apesar de não ter sido evidenciado a ocorrência de cerâmica e ossos no solo, os teores de foram elevados de P, chegando a $421,49 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$ no horizonte A, diminuindo com a profundidade (Figura 4). O valor de Mn não seguiu o comportamento observado nos demais perfis, em relação ao P, apresentando o aumento com profundidade e chegando a $73,57 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$ no horizonte C6.

Com comportamento distinto dos demais o perfil P9, situado à margem do rio Miranda, teve teor elevado de P localizado a 80 cm de profundidade no horizonte C1. Mesmo não sendo o teor de P elevado no horizonte superficial, o comportamento de Mn se manteve igual aos demais perfis (Figura 4). O pH em H_2O se manteve superior a 7 em todos os horizontes. Já o C.org foi de $3,64 \text{ dag}.\text{kg}^{-1}$ com diminuição com profundidade, seguindo sequência pedogenética normal (Anexo 4).

O perfil P11 apresentou teores de Na^+ e K^+ elevados ($4,9$ e $4,2 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) sendo que a média encontrada entre os demais perfis foi de $0,98$ e $0,43 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ respectivamente (Anexo 4). Os teores de P foram baixos, inferiores a $65 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$, comparados aos demais perfis com presença de cerâmicas e fragmentos de conchas.

Nos perfis P14 e P15, os teores de P foram superiores a $190 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$ no horizonte A, indicando a influência antrópica em sua gênese. A soma de base (SB), foi superior a $10 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ em todos os horizontes, chegando a $23 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ no horizonte A do P15 (Anexo 1). Os valores de pH são superiores a 8, com exceção aos horizontes A, quando associados aos teores elevados de C.org de $7 \text{ dag}.\text{kg}^{-1}$ em P14 e $15 \text{ dag}.\text{kg}^{-1}$ no P15. Em ambos os solos os teores de Mg^{2+} são elevados em comparação aos demais perfis (Anexo 4), atingindo 5.0

$\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ no horizonte Au do P14 e 6.2 no horizonte A3 do P15. Os teores de Mn apresentaram comportamento semelhantes ao P, concentrando-se na superfície do perfil, com valores de 20,7 e 17,4 mg. kg^{-1} respectivamente (Anexo 4). Já os teores de Zn foram inferiores 0,3 mg. kg^{-1} .

No perfil 16 os teores P-Mehlich foram os mais elevados atingindo 3,000 mg.kg^{-1} , semelhantes aos teores encontrados em estudo em TPI realizado pelo (Lima *et al.*, 2002; De Souza, K.W *et al.*, 2009). Em contrapartida os valores de C.org foram baixos comparados com os demais perfis, com 2,65 dag.kg^{-1} no horizonte A. O Mn teve teores de 59,31 mg.kg^{-1} no horizonte A, e manteve o comportamento da maioria dos perfis, diminuindo com aprofundamento do perfil e seguindo o comportamento do P. Já o valor de Zn foi o mais elevado dentre todos os solos, 12,47 dag.kg^{-1} (Anexo 3).

Quando analisamos os teores totais de MnO do horizonte A do P16, 900 mg.kg^{-1} , acompanha os teores de P_2O_5 , mesmo comportamento observado pelos valores extraídos por Mehlich-1 corroborando com a hipótese de que houve contribuição da ação antrópica ao meio para elevação dos teores de Mn.

O P_2O_5 , do P16, obtidos por teores totais apresentou comportamento diferente do P Mehlich-1. No horizonte A, cujo valor de P Mehlich-1 foi o mais elevado, de 3.000 mg.kg^{-1} , não corresponde ao horizonte com maior teor de P_2O_5 (Tabela 4). Em relação aos teores totais de Zn o valor máximo encontrado foi de 79 mg.kg^{-1} e para Cu 16 mg. kg^{-1} , sendo que os valores observados estão se correlacionando ao conforme os teores de P_2O_5 em todos os horizontes.

Tabela 4 - Teores Totais do Perfil 16, a partir da TFSA

Horizonte (cm)	A (0-23)	Au2 (-43)	Au3 (-78)	Acu (-107)	Cu (-120)	C (-135)	Ckm (-150)
SiO ₂ (g.kg ⁻¹)	84,9	77,8	67,6	81,3	83,8	84,6	82,3
CaO (g.kg ⁻¹)	32,1	83,7	124,2	49,7	37,8	31,7	65,1
P ₂ O ₅ (g.kg ⁻¹)	15,4	36,8	24,2	9	5,3	2,5	2,6
Fe ₂ O ₃ (g.kg ⁻¹)	19,3	10,3	16,5	16,2	18,7	13,9	9,1
Al ₂ O ₃ (g.kg ⁻¹)	10,2	9,1	8,1	9,4	9,3	8,8	10,3
MgO (g.kg ⁻¹)	7	6,7	8,3	15,2	18,6	28,8	29
Na ₂ O (g.kg ⁻¹)	0,4	0,3	0,6	0,4	0,6	0,7	0,6
K ₂ O (g.kg ⁻¹)	3,9	3,4	4,2	3,9	4,2	4,4	4,3
TiO ₂ (g.kg ⁻¹)	2,8	2,4	2,3	2,6	2,8	2,5	2,2
MnO (mg.kg ⁻¹)	900	800	800	600	600	500	400
Zn (mg.kg ⁻¹)	43	79	48	26	22	<5	30
Zr (mg.kg ⁻¹)	187	131	147	181	186	181	119
Cu (mg.kg ⁻¹)	15	16	15	12	11	9	9
Sr (mg.kg ⁻¹)	188	319	431	312	293	306	367
Ba (mg.kg ⁻¹)	284	424	380	311	247	215	237

Org, ROSA, G. P (2022)

Considerando a composição química total do P16 (Tabela 4), o SiO₂ é o principal constituinte presente, variando de 67% a 84% da TFSA, esses teores são associados majoritariamente a matriz quartzosa da Formação Pantanal. Em sequência o CaO apresenta a segunda maior contribuição, sendo que os teores mais elevados correspondem aos horizontes Au2 e Au3, e maiores teores de Zn, P₂O₅ e porcentagem de conchas na FG e TFSA (Anexo 1).

Diferentemente dos valores nulos de Al³⁺ obtidos pelas análises de rotina, o Al₂O₃ representa cerca de 10% dos teores totais na TFSA, com teores próximos aos de Fe₂O₃. Ambos apresentam pouca participação na constituição dos plasmas como verificado nas análises microquímicas (Figura 15, 16 e 17). Os valores de MgO, aumentam com a profundidade, atuando juntamente com o CaO como agente cimentante na gênese dos horizontes petrocálcicos.

3.3 Mineralogia

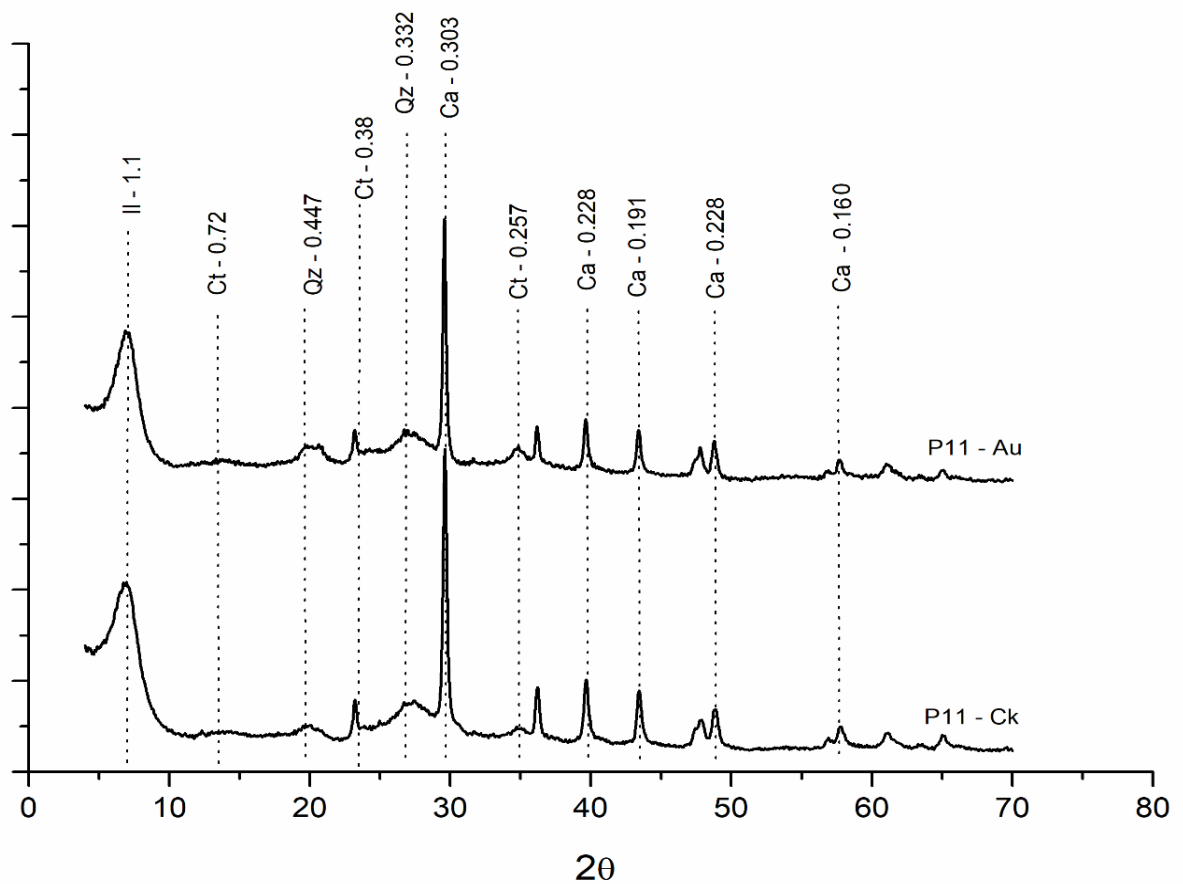
O estudo dos minerais secundários do solo é fundamental para compreender a gênese dos solos e seu grau de desenvolvimento (Kämpf & Curi, 2015; Melo V. D. F & Alleoni L R

F, 2019). Assim, a análise mineralógica é importante para o entendimento da evolução da paisagem.

A ação antrópica pode propiciar processos de recristalização e neoformação de minerais, como verificado por Souza (2016), que observou a gênese de magnetita no solo pelo uso de fogueiras. Assim, a queima de material orgânico acarreta a formação de carbonatos secundários e formação de minerais magnéticos (Barbetti *et al.*, 1980). Deste modo, a presença de minerais ferrosos e magnéticos são comumente evidenciados nos arqueoantrossolo.

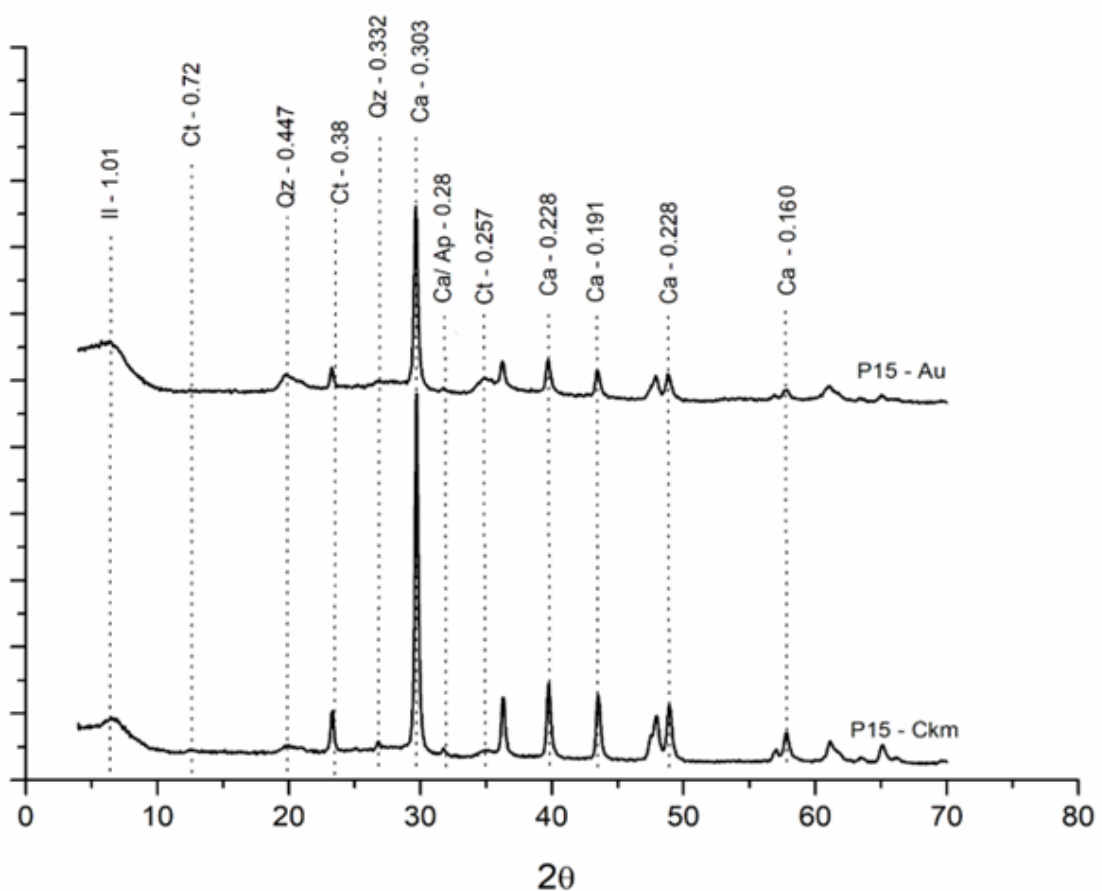
Na Figura 9, observa-se os minerais presentes nos horizontes Au e Ck de P11, perfil localizado sobre capão. A fração argila de ambos os horizontes apresentam picos de caulinita (7,2, 3,8 e 2,57 nm), quartzo (4,47 e 3,32 nm), calcita (3,03, 2,28, 1,91 e 2,28 nm), hematita (1,59) e ilita (10,1). A presença de minerais magnéticos, como magnetita, não foi evidenciada no perfil.

Figura 9 - DRX da fração argila natural de P11 do horizonte Au e Ck. Valores de d indicados em angstrom (Å). Ct (Caulinita), Qz (Quartzo), Ca (Calcita) e Il (Ilita).



No Perfil P15, nos horizontes Au e Ckm (Figura 10) é evidenciado, na fração argila, os picos de caulinita (7,2, e 3,8, 2.57 nm), quartzo (4,47, e 3,32 nm), calcita (3.03, 2,28, 1,91 e 2,28 nm), hematita (1.59 nm) e ilita (10.1nm).

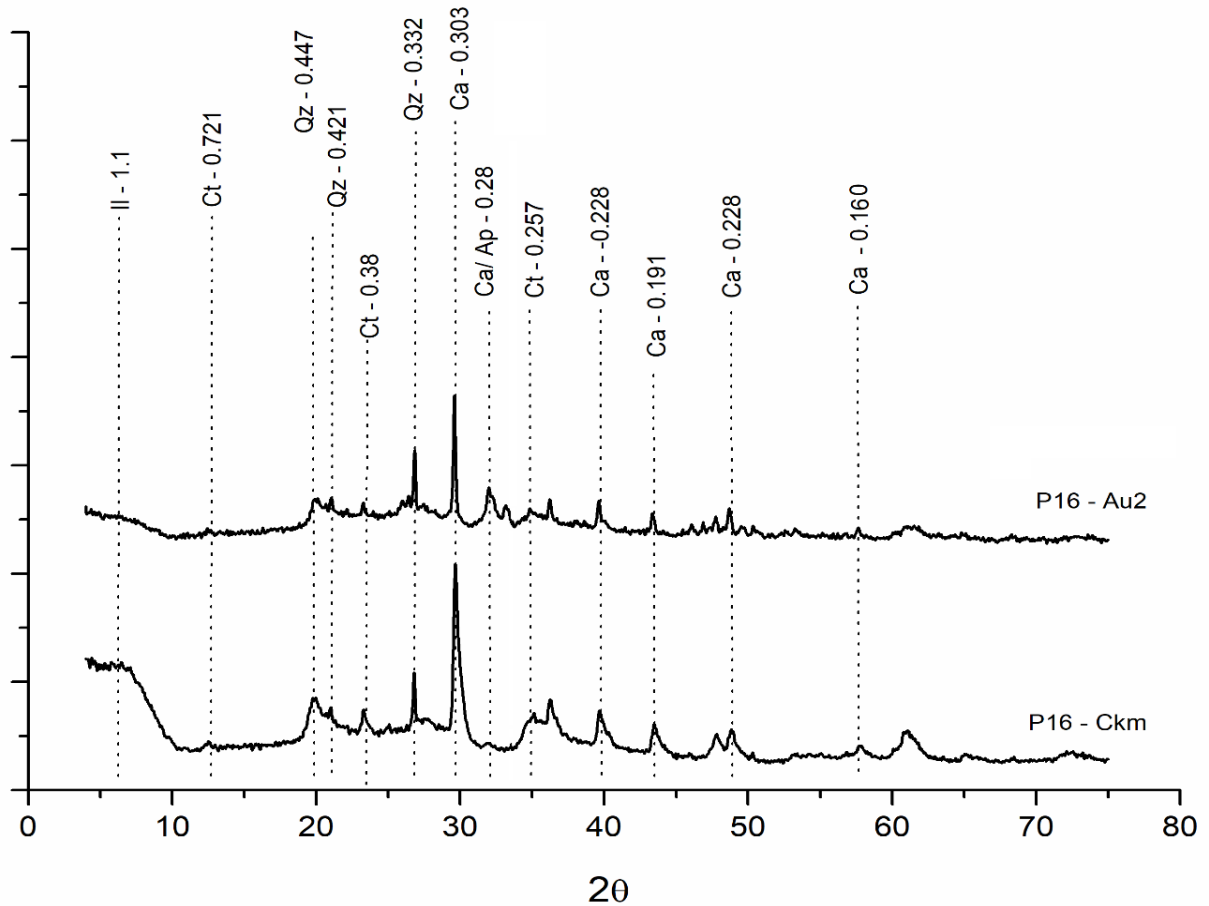
Figura 10 - DRX da fração argila natural de P15 do horizonte Au e Ck. Valores de d indicados em angstrom (Å). Ct (Caulinita), Qz (Quartzto), Ca (Calcita) e Il (Ilita).



Elaborado, ROSA, G. P (2022)

Na Figura 11 observar-se os minerais presentes nos horizontes Au2 e Ckm de P16. A fração argila de ambos os horizontes apresentam picos de caulinita (7,2, e 3,8, 2.57 nm), quartzo (4,47 e 3,32 nm), calcita (3.03, 2,28, 1,91 e 2,28 nm), hematita (1.59 nm) e ilita (10.1 nm). Distinto dos demais perfis/horizontes em P16 há presença de pico Calcita/Apatita (2.8 nm), sendo mais evidenciado.

Figura 11 - DRX da fração argila de P16 do horizonte Ckm e Au3. Valores de d indicados em angstrom (Å). Ct (Caulinita), Qz (Quartzto), Ca (Calcita), e Ap (Apatita). Il (Ilita).



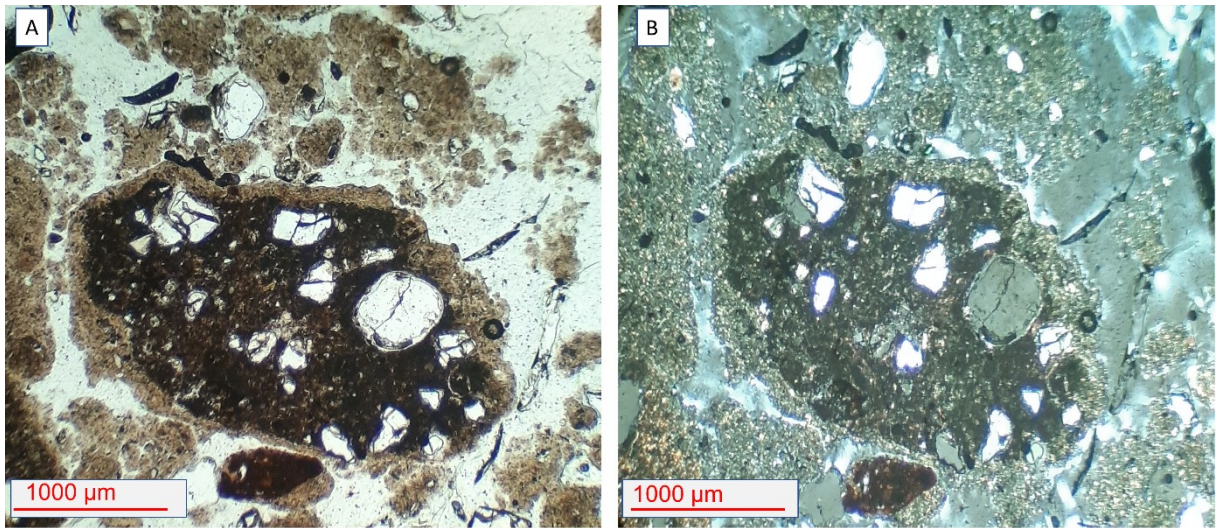
Elaborado, ROSA, G. P (2022)

3.4 Micromorfologia e SEM-EDS

A utilização de lâminas petrográficas, em estudos de pedológicos, vem apresentando um acréscimo, principalmente nas áreas de estudos que envolvem solos arqueológicos (Goldberg & Macphail, 2006). Isso ocorre devido ao avanço das técnicas de microscopia eletrônica e microanálises, que possibilita a análises dos componentes minerais e observar as principais formas dos elementos constituintes do solo (Fabris *et al.*, 2009)

Em P11 no horizonte Ck (Figura 12) o material fino se encontra de forma, e relação g/f quintônica. Observa-se a ocorrência cimentação carbonática, com presença de quartzo de tamanho areia muito fina a areia média. A porosidade é apresentada em forma de empacotamento simples, e a trama birrefringente é cristalítica calcítica devido cristalização carbonática.

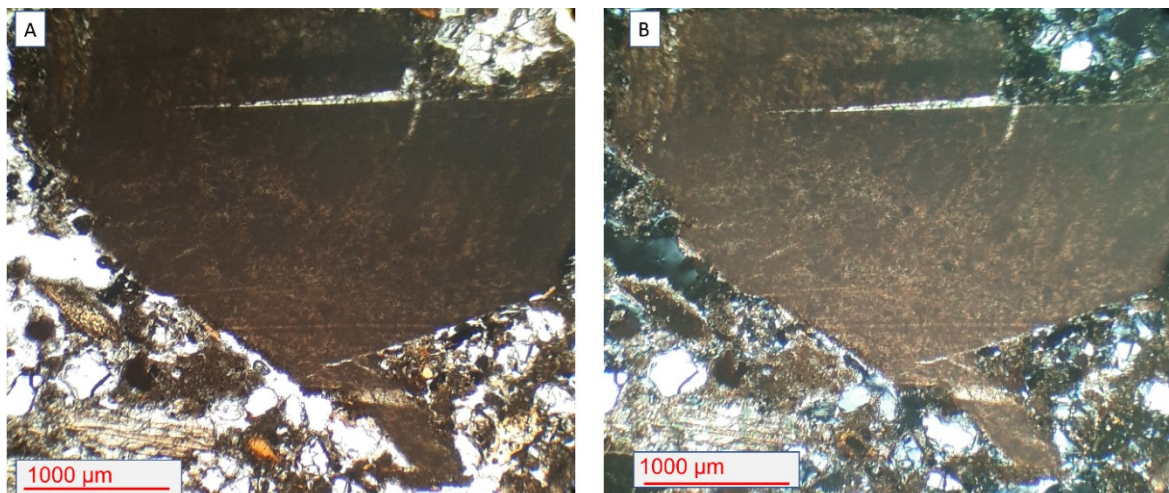
Figura 12 - Micromorfologia dos horizontes Ck do P11. A) Imagens PPL com cimentação carbonática Ck B) Imagem A em XPL.

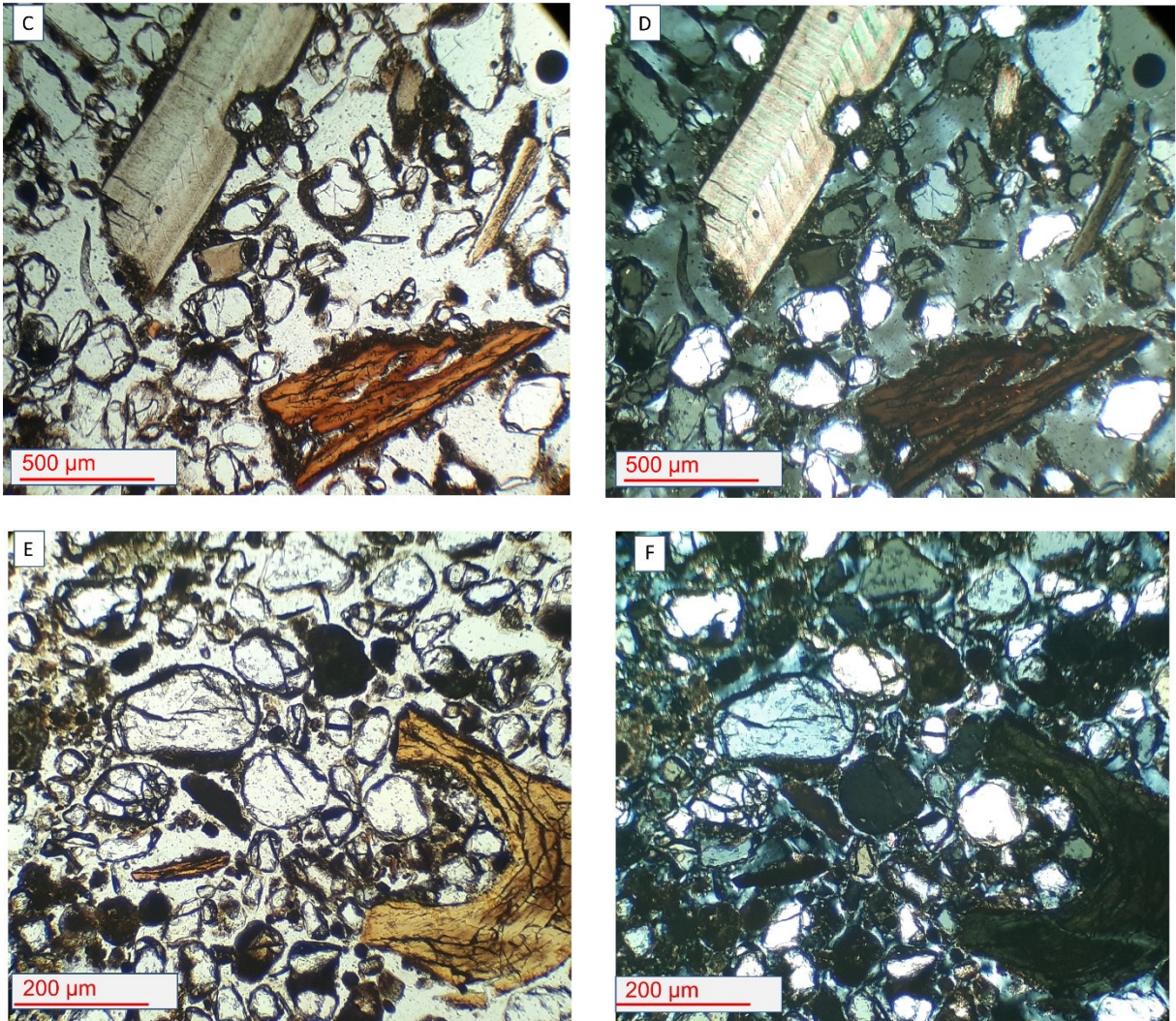


Org, ROSA, G. P (2022)

Em P16 o material fino se encontra de forma heterogênea, e relação g/f em destaque enáulica com revestimento, sendo visualizado principalmente nos horizontes Ck, a ocorrência de cimentação carbonática, observado na imagem 13. Na Figura 14, é possível observar fragmentos de ossos, no qual apresentam hiporevestimento de calcita, que possibilita a conservação desse material atualmente.

Figura 13 - Micromorfologia dos horizontes Au3 e Ck do perfil P16. (A) Imagens PPL com fragmento de cerâmica (grog) encontrado no horizonte Ck B) Imagem A em XPL,(C) Fragmentos de ossos e conchas na composição da fração grosseira do solo; (D) Imagem C em XPL;(E) Imagem com fragmento de osso em na fração grosseira com dominância de quartzo bem arredondada; (F) Imagem E em XPL

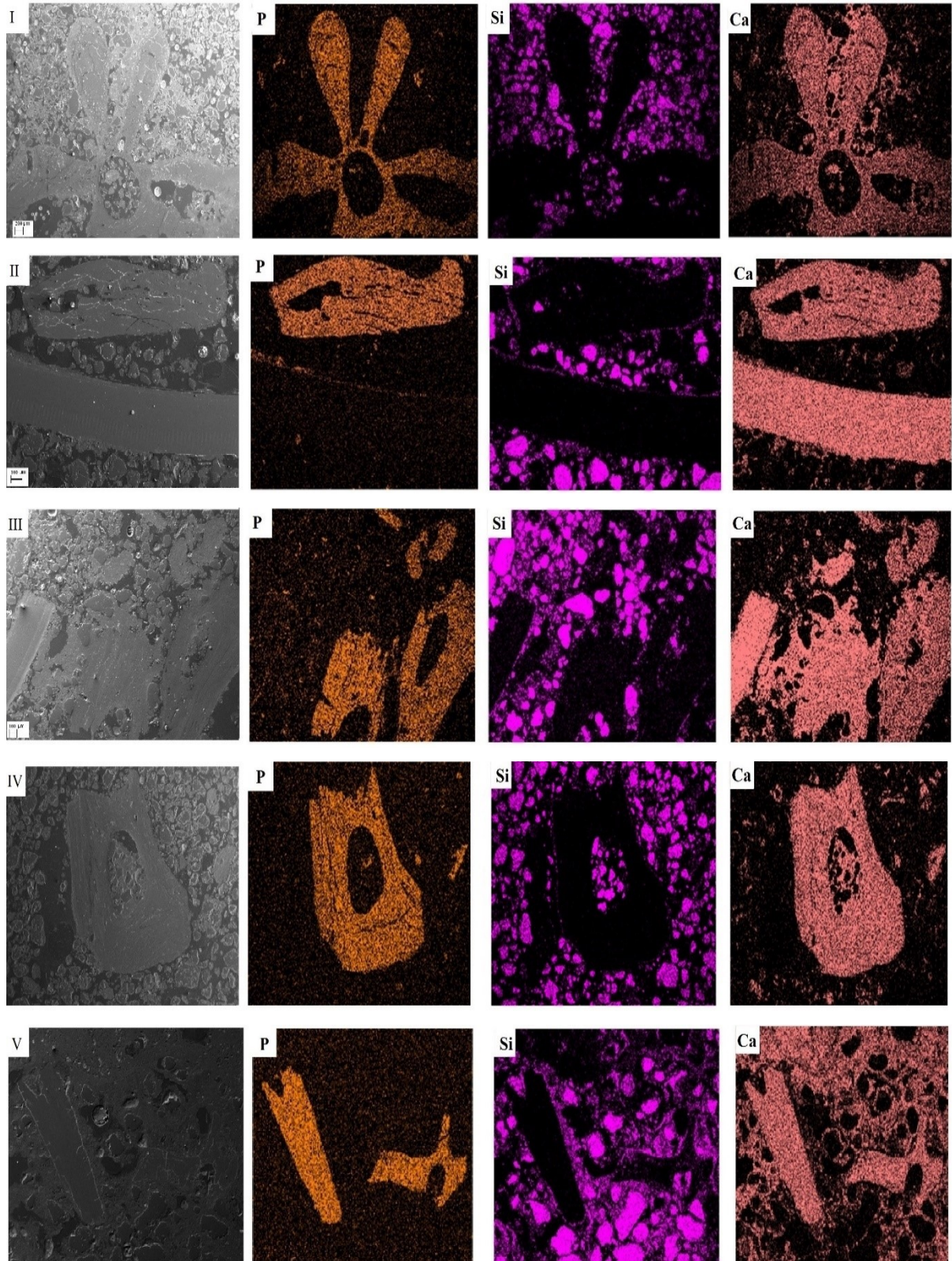




Org, ROSA, G. P (2022)

Nos arqueo-antrossolos, a presença de materiais biogênicos remanescentes da atividade humana é comumente observada nas lâminas. Na Figura 14 se observa nos horizontes Au3 (73-77), ACu (78-107 cm) e Ckm (135- 150 cm) a presença de fragmentos de carapaças e ossos em diferentes graus de conservação. A morfologia dos fragmentos é diversa, variando de pequenos fragmentos de ossos < 300 µm (Figura 14.b) a espinha de peixe com 2 mm (Figura 16.a).

Figura 14 - Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV-EDS) dos horizontes, Au₃ e ACu do Perfil 16. A - Presença de espinha de peixe com rugosidade palmada e teores elevados de P e Ca; B – Ocorrência de pedaço de osso e carapaça de molusco; C- Pedacos de ossos e fragmentos de carapaça; D e - fragmento de osso. I – 54x II – 140 x III – 99x IV – 90x V – 192x



Esses fragmentos estão distribuídos aleatoriamente entre os agregados que compõem a fração grosseira do solo do solo (Figura 15). Os ossos, minerais de hidroxiapatita, bioapatita variando pela composição e cristalinidade, são geralmente compostos por 20-30% de proteína, 60-70% de fosfato de cálcio (apatita) e os 10% restantes são combinação de lipídios, Mg, Na, e elementos traços (White & Hannis, 1983).

Figura 15 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte ACu do P16, com aumento de 50x. Destaca-se a fábrica do solo.

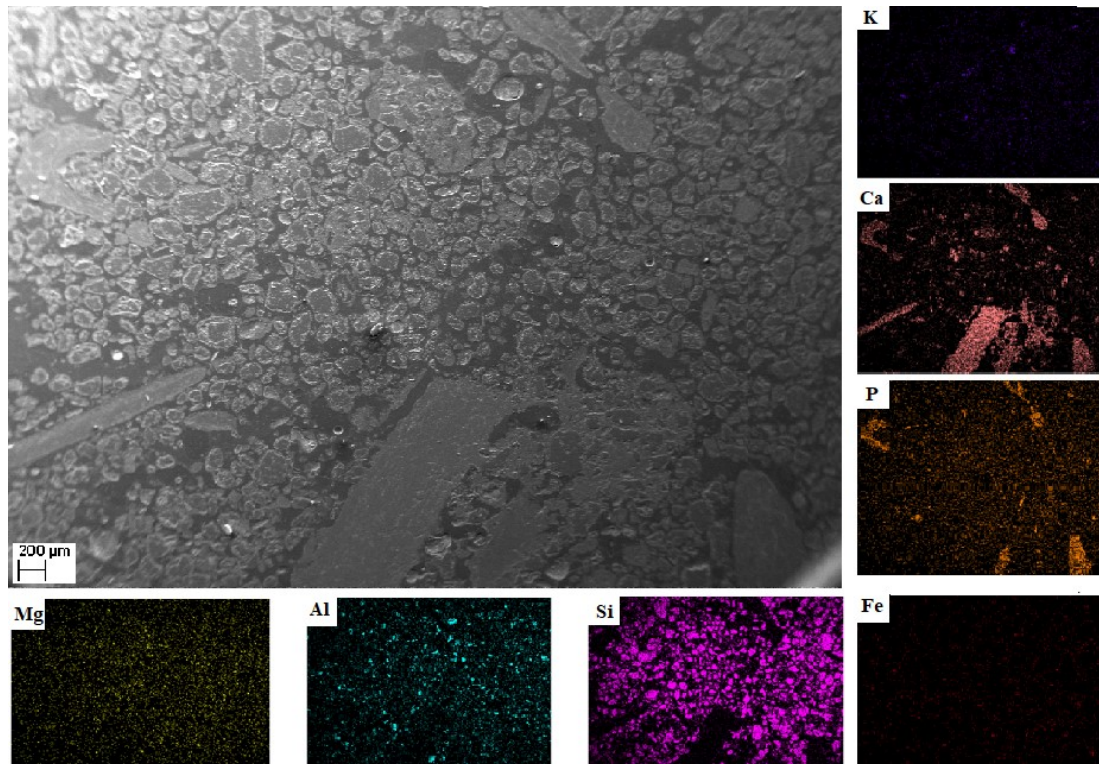


Tabela 5 - Composição química da fábrica, referente à Figura 15.

Figura 15	Composição (%)						
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃
	2,47	7,57	61,72	1,94	0,79	24,65	0,86

A presença de fragmentos de carapaças na fração grosseira do solo ocorre em diferentes perfis, já os fragmentos de ossos concentraram no P16 (Figura 14). Os principais óxidos evidenciados na composição dos ossos, foram o MgO, CaO e P₂O₅ (Tabela 6). A relação entre Ca/P se manteve constante entre os diversos fragmentos de ossos nos diferentes horizontes, sendo a média 2.2, que é típica dos ossos com apatita (LeGeros & LeGeros, 1984). Valores semelhantes foram observados em estudo realizado por (Schaefer *et al.*, 2004), em TPI na Amazônia ocidental.

Tabela 6 - Composição química (% média de 3 determinação por EDS) dos ossos encontrados no perfil P16 referente à Figura 14

Óxidos	Espinha de peixe A	Fragmento de osso C		Fragmento de osso E		Fragmento de osso D	Fragmento de osso (não apresentado)	Fragmento de osso (não apresentado)
MgO	0,75	1,45	0,69	0,96	0,88	0,66	0,32	1,24
SiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	11,39	0,0	0,0	0,41
P ₂ O ₅	31,29	30,39	29,80	31,14	28,03	31,24	29,99	30,64
CaO	67,96	69,61	69,51	67,89	59,69	68,10	69,68	65,27
Na ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,20
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,23
CaO/ P ₂ O ₅	2,17	2,29	2,33	2,18	2,13	2,18	2,32	2,13

Elaboração e organização: ROSA, G. P. (2021)

A fração fina do horizonte Au3 do P6 (Figura 16), destaca-se teores de Mg e Ca, e pontos de Al diante as análises de EDS. Não foi observada a presença de P na composição da fração fina apesar dos elevados teores evidenciados nas análises químicas e teores totais (Figura 4 e Tabela 4).

Figura 16 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte Au3 do P16, com aumento de 1.200 vezes. Destaca-se na figura a fração fina.

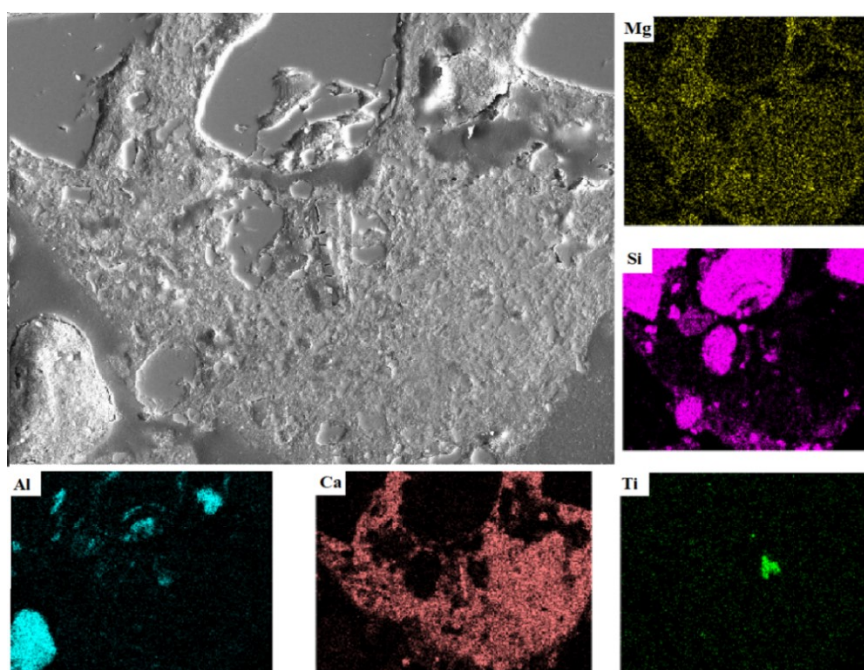


Tabela 7 - Composição química total do esqueleto, referente à figura 16

Figura	Composição (%)				
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂
16	4,57	7,10	52,54	35,06	0,73

Os teores de TiO₂, na fração fina do solo é menor que 1%. O Ti é um elemento considerado estável, tendo baixa alteração ao intemperismo tendo a correr como minerais de anatásio, rutilo ou ilmenita. Sua ocorrência, também em baixa expressão, é observada na composição das cerâmicas.

No perfil encontrado nas margens dos rios Vermelho e Miranda, P8 e P9 respectivamente, também foram evidenciados elementos que corroboram com ampla ocupação antrópica sobre a região alagadiça. Na figura 17, observa-se um fragmento de osso, que compõem a fábrica do solo.

Figura 17 – Fotomicrografia em retroespalhamento eletrônico (MEV) do horizonte A do P8, com aumento de 700 vezes. Destaque de fragmento de osso.

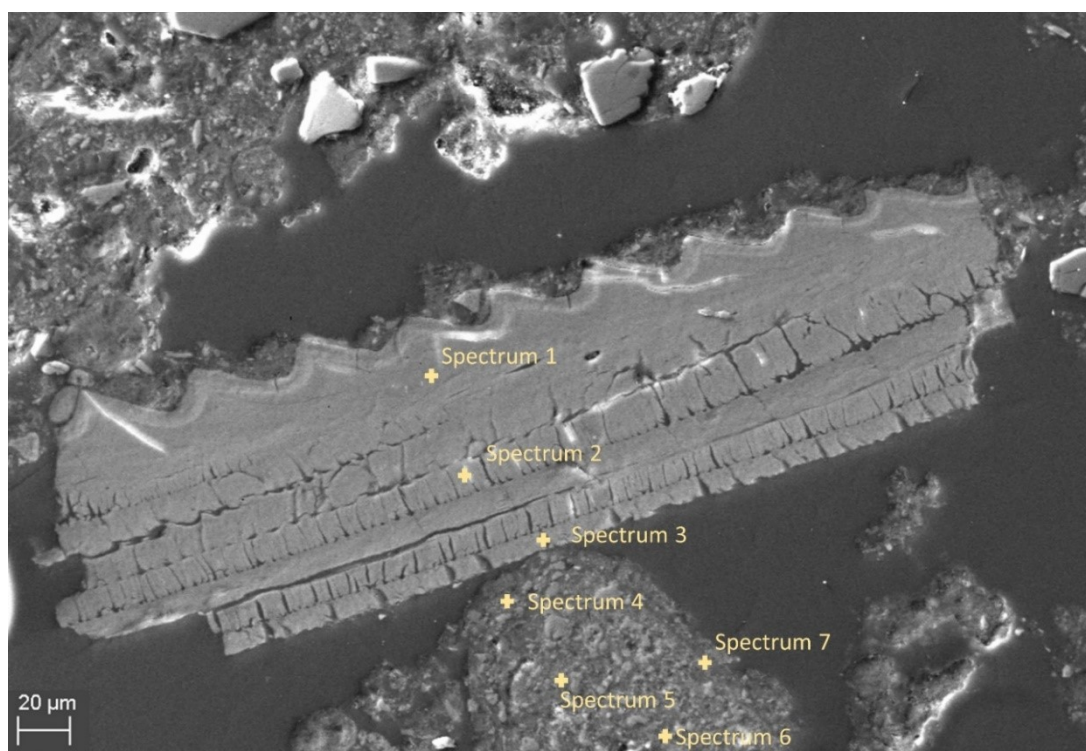


Tabela 8 - Composição química por EDS do fragmento de osso referente à imagem 17

Spectrum	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	CaO / P ₂ O ₅
Spectrum 1	0,68	-	-	31,62	67,70	2,14
Spectrum 2	0,75	-	-	31,63	67,62	2,14
Spectrum 3	4,27	-	5,30	24,29	66,13	2,72
Spectrum 4	17,89	4,51	54,97	-	22,63	-
Spectrum 5	12,68	1,41	15,19	-	70,72	-
Spectrum 6	14,30	-	20,95	-	64,74	-
Spectrum 7	11,48	-	16,34	-	72,18	-

Observa-se na tabela 8 pontos de EDS sobre o fragmento de osso e fração fina do solo. Na composição do osso, destaca-se a alta relação Ca/P, superior a dois e baixo teor de MgO, nos pontos 1 e 2. O ponto 3, que corresponde ao contato entre o fragmento e a fração fina, há a diminuição significativa de P_2O_5 e aumento de MgO e SiO_2 . Em todos os pontos da fração fina, não é evidenciado teores de P_2O_5 , destaca-se o MnO e CaO, com alta variação de SiO_2 .

No perfil 9, margem dos Rio Miranda, no horizonte C1 identificou-se pequeno fragmento de cerâmica, com feições verticais sobre o material. Observa-se que toda a parte superficial é coberta com uma camada de carbonato.

Figura 18 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) do horizonte C1 do P9, com aumento de 350x vezes. Detalhe da fração grosseira.

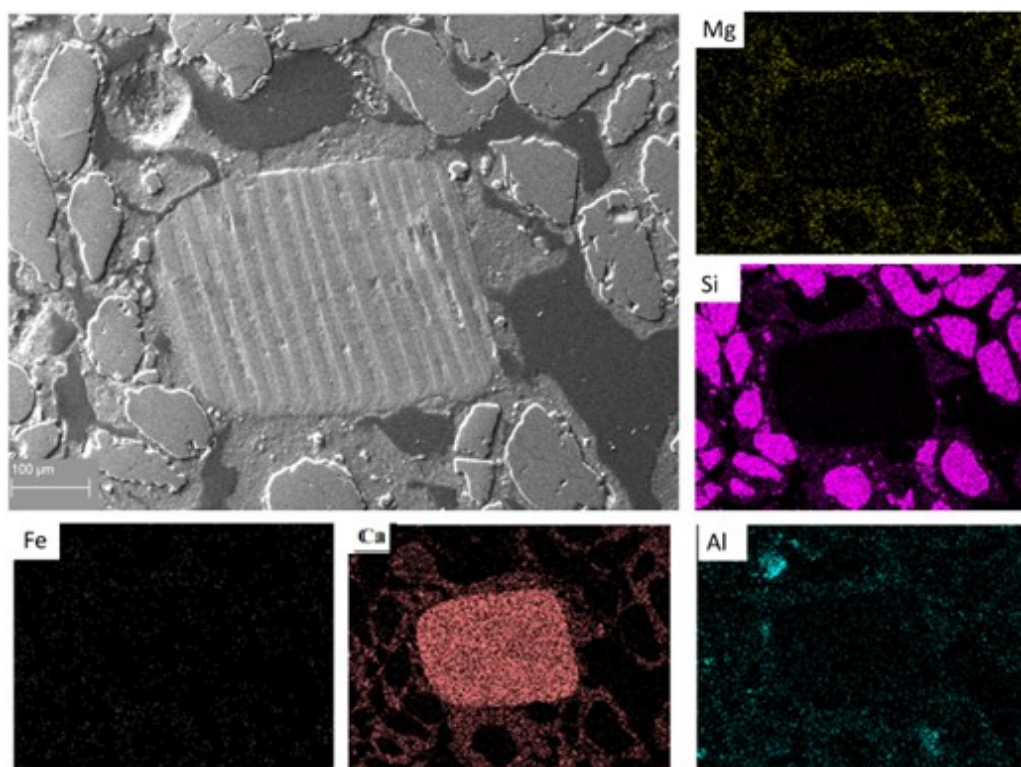


Tabela 9 - Composição química total por EDS, referente à imagem 18.

Figura	Composição (%)				
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃
18	4,57	7,10	52,54	35,06	0,73

Em relação às cerâmicas encontradas, é importante salientar que os processos biológicos e químicos associados à pedogênese como a humificação, calcificação, podzalização e oxidação-redução, podem alterá-las, movê-las ou até destruí-las (Johnson & Watson-Stegner, 1990; Holliday, 2004). No estudo realizado por (Felicissimo, *et al.*, 2010) no

sítio MS-71, localizado a margem direta do rio Paraguai, as cerâmicas apresentaram em sua constituição pedaços de ossos queimados, fragmentos de carapaças e espículas de esponja. Já nas cerâmicas aqui analisadas, não se identificou tais componentes (Figura 19 e 20).

Nas cerâmicas encontradas em elevada profundidade no solo identificou-se a presença de uma camada externa recobrimdo-as, de coloração diferente da área central. Nas cerâmicas estudadas por (Felicissimo, *et al.*, 2004), este revestimento está associado ao elevado teor de Fe^{2+} responsável pela cor escura do material. Nas cerâmicas analisadas no presente estudo, é atribuído a esta camada externa, processos pedogenéticos de cimentação carbonática que ocorreu em todas as faces das cerâmicas (Figura 19). O mesmo processo é observado nos horizontes Ck, em que há cimentação do material.

Figura 19 – Fotomicrografia em retroespelhamento eletrônico (MEV) de fragmento de cerâmica encontrado em P16, com aumento de 350x vezes. Detalhe da fração grosseira

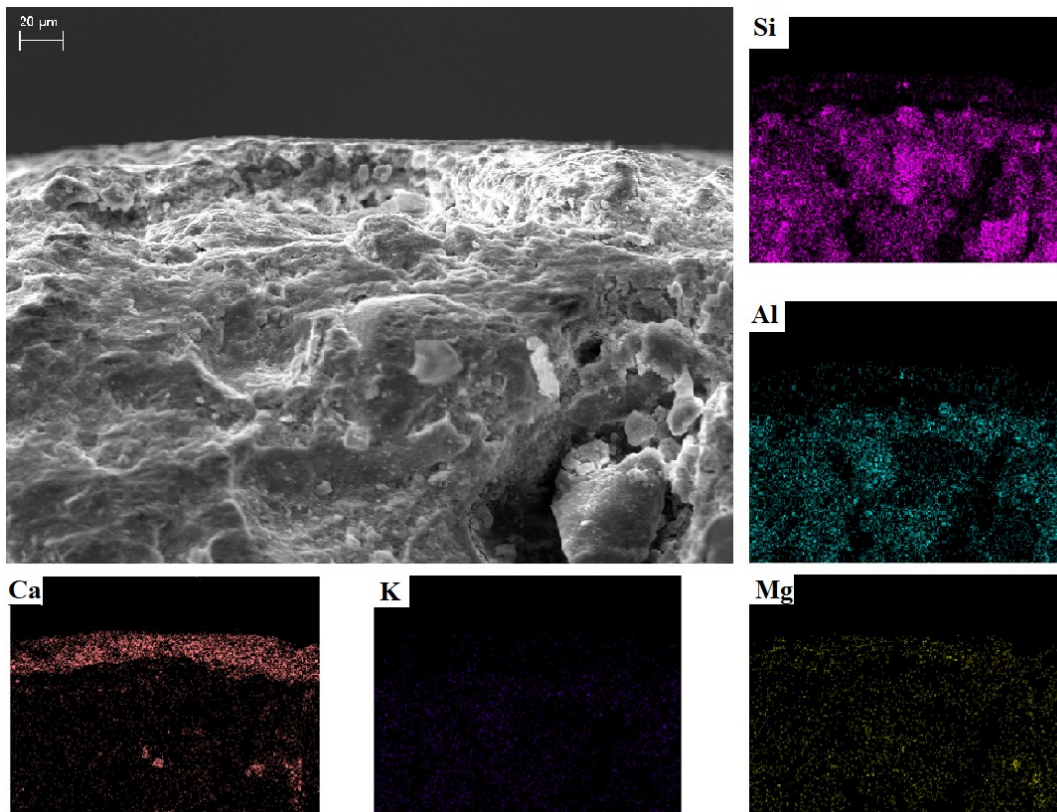


Tabela 10 - Composição química referente à imagem 19.

Figura 19	Composição (%)				
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO
	2,30	12,17	61,06	4,79	19,67

A fração fina da cerâmica (Figura 20), se apresenta um ponto essencial para entender a sua gênese, pois possibilita ampliar o entendimento sobre o material utilizado para sua confecção. No caso do fragmento analisado a composição por EDS, demonstra que os valores encontrados na fração fina distinguem dos valores encontrados nos perfis estudados. Predominam Al e Si na constituição da cerâmica, o que indica material caulinítico (argila 1:1) que foi utilizado na sua fabricação. Os baixos teores de MgO e CaO, ao contrário dos solos do entorno indicam que o material utilizado na confecção das cerâmicas provém de outra região. Embora os grãos de quartzo presentes nestas cerâmicas possuem o mesmo padrão de arredondamento e tamanho das areias presentes nos solos estudados. Assim, as cerâmicas não foram confeccionadas a partir dos solos da área de estudo. Nas cerâmicas da fase Castelo, estudadas por (Felicissimo, 2010), além dos teores de Al e Si, foi identificado pelo MEV-EDS os elementos Mg, Ca, Fe e Ti.

Figura 20– Fotomicrografia em retroespehamento eletrônico (MEV) de fragmento de cerâmica encontrado em P16, aumento de 350x vezes. Detalhe da fração fina.

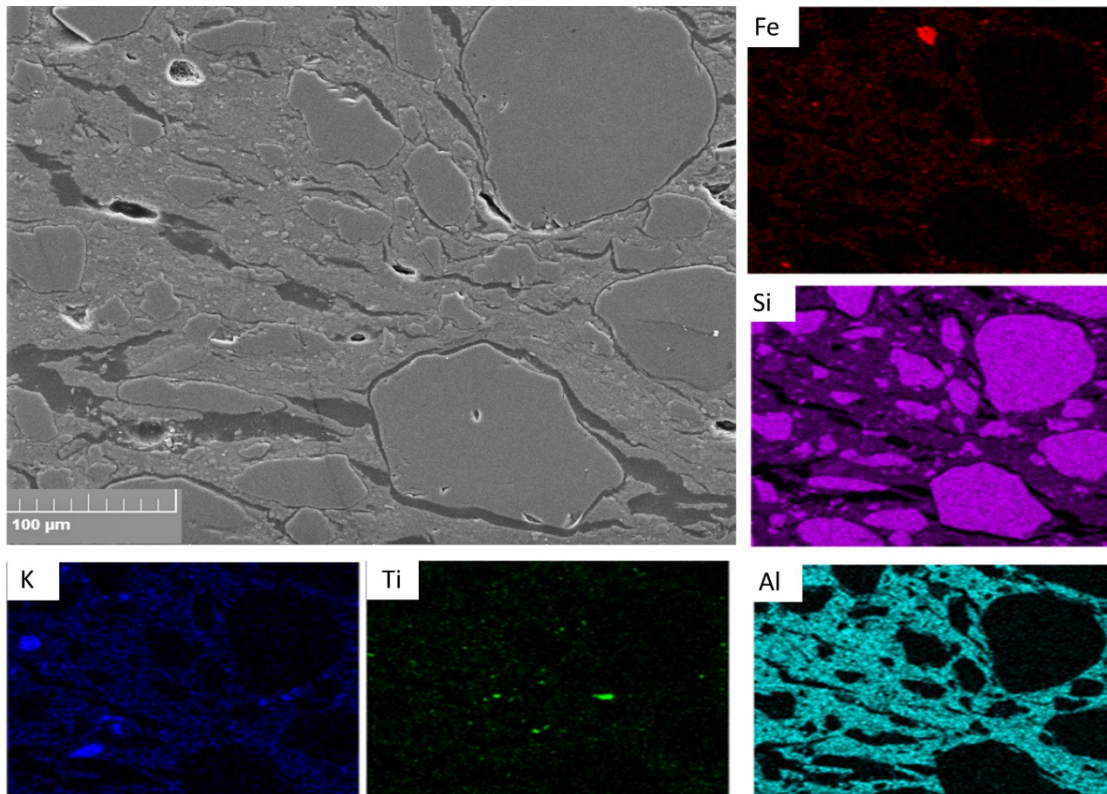


Tabela 11 - Composição química referente à imagem 20.

Figura	Composição (%)				
	TiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
20	1,42	11,60	77,54	3,52	4,92

4. DISCUSSÃO

4.1 Morfologia dos Solos

Nos dezesseis perfis, abertos em diferentes cordilheiras e capões, se verificaram expressivas variações dos aspectos morfológicos em decorrência de processos antrópicos e naturais do meio. A ocorrência de evidência humana, na composição do solo são requisitos para a classificação dos arqueo-antrossolos (Kämpf & Kern 2003) e horizonte A antrópico (Embrapa, 2018) e *pretic horzion* (IUSS, Working Group WRB, 2015).

Nas TPI's a morfologia dos solos se caracteriza pela presença de horizonte superficial escuro (preto a bruno-acinzentada muito escura), sendo mais espesso em relação aos solos circundantes, além da presença de artefatos. Tais aspectos morfológicos os diferenciam dos solos não antrópicos (Kamf & Kern 2005). Nos abrigos calcários a presença de camadas morfológicamente bem heterogêneas, com notável diferenciação de cor sem relação natural, indica que sua gênese tem influência com a ação antrópica (Vasconcelos *et al.*, 2013). No Pantanal, as evidências arqueológicas se baseiam na ocorrência de material ósseo, conchífero, lítico e faunístico (Schmitz *et al.*, 1998). Segundo Peixoto (2003) a área alagável, margem esquerda do rio Paraguai, foi ocupada em primeiro momento por povos pré-ceramistas à cerca de 5.500 AP, sendo que a incorporação de cerâmica, conhecida pela fase Pantanal, data de 2.800 anos AP, quando houve a multiplicação dos aterros que se manteve até chegada dos primeiros colonizadores europeus. No caso dos perfis estudo no presente trabalho, observa-se que as datações corroboram com os demais estudos, demonstrando que os sítios evidenciados são recentes, com datações de 920 AP, como evidenciado no P11. Além do que as cerâmicas encontradas nos perfis possivelmente se caracterizam-se da fase Pantanal.

Em todos os perfis analisados foram detectadas a presença de gastrópodes do gênero *Pomacea sp*, em diferentes graus de conservação e quantidade. A presença de conchas não é algo exclusivo do Pantanal, sendo encontrado em outros sítios. Nos abrigos calcários, como observado por (Vasconcelos *et al.*, 2013) há ocorrência de conchas da família *Strophocheilidae*, que eram utilizados na fabricação de instrumento (Prous, 2003), e nos sambaquis litorâneos as conchas são componentes principais da constituição dos sítios Corrêa *et al.*, 2007, Villagran, X. S *et al.*, 2010).

A presença dos moluscos no Pantanal é considerada um testemunho da presença de ocupação humana, já que eram utilizados como fonte de alimento, e seu acúmulo no solo, acarreta a formação de um estrato de conchas (Schmitz, *et al.*, 1988; Schmitz *et al.*, 2009).

Diante desse aspecto, os solos são comparados aos sambaquis conchíferos encontrados no litoral brasileiro. Importante ressaltar que a ocorrência de camadas de conchas não se resume apenas nos solos do presente trabalho, estudos realizados por Schmitz *et al* (1998) e Peixoto (2003) contabilizou centenas de locais com evidências de conchas.

A ocorrência de conchas nas cordilheiras não apresenta um padrão entre os dezesseis perfis coletados, entretanto, quando aprofundamos o estudo na mesma área por meio das prospecções, foi possível identificar uma diversidade de ocupação. A cordilheira em que se localiza o perfil P16 está associada a oeste de uma lagoa alcalina rodeada de carandás, e a leste baía, propiciando um ambiente heterogêneo, possibilitando às populações indígenas maior quantidade e diversidade de recursos. Nesse ambiente se observou áreas com elevadas quantidades de material cerâmico, outra com adensamento de conchas nos horizontes e perfis sem nenhum vestígio de ocupação. Um padrão de camada com muitas evidências antrópicas entre 60 a 80 cm foi constatado em todas as prospecções analisadas na cordilheira do P16 (Anexo 1).

Os materiais cerâmicos são geralmente os mais abundantes encontrados em sítios arqueológicos pré-históricos e históricos e representa, antes dos materiais líticos, a mais antiga forma de produção (Maritan, L, 2017). Na maioria dos perfis analisados, foram evidenciados poucos fragmentos de cerâmica, em sua maioria inferiores a quatro fragmentos por perfil e não apresentando uma relação com a profundidade (Anexo 1), sendo apenas na área do perfil P16 que se observou maior número de fragmentos. A baixa quantidade de cerâmica demonstra que a população que habitava a região, possivelmente não realizava armazenamento de alimentos. A confecção de cerâmica é um processo longo e gasto de material e energia, sendo que a realização é vinculado a uma pessoa a menos para realizar a coleta ou a caça. Assim, a baixa quantidade de cerâmica corrobora, que as populações sempre estavam se deslocando, sendo a fixação se restringiria apenas em locais possivelmente com mais recursos, que possibilitava com que a povos se manteve-se no local por mais tempo.

Assim, como estudos em TPI (Macedo, *et al.*, 2017), nos solos aqui estudados há o predomínio de estrutura granular em diversos perfis analisados, sendo que a origem dessa estrutura está relacionada a atividade biológica em combinação com a MO. A estrutura granular e a ocorrência do fraco desenvolvimento nos horizontes são resultantes da atividade de bioturbação e teor de matéria orgânica (MO), mesmo com os baixos valores de argila e amplo predomínio de areia fina. Já os blocos subangulares com grau moderada estão relacionados à mineralogia com maior influência de argilas.

Em decorrência dos picos de inundações, as áreas ocupadas pelos índios se restringem as cordilheiras e capões, que compreende pequenas áreas elevada em ambiente aplainado que compõem a paisagem, dessa maneira, distingue dos demais aos diferentes de sítios arqueológicos encontrados em áreas abertas em outras partes dos territórios que podem apresentar manchas de 1 à 500 hectares como nas TPI (Denevan, 2002). Deste modo, em curta distância é possível observar características morfológicas totalmente distintas de um perfil para o outro, diferente dos modelos observados na Amazônia central em que as TPI se caracterizam pelo padrão mais homogêneo.

4.2 Análise Química e Teores totais

Os teores de carbono nos solos apresentaram comportamento pedológico normal, diminuindo com a profundidade, diferentemente do que se foi observado por (Vasconcelos *et al.*, 2013), cujos teores foram intercalados entre baixos e altos confirmando a atividade cíclica antrópica no meio. No caso dos solos estudados a entrada de material orgânico advém principalmente da ciclagem da vegetação nativa *in situ*. Por serem solos de matriz arenosa a matéria orgânica depositada apresenta baixa associação ao solo, embora os elevados teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , permitem a formação de pontes entre os grupos funcionais reativos e ionizados, propiciando a redução da decomposição/mineralização (Corrêa *et al.*, 2003). A baixa influência, ou nula do alumínio no solo, é evidenciada em todos os perfis devido à baixa atividade deste elemento na faixa de pH acima de 6.

Para fins taxonômicos, o teor de fósforo no solo é o principal elemento para classificação de solos com influência humana. No SiBCS, o horizonte A antrópico deve ter no mínimo 20 cm de espessura contendo P extraível maior ou igual a 30 mg.kg^{-1} (Embrapa, 2018). O sistema da WRB, amplia o entendimento sobre solos com presença de influência humana apresentando diferentes qualificadores, sendo que a ocorrência de horizonte *petric*, com elevados teores de P e matéria orgânica, são associados aos TPI encontrados no território brasileiro. Além do P, teores elevados de Zn, Cu, Mn são utilizados para constatar a ocorrência de ocupação humana pretérita na área, sendo o Zn relacionado a fezes, Cu a urina, e Mn as cinzas e urina (Woods, 2003; Holliday, 2004; Bowen, 1966). No solo o Zn é facilmente absorvido por minerais e componentes orgânicos e, portanto, se acumula principalmente nos horizontes superficiais (Kabata-Pendias & Pendias, 1992).

O fósforo ao ser introduzido no solo, como composto orgânico ou inorgânico, é rapidamente ligado ao alumínio, ferro ou cálcio, em formas quimicamente estáveis.

Geralmente, teores elevados de P são provenientes dos dejetos dos animais e humanos, e principalmente dos ossos e espinhas de peixes (Woods, 2003; Holliday, 2004). O P é utilizado para identificar a persistência das populações em determinado ambiente (Eidt, 1984).

Em condições básicas o fósforo se combina com cálcio, formando moléculas instáveis em ambientes tropicais úmidos. Em condições ácidas o P se combina com ferro e alumínio (Holiday, 2017). Em solos com pH alto é possível a ocorrência de apatita em outras formas de P-Ca, sendo assim a utilização do extrator Mehlich-1 não é recomendado, pois pode ocorrer a superestimação com formas de P-Ca que são sensíveis a extratores ácidos (Corrêa, *et al.*, 2007).

Os teores elevados de P nos perfis, corroboram com os indícios arqueológicos da ação antrópica na gênese destes solos. Os valores de P provêm de materiais como os gastrópodes do gênero *pomacea canalicuta* e *pomacea scalaris*, restos faunísticos, sepultamentos, cinzas, excrementos humanos. Entretanto, os horizontes com maiores teores de P tiveram as menores quantidades de concha. (Anexo 3). Desde modo, como demonstrou a correlação da figura 8, a presença de conchas no ambiente, apesar de ser um possível indicativo humano, ela não caracteriza como fonte de fósforo no meio.

O comportamento do P, como foi apresentado anteriormente, diferencia-se nos perfis estudados. No caso do P9, localizado no rio Miranda, é evidenciado, o aumento de P em subsuperfície, podendo estar relacionada ao paleohorizonte antrópico que foi soterrado pelas deposições fluviais (Anexo 1). Outros exemplos da dinâmica do P em relação à profundidade e observado no P5 e P10, em que os teores apresentam o aumento significativo com profundidade, em que no horizonte Ck, base do perfil, o teor de P é mais elevado (Anexo 1). Tal processo pode estar relacionado com matriz arenosa que compõe o ambiente e, que possibilita a mobilidade vertical de P para horizontes “estéreis”, como demonstrado por Corrêa *et al* (2013). Entretanto, comportamento oposto é evidenciado no P15, em que valores de P destacam-se no horizonte superficial, com a diminuição abrupta para horizontes subsuperficiais.

Além disso, em estudos realizados em terras pretas e solos adjacentes mostraram maiores teores de micronutrientes nas áreas de TPI, associados a ocupação antrópica sobre o solo (Sátiro *et al.*, 2021). Dentre os elementos destacam-se o Zn e o Mn, que se mostram bons indicadores de ocupação antrópica, sendo o Zn menos estável com o tempo em relação ao Mn (Schmidt *et al.*, 2014, Vogel *et al* 2015, Misra *et al.*, 1993). A diminuição dos teores de Mn geralmente observada nos perfis, segue a diminuição da matéria orgânica, devido a

complexação do Mn pela matéria orgânica (Kerndorff & Schnitzer, 1980). Nos casos dos solos analisados o comportamento dos teores de Mn, extraídos por Mehlich-1, apresentou variação entre os perfis, tendo como comportamento comum o acompanhamento da variação do P Mehlich-1 ao longo do perfil.

No caso das TPI os valores de Mn seriam derivados provavelmente da adição de cinzas de plantas crescidas sobre ambientes de solos ácidos com teores elevados de Mn (Woods, 2003; Holliday, 2004; Bowen, 1966, Schmidt *et al.*, 2014, Heidak *et al.*, 2014). A utilização de folhas de palmeira na Amazônia como cobertura das habitações, apresentou importante fonte de magnésio, cobre e zinco (Kern *et al.*, 1999). Já na composição das cinzas o Mn tem maior solubilidade quando obtém temperaturas menores de 400 °C (Pereira *et al.* 2011), sendo assim, o processo de aquecimento do solo por meio de fogueiras aumentaria a disponibilidade de Mn (Miyazawa *et al.*, 1993). Vale ressaltar que as idades dos sítios podem apresentar relação com a disponibilidade dos teores de micronutrientes como Mn, Cu, Zn e Ni, sendo nas áreas mais antigas teores maiores como observado por (Sátiro *et al.*, 2021).

A solubilidade do Mn nos solos são altamente dependendo do pH e potencial redutor, portanto as reações mais comuns ocorrem em solos são a oxidação-redução e hidrólise. Hodgson *et al.* (1966), demonstra que a solubilidade do Mn em solução do solo é principalmente envolvido pelo complexo orgânico. Em volta do solo as raízes das plantas de MnO₂ e a complexação pelas raízes se apresenta um significativo controlador da mobilidade do Mn. Desde modo o Mn evidenciados nos horizontes superficiais são associados a ácidos fulvicos.

Em relação ao P sua estabilidade, principalmente nos trópicos, a torna um elemento fundamental para caracterização dos arqueo-antrossolos. Isso decorre, dentre outros fatores, da presença de argilas e óxidos de ferro e alumínio responsável pelas ligações mono e bi-dentadas tornando-o quase imóvel ao longo do perfil (Novais & Smith, 1990). O fósforo evidenciado no solo caracteriza-se por ser apatita biogênica, incorporado através dos fragmentos de ossos. O fracionamento do fósforo pode propiciar informações o quanto intemperizado se encontra o solo, devido à transformação P-Ca em formas secundárias de P-Fe e P-Al. No caso dos minerais, os mais estáveis formados entre Al-P, Fe-P e Ca-P são a variscita, strengita e a apatita, respectivamente. Nos arqueoantrossolos do Pantanal, apesar de não ter realizado a determinação das formas de fósforo, a alta estabilidade da apatita biogênica, demonstra-se que nos solos há o predomínio de P-Ca. Demonstrando assim, que

solo apresenta predomínio de cátions de Ca^{2+} na solução do solo, promovendo com que o pH se mantem elevado.

Já o teor de Zn, extraído por Mehlich-1, se manteve baixo, inferiores a 5 mg.kg^{-1} , sendo apenas no perfil 16 que se observou teores acima de 12 mg.kg^{-1} , semelhantes ao encontrado nas TPI em Iranduba, AM (Sátiro *et al.*, 2021). No estudo de arqueo-antrossolos Vasconcelos *et al* (2013) identificou teores médios de 120 mg.kg^{-1} de Zn, além de 140 mg.kg^{-1} para o Cu. Já Corrêa *et al* (2007), obteve a variação da quantidade de Zn de 15 a 172 mg.kg^{-1} em áreas de ocorrência de sambaquis. Apesar do Zn se apresentar como um indicativo de ocupação antrópica, seus valores apresentam elevada oscilação entre as diferentes formas ambientes de ocupação humana, sendo assim, a densidade de ocupação, forma e material utilizados pelos diferentes povos diferencia como irá ocorrer o acúmulo de Zn no meio.

No caso dos arqueoantrossolos, os valores elevados de Sr no horizonte com ocupação antrópica pode-se ser derivado pelo incremento ao solo devido a sepultamento de corpos humanos, uma vez que a massa corporal humana apresenta aproximadamente 0,00044% de Sr (Nielsen, 2004). Na crosta terrestre o Sr corresponde a 0,02 a 0,03% da crosta terrestre (Atssdr, 2004). Além do que apresenta características, geoquimicamente e bioquimicamente similares ao Ca, sendo seu teor no solo controlado principalmente pela rocha matriz e clima, podendo variar de 18 a 3500 ppm (Kabata-Pendias & Pendias, 1992). No caso do presente estudo, os teores de Sr, apresentaram aumento nos horizontes que apresentaram intensa atividade humana, sendo o teor proveniente possivelmente de sepultamento humano, esqueleto humano, e em menor importância restos vegetais.

As carapaças de moluscos compostas majoritariamente de aragonita, provêm reserva de cálcio ao solo, contudo a liberação de Ca ocorre quando a concentração se encontra baixa na solução do solo (Mello & Perez, 2009). Os teores elevados de CaO (Tabela 6) e Ca^{2+} , no perfil (Anexo 4), apresentam grande importância na constituição do plasma do solo (Figuras 13). Importante salientar que os teores são provenientes de material dolomítico devido aos teores de Mg^{2+} no solo, sendo possível de observar no plasma (Figura 15 e 16). Observa-se que o maior teor de CaO no perfil corresponde ao horizonte que se observou maior % de conchas na fração grosseira e terra fina.

Deste modo, parte dos íons incorporados ao solo são oriundos das águas do rio Miranda ricas em carbonatos provenientes das rochas carbonáticas da sua bacia hidrográfica que engloba a região da Bodoquena (Cunha; Pott; Gonçalves, 1985).

4.3 Mineralogia

Ocorre restrições a lixiviação, em quase todos os perfis, devido à presença de horizonte com cimentação carbonática. Tal ocorrência de horizonte petrocálcico promove uma baixa lixiviação e favorece a estabilidade de minerais 2:1, o que promove alta atividade da argila. Os difratogramas dos três perfis analisados (Figura 9, 10 e 11) permitem identificar illita na fração argila, em diferentes graus de cristalinidade, pela largura a meia altura e intensidade.

Os teores elevados de Ca^{2+} , comumente encontrados nas cordilheiras e capões, promovem a precipitação de calcita devida à alta concentração iônica no solo. Vale ressaltar, que os picos não se restringem aos horizontes de cimentação carbonática, mas é evidenciado nos diversos horizontes em diferentes profundidades devido ao processo de carbonatação que promove a redistribuição da calcita ao longo do perfil (Kämpf & Curi, 2012). Isso ocorre, devido o déficit hídrico que há no Pantanal, que possibilita o fluxo ascendente da água, com a presença íons Ca^{2+} e HCO_3^- , resultando na precipitação da calcita na zona superior do solo onde a P_{co_2} é baixa. (Kämpf & Curi, 2012).

As conchas de gastrópodes presentes nos perfis, são compostas majoritariamente por aragonita como observou Queiroz et al., (2018), uma forma poliforma da calcita. A aragonita no solo é bastante instável e tende a se transformar naturalmente em calcita (Kabata-Pendias & Pendias, 1992), mantendo a Ca^{2+} em solução elevado.

A presença de apatita na mineralogia do solo só foi observada em P16 e, portanto, condizente com teores elevados de P e abundância de fragmentos ósseo observado no perfil (Figura 14). Já no horizonte Ckm, apesar da presença de ossos nas análises micromorfológicas (Figura 14.E), o pico de apatita foi sutil (Figura 11) devido a elevada preservação do material ósseo, propiciado pelas condições de pH elevado.

4.4 Micromorfologia e SEM-EDS

As análises microquímicas e micromorfológica permitem informações importantes para diferenciar os solos com assinaturas de atividade humana dos demais solos com gênese natural, além de detalhar os artefatos e sua relação com o solo (Nicosia & Stoops, 2017).

Foram evidenciados diferentes fragmentos ósseos na composição do solo, de diferentes tamanho e formas. Apesar da sua diversidade na composição do solo, os fragmentos apresentaram elevada estabilidade no meio, diante ao pH elevado que se encontra o solo, que mantém sua preservação. A degradação observada em alguns dos fragmentos, está

associado a um período com clima úmido, em que possibilitou a decomposição do material, que posteriormente em período mais seco, no qual se deu a gênese dos horizontes cimentados por carbonatos, promoveu um hiporevestimento de calcita nos ossos, promovendo a estabilidade desse material.

O padrão da preservação do CaO, na composição dos ossos e dos fragmentos de conchas, compostos por aragonita (CaCO_3), é elevada. Além de ser evidenciado na fração grosseira sendo identificado como componente na fração fina, principalmente nas figuras 14. Na fração fina o elevado teor de CaO indica que o enriquecimento por íons são possivelmente provenientes dos sedimentos da Serra da Bodoquena, já o Mg associado às águas do rio Miranda.

Segundo (LeGeros & LeGeros, 1984), a variação da relação entre Ca:P entre 1.72 a 1.80 caracterizam para ossos humanos. Para os outros animais, essa relação varia, como por exemplo para peixes 1,67 (Biltz & Pellegrino, 1969). Os valores encontrados no trabalho, de 2.0 em todas as apatitas biogênicas, formam semelhantes aos teores encontrados em TPI nas áreas de Terra Firme (Lima, 2002). Os valores elevados podem estar relacionados à formação de calcita. No fragmento de osso, evidenciado no Miranda observou-se o aumento da relação Ca:P, nas bordas do fragmento, o P não é evidenciado na fração fina do solo em nenhuma das lâminas analisadas.

A presença de Titânio, que se caracteriza como elemento residual do processo de intemperismo, foi observada nas imagens de MEV, tanto nos solos como nas composições das cerâmicas. Porém, sua ocorrência em ambos os materiais não apresentam ter relação com ação antrópica no meio.

A presença de corpos silicosos é evidenciada nos corpos hídricos como nas áreas lagoas, sendo comumente encontrada na várzea amazônica. O uso de corpos silicosos, espícula de espoja, são comumente encontradas na composição de cerâmicas como forma de antiplásticos (tempero). Além do material silicoso, outros objetivos, como fragmentos de outras cerâmicas, fragmentos de ossos e carvão, já foram encontradas. Nas figuras, 19 e 20, não foi observado nenhum dos elementos citados anteriormente, sendo composição distintas das cerâmicas da margem direita estudadas por Felicissimo (2004, 2005, 2010). Deste modo observa-se que as cerâmicas da tradição Pantanal apresentam ampla diversidade em suas fases “Jacadigo”, “Castelo”, Taimã” e “Pantnal, no caso das cerâmicas coletadas, sendo está possivelmente da fase Pantanal, apresenta distinções da composição das demais tradições ob. para além do formato, mas também no material que foi utilizado para fabricação das mesmas.

4.5 Datação e o processo de ocupação dos povos indígenas no Pantanal.

As datações são de grande importância para se entender o processo de ocupação humana na área de estudo, e sua relação com a origem de conchas da espécie *Pomacea sp* nos perfis. Além do que possibilita propor modelos de processos de ocupação indígena sobre a área.

Os primeiros relatos sobre a região no alto Paraguai, derivou-se das viagens realizadas pelos espanhóis, principalmente por Cabeza de Vaca (1984[1542]). Em 1542, em uma das suas expedições, os índios Chanés informaram sobre a presença de população Tupi-Guarani vivendo nas morrarias. Relatos como esse puderam corroborar nos estudos sobre a dinâmica da ocupação do Pantanal dos diferentes grupos indígenas, que ali habitavam (Arruda, 2011).

Diante a presença de diversos grupos e formas de interação e ocupação pelo meio (Schmitz *et al.*, 1998), propôs uma dinâmica de ocupação relacionado sítios centrais e temporários. No caso da área de estudo, situado a margem esquerda do rio Paraguai, segundo Peixoto (2003) refere-se a áreas de sítios temporários, com maior influência das cheias, sendo ocupado a cerca de 5.500 AP, com populações pré-ceramistas, e posteriormente, de grupos ceramistas a 2.810 AP.

Estudo de (Schmitz *et al.*, 2009) em mais de 100 aterros na margem esquerda do rio Paraguai, associados ao rio Abobral e córrego Mutum possibilitou o aprofundamento da dinâmica da população da planície inundável. O aterro, mas antigo identificado situa-se próximo ao rio Abobral com datação de 2.820 ± 60 AP, com ocorrência de sepultamento de criança, ossos dispersos e 154 fragmentos de cerâmicos (Schmitz *et al.*, 2009).

O sítio situado ao norte do rio Abobral é o mais recente, sendo datado em 1.630 ± 60 AP e, localizado na fazenda Sagrado Coração de Jesus a cerca de 1.500 km de distância do rio Abobral (Schmitz *et al.*, 2009). Vale ressaltar que os estudos arqueológicos até agora realizados, ainda não exploraram a área do rio Negro, onde foi realizado o presente trabalho. Diante das datações (Quadro 1) verifica-se que as populações localizadas sob a influência do rio Abobral, se deslocavam para as áreas mais baixas, provavelmente em busca de alimentos na época seca.

Quadro 1 - Datações dos aterros situados na planície inundável

Fonte	Datação	Profundidade	Codificação	Codificação
Schmitz (2009)	$1,710 \pm 70$	30 cm	MS-MA-16A	Beta-83568
Schmitz (2009)	$2,750 \pm 50$	40 cm	MS-MA-16A	Beta-83569
Schmitz (2009)	$3,060 \pm 80$	70 cm	MS-MA-16A	Beta-83570

Schmitz (2009)	2,820 ± 60	1.10 cm	MS-MA-98	Beta-165764
Schmitz (2009)	2,810 ± 60	60-70 cm	MS-MA-179	Beta-165763
Schmitz (2009)	2,670 ± 70	80 cm	MS-MA-180	Beta-165762
Schmitz (2009)	1,730 ± 60	80 cm	MS-MA-84	Beta-165765
Schmitz (2009)	1,630 ± 60	70 cm	MS-MA-202	Beta-165766

Fonte: SCHMITZ *et al.*, 2009

O início da ocupação da planície alagável ocorreu-se, provavelmente, pela navegação do rio Abobral, em que a população em um primeiro momento se instalou às margens do rio, em um ambiente estável em relação à oferta de alimentos, e posteriormente foi se expandindo para áreas córrego Mutum e Miranda. Nessas áreas foram realizados estudos de dezenas de sítios (Schmitz *et al.*, 1998). Os valores de datações encontradas no presente trabalho colaboram com os demais estudos de Schmitz *et al.* (1998), em que posteriormente a ocupação do rio Miranda, a população possivelmente deslocou-se para o rio Negro ao norte, em busca de alimento.

Os primeiros povos a ocuparem a região chegaram por volta de 5.500 AP, e segundo Peixoto (2003), esses povos habitavam vivenciaram mudanças drásticas da paisagem. A datação das conchas nos horizontes CKs (Tabela 1, 3, 4) evidencia que a gênese desse horizonte ocorreu entre 2.440 a 3.331 AP. Vale ressaltar, que a evidência dos horizontes petrocálcios são ótimos indicadores de oscilações climáticas, associadas a climas mais secos (Mack *et al.*, 1994, Oliveira *et al.*, 2009), e gênese relacionada a processos, de dissolução-reprecipitação *in situ* (Rabenhorst & Wilding, 1986).

Durante o Holoceno, o Pantanal passou por um período moderado de seca que segundo Whitney *et al.* (2011), durou entre 10.000 a 3.000 AP e, segundo McGlue *et al.* (2012) de 5.300 a 2.600 AP. A cerca de 2.500 a 3.000 AP o Pantanal voltou a passar por um período com maiores níveis de umidade (Furquim *et al.*, 2017). Assim, a ocupação antrópica no Pantanal foi diretamente afetada pelas variações climáticas ocorridas no Holoceno tardio.

As possíveis diferença entre a ocupação humana da margem direita do rio Paraguai, associados às morrarias e, na margem esquerda, áreas inundáveis, esteja relacionado a instabilidade climática que ocorria no meio. Assim, para a manutenção dos sítios os povos se estabilizaram nas morrarias no primeiro momento, e posteriormente expandiram-se para outras regiões, uma vez nas regiões de morrarias, apresentam as datações mais antigas e nas áreas inundáveis mais recentes.

As datações por LOE e C^{14} no horizonte A3 do P1 indicam que as conchas analisadas foram formadas previamente ao enterramento dos sedimentos e formação das cordilheiras

apresentou diferença próxima a 900 anos entre o solo e a concha analisado. Tal fato indica que as conchas presentes no perfil não foram formadas no mesmo período do sedimento. Tudo indica que as conchas foram depositadas anteriormente à formação da cordilheira, material de matriz arenosa que compõem o solo. Tal fato, possibilita a interpretação que houve a ação antrópica na deposição desse material em subsuperfície no solo. Importante ressaltar que o gênero *pomacea sp* é grupo de moluscos aquáticos, sendo que durante período de vida se encontra próximos a corpos de água, dificilmente em áreas mais elevadas da paisagem.

Na superfície do P9, associado ao rio Miranda, encontraram-se pequenos fragmentos de cerâmica. Datação de ^{14}C de concha gastrópode, no horizonte A3, indicou idade de 1.445 ± 26 AP (Tabela 2). Período associado à ocupação humana na região (Schmitz *et al.*, 2009), o que corrobora com a hipótese da ocorrência de conchas esteja relacionado com ação antrópica.

Em P16 as datações obtidas (Quadro 1) foram semelhantes ao observado em outros sítios próximos área de estudo, como o MS-MA-16 por datação C^{14} , 1710 ± 70 AP (Schmitz *et al.*, 2009). Apesar de ambos os sítios apresentarem características similares aos sítios centrais, como presença de muitas cerâmicas, sepultamento de criança e adultos, e conchas de colar, a área de ocorrência no sítio MS-MA-16 se restringe apenas ao perfil analisado. Já na cordilheira que foi realizado a abertura do P16, a prospecção indicou uma ampla área de influência humana no local, sendo observado áreas específicas para depósitos de conchas, como evidenciado em P16, áreas em que se encontrou maiores quantidades de cerâmica P16-2.

Estudos baseados nos restos faunísticos encontrados nos sítios arqueológicos (Rosa, 1997; Oliveira, 2006), demonstraram que a subsistência dos povos pescadores-caçadores-coletores baseou-se na pesca para obtenção de proteína animal, na caça de animais como capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), jacaré (*Caiman crocodilos yacare*) e no consumo dos moluscos aquáticos da espécie *Pomacea canalicuta* e *Pamacea scalaris*.

Os ambientes elevados, denominadas cordilheiras, apresentam uma alta diversidade processos pedogenéticos, principalmente diante processos de adição ocasionado pela ocupação antrópica sobre o meio. Deste modo a ocupação no Pantanal, observado na área inundável, apresenta um comportamento polifásica sendo possível de observar, três momentos distintos diante a datação do presente estudo. Sendo a primeiro momento, correspondente entre 7.500 a 5.500 em que foram os primeiros momentos, em que se observou a presença humana na área. Posteriormente, em um segundo momento, observa-se um hiato, que

corresponde ao período entre o holoceno médio até o início do holoceno tardio, em que não é identificado a presença de datações. A possível ocorrência desse hiato está possivelmente relacionado à erosão de sítios, comumente evidenciado em sítios desabrigados, uma vez que estão expostos aos intemperes que o meio oferecia.

A ocorrência de conchas é um elemento essencial no entendimento da dinâmica populacional dos povos que habitavam a área, visto que sua utilização por meio da base alimentar desses povos. A sua presença na paisagem apresenta de forma natural e rarefeita. As populações que ali habitavam, observando-se das áreas elevadas, utilizando-se dessas conchas, promoveu a gênese de áreas de mais elevadas. Nessa primeira fase de ocupação antrópica no meio, pré-cerâmico, podemos denominá-la sendo sambaquieiro, uma vez que as conchas observadas nos perfis apresentam semelhanças aos sambaquis litorâneos. No caso dos solos estudos, diferente dos sambaquis litorâneos, as conchas apresentam concentração em horizontes específicos e profundidade semelhantes nas mesmas áreas. Nesse período, provavelmente foi o momento que houve maior deslocamento da população sobre o ambiente pantaneiro, uma vez que as conchas se apresentam como um recurso que esgotava rapidamente.

A característica migratória desses povos promove uma complexidade no ambiente. No caso da paisagem pantaneira, caracterizada pelo seu dinamismo diante a complexa rede de drenagem anastomosado tropical interior, possibilitando um ambiente heterogêneo na oferta de alimento para os povos que ali habitavam.

Posteriormente, mais recentemente, entre 1.734 a 1.300 AP, evidencia-se a presença de cerâmica possibilita identificar um segundo momento de ocupação. Diferente, de outros povos, a presença de cerâmica é baixa intensidade, com pouco fragmentos evidenciados na área. A confecção desse material, é de grande dificuldade, uma vez que é necessário a especialização de membros do grupo para confecção, que poderiam estar auxiliando na obtenção de alimento. Além do que os povos que ali viviam, não se destacam diante a agricultura, deste modo, não havia a necessidade de confecção de grandes potes, uma vez que há a sedentarização prologando dos povos em um mesmo lugar. Vale ressaltar como Schmitz *et al.* (1998) apresenta essas áreas apesar de terem uma abundância de alimentos, são rapidamente esgotadas quando discutimos em um ponto específico, sendo que os povos tinham a necessidade de se locomover para outras áreas em busca de alimentos.

Assim, os ambientes que os povos habitavam eram em suma temporários, pois o ambiente não possibilitava com que se ocorra a sedentarização prolongada. Nesse, segundo

momento, além da presença de cerâmica, houve uma diversificação da alimentação, que não restringia apenas ao consumo dos caramujos, mas também de jacarés, capivaras e veados. Posteriormente, o terceiro momento se caracteriza-se pela expansão desses povos, da região do rio Miranda e do córrego mutum para áreas mais ao norte na região de influência do rio Negro até o limite onde se encontra a região da Nhêcolândia. Importante ressaltar, que não são observados evidências, de ocupação nas áreas das Nhêcolândia, que apresenta ambiente e dinamismo da paisagem distinto das regiões associados aos rios Miranda e Negro.

No caso das conchas, as datações apresentaram alta variabilidade de 920 ± 30 no P11 à $7,032 \pm 28$ no P8 nas margens do rio Vermelho. Sendo assim, a ocorrência de conchas na região alagada do pantanal ocorre anteriormente ao período da ocupação antrópica registrada até o presente, deste modo, esse material depositado em diferentes horizontes do solo foi diante processo natural. Ademais, ocorrem carapaças associadas ao horizonte petrocálcico, sem influência antrópica, e carapaças nitidamente relacionadas a atividade humana.

CONSIDERAÇÃO FINAL

- A grande diversidade de perfis, diante os aspectos morfológicos e químicos evidenciados nos diferentes perfis estudados, demonstra a necessidade de ampliação dos estudos sobre possível classificação em sítios em centrais e periféricos. No caso evidenciado no estudo o sítio central seria o P16, com maiores teores de P e diversidade de material antrópico no meio, os demais caracterizariam como periféricos. Em todos os perfis, observou-se o processo de fosfátização, no caso do presente estudo esse processo é diante a ação antropogênicos a mais de 7.000 mil anos no Pantanal.
- As alterações antrópicas solo, além de ser visualizado nas alterações físicas e químicas, promove alterações na mineralogia do solo. Testemunho desse processo foi evidenciado no horizonte Au do P16 em que ocorre a presença de apatita na fração argila do solo, mineral não encontrado em outras estudos na região.
- A ação de povos pré-colombianos provocou mudanças nas características químicas dos solos evidenciadas por teores de P, Zn, Mn mais elevados em comparação aos solos sem indícios de ocupação. Quanto à morfologia, os solos foram alterados devido à deposição de carapaças, cerâmica, ossos, carvão e, eventualmente, material lítico.

- A heterogeneidade de camadas de concha, evidenciados em P16, demonstra que existiam áreas específicas para depósito do material. Além do que a presença de concha nos solos pode ter origem tanto por processos ambientais, como influência antrópica, quando observado nas áreas elevadas, capões e cordilheiras.
- Diferente dos demais das TPI, que apresentam grande manchas de ocorrência, nas áreas alagadiças dos Pantanal, os solos antrópicos se restringem as áreas elevadas, sendo essas pequenas capões que ocorrem sobre uma ampla planície de inundação. A mobilidade das populações indígenas no Pantanal era intensa, ocorrendo possíveis deslocamentos para novos sítios a cada pulso de inundação. Fato este condizente com a quantidade de sítios encontrados na região. Ademais, alguns sítios foram habitados diversas vezes, devido a distinção de material e datações evidenciada.
- O trabalho buscou apresentou as primeiras discussões acerca dos solos antrópicos no Pantanal e a influência antrópica na gênese desses ambientes. Vale ressaltar que os existe uma ampla área de estudo e análise a serem realizados para melhor entendimento da dinâmica e a relação dos povos que habitavam as áreas alagadiças do Pantanal com a paisagem.

REFERÊNCIAS

ASSINE, Mario L. et al. Geology and geomorphology of the Pantanal basin. In: **Dynamics of the Pantanal wetland in South America**. Springer, Cham, 2015. p. 23-50.
https://doi.org/10.1007/698_2015_349.

ARCE, J, F, B. Breve relación del viagem, que hieceron por el Rio Paraguay arriba 6 Padres y um Hermano el año de 1703 por orden del nuestro Padre General. 1713. Abril 5, p. 1-17
 DOCUMENTOS I-19-5-95 (IAP/UNISINOS)

ARRUDA, A.A.C. Condicionantes étnicos na criação das missões de chiquitos: alianças e conflitos na Chiquitanaia e no Pantanal (1609-1691) Dissertação Mestrado em História – PUCRS, Porto Alegre/RS, 2011.

AB'SÁBER, A. N. **Brasil – paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal mato-grossense – patrimônios básicos**. 1. ed., Cotia: Ateliê Editorial, 2006, 184p.

ARAUJO, A. G. M.; NEVES, V. A.; PILÓ, L. B.; ATUI, J. P. B. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the “Archaic Gap”, **Quaternary Research**, n. 64, v. 3, p. 298-307, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2005.08.002>

ARAUJO, A.G. M; NEVES, W. A.; PILO, L. B. Eventos de seca no Holoceno e suas implicações no povoamento pré-histórico do Brasil Central. In: **IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA)**. p. 4 2003.

ASSINE, M. L; SOARES, P. C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil, **Quaternary International**, n. 114, v. 1, p. 23-34, 2004. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(03\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(03)00039-9)

A.T.S.S.D.R. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for strontium (no authors listed): U.S. Department of Health and Human Services/Public Health Service. A Draft for Public Comment. 2004.

BARBETTI, M.; CLAK, J. D.; WILLIAMS, F. M.; WILLIAMS, M. A. J. Paleomagnetism, and the search for very ancient fireplaces in Africa. **Anthropologie**, 18, 299-304 pp, 1980.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, n. 177, p. 19-27, 2002.
[https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00349-2](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00349-2)

BESPALEZ, E. Arqueologia e história indígena no Pantanal. **Estudos avançados**, n. 83, v. 29, p. 45-86, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000100005>

BULLOCK, P. & THOMPSON, M.L. Micromorphology of alfisols. In: DOUGLAS, L.A. & THOMPSON, M.L., eds. Soil micromorphology and soil classification. Madison, Soil Science Society of America, 1985. p.17-47. (Special Publication, 15).
<https://doi.org/10.2136/sssaspepub15.c2>

- BOWEN, H.J.M. **Trace Elements in Biochemistry**. New York: Academic Press Inc. 1966
- BILTZ, R. M.; PELLEGRINO, E. D. The chemical anatomy of bone: I. A comparative study of bone composition in sixteen vertebrates. **JBJS**, v. 51, n. 3, p. 456-466, 1969.
- CARVALHO, S. M. Chaco: encruzilhada de povos e “melting-pot” cultural. Suas relações com a bacia do Paraná e o Sul mato-grossense. *In*: CUNHA, M. C. (Orgs.) **História dos Índios no Brasil**. 2.ed., São Paulo: Companhia das Letras, 1998. p. 457-474.
- CRAMON-TAUBADEL, N et al. Evolutionary population history of early Paleoamerican cranial morphology. **Science advances**, v. 3, n. 2, p., 2017.
- CORDEIRO, B. M., FACINCANI, E. M., PARANHOS FILHO, A. C., BACANI, V. M., & ASSINE, M. L. Compartimentação geomorfológica do leque fluvial do rio Negro, borda sudeste da Bacia do Pantanal (MS). **Revista Brasileira de Geociências**, n. 40, v. 2, p. 175-183, 2010. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2010402175183>
- 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.
- CORRÊA, M. M., et al. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27.2: 311-324, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000200011>
- COUTO, E, D; OLIVEIRA, V. The soil diversity of the Pantanal. *In*: JUNK, W. J./ SILVA, C. J.; NUNES DA CUNHA, C. (Orgs.) **The Pantanal: Ecology, biodiversity, and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland**, 2011, 71-102.
- COURTY, M.A; GOLDBERG, P; MACPHAIL, R. Soil and Micromorfology in Archaeology. Cambridge University Press.1989. <https://doi.org/10.1097/00010694-199012000-00014>
- CLEMENT, Charles R. et al. The domestication of Amazonia before European conquest. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282, n. 1812, 2015. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0813>
- CUNHA, C.; RAWIEL, P.; WANTZEN, K. M.; JUNK, W. J.; LEMES DO PRADO, A. Mapping and characterization of vegetation units by means of Landsat imagery and management recommendations for the Pantanal of Mato Grosso (Brazil), north of Poconé. **Amazoniana**, n. 19, p. 1-32, 2006.
- DA CUNHA, Noel Gomes; POTT, Arnildo; GONÇALVES, Assis Rosa. Solos calcimórficos da sub-região do Abobral, Pantanal Mato-Grossense. 1985.
- DENEVAN, William M. **Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes**. Oxford University Press, 2002. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.93116>

DE OLIVEIRA SÁTIRO, José Nivaldo et al. Micronutrient availability in amazonian dark earths and adjacent soils. **Geoderma**, v. 395, p. 115072, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115072>

DE SOUZA, KLEBERSON WORSLEY et al. Atributos químicos e físicos de Terras Pretas de Índio (TPI) de várzea e terra firme na calha do rio Solimões/Amazonas. XXXII Congresso Brasileiro de Ciência de solo. 2009

EIDT, R. C. **Advances in Abandoned Settlement Analysis: Application to Prehistoric Anthrosols in Columbia, South America**. Milwaukee: Center for Latin America, University of Wisconsin– Milwaukee. 1984

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., Brasília: EMBRAPA Solos, 2018, 356p.

EREMITES DE OLIVEIRA O uso tradicional da palmeira acuri pelos índios Guató e suas implicações para a Arqueologia do Pantanal. **CLIO, Recife, UFPE**, n. 14, p. 281-298, 2000.

EREMITES DE OLIVEIRA, J; VIANA, S. A. O centro-oeste antes de Cabral. **Revista USP**, n. 44, p.142-189, 1999. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i44p142-189>

EREMITES DE OLIVEIRA, J. **Arqueologia das sociedades indígenas no Pantanal**. 1 ed. Campo Grande: Oeste, 2004. 117p.

EREMITES DE OLIVEIRA, J. Da pré-história à história indígena. **Revista de arqueologia**, n. 16, p.71-86. 2003. <https://doi.org/10.24885/sab.v16i1.180>

DE OLIVEIRA, E. C et al. Significado paleoclimático dos calcários Quaternários da Formação Xaraiés. Simpósio de Geotecnologia no Pantanal, 2. Corumbá. Anais. Corumbá: Embrapa Informaticas Agropecuária/INPE, p 230-239. Nov. 2009

FABRIS, J.D.; VIANA, J.H; SCHAEFER, C.E.G.R; WYPYCH, F & STUCKI. Métodos de análises em mineralogia do solo. In: MELO, V.F & ALLEONI, L.R. Química e mineralogia do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do solo. Viçosa, MG. 2009, 695p

FERNANDES. E. Organização especial dos componentes da paisagem da baixa nhecolândia – Pantanal de Mato Grosso do Sul . Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. 117p, 2007.

FELICISSIMO, Marcella et al. Estudos arqueométricos de cerâmicas indígenas pré-coloniais das lagoas do Castelo e Vermelha, localizadas no Pantanal sul-mato-grossense. **Canindé**, v. 4, p. 325-368, 2004.

FELICISSIMO, M. P. et al. Preliminary chemical composition study of pre-colonial ceramics from Pantanal Sul Mato-Grossense by neutron activation analysis. 2005.

FELICISSIMO, Marcella P. et al. SEM, EPR and ToF-SIMS analyses applied to unravel the technology employed for pottery-making by pre-colonial Indian tribes from Pantanal, Brazil. **Journal of Archaeological Science**, v. 37, n. 9, p. 2179-2187, 2010.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.03.015>

FICK, S. E., & HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, n. 37, p. 4302- 4315, 2017. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

FILIZOLA, H.F.; GOMES, M. A. **Coleta e Impregnação de Solos para Análise Micromorfológica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 4p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 20

FITZPATRICK, E.A. **Soil Microscopy and Micromorphology**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 304p.

FURQUIM, Sheila Aparecida Correia et al. Salt-affected soils evolution and fluvial dynamics in the Pantanal wetland, Brazil. **Geoderma**, v. 286, p. 139-152, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.10.030>

GLASER, B, Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, n. 362, p. 187-196, 2007. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1978>

GOUVEIA, S. E. M.; PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLI, J. A.; FREITAS, H. A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global and Planetary change**, n. 33, p.95-106, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(02\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(02)00064-4)

GOLDBERG, P. & MACPHAIL, R. *Practical and Theoretical Geoarcheology*. Black-well Publishing, Oxford. 455p 2006

GUERRA, M. B. B.; NETO, E. L.; PRIANTI, M. T. A.; PEREIRA-FILHO, E. R.; SCHAEFER, C. E. G. R. Post-fire study of the Brazilian Scientific Antarctic Station: Toxic element contamination and potential mobility on the surrounding environment. **Microchemical Journal**, n. 110, p. 21-27, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2013.01.007>

HARRELL Jr F E, CRAN - Package Hmisc *Harrell Misc*. 2015.
Hodgson, J. F., Geering, H.R., Micronutrient cation complexes in soil solution, *Soil Sci. soc. Am. Proc* 1, 29, 655, 1965, 723, 1966. <https://doi.org/10.2136/sssaj1965.03615995002900060022x>

HEIDAK, M. O.; GLASMACHER, U. A.; SCHÖLER, H. F. A comparison of micronutrients (Mn, Zn, Cu, Mo, Ni, Na) within rocks, soils, and leaves, from fallow agricultural lands and natural laurel forest areas (Tenerife, Canary Islands, Spain). **Journal of Geochemical Exploration**, v. 136, p. 55-64, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.10.003>

HOLLIDAY, V. T. **Soils in archaeological research**. Oxford University Press, 2004.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L, M.; DE OLIVEIRA JUNIOR, G. J. **Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação**. E&S Engineering and Science, v. 5, n. 1, 83-90p, 2016. <https://doi.org/10.18607/ES201653398>

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015, 430p.

IUSS Working Group WRB. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. **World Soil Resources Reports** n. 106, p.192. 2015.

JOHNSON, D. L.; WATSON-STEGNER, D. The soil-evolution model as a framework for evaluating pedoturbation in archaeological site formation. 1990.
<https://doi.org/10.1130/DNAG-CENT-v4.541>

JUNK, W. J; CUNHA, C. N. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. **Ecological Engineering**, n. 24, v.4, p. 391-401, 2004.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.11.012>

JUNK, W J., *et al.* Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Aquatic Sciences**, n. 68, v. 3, p. 278-309. 2006. <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0851-4>

KABATA-PENDIAS, A; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. 2a ed. CRC Press; Florida. 363 p, 1992.

KERN, D. C.; FRAZÃO, F.J.L.; COSTA, M.L.; FRAZÃO,E.; JARDIM, M.A. A influência das palmeiras como fonte de elementos químicos em sítios arqueológicos com Terra Preta. In: VI Simpósio da Geologia da Amazônia, 6., 1999, p. 347 - 350.

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**, v. 4, p. 277-320, 2005.

KÄMPF,N; CURI,N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In KER.J.C;CURI, N; SCHAEFER, C. E. G. R; VIDAL-TORRADO. P (Eds). **Pedologia – Fundamentos**. Viçosa; SBCS. p. 207-302.2012.

KERNDORFF, H.; SCHNITZER, M. Sorption of metals on humic acid. **Geochimica et cosmochimica acta**, v. 44, n. 11, p. 1701-1708, 1980. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(80\)90221-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(80)90221-5)

KUERTEN, S; ASSINE, M. L. O rio Paraguai no megaleque do Nabileque, sudoeste do Pantanal Mato-Grossense, MS. **Brazilian Journal of Geology**, n. 41, v. 4, 642-653, 2011.
<https://doi.org/10.25249/0375-7536.2011414642653>

LABRADOR, P. José Sánchez. **El Paraguay Católico**. Buenos Aires: Imprenta de Coni Hermanos, 1910 [1770], Tomo I. 317 p.

LAWSON, R. G; PETER C. J. New Index for Clustering Tendency and Its Application to Chemical Problems. **Journal of Chemical Information and Computer Sciences**, n. 30, v. 1, p. 36-41, 1990. <https://doi.org/10.1021/ci00065a010>

LEGEROS RZ, LEGEROS JP. **Phosphate minerals in human tissue**. Eds JO Nriagu, PB Moore, pp.351-385. 1984 https://doi.org/10.1007/978-3-642-61736-2_12

- LIMA, H. N. et al. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosols”(“Indian black earth”) of Western Amazonia. **Geoderma**, v. 110, n. 1-2, p. 1-17, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00141-6](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00141-6)
- MACEDO, Rodrigo S. et al. Pedogenetic processes in anthrosols with pretic horizon (Amazonian Dark Earth) in Central Amazon, Brazil. **PLoS One**, v. 12, n. 5, p. e0178038, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178038>
- MACK, Greg H. et al. Stable oxygen and carbon isotopes of pedogenic carbonate as indicators of Plio-Pleistocene paleoclimate in the southern Rio Grande Rift, south-central New Mexico. **American Journal of Science;(United States)**, v. 294, n. 5, 1994. <https://doi.org/10.2475/ajs.294.5.621>
- MARITAN, Lara. Ceramic materials. **Archaeological soil and sediment micromorphology**, p. 205-212, 2017. <https://doi.org/10.1002/9781118941065.ch25>
- MARTIN, L, *et al.* Astronomical forcing of contrasting rainfall changes in tropical South America between 12,400 and 8800 cal yr BP. **Quaternary Research**, n. 47, v. 1, p. 117-122, 1997. <https://doi.org/10.1006/qres.1996.1866>
- MARTINS, E. R. C. **Tipologias de lagoas salinas no Pantanal da Nhecolândia (MS)**. 2012, 210f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo. São Paulo 2012.
- MCMICHAEL, C. H., PIPERNO, D. R., BUSH, M. B., SILMAN, M. R., ZIMMERMAN, A. R., RACZKA, M. F., & LOBATO, L. C. Sparse Pre-Columbian human habitation in western Amazonia. **Science**, n. 336, p. 1429-1431, 2012. <https://doi.org/10.1126/science.1219982>
- MEGGERS B, J. Amazonia: man and culture in a counterfeit Paradise, **Smithsonian Institution Press**. 2nd, 214p, 1996.
- MERINO, Eder Renato; ASSINE, Mario Luis. Hidden in plain sight: How finding a lake in the Brazilian Pantanal improves understanding of wetland hydrogeomorphology. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 45, n. 2, p. 440-458, 2020. <https://doi.org/10.1002/esp.4745>
- Mendes D. 2014. Geocronologia de formas deposicionais e evolução da planície interleques do Rio Negro, quartenário da Bacia do Pantanal. Doutorado, Universidade Estadual Paulista – UNESP: Rio Claro – SP, Rio Claro.
- MEHRA, O. P. JACKSON. ML Iron oxide removal from soil clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate, **Clays and Clay Minerals**, n. 8, v. 7. p. 317-327. 1960. <https://doi.org/10.1346/CCMN.1958.0070122>
- MELLO, J. W. V; PEREZ, D.V. Equilíbrio químico das reações ao solo. In. MELO V.F; ALLEONI, L. R. F. (Eds). **Química e mineralogia do solo, Parte I**. Viçosa; SBCS. p. 152-228. 2009

NICOSIA, C; STOOPS, G (Ed.). **Archaeological soil and sediment micromorphology**. John Wiley & Sons, 2017.

MISRA, Mahendra K.; RAGLAND, Kenneth W.; BAKER, Andrew J. Wood ash composition as a function of furnace temperature. **Biomass and Bioenergy**, v. 4, n. 2, p. 103-116, 1993. [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(93\)90032-Y](https://doi.org/10.1016/0961-9534(93)90032-Y)

MIYAZAWA, M; PAVAN, M. A.; NETO, Ladislau Martin. Provável mecanismo de liberação do manganês no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 725-731, 1993.

MOSS, R. H., *et al.* The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, n. 463, p. 747-756, 2010. <https://doi.org/10.1038/nature08823>

MUNSELL, A. **Soil, color charts, revised edition**. New York: MacBeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation, 1994.

NIELSEN, S.P. The biological role of strontium. *Bone*, 35:583-588. (2004). <https://doi.org/10.1016/j.bone.2004.04.026>

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 399 pp, 1999.

NÚÑEZ, L; GROSJEAN, M; CARTAJENA, I. Human dimensions of late Pleistocene/Holocene arid events in southern South America. *In: Interhemispheric climate linkages*. Academic Press, 2001. p. 105-117. <https://doi.org/10.1016/B978-012472670-3/50010-0>

PANSU, M., & GAUTHEYROU, J. **Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods**. Springer Science & Business Media. 2007.

PEIXOTO, J. L, S. **A ocupação dos povos indígenas pré-coloniais nos grandes lagos do Pantanal Sul-mato-grossense**. 2003. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica. Porto Alegre, 2003.

PEREIRA, P; UBEDA, X; MARTIN, Deborah. Heavy metals released from leaf litter exposed to different fire temperatures. A laboratory experiments. **Sustainable Development Strategy and Practise**, v. 1, n. 5, p. 137-154, 2011.

PEREIRA, M. G et al. Caracterização e classificação de solos em uma topossequência sobre calcário na Serra da Bodoquena, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 25-36, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000100003>

POTT, A. & POTT, V.J. Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. *Wetlands Ecology and Management*, 12(6): 547-552. 2004. <https://doi.org/10.1007/s11273-005-1754-1>

POTT, A, et al. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, n. 71, v. 1, p. 265-273. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200005>

- PROUS, A. **Arqueologia Brasileira**. Brasil, UNB, 1992
- QUEIROZ, R. F. P. de. **Geoambientes e solos no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2018. 82f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- RABENHORST, M. C.; WILDING, L. P. Pedogenesis on the Edwards Plateau, Texas: III. New model for the formation of petrocalcic horizons. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, n. 3, p. 693-699, 1986.
<https://doi.org/10.2136/sssaj1986.03615995005000030029x>
- RESENDE, M, CURTI, N, CURTI N, REZENDE, S, B, **Mineralogia de solos Brasileiros**. Interpretações e Aplicações. 2ed Lavras: UFLA, 206 p. 2011
- RIRIS, Philip; ARROYO-KALIN, Manuel. Widespread population decline in South America correlates with mid-Holocene climate change. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2019.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-43086-w>
- RIBEIRO, D. **Os índios e a civilização**. São Paulo: Global Editora e Distribuidora Ltda., 2017. 554p
- RODRIGUES-FILHO, S.; BEHLING, H., IRION, G; MÜLLER, G. Evidence for lake formation as a response to an inferred Holocene climatic transition in Brazil. **Quaternary Research**, n. 57, v. 1, p. 131-137, 2002. <https://doi.org/10.1006/qres.2001.2281>
- R Core Team R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2020.
- ROSA, A. O. Programa Arqueológico do Mato Grosso do Sul – Projeto Corumbá: análise preliminares dos restos faunísticos. *Biblos*, 9 117-26. Rio Grande. 1997
- 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**. 7. ed. Viçosa: SBSCS, 2015. 92p.
- SCHAETZL, R. Lithologic discontinuities in some soils on drumlins theory, detection, and application. **Soil Sci.**, n. 163, p .570-590, 1998. <https://doi.org/10.1097/00010694-199807000-00006>
- SCHAEFER, C. E..R et al. Micromorphology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia. **Soil Research**, v. 42, n. 4, p. 401-409, 2004. <https://doi.org/10.1071/SR03106>
- SCHAEFER, C.E.R; LIMA, H,N; VALE JUNIOR, J.F & MELLO, J. W.V. Uso dos solos e alteração da paisagem na Amazônia: Cenários e reflexões. B. Museu Emílio Goeld. Serie Ci. Terra, 12: 63-104, 2000.
- SCHMIDT, M. J. et al. Dark earths and the human-built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation. **Journal of archaeological science**, v. 42, p. 152-165, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.11.002>
- SCHMITZ, P. I., ROGGE, J. H., ROSA, A. O., & Beber, M. V. (1998). Aterros indígenas no pantanal do Mato Grosso do Sul. *Pesquisas. Antropologia*.

SCHMITZ, P. I. Arqueologia do pantanal do Rio Paraguai. **Revista de arqueologia americana**, n. 21, v. p. 191-214. 2002. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.11.002>

SCHMITZ, P. I *et al.* Aterros da Tradicao Pantanal. Nas fazendas Sagrado Coracao de Jesus e Bodoquena, Corumbá, MS. **Pesquisas, Antropologia**, v. 67, p. 321-374, 2009.

SILVA, J. S. V. & M. M. ABDON. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n. 33, p. 1703-1711, 1998.

SINHA, R, FRIEND PF.. River systems and their sediment flux, Indo-Gangetic plains, Northern Bihar, India. **Sedimentology** 41(4): 825–845. 1994 <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1994.tb01426>

SOUZA, I. P. **Caracterização e Classificação de solos em Cordilheiras do Pantanal da Nhecolândia, MS**. 2018. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SOUSA, D. V. Pedoarqueologia de sítios pré-históricos na bacia do rio São Francisco: abrigo de Santana do Riacho e Bibocas II. 2016.

SOUZA, J. J. L. L., SOUZA, B. I., XAVIER, R. A., PACHECO, A. A., PESSENDA, L. C. R.; SANTOS BRITO, E. Archaeoanthrosol formation in the Brazilian semiarid. **Catena**, n. 193, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104603>

SOUZA, L. C. D., *et al* Chemical and physical properties of an anthropogenic dark earth soil from Bragança, **Eastern Amazon. Acta Amazonica**, n. 46, v. 4, p. 337-344, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201505663>

STOOPS, G. MARCELINO, V. & MEES, F. **Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths**. Elsevier 1a Ed. 752 p 2010. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53156-8.00001-5>

TAYLOR, K. E., STOUFFER, R. J., & MEEHL, G. A. An overview of CMIP5 and the experiment design. **Bulletin of the American Meteorological Society**, n. 93, p. 485-498, 2012. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017.

VASCONCELOS, B. N. F.; KER, J. K; SCHAEFER, C. E. R. G.; PROUS, A; ANDRADE F. V. Antropossolos em sítios arqueológicos de ambiente cárstico no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 37:986-996 pp.2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000400016>

VIALOU, Á. V. **Pré-história do Mato Grosso**: Santa Elina. 1. ed. São Paulo: EdUSP. 2005, 256P. <https://doi.org/10.46401/ajh.2009.v1.3926>

VILLAGRAN, X. S., GIANNINI, P. C., A. Juntos na costa: zooarqueologia e geoarqueologia de sambaquis do litoral sul catartinense. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 20, p. 53-75, 2010. <https://doi.org/10.11606/issn.2448-1750.revmae.2010.89910>

VOGEL, Hamilton Luiz Munari; SCHUMACHER, Mauro Valdir; TRÜBY, Peter. Micronutrientes na biomassa acima do solo em uma floresta estacional subtropical. **Cerne**, v. 21, p. 175-182, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521021328>

WHITE, E. M. & HANNUS, L. A. Chemical weathering of bone in archaeological soils. **American Antiquity** 48,316–322. 1983. <https://doi.org/10.2307/280453>

WHITNEY, B. S; *et al.* A 45 kyr palaeoclimate record from the lowland interior of tropical South America, **Palaeoecology**, n. 307, p. 177-192, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.05.012>

WOODS, William I. Development of anthrosol research. In: **Amazonian Dark Earths: Origin Properties Management**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2003. p. 3-14.

ANEXOS

Anexo 1. Porcentagem de concha, na fração grosseira (CFG) e na terra fina seca ao ar (CTFSA) para cada horizonte. Os “*” representam que foram encontradas conchas porém os valores foram muito baixos para mensurar.

Perfil	Prof cm	Horizonte	CTFSA %	CFG %	Fragmento Cerâmica	Ossos (g)	AG/AF
Perfil 1 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)							
P1	0-28	A	0	0	-	-	0.15
P1	28-39	A2	0	0	-	-	0.17
P1	39-60	A3	0.4	0.18	-	-	0.21
P1	60-97	Bkx1	0.2	0.10	-	-	0.27
P1	97-110+	Bkx	0.2	0.10	-	-	0.23
Perfil 2 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)							
P2	0-28	A	0	0.23	-	-	0.33
P2	28-47	A2	0	0.28	-	-	0.41
P2	47-81	A3	0.5	1.96	-	-	0.50
P2	81-90+	Bkx	0.1	0.20	-	-	2.76
Perfil 3 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric)							
P3	0-13	A	0	0	-	-	0.61
P3	13-31	A2	0	0	-	-	0.66
P3	31-54	A3	0	0.09	-	-	0.48
P3	54-77	A4	0.2	0.32	-	-	0.80
P3	77-99	A5	0	0	-	-	0.59
P3	99-120+	Akx	0	0	1f	-	0.91
Perfil 4 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico / Cambisols Eutric (Loamic)							
P4	0-8	A	0	0	-	-	0.16
P4	0 - 30	Bi	0	0	-	-	0.11
P4	30-45	Cg1	0	0	-	-	0.15
P4	45-90	Cg2	0	0	-	-	0.15

Continua na página seguinte

Perfil 5 - Neossolos Quartzarênico Órtico êutrico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)

P5	0-20	A	0	0	-	-	0.30
P5	20-49	CA	0	0	-	-	0.26
P5	49-81	C1	0	0	-	-	0.23
P5	81-115+	Ckx	0	0	-	-	0.33

Perfil 6 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)

P6	0-45	A	0	0	-	-	0.37
P6	45-56	AC	0.3	0.83	-	-	0.40
P6	56-82	Ck1	0	0	-	-	0.50
P6	82-110+	Ckx2	0	0	-	-	0.51

Perfil 7- Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

P7	0-24	A	0	0.18	-	-	0.15
P7	24-36	A2	0.4	0.67	-	-	0.16
P7	36-68	Btk	0	0	-	-	0.40
P7	68-93+	Btg	0	0	-	-	0.23

Perfil 8 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

P8	0-10/15	A1	0	0	-	-	0.40
P8	10/15/2026	A2	0	0	-	-	0.47
P8	26-36	A3	0	0	-	-	0.52
P8	36-48	BK	0	0	-	-	0.53
P8	48-70	CK	0	0	-	-	0.53
P8	70-78	C2	0	0	-	-	0.60
P8	78-93	C3	0	0	-	-	0.43
P8	93-134	C4	0	0	-	-	0.07
P8	134-160	C5	0	0	-	-	0.04
P8	160-190+	C6	0	0	-	-	0.05

Perfil 9 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric)

P9	0-19	A	0	0	-	-	0.56
P9	19-32	A2	0	0	-	-	0.67
P9	32-46	A3	0	0	-	-	0.81
P9	46-75	Bi	0	0	-	-	0.82
P9	75-94	C1	0	0	-	-	0.63
P9	94-130+	C2	0	0	-	-	0.40

Perfil 10 – Neossolo Quartzarênico Órtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)

P10	0-20	A	0.0	0.0	-	-	0.12
P10	-65	Acu	0.0	0.0	-	-	0.16
P10	-73	C1	0.0	0.0	-	-	0.13
P10	73+	Ck	0.0	0.0	-	-	0.26

Continua na página seguinte

Perfil 11 – Chernossolo Rêndzico Ôrtico típico / Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptico, Hypereutric)

P11	0-30	A	0.0	0.17	-	-	0.41
P11	-43	Acu	0.6	3.69	4f	-	0.59
P11	90+	CK	0.39	0.33	-	-	0.62
					-	-	

Perfil 12 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric, Calcic)

P12	0-30	A	0.0	0.19	-	-	0.20
P12	30-65	Au	0.22	0.19	-	-	0.34
P12	65-80	A2	0.0	1.5	-	-	0.36
P12	80-120+	Ck	0.31	1.08	-	-	0.37

Perfil 13 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

P13	0-35	A	0.0	0.07	-	-	0.17
P13	-51	A2	0.19	0.39	-	-	0.19
P13	-88	Au	0.68	4.59	-	-	0.20
P13	-107	Ac	0.0	0.3	-	-	0.17
P13	107+	Ck	0.0	0.99	-	-	0.56

Perfil 14 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Ednoleptico, Hypereutric)

P14	0-21	A	0.42	0.04	-	-	0.24
P14	-36	A2	0.38	0.53	-	-	0.23
P14	57	A3	0.6	0.3	-	-	0.24
P14	79	Au	0.74	4.63	-	-	0.26
P14	79+	Ck	1.65	3.17	-	-	0.51

Perfil 15 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

P15	0-27	A	0.0	0.16	-	-	0.25
P15	40	A2	0.43	1.08	-	-	0.39
P15	-68	A3	0.96	2.35	3f	-	0.54
P15	100	Au	0.27	0.94	2f	-	0.47
P15	100+	Ck	0.0	0.0	-	-	0.56

Perfil 16 - Neossolo Regolítico Psamítico típico antrópico / Petric Anthrosol (Arenic, Skeletic, Endohypertechnic, Hypereutric)

P16	0-23	A	1.7	1.7	-	-	0.28
P16	23-43	Au2	6.4	34.17	-	-	0.32
P16	43-78	Au3	6.2	55.1	-	-	0.44
P16	78-107	ACu	1.99	17.49	-	-	0.34
P16	107-120	Cu	1.07	7.93	-	-	0.28
P16	120-135	C	0.3	0.15	-	-	0.38
P16	135-150+	Ckm	0.07	0.0	-	-	0.52

Continua na página seguinte

Prospecção realizada na área de ocorrência do P16

P16-1	0-20	-	Nm	2.05	1f	-	-
P16-1	20-40	-	Nm	5.62		-	-
P16-1	40-60	-	Nm	9.26	3 f	-	-
P16-1	60-80	-	Nm	0.47	-	-	-
P16-1	80-100	-	Nm	0.89	-	-	-
P16-2	0-20	-	Nm	4.46	-	-	-
P16-2	20-40	-	Nm	5.50	-	-	-
P16-2	40-60	-	Nm	11.98	1f	-	-
P16-2	60-80	-	Nm	15.55	4 f	-	-
P16-2	80-100	-	Nm	7.72		-	-
P16-3	0-20	-	Nm	0.03	-	-	-
P16-3	20-40	-	Nm	0.03	-	-	-
P16-3	40-60	-	Nm	0.20	-	-	-
P16-3	60-80	-	Nm	0.04	-	-	-
P16-3	80-100	-	Nm	0.04	-	-	-
P16-4	0-20	-	Nm	0.05	-	-	-
P16-4	20-40	-	Nm	0.56	-	-	-
P16-4	40-60	-	Nm	21.49	2f	18	-
P16-4	60-80	-	Nm	0.35	-	-	-
P16-4	80-100	-	Nm	0.03	-	-	-
P16-5	0-20	-	Nm	0.03	-	-	-
P16-5	20-40	-	Nm	0.03	-	-	-
P16-5	40-60	-	Nm	0.20	-	-	-
P16-5	60-80	-	Nm	0.04	-	-	-
P16-5	80-100	-	Nm	0.04	-	-	-

Anexo 2. Características físicas e morfológicas dos perfis estudados.

Horizonte	Prof cm	Textura	Areia		Silte	Argila	Cor
			Grossa	Fina			Umida
P1 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)							
A	0-28	Franco Argilo Arenoso	78	514	118	290	10YR 2/2
A2	28-39	Franco Argilo Arenoso	88	507	116	290	10YR 3/2
A3	39-60	Franco Argilo Arenoso	106	517	126	250	10YR 4/2
Bkx1	60-97	Franco Arenoso	155	565	119	160	10YR 6/4
Bkx	97-110+	Franco Arenoso	120	533	187	160	10YR 6/3
P2 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)							
A	0-28	Franco Arenoso	171	520	125	180	10YR 3/1
A2	28-47	Franco Arenoso	203	497	104	200	10YR 2/1
A3	47-81	Franco Arenoso	229	459	116	200	10YR 3/1
Bkx	81-90+	Franco Arenoso	571	207	46	180	10YR 7/3
P3 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric)							
A	0-13	Franco Arenoso	284	469	98	150	10YR 2/1
A2	13-31	Franco Arenoso	287	436	135	140	10YR 3/1
A3	31-54	Franco Arenoso	223	468	136	170	10YR 3/1
A4	54-77	Franco Arenoso	303	379	129	190	10YR 3/2
A5	77-99	Franco Arenoso	255	429	125	190	10YR 4/1
Akx	99-120+	Franco Arenoso	325	359	144	170	10YR 6/1
P4 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico / Cambisols Eutric (Loamic)							
A	0-8	Franco-Arenosa	106	676	105	111	10YR 3/1
Bi	0 - 30	Franco-Arenosa	72	677	103	149	10YR 4/2
Cg1	30-45	Franco-Arenosa	105	678	106	112	10YR 4/2
Cg2	45-90	Franco-Arenosa	96	631	90	183	10YR 5/3
P5 - Neossolos Quartzarênico Órtico êutrico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)							
A	0-20	Areia Franca	192	634	80	94	10YR 3/2
CA	20-49	Areia Franca	179	689	69	63	10YR 3/2
C1	49-81	Areia Franca	157	679	74	90	10YR 4/2
Ckx	81-115+	Areia Franca	206	616	80	98	10YR 5/3
P6 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)							
A	0-45	Franco-Argilo-Arenosa	153	416	171	260	10YR 3/1
AC	45-56	Franco-Argilo-Arenosa	179	443	150	229	10 YR 3/2
Ck1	56-82	Franco-Arenosa	249	494	101	156	10YR 3/2
Ckx2	82-110+	Areia Franca	275	544	101	80	7,5YR 5/2

Continua na página seguinte

P7- Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

A	0-24	Areia franca	104	710	81	105	10YR 3/1
A2	24-36	Franco-Arenosa	108	661	105	126	10YR 3/1
Btk	36-68	Franco-Arenosa	173	435	200	192	10YR 7/1
Btg	68-93+	Franco-Argilo-Arenosa	111	479	152	258	10YR 8/1

P8 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

A1	0-10/15	Franco-Arenosa	190	480	140	190	10 YR 2/1
A2	10/15-26	Areia Franca	266	569	81	84	10 YR 3/2
A3	26-36	Areia Franca	293	567	61	79	7.5 YR 2.5/1
BK	36-48	Areia Franca	301	571	57	72	10 YR 3/2
CK	48-70	Areia Franca	293	550	77	81	10 YR 4/3
C2	70-78	Franco-Arenosa	296	492	85	127	10 YR 4/2
C3	78-93	Franco-Arenosa	234	540	117	110	10 YR 5/2
C4	93-134	Franco-Arenosa	45	604	301	50	10 YR 5/4
C5	134-160	Franco-Arenosa	27	680	253	40	2.5 Y 5/4
C6	160-190+	Franco-Arenosa	30	648	141	182	2.5 Y 4/4

P9 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric)

A/Bk	0-19	Franco-Arenosa	230	411	161	198	10 YR 2/1
A2/Bk	19-32	Franco-Arenosa	300	451	130	120	10 YR 3/1
A3/Bk	32-46	Franco-Arenosa	365	453	111	72	10 YR 3/2
Bi	46-75	Franco-Arenosa	369	452	102	77	10 YR 4/3
C1	75-94	Franco-Arenosa	321	511	94	74	2.5 Y 3/3
C2	94-130+	Areia Franca	211	534	167	88	2.5 Y 4/4

P10 – Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric)

A	0-20	Franco-Arenosa	82	710	78	131	10 YR 2/2
Acu	-65	Franco-Arenosa	111	688	71	130	10 YR 3/2
C1	-73	Franco-Arenosa	91	703	97	108	10 YR 3/3
Ck	73+	Franco-Arenosa	151	591	126	132	10 YR 4/3

P11 – Chernossolo Rêndzico Ôrtico típico / Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptico, Hypereutric)

A	0-30	Argila	88	214	188	510	10 YR 3/3
Au	-43	Argila	121	205	157	517	7,5 YR 3/4
Ck	90+	Argilo-Arenosa	187	300	124	389	10 YR 4/3

P12 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric, Calcic)

A	0-30	Franco-Argilo-Arenosa	118	582	78	223	10 YR 2/2
Au	30-65	Franco-Argilo-Arenosa	182	537	70	211	10 YR 3/2
Au2	65-80	Areia Franca	217	604	63	116	10 YR 3/3
Ck	80-120+	Franco-Arenosa	222	596	44	138	10 YR 3/4

Continua na página seguinte

P13 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-35	Franco-Argilo-Arenosa	99	573	80	248	10 YR 3/3
A2	-51	Franco-Argilo-Arenosa	111	589	99	201	10 YR 3/2
Au	-88	Franco-Arenosa	122	598	98	182	10 YR 3/4
Ac	-107	Franco-Arenosa	107	622	107	164	10 YR 4/4
Ck	107+	Franco-Arenosa	242	434	152	172	10 YR 5/4

P14 Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Ednoleptico, Hypereutric)

A	0-21	Franco-Argilo-Arenosa	140	591	56	213	10 YR 2/1
A2	-36	Franco-Argilo-Arenosa	126	543	105	227	10 YR 2/2
A3	57	Franco-Arenosa	146	612	79	163	7,5 YR 3/2
Au	79	Franco-Arenosa	165	630	87	117	7,5 YR 3/2
Ck	79+	Franco-Arenosa	254	495	111	140	7,5 YR 4/3

P15 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-27	Argilo-Arenosa	93	379	178	350	10 YR 2/1
A2	40	Franco-Argilo-Arenosa	162	418	116	303	10 YR 2/2
A3	-68	Franco-Argilo-Arenosa	234	433	99	233	7,5 YR 3/3
Au	100	Franco-Arenosa	223	470	125	182	7,5 YR 3/3
Ck	100+	Franco-Argilo-Arenosa	183	327	203	287	7,5 YR 4/3

P16 - Neossolo Regolítico Psamítico típico antrópico / Petric Anthrosol (Arenic, Skeletic, Endohypertechnic, Hypereutric)

A	0-23	Franco-Arenosa	177	623	61	139	10YR 3/1
Au2	23-43	Franco-Arenosa	188	596	102	114	10YR 2/1
Au3	43-78	Franco-Arenosa	230	522	114	134	10YR 3/2
ACu	78-107	Areia Franca	214	628	75	83	10YR 4/2)
Cu	107-120	Areia Franca	187	674	59	80	10YR 4/3
C	120-135	Areia	244	639	58	58	10YR 3/4
Ckm	135-150+	Areia Franca	293	563	64	79	10YR 3/4

Anexo 3. Características química dos perfis de solos estudados.

Horizonte	Prof cm	pH		P mg/kg	K ⁺ Na ⁺ Ca ²⁺ Mg ²⁺				Al H+Al SB t T					V	m	ISNa	MO dag/kg	C-Org dag/kg	P-Rem mg/L
		H2O	KCl		-----cmolc/kg-----				-----										
P1 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)																			
A	0-28	8,1	7,46	104,31	0,50	0,05	8,46	1,81	0	0,23	10,84	10,84	11,06	98	0	0,5	2,97	1,72	36,5
A2	-39	8,53	7,75	56,85	0,50	0,05	6,69	1,27	0	0	8,51	8,51	8,51	100	0	0,59	1,68	0,97	28,3
A3	-60	8,6	7,78	23	0,53	0,11	5,6	1	0	0,21	7,25	7,25	7,46	97,2	0	1,54	1,42	0,82	24,2
Bkx1	-97	9,86	8,44	33,8	0,39	0,14	2,51	0,28	0	0,2	8,15	8,15	8,35	97,6	0	17,29	1,55	0,9	12,7
Bkx	-110+	9,85	8,51	11,69	0,34	0,14	1,69	0,24	0	0	6,88	6,88	6,88	100	0	21,34	1,29	0,75	13,7
P2 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)																			
A	0-28	8,18	7,4	269,36	0,23	0,03	10,13	2,21	0	0	12,61	12,61	12,61	100	0	0,29	2,33	1,35	37
A2	-47	8,46	7,76	162,35	0,26	0,04	8,69	2,57	0	0,28	11,57	11,57	11,85	97,6	0	0,39	2,07	1,2	34
A3	-81	8,6	7,9	60,22	0,11	0,05	6,79	3,45	0	0,29	10,41	10,41	10,7	97,3	0	0,51	1,81	1,05	24,4
Bkx	-90+	8,69	8,23	11,73	0,07	0,05	3,05	2,98	0	0	6,14	6,14	6,14	100	0	0,82	1,03	0,6	23,9
P3 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric)																			
A	0-13	8,14	7,4	94	0,54	0,02	8,63	1,22	0	0,18	10,41	10,41	10,59	98,3	0	0,2	9,36	5,43	46,7
A2	-31	8,38	7,53	89,93	0,15	0,05	7,43	0,95	0	0,62	8,61	8,61	9,22	93,3	0	0,63	0,52	0,3	44,6
A3	-54	8,49	7,64	94,97	0,08	0,09	9,2	1,41	0	0,2	10,79	10,79	10,99	98,2	0	0,84	0,52	0,3	31,8
A4	-77	8,55	7,72	57,18	0,04	0,16	8,1	2,58	0	0	10,88	10,88	10,88	100	0	1,48	0,65	0,38	23
A5	-99	8,57	7,65	45,78	0,04	0,22	7,03	2,66	0	0,19	9,96	9,96	10,15	98,2	0	2,22	1,03	0,6	25,6
Akx	-120+	8,62	7,84	10,14	0,01	0,21	4,94	1,02	0	2,05	6,19	6,19	8,24	75,2	0	2,64	0	0	18,9

Continua na página seguinte

P4 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico / Cambisols Eutric (Loamic)

A	0-8	5,5	4,7	8	0,21	0,09	5,5	1,7	0	4,2	7,5	7,5	11,7	64,1	0	0,8	4,6	2,7	39,9
Bi	-30	7,9	6,6	2,1	0,22	0,09	8,2	4,4	0	0	13	13	13	100	0	0,8	0,5	0,3	36,4
Cg1	-45	8,3	7	1,8	0,19	0,19	4,8	1,2	0	0,2	6,4	6,4	6,7	96,5	0	3	0,4	0,2	43,6
Cg2	-90	8,3	7,4	3,3	0,24	0,17	4,8	1,2	0	0	6,4	6,4	6,4	100	0	2,7	0,1	0,1	41,1

P5 - Neossolos Quartzarênico Órtico êutrico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)

A	0-20	6,9	6,3	36,1	0,32	0,00	5,5	1,4	0	0,7	7,2	7,2	7,9	90,7	0	0,1	3,2	1,8	57,6
CA	-49	7,2	6,3	13,2	0,25	0,00	2,5	0,8	0	0,3	3,6	3,6	3,9	93,1	0	0	0,8	0,4	57,2
C1	-81	7,8	7,2	22,4	0,22	0,00	3	1,5	0	0	4,7	4,7	4,7	100	0	0	0,5	0,3	54,1
Ckx	-115+	8,3	7,7	170,9	0,31	0,1	3,8	2,9	0	0	7	7	7	100	0	1,4	0,1	0,1	14,6

P6 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)

A	0-45	7,9	7,3	109,6	0,34	0,09	15,5	2,9	0	0	18,9	18,9	18,9	100	0	0,5	8,2	4,8	34,5
AC	-56	8,2	7,5	40,7	0,33	0,11	10,1	2,4	0	0	13	13	13	100	0	0,9	3,9	2,3	21,4
Ck1	-82	8,3	7,6	25,8	0,51	0,11	8,4	2,2	0	0	11,2	11,2	11,2	100	0	1,1	2,7	1,5	18,2
Ckx2	-110+	8,6	7,7	16,2	1,10	1,72	5	2,7	0	0	10,5	10,5	10,5	100	0	16,4	1,1	0,7	25,2

P7- Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

A	0-24	7	6,7	252	0,24	0,07	7,2	1,5	0	1,2	9,1	9,1	10,3	88,3	0	0,7	4,2	2,5	45,4
A2	-36	7,6	7,1	95,9	0,15	0,09	6,5	1,7	0	0	8,5	8,5	8,5	100	0	1,1	2	1,1	39,3
Btk	-68	8,1	7,7	3,1	0,25	0,31	3	2,5	0	0	6,1	6,1	6,1	100	0	5,2	0,4	0,2	28,6
Btg	-93+	8,5	8	2	0,28	0,51	1,7	3	0	0	5,6	5,6	5,6	100	0	9,2	0,3	0,2	25,4

Continua na página seguinte

P8 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

A1	0-10/15	7,15	6,84	421,49	0,56	0,17	17,31	5,11	0	0	23,15	23,15	23,15	100	0	0,74	9,42	5,46	32,4
A2	-26	7,62	7,19	167,89	0,11	0,15	10,5	4,3	0	0	15,09	15,09	15,09	100	0	1,05	4,08	2,37	23,2
A3	-36	7,71	7,26	184,95	0,11	0,15	9,7	4,54	0	0	14,51	14,51	14,51	100	0	1,08	3,45	2,00	23,2
BK	-48	7,82	7,3	161,12	0,11	0,18	8,89	4,38	0	0	13,56	13,56	13,56	100	0	1,34	2,2	1,28	23,3
CK	-70	7,91	7,4	103,7	0,13	0,16	8,04	4,07	0	0	12,4	12,4	12,4	100	0	1,3	0,88	0,51	21,6
C2	-78	7,93	7,41	86,59	0,10	0,16	8,32	3,52	0	0	12,12	12,12	12,12	100	0	1,36	1	0,58	20,9
C3	-93	8,03	7,46	45,7	0,10	0,16	7,48	2,76	0	0	10,51	10,51	10,51	100	0	1,6	0,88	0,51	15,8
C4	-134	8,17	7,63	26,58	0,12	0,11	6,29	2,11	0	0	8,64	8,64	8,64	100	0	1,34	0,5	0,29	10
C5	-160	9,14	7,76	47,34	0,65	1,25	3,84	1,78	0	0	7,53	7,53	7,53	100	0	16,67	0,38	0,22	8,7
C6	160- 190+	9,59	7,83	21,09	0,00	0,00	2,02	2,04	0	0	10,92	10,92	10,92	100	0	43,2	0,25	0,15	10,8

P9 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric)

A	0-19	7,35	6,95	230,03	0,42	0,21	14,11	2,72	0	0	11,16	20,95	20,95	100	0	1,04	6,28	3,64	21,9
A2	-32	7,89	7,26	163,13	0,04	0,49	10,29	2,28	0	0	9,65	16,96	16,96	100	0	2,9	4,39	2,55	24
A3	-46	8,58	7,38	131,03	0,02	1,91	7,29	2,52	0	0	13,48	14,48	14,48	100	0	13,21	3,77	2,19	21,7
Bi	-75	8,95	7,51	235,14	0,04	2,51	4,88	5,06	0	0	17,09	11,95	11,95	100	0	21,06	2,2	1,28	24,3
C1	-94	9,08	7,45	491,96	0,14	1,94	3,58	4,55	0	0	10,22	10,22	10,22	100	0	19,04	0,94	0,55	17,5
C2	-130+	8,96	7,28	9,77	0,25	1,55	6,04	5,2	0	0	13,04	13,04	13,04	100	0	11,9	0,5	0,29	16,6

P10 – Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric)

A	0-20	7,94	7,22	75,9	0,41	0	5,3	1,2	0,0	0,2	7,00	7,0	7,2	98	0	0	2,14	1,2	55,2
Acu	-65	8,38	7,63	60,2	0,40	0,05	3,5	1,0	0,0	0,0	4,94	4,9	4,9	100	0	1	0,93	0,5	38,1
C1	-73	9,19	7,85	165,4	1,70	1,20	2,1	0,8	0,0	0,0	5,80	5,8	5,8	100	0	21	1,05	0,6	26,2
Ck	73+	9,14	7,76	228,3	1,74	1,2	3,0	1,1	0,0	0,0	7,10	7,1	7,1	100	0	17	0,28	0,2	14,3

Continua na página seguinte

P11 – Chernossolo Rêndzico Ôrtico típico / Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptico, Hypereutric)

A	0-30	8,19	7,33	64,0	2,56	0,37	13,6	2,9	0,0	0,0	19,46	19,5	19,5	100	0	2	9,64	5,6	28,8
Au	-43	9,03	7,76	34,8	4,26	3,18	6,4	2,3	0,0	0,0	16,24	16,2	16,2	100	0	20	4,98	2,9	22,9
Ck	90+	8,71	7,8	18,9	2,62	4,98	5,4	2,0	0,0	0,0	15,02	15,0	15,0	100	0	33	1,86	1,1	9,6

P12 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric, Calcic)

A	0-30	7,97	7,33	68,9	0,18	0,02	11,3	2,1	0,0	0,0	13,58	13,6	13,6	100	0	0	7,98	4,6	33,9
Au	-65	8,18	7,48	15,1	0,15	0,00	8,3	2,0	0,0	0,0	10,40	10,4	10,4	100	0	0	2,65	1,5	23,1
Au2	-80	8,2	7,5	14,0	0,11	0,01	7,4	3,1	0,0	0,0	10,68	10,7	10,7	100	0	0	2,4	1,4	21,0
Ck	-120+	8,23	7,6	15,1	0,08	0,03	5,2	3,3	0,0	0,0	8,60	8,6	8,6	100	0	0	1,05	0,6	26,7

P13 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-35	8,09	7,34	245,9	0,38	0,04	9,5	1,5	0,0	0,0	11,40	11,4	11,4	100	0	0	3,33	1,9	37,3
A2	-51	8,19	7,48	92,6	0,33	0,04	7,4	1,6	0,0	0,0	9,42	9,4	9,4	100	0	1	1,47	0,9	17,7
Au	-88	8,24	7,51	129,2	0,35	0,04	5,7	1,5	0,0	0,0	7,68	7,7	7,7	100	0	1	0,67	0,4	10,6
Ac	-107	8,26	7,53	122,5	0,45	0,05	4,7	2,5	0,0	0,0	7,64	7,6	7,6	100	0	1	0,79	0,5	17,8
Ck	107+	8,51	7,66	178,6	0,72	0,07	3,8	2,5	0,0	0,0	7,15	7,1	7,1	100	0	1	1,05	0,6	14,0

P14 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Ednoleptico, Hypereutric)

A	0-21	7,78	7,22	216,6	0,49	0,11	13,3	3,2	0,0	0,0	17,15	17,1	17,1	100	0	1	6,98	4,1	38,4
A2	-36	8,1	7,47	60,4	0,12	0,07	8,9	2,9	0,0	0,0	12,06	12,1	12,1	100	0	1	4,33	2,5	27,1
A3	57	8,32	7,59	23,7	0,09	0,08	7,3	3,7	0,0	0,0	11,10	11,1	11,1	100	0	1	2,4	1,4	21,6
Au	79	8,64	7,7	26,3	0,29	0,74	4,3	5,0	0,0	0,0	10,28	10,3	10,3	100	0	7	2,53	1,5	21,5
Ck	79+	8,55	7,6	17,8	0,16	0,85	5,0	4,2	0,0	0,0	10,21	10,2	10,2	100	0	8	1,6	0,9	24,6

P15 - Neossolo Quartzarênico Ôrtico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-27	7,7	7,14	189,8	0,43	0,13	18,2	4,2	0,0	0,3	22,95	22,9	23,2	99	0	1	15,29	8,9	40,8
A2	40	8,14	7,43	24,7	0,08	0,17	11,3	3,6	0,0	0,0	15,21	15,2	15,2	100	0	1	5,65	3,3	21,6

A3	-68	8,79	7,76	42,4	0,03	1,42	4,8	6,2	0,0	0,0	12,48	12,5	12,5	100	0	11	3,33	1,9	18,4
Au	100	8,93	7,8	21,4	0,01	1,27	4,2	5,9	0,0	0,0	11,35	11,3	11,3	100	0	11	1,21	0,7	18,9
Ck	100+	8,83	7,76	3,6	0,00	0,93	4,0	3,3	0,0	0,0	8,17	8,2	8,2	100	0	11	2	1,2	15,9

P16 - Neossolo Regolítico Psamítico típico antrópico / Petric Anthrosol (Arenic, Skeletic, Endohypertechnic, Hypereutric)

A	0-23	8,01	7,14	3000,96	0,43	0,16	8,26	1,82	0	0	10,69	10,69	10,69	100	0	1,55	4,56	2,65	45,2
Au2	-43	8,26	7,37	2883,9	0,35	0,17	6,43	1,65	0	0	8,6	8,6	8,6	100	0	2,03	2,28	1,32	28,4
Au3	-78	8,46	7,56	664,84	0,37	0,14	5,59	1,65	0	0	7,76	7,76	7,76	100	0	1,83	1,57	0,91	15,4
ACu	-107	8,55	7,6	615,13	0,49	0,13	3,92	1,55	0	0	6,1	6,1	6,1	100	0	2,28	0,78	0,45	16,4
Cu	-120	9,1	7,81	468,93	0,90	0,56	2,56	1,59	0	0	5,61	5,61	5,61	100	0	10,01	0,65	0,38	12,8
C	-135	9,1	7,84	289,08	0,88	0,59	2,22	1,94	0	0	5,63	5,63	5,63	100	0	10,48	0,91	0,53	24,6
Ckm	-150+	8,67	7,69	137,11	0,87	0,44	2,87	1,61	0	0	5,8	5,8	5,8	100	0	7,72	0,13	0,08	15,4

Anexo 4. Valores de micronutrientes e CaCO₃ dos solos estudados.

Horizonte	Prof cm	Cu	Mn	Fe	Zn	CaCO ₃ g.kg ⁻¹
		-----mg.kg ⁻¹ -----				
P1 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)						
A	0-28	0,08	25,2	0,79	0,34	-
A2	-39	0,11	15,13	0,72	0,31	-
A3	-60	0,14	3,85	0	0,05	125.4
Bkx1	-97	0,09	19,78	1,09	0,26	125
Bkx	-110+	0,05	7,95	0	0,03	125.3
P2 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)						
A	0-28	0,24	44,52	4,1	1,63	-
A2	-47	0,21	12,5	3,69	0,17	-
A3	-81	0,19	6,4	4,4	0,04	124.7
Bkx	-90+	0,23	6,3	1,49	0,07	125.3
P3 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric)						
A	0-13	0,41	45,44	10,46	2,2	-
A2	-31	0,22	6,43	1,41	0,07	-
A3	-54	0,37	70,29	9,47	1,08	-
A4	-77	0,28	47,67	3,59	0,36	-
A5	-99	0,28	51,31	2,53	0,25	119.9
Akx	-120+	0,27	44,76	0,89	0,25	125.4
P4 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico / Cambisols Eutric (Loamic)						
A	0-8	1,2	24,9	419,8	3,6	23.4
Bi	0 - 30	1,9	40,7	386,1	0,2	38.47
Cg1	-45	1	9,2	44,6	0,2	21.77
Cg2	-90	1,1	43,9	21,1	0,1	47.3
P5 - Neossolos Quartzarênico Órtico êutrico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)						
A	0-20	0,1	107,1	2,4	4,5	7.889
CA	-49	0,1	43,9	5,7	0,4	13.7
C1	-81	0,2	45,8	3,6	0,5	9.781
Ckx	-115+	0,2	12,5	0,7	0,2	54.34
P6 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptic, Hypereutric)						
A	0-45	0,3	1,2	0,1	0,1	154.5
AC	-56	0,3	0,7	0	0	179.4
Ck1	-82	0,3	0,6	0	0	192.9
Ckx2	-110+	0,2	0,6	0	0	164.9

P7- Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

A	0-24	0,4	40,6	5,3	1,4	44.99
A2	-36	0,3	23,3	0,6	0,1	95.52
Btk	-68	0,3	8,7	0	0	222
Btg	-93+	0,3	17,3	0,5	0	223.3

P8 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Amphileptic, Hypereutric)

A1	0-10/15	0,52	2,95	2,46	0,62	142.6
A2	-26	0,46	1,72	2,37	0,53	151.2
A3	-36	0,39	2,12	2,12	0,5	176.3
BK	-48	0,38	2,81	2,19	0,42	179,9
CK	-70	0,41	3,05	2,18	0,5	186.1
C2	-78	0,39	3,59	2,43	0,43	192.2
C3	-93	0,38	5,48	2,23	0,52	209.1
C4	-134	0,34	24,01	2,3	0,41	207.9
C5	-160	0,31	34,5	1,93	0,39	129.4
C6	-190+	0,81	73,57	10,93	0,42	42.6

P9 - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico / Petric Anthrosol (Loamic, Epileptic, Hypereutric)

A	0-19	0,49	2,4	2,17	0,53	182.5
A2	-32	0,38	2,05	2,16	0,43	216
A3	-46	0,36	2,1	1,82	0,41	217.4
Bi	-75	0,34	8,12	1,59	0,4	206.9
C1	-94	0,31	66,8	2,9	0,78	125.4
C2	-130+	0,25	8,61	1,4	0,29	88.86

P10 – Neossolo Regolítico Psamítico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric)

A	0-20	0,2	106,0	3,4	2,5	17.07
Acu	-65	0,2	4,7	0,6	0,2	52.00
C1	-73	0,2	9,9	0,5	0,3	34.87
Ck	73+	0,2	1,0	0,4	0,0	78.24

P11 – Chernossolo Rêndzico Órtico típico / Petric Anthrosol (Clayic, Endoleptico, Hypereutric)

A	0-30	0,4	5,3	0,9	0,1	178.8
Au	-43	0,4	5,5	1,1	0,1	193.5
Ck	90+	0,5	5,9	0,5	0,2	201.7

P12 - Neossolo Regolítico Psamítico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Endoleptico, Hypereutric, Calcic)

A	0-30	0,3	3,7	0,4	0,2	80.5
Au	-65	0,3	0,8	0,1	0,1	144.0
Au2	-80	0,2	0,9	0,0	0,1	141.2

Ck	-120+	0,2	1,4	0,2	0,2	135.6
----	-------	-----	-----	-----	-----	-------

P13 - Neossolo Regolítico Psamítico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-35	0,3	1,6	0,8	0,2	72.06
A2	-51	0,3	2,0	0,4	0,1	88.66
Au	-88	0,3	1,0	0,3	0,1	96.72
Ac	-107	0,2	2,3	0,2	0,1	72.06
Ck	107+	0,3	4,5	0,6	0,1	171.2

P14 - Neossolo Regolítico Psamítico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Ednoleptico, Hypereutric)

A	0-21	0,4	20,7	0,9	0,2	59.0
A2	-36	0,4	1,8	0,6	0,1	91.0
A3	57	0,3	0,8	0,3	0,2	122.5
Au	79	0,3	1,0	0,2	0,1	115.4
Ck	79+	0,4	1,4	0,2	0,1	178.8

P15 - Neossolo Regolítico Psamítico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Loamic, Skeletic, Hypereutric, Calcic)

A	0-27	0,5	17,4	1,2	0,3	102.9
A2	40	0,5	1,0	0,3	0,1	173.2
A3	-68	0,4	1,5	0,2	0,2	176.1
Au	-100	0,4	1,3	0,3	0,2	187.5
Ck	100+	0,4	2,9	0,2	0,1	199.7

P16 - Neossolo Regolítico Psamítico êutrico antrópico / Petric Anthrosol (Arenic, Skeletic, Endohypertechnic, Hypereutric)

A	0-23	0,32	59,31	2,32	12,47	20.68
Au2	-43	0,3	10,45	0,72	1,16	56.98
Au3	-78	0,16	0,98	0	0,04	157.6
ACu	-107	0,14	1,37	0	0,04	72.31
Cu	-120	0,15	1,75	0	0,04	66.36
C	-135	0,13	2,97	0	0,04	75.18
Ckm	-150+	0,15	2,13	0	0,03	109.1
