

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE NATUREZA E CULTURA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DO AMBIENTE

FRANCISCO SANTOS DA SILVA

Terra Preta Arqueológica em Várzea na Mesorregião do Alto Solimões, AM.

BENJAMIN CONSTANT - AM

2021

FRANCISCO SANTOS DA SILVA

Terra Preta Arqueológica em Várzea na Mesorregião do Alto Solimões, AM.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Agrárias e do Ambiente, do Instituto de Natureza e Cultura, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Ciências Agrárias e do Ambiente.

Orientador: Prof.º. Dr. José Furtado de Miranda

BENJAMIN CONSTANT – AM

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586t Silva, Francisco Santos da
Terra preta arqueológica em várzea na mesorregião do Alto Solimões, AM / Francisco Santos da Silva . 2021
26 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: José Furtado de Miranda
TCC de Graduação (Ciências Agrárias e do Ambiente) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Terra preta arqueológica. 2. Mounds. 3. Solos do Alto Solimões. 4. Antrópico. I. Miranda, José Furtado de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

FRANCISCO SANTOS DA SILVA

Terra Preta Arqueológica em Várzea na Mesorregião do Alto Solimões, AM.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Agrárias e do Ambiente, do Instituto de Natureza e Cultura, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Ciências Agrárias e do Ambiente.

Aprovado em __de _____ de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. José Furtado de Miranda - Presidente
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof.º Dr. Ronaldo de Almeida
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof.º Dr. Edson Alves de Araújo
Universidade Federal do Acre – UFAC

Dedicatória

Dedico este trabalho a toda a minha Família, cujo apoio, compreensão e amor foram fundamentais no decorrer de toda esta jornada!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida e permitir que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste curso.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe Francisca Pereira dos Santos e meu pai Wilson Martins da Silva, que sempre estiveram me apoiando em cada dificuldade e incentivando a continuar firme nos estudos, assim como todos os meus irmãos.

A minha namorada, Raynara Tavares de Souza por me ajudar em muitos momentos difíceis e pela compreensão da minha ausência enquanto eu me dedicava no decorrer de minha formação acadêmica.

Ao professor Dr. José Furtado de Miranda, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, além dos ensinamentos diários que levarei por toda a vida.

Aos professores do Instituto de Natureza e Cultura, em especial do Curso de Ciências Agrárias e do Ambiente, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação acadêmica ao longo de minha graduação.

Ao do Instituto de Natureza e Cultura – Universidade Federal do Amazonas - UFAM, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação e por tudo o que aprendi ao longo dos anos durante a formação.

A toda a família Penaforth, em especial ao senhor Onofre Penaforth, que foi o guia principal para que se realizasse o projeto de estudos sobre as Terras Pretas Arqueológicas.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como acadêmico, mas também como pessoa.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de toda minha trajetória acadêmica.

A todos que participaram direta ou indiretamente de todo este processo, enriquecendo meu aprendizado, fica a minha eterna gratidão.

“O Senhor firma os passos de um homem, quando a conduta deste o agrada; ainda que tropece, não cairá, pois o Senhor o toma pela mão.”

Salmos 37:23-24

RESUMO

Nos ecossistemas de Várzea e Terra Firme ocorrem solos com horizonte antrópico, conhecidos como: Terra Preta de Índio (TPI), Terra Preta (TP), Terra Preta Arqueológica (TPA) ou Arqueo-Antrossolo. São solos de cor escura em superfície com fragmentos de cerâmicas e/ou artefatos líticos, teores elevados de matéria orgânica e alta fertilidade que parecem não exaurir com o tempo. As pesquisas em TPA se concentram na região do Médio e Baixo Amazonas, e poucos estudos se debruçam sobre TPAs no Alto Solimões. Assim, o objetivo deste estudo foi compreender a gênese, os atributos físicos, químicos e mineralógicos das Terras Pretas Arqueológicas em pedoambiente de Várzea nos municípios de Amaturá e São Paulo de Olivença, na região do Alto Solimões. Foram abertas duas trincheiras nas TPAs e em solos adjacentes, para descrição morfológica e coleta de amostras. Os solos foram classificados conforme. As amostras foram preparadas em terra fina seca ao ar (TFSA). Na TFSA foram feitas as seguintes análises: granulométrica, separação e quantificação das frações areia, silte e argila, acidez ativa (pH), cálcio trocável (Ca^{2+}), magnésio trocável (Mg^{2+}), sódio trocável (Na^+), potássio trocável (K^+), fósforo disponível (P), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) e carbono orgânico total (C). De posse dos resultados das análises químicas, serão calculados soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), capacidade de troca catiônica efetiva (t), percentagem de saturação por bases (V) e percentagem de saturação por alumínio (m). Este trabalho amplia os estudos feitos por Miranda (2018) e contribui com a apresentação de novos sítios praticamente desconhecidos da Pedoarqueologia brasileira, em ambiente de Várzea, na região do Alto Solimões/Amazonas. Os solos são encontrados nas margens dos rios Solimões, Jacurapá e Santo Antônio do Içá nas áreas de várzea (mounds), sendo encontrados fragmentos cerâmicos em toda parte e com levada fertilidade natural.

ABSTRACT

In the Várzea and Terra Firme ecosystems there are soils with an anthropic horizon, known as: Terra Preta de Índio (TPI), Terra Preta (TP), Terra Preta Arqueológica (TPA) or Archeo-Antrosol. They are dark colored soils with fragments of ceramics and/or lithic artifacts, high levels of organic matter and high fertility that do not seem to wear out over time. Research on TPA is concentrated in the Middle and Lower Amazon region, and few studies focus on TPAs in the upper Solimões. Thus, the objective was to understand the genesis, physical, chemical and mineralogical attributes of the Archaeological Black Lands in a pedoenvironment of Várzea in the municipalities of Amaturá and São Paulo de Olivença, in the Alto region. Trenches will be opened in TPAs and adjacent soils, for morphological description and sample collection. Soils will be classified accordingly. Samples will be prepared in air-dried fine earth (TFSA). The TFSA will carry out granulometric and routine chemical analysis, which are separation and quantification of sand, silt and clay fractions, active acidity (pH), exchangeable calcium (Ca^{2+}), pot (K^{+}), available phosphorus (P), exchangeable acidity (Al^{3+}), potential acidity ($\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$) and total organic carbon (C). With the results of the chemical analysis, sum of bases (SB), cationic exchange capacity CTC, effective cation exchange capacity (t), percentage of base saturation (V) and alumina portion percentage (V) will be calculated. This work expands the studies carried out by Miranda (2018) and contributes to the presentation of new practically unknown sites in Brazilian Pedoarcheology, in an environment of Várzea, in the Alto Solimões/A region. The soils are found on the banks of the Solimões, Jacurapá and Santo Antônio do Içá rivers in the floodplain areas (mounds), with ceramic fragments being found everywhere and with a high level of fertility.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
2.1 Procedimentos realizados no campo.....	13
2.2 Procedimentos realizados em laboratório.....	13
2.3 Determinação de frações.....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
3.1 Localização e Constituição de Aterrados no Alto Solimões.....	14
3.2 Identificação do aterro (Mounds).....	16
3.3 Caracterização física e química dos solos estudados.....	20
4 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

INTRODUÇÃO

A Bacia Sedimentar do Solimões apresenta na Terra Firme duas classes de solos dominantes, Argissolos, na maior parte com plintita, com aproximadamente 58 % do total, e Plintossolos com 23 %, ambos possuem caráter alítico quase generalizado, com argila de atividade alta (argila 2:1) e com teores elevados de alumínio. No entanto, no ecossistema de Várzea os solos, em geral, são ricos e eutróficos (Neossolos Flúvicos e Gleissolos) é frequente argila de atividade alta em constante renovação sedimentar, de origem andina/subandina (SCHAEFER et al., 2017).

Em meio as classes de solos dominantes na bacia e, apesar de pouco conhecido pedologicamente na região do Alto Solimões, também ocorrem solos antrópicos (MIRANDA, 2018), conhecidos como Terras Pretas de Índio (TPI), Terra Preta (TP), Terra Preta Arqueológica (TPA), (KERN E KÄMPF, 1989) ou Arqueo-antrossolo (KÄMPF et al., 2003).

Esses solos apresentam cor escura no horizonte A (bruno acinzentado a muito escura), com valores elevados de pH, CTC, V, MO, P, Ca, Mg, Zn e Mn, podendo ter variações físicas e químicas dentro e entre sítios, (KERN E KÄMPF, 1989; LIMA, 2001; LIMA et al., 2002; LEHMANN et al., 2003; SCHAEFER et al., 2004; KERN et al., 2009; SANTOS et al., 2013; MIRANDA, 2018). Tais solos tem sido registrado com muita frequência nas regiões do Médio e Baixo Solimões/Amazonas, em ambiente de terra firme, e com menor intensidade em ecossistema de várzea, próximas as margens dos rios (SOUZA et al., 2009). No entanto a Mesorregião do Alto Solimões/Amazonas ainda é pouco estudada, principalmente seus recursos naturais, como o solo.

Os solos de TPA, são considerados pela maioria dos pesquisadores um componente crítico dos sítios arqueológicos, por apresentarem potencial para revelar estruturas da sociedade, o uso de recursos e as mudanças ocorridas nos períodos pré-históricos e pós-contato nas comunidades amazônicas, gerando assim diferentes visões de diferentes áreas de conhecimento.

Apesar de existirem relatórios científicos sobre a presença desses solos desde o século 19, o “significado” das terras pretas ainda não é completamente

compreendido e muitas são as questões a respeito de sua formação, evolução, uso, propriedades físicas e químicas, e a utilização efetiva, desses solos ainda permanecem sem resposta.

Os principais estudos sobre TPAs foram desenvolvidos no Médio e Baixo Amazonas, enquanto as área do Alto Solimões, de acordo com Miranda (2018) permanecem pouco estudadas. Além disso, existem grandes diferenças na matriz sedimentar das bacias nos diferentes lugares do rio Solimões/Amazonas, o que repercute nos atributos físicos, químicos e mineralógicos dos solos (SCHAEFER, 2013), sem que as TPAs sejam conhecidas. Além disto, este trabalho deverá trazer a ampliação dos estudos feitos por Miranda (2018) como contribuição a apresentação de novos sítios arqueológicos praticamente desconhecidos da Pedoarqueologia brasileira, em ambiente de várzea, na Mesorregião do Alto Solimões/Amazonas.

Recentemente Miranda (2018) registrou sítios de TPAs na Mesorregião do Alto Solimões em ecossistemas de várzeas, aterros (Mounds), tal registro desperta o interesse de pesquisas que possam confirmar a ocorrência e avançar nos conhecimentos científicos dos atributos químicos, físicos e mineralógicos destes solos. A partir disso, buscou-se estudar a gênese, a física, química e a mineralogia de solos com horizontes antrópicos (TPAs) em ambientes de várzea e/ou igapó estacional com Mounds nas proximidades do rio Santo Antônio do Iça, Alto Solimões, Amazonas.

Este trabalho tem por objetivo compreender a gênese das Terras Pretas Arqueológicas em pedoambiente de Várzea, compreendendo as características físicas e químicas comparando com os solos adjacentes não antrópicos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

A área de estudo localiza-se na Mesorregião do Alto Solimões, próximo ao contato da Sub-Bacia do Jandiatuba com a Sub-Bacia do Juruá, separados pelo (Arco do Carauari) no município de São Paulo de Olivença (Figura 1). O clima segundo a classificação de Koppen é Af, clima tropical úmido, temperatura média anual é 25.6 °C, e precipitação média de 2750 mm (RADAM, 1977).

Figura 1



2.1 Procedimentos realizados no campo

No dia 23/01/2020 Foram abertas duas trincheiras nas TPAs de várzea (aterros/mounds), com auxílio de ferramentas como pás de corte e boca de lobo para descrição morfológica e coleta de amostras de acordo com (SANTOS et al., 2013). Os solos foram classificados conforme EMBRAPA (2018). As amostras foram condicionadas em terra fina seca ao ar (TFSA) e foram realizadas no mês de março de 2020 as análises de rotinas, no laboratório de solo da UFAM em Manaus, nestas foram feitas as análises, conforme descrição abaixo.

2.2 Procedimentos realizados em laboratório

Na TFSA, foram determinados pH em água e em KCl 1 mol L⁻¹, usando 10 g de TFSA para 25 ml. Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ via extração com KCl 1 mol L⁻¹ e quantificação por titulometria, conforme (EMBRAPA, 2011).

Os teres trocáveis de Na⁺ e K⁺, foram determinados via extração com solução Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) e quantificado via fotômetro de chama. Acidez total (H + Al), por meio de extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0, e quantificação por titulometria com NaOH 0,05 mol L⁻¹.

A partir dos resultados analíticos calculou-se Soma de Bases (SB) = (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺); a capacidade de Troca Catiônica (CTC) a pH 7 (T) = SB + (H⁺ + Al³⁺), a CTC efetiva (t) = SB + (Al³⁺), a saturação por bases (V %) = SBx100/T e saturação por Al³⁺ (m %) = Al³⁺ x 100/ t conforme (EMBRAPA, 2011).

O P disponível foi feito através da extração com a solução Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) e quantificado por colorimétrica com ácido ascórbico segundo (BRAGA E DEFELIPO, 1974).

O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black, que usa a oxidação via dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇ 0,167 mol L⁻¹) em meio ácido, seguida da titulometria de complexação com solução de sulfato ferroso (0,025 mol L⁻¹) conforme EMBRAPA (2011). A matéria orgânica será calculada a partir do carbono orgânico.

2.3 Determinação de frações

A determinação das frações areia grossa, areia fina, silte e argila, foram feitas de acordo com (EMBRAPA, 2011). As amostras de TFSA serão dispersas com solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ por 16 horas de agitação em agitador tipo Wagner (50 rpm), enquanto a fração areia será separada por tamisação e argila pelo método da pipeta, de acordo com (EMBRAPA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Localização e Constituição de Aterrados no Alto Solimões.

Os aterrados estudados neste trabalho são áreas desconhecidas da pedologia e arqueologia brasileira, pois localizam-se em áreas de difícil acesso e muito distante dos centros de estudos. Além destes, outro aspecto que favorece

para o não conhecimento científico destas áreas é o padrão geográfico postulado para possíveis ocorrências de Terras Pretas de Índios. Os sítios de TPIs estão localizados, majoritariamente, em ecossistemas de terra firme, sendo áreas bem drenadas, estão situados em sua maioria entre 5 e 25 m de altura em relação a drenagem atual, posição topográfica que permite boa visibilidade da área de entorno, (KERN et al., 2009).

No entanto o ambiente estudados é muito distinto do padrão acima, a saber: são áreas de Igapó Estacional localizados nos dos grandes rios. Portanto não existem nenhum padrão de imagem, posição topográfica ou qualquer indicação científica que contribua para localização destes aterrados, e o que literatura cita nem sempre é possível de perceber.

Assim a descoberta destas novas áreas de Terra Preta de Índio (aterrados), só é possível a partir de investigações em campo e de informações fornecidas pelos moradores da região pois as áreas são difíceis de acesso sem o guia local.

Conforme relatos do proprietário da área, o senhor Penaforth, os dois perfis estudados, são áreas com uso a mais de 90 anos. As atividades comuns são: caça, pesca, e extrativismo, sendo o látex da seringueira, fonte de renda principal. Ele relata que os aterrados foram construídos pelos Caixanas (sua etnia), portanto postula-se que os aterrados foram construídos com objetivos de esconderijo e manejo do pescado visando sobrevivência das tribos.

Os aterrados estão localizados em pontos estratégicos para as cidades vizinhas e com muitos recursos para a sobrevivência humana, (atualmente o pescado ainda é muito promissor), o que corrobora com as informações ditas acima.

Até o presente registou-se no rio Jacurapá, quatro aterrados, próximo as margens. Toda a região composta por ambientes de lagos, “furos” e igarapés, que se alastram durante a subida das águas. Os aterrados não ultrapassam 7 metros de profundidade no mês de janeiro (período da coleta).

Os lagos são possuidores de uma enorme riqueza em pescados, o que sugere, que no passado não deveria ser diferente, é provável que os Caixanas e outras etnias tenham desfrutado desta riqueza. Tal riqueza corrobora ainda mais no mencionado anterior.

A vegetação nos aterrados é típica de várzea baixa, sofrendo inundações periódicas todos os anos, apenas os aterrados ficam livres dessas inundações, o

que pronuncia uma pedogênese diferente dos solos de várzeas. As análises físicas, químicas e mineralógicas definirão tais opiniões.

Pela posição geográfica, acredita-se que os povos Caixanas tinham ligação com os municípios de Santo Antônio do Içá e Tonantins pelos Rios Ajaratuba, Içá e Solimões, portanto, através destas evidências, postula-se que haja ocorrências de mais aterrados ao longo destes rios. Os futuros trabalhos serão feitos neste sentido.

3.2 Identificação de Aterro (Mounds).

A identificação superficial de um aterrado é fortemente marcada pelos fragmentos de cerâmicas, que estão espalhados por toda área em subsuperfície, contudo os aterrados naturalmente são cobertos por vegetação típica de várzea de Igapó estacional, tais árvores naturalmente tombam e expõem na superfície fragmentos de cerâmicas com tamanho e espessura variado (Figura 2), isto é o marco principal de uma área de aterrado, e também uma forma simples e indiscutivelmente segura de que houve intervenção humana no passado durante o processo de formação desses aterrados.

Figura 2. Cerâmicas expostas na superfície do aterrado Manoel Bastos.



Fonte: Silva, 2020

Os aterrados estudados foram Balaio (P1) (Figura 3), e Manoel Bastos (P2) (Figura 3), a nomeação veio do proprietário atual da área. No aterrado Balaio Perfil 01, foi aberto uma trincheira padrão, mas a profundidade do aterro antrópico, descrita pela morfologia e artefatos cerâmicos, é apenas um metro de espessura. A divisória é muito bem definida pela mudança de cor abrupta e a presença abundante de cerâmicas grossas e raras finas, apresentando uma coloração vermelha/amarela, apenas na camada de aterro antrópico. Por tanto a partir de um metro de espessura, o pedoambiente é característico de ambiente de Várzea Inundável, GLEISSOLO (Figura 2).

Figura 3: Perfis estudados (1) Manoel Bastos e (2) Balaio, no rio Ajaratuba.



Fonte: Miranda, 2020

O perfil 01 foi separado em quatro horizontes, Au1, Au2, Au3. A partir de 1m de profundidade, considerou-se como Bg. Não se observou diferença de estrutura entre os horizontes Au (antrópicos). Assim a estrutura é fraca/moderada e com tamanho que variam de médio à grande.

A partir dos aspectos morfológicos identificados em campo e respaldado pelas análises laboratoriais, o perfil foi classificado como Gleissolo Háplico Tb Eutrófico Cambissólico com A antrópico.

No perfil 02, aterrado Manoel Bastos, foi aberta trincheira com 1,60 m de profundidade, sendo esgte perfil dividido em cinco horizontes, Au1, Au2, Bi1, Bi2 e C. A tradagem abaixo de 1,60 metros, não mostrou mudanças morfológicas. A classificação foi semelhante ao perfil 01, sendo assim classificado como Gleissolo Háplico Tb Eutrófico Cambissólico, com A antrópico. Diferente do perfil 01, o perfil 02 tem horizonte antrópico menor (40 cm), mas os vestígios cerâmicos, permanecem até um metro de profundidade, o que é similar ao aterro do perfil 01. Desta forma o aterro antrópico é mais assinalado de 0 a 1 metro, contudo outras trincheiras precisam ser avaliadas para confirmar tal informação. Ressalta-se ainda que o pedoambiente do perfil 02 apresenta cores mais neutras, indicando estar mais próximo do lençol freático, o que provavelmente favorece a diminuição da assinatura antrópica, registrada pela cor preta, permanecendo apenas os artefatos, pois a água não consegue obliterar. Conforme Souza (2011), as inundações periódicas nos pedoambientes de várzeas, com A antrópico, promove a lavagem do perfil, diminuindo a intensidade da cor escura.

O hidromorfismo expressa por forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico (Embrapa, 2018), parece muito evidente neste pedoambiente.

Os Gleissolos compreendem solos minerais, hidromórficos, que apresentam horizonte glei dentro de 50 cm a partir da superfície ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização) 27 ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos (Embrapa, 2018).

É importante ressaltar que, para se caracterizar como horizonte A antrópico, é necessário que haja nos mesmos uma formação ou modificação antrópica pelo uso prolongado, seja como lugar de residência, de descarte ou de cultivo, no qual haja sinais de adição de matéria orgânica de variada natureza, sendo comprovadas pela presença de artefatos cerâmicos e/ou líticos, ossos, conchas ou vestígios de ação do fogo (carvão e cinzas), (EMBRAPA, 2018). Além dos valores de referência espessura maior ou igual a 20 cm e para P extraível (com solução *Mehlich-10*) deve ser $\geq 30 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo.

Tabela 1: Atributos químicos dos perfis estudados no rio Ajaratuba.

Hor.	Prof. cm	pH H ₂ O	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	P	Na	SB	T	t	V	m
			----- cmol _(C) .dm ⁻³ -----				----- mg.dm ⁻³ -----			----- cmol _(C) .dm ⁻³ -----			----- % -----	
P1 - Gleissolo Háplico Ta Eutrófico Cambissólico com A antrópico.														
Au1	0-10	5,9	0,1	10,9	20,7	3,5	28	236	18	24,35	35,25	24,45	69	0,41
Au2	10-40	6,2	1	5,79	9,3	2,2	20	1128	21	11,64	17,43	12,64	66,7	7,91
Au3	40-100	6,3	1	6,43	14,4	3,7	34	533	40	18,36	24,79	19,36	74	5,17
Big	100-160	6,6	0,6	12,2	12,2	3,5	34	50	38	15,95	18,19	16,55	87,6	3,63
P2 - Gleissolo Háplico Ta Eutrófico Cambissólico com A antrópico.														
Au1	0-20	5,6	1,1	6,43	6	0,8	26	239	17	6,94	13,37	8,04	51,9	13,68
Au2	20-40	5,9	4	10,9	7,8	1,5	16	1248	28	9,46	20,36	13,46	46,4	29,72
Bi1g	40-80	5,9	3,9	9,81	8,5	1,7	18	340	23	10,35	20,16	14,25	51,3	27,37
Bi2g	80-140	6,3	1,4	4,22	12,8	4,5	32	46	35	17,53	21,75	18,93	80	7,4
Cg	140-160	6,9	0	1,64	12,7	4	34	81	48	17	18,64	17	91,2	0

Legenda: pH: acidez ativa, Al³⁺: alumínio trocável, H+Al: acidez potencial, Ca²⁺: cálcio trocável, Mg²⁺: magnésio trocável, S: soma de base, P: fósforo disponível, K: potássio disponível, t: capacidade de troca de cátions efetiva, T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0, V: percentagem de saturação por bases, m: percentagem de saturação por alumínio.

Tabela 2: Caracterização física dos solos estudados no rio Ajaratuba.

Hor.	Prof. cm	AREIA	SILTE	ARGILA	Relação S/A	Classificação
		----- g.kg ⁻¹ -----				
P1 - Gleissolo Háplico Ta Eutrófico Cambissólico com A antrópico						
Au1	0-10	214	594	192	30,9	Siltosa
Au2	10-40	208	552	240	23	Siltosa
Au3	40-100	156	544	300	18,1	Siltosa
BiG	100-160	228	612	160	38	Siltosa
P2 - Gleissolo Háplico Ta Eutrófico Cambissólico com A antrópico						
Au1	0-20	217	563	220	255	Siltosa
Au2	20-40	154	546	300	182	Siltosa
Bi1	40-80	22	52	260	2	Siltosa
Bi2	80-140	177	603	220	27	Siltosa
C	140-160	398	462	140	33	Siltosa

3.3 Caracterização física e química dos solos estudados

Os resultados das análises químicas são classificados com base na proposta de Ribeiro et. Al, (1999). Por apresentar melhores parâmetros para interpretar os níveis de fertilidade dos solos brasileiros, sendo portanto a literatura que melhor enquadra para comparar estes solos.

A tabela 1 apresenta os resultados das análises químicas dos solos antrópicos de várzea (aterrados). Solos que apresentam acidez ativa (pH) variando de média a fraca (5,6 a 6,9). Este é considerado próximo do ideal para a maioria das espécies agrônômicas. Ressalta-se que este pH é comum para os solos com horizontes antrópicos, conforme já mencionado por Falcão et al., (2009) e Miranda (2018). Os valores mais elevados de pH, neste tipo de solo foi atribuído por Woods (2003) pela queima de material orgânico que incorporam cátions de reação alcalina.

O comportamento da acidez trocável (Al^{3+}) para o perfil 01, varia de 0,6 a 1 $cmol_{(C)}.dm^{-3}$, o que é considerado muito baixo, contudo o perfil 02, apresenta o horizonte Au2 mais elevado, 4 $cmol_{(C)}.dm^{-3}$, portanto para este último o efeito antrópico não é muito promissor na acidez por alumínio trocável, ressalta-se que logo abaixo deste horizonte, este valor é reduzido para 1,4 e 0 $cmol_{(C)}.dm^{-3}$, portanto

atribui-se esta precipitação alumínio, ao efeito antrópico. A riqueza em alumínio nesses solos pode ser atribuída ao menor grau de intemperismo destes solos, com liberação deste elemento por minerais que contém Al na rede cristalina e que controlam o Al^{3+} (Souza, 2011)

Os teores de fósforo disponível (P) extraído com Melichi-1, ultrapassam os valores de referência, não apenas para os horizontes morfologicamente antrópicos, mas, os subjacentes também, atingindo a marca mais expressiva nos dois perfis estudados, nos horizontes subsuperficial (Au2) de $1,248 \text{ mg.dm}^{-3}$, e o valor mínimo encontrado foi 50 mg.dm^{-3} , para o horizonte Bi (não antrópico). Isto demonstra que a riqueza de P é ampla, e chega a ser mobilizada para horizontes subsuperficiais, algo incomum para P em solos, pois ele é pouco móvel. Valores próximos a estes foram descritos também por Macedo (2009) Souza (2010), Miranda, (2018).

Estes valores mais elevados nos horizontes subsuperficiais, segundo Miranda (2018) podem ser atribuídos há três situações possíveis: i) enriquecimento de P a partir da decomposição de materiais nos horizontes superiores; ii) P transportado por *descensun* pela iluviação da matéria orgânica decomposta para camadas inferiores do perfil e iii) depleção nos valores de P por cultivo e/ou menor acúmulo na camada superior.

A acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}^{3+}$) vai de alto a muito alto com valores variando de 5,79 a 12,8. Portanto, se o Al^{3+} é baixo, como discutido acima, espera-se também mesma tendência para $\text{H} + \text{Al}^{3+}$, contudo o Hidrogênio teve valores mais altos, sendo o responsável para elevar acidez potencial.

Já os teores de cálcio trocável (Ca^{2+}) nos dois perfis, são muito elevados variando de 6 a $20,7 \text{ cmol}_{(c)} \text{ dm}^{-3}$, dessa forma, enquadram-se como muito alto, o que não é comum nos solos da região, exceto em algumas raridade como o trabalho de Dantas (2019), onde também foram registrado alto teor de cálcio trocável com valor de $16 \text{ cmol}_{(c)} \text{ dm}^{-3}$, ressalta-se que este solo tem influência de conchas fossilizadas da Formação Solimões.

Os teores de Mg^{2+} também são elevados quando comparados com os solos adjacentes, variando de 0,8 a $4,5 \text{ cmol}_{(c)} \text{ dm}^{-3}$ (médio a muito alto), valores inferiores ao de Ca^{2+} , ocorre em função da menor estabilidade. Ressalta-se que os valores de

Mg²⁺ são maiores no perfil 01. Um fator que não pode ser desprezado, é a carga de sedimentos, que contribuiu na formação destes pedoambientes.

Já, o potássio (K) e Sódio (Na) disponível apresentam valores baixos, sendo um entrave neste solo, Lima et al., (2002), Silva et al., (2011) e Miranda (2018) também encontraram teores baixos, portanto os resíduos que produziram os aterros antrópicos parecem ser desprovidos destes elementos, ou foram obliterados pelas inundações.

O conjunto do complexo químico, a saber: soma de bases (SB) varia de 6,9 a 24,3 cmol_(c) dm⁻³ um valor extremamente elevado; a capacidade de troca catiônica (CTC) variou de alto a muito alto, 13,37 a 35,25 cmol_(c) dm⁻³ respectivamente; e por último a saturação por base (V), é significativamente elevados nos dois perfis, variando de 46,4 a 91,2 %, o que lhe atribui o caráter eutrófico.

Esse enriquecimento químico não está apenas nos horizontes Au (antrópicos), mas se estende aos horizontes subsuperficiais, pela provável migração desses elementos, para os horizontes subjacentes, rompendo com literaturas, conforme dito por Souza (2011) e Lima (2001), o que parece ser comum nos solos Antrópicos (MIRANDA, 2018).

Assim, para explicar toda esta riqueza química, em solos Amazônicos antrópicos, os autores: Lima et al. (2002); Lehmann et al. (2003); Schaefer et al. (2004), Kämpf & Kern, (2005); Souza et al. (2009), Teixeira et al. (2009); Glaser e Birks, (2012); Campos et al. (2013) e Miranda (2018), relatam com uma certa concordância, que a origem dos elementos P, Ca, Mg, K, Mn e Zn nos horizontes antrópicos, estão associados a descartes superficial ou enterros de resíduos orgânicos como: fezes, ossos de animais, escamas e espinhas de peixes, lenha, carvão, palhas, cerâmicas, cinzas, restos funerários humano, lixos entre outros resíduos. No caso de aterro antrópico (Mounds), a estabilidade destes incrementos parece ser mais bem preservada, assim que as inundações não atinjam, mais.

4 CONCLUSÃO

Na confluência dos rios Solimões, Jacurapá e Santo Antônio do Içá, ocorrem aterrados (Mounds) em pedoambientes de várzea com elevados níveis de fertilidade e muitos fragmentos cerâmicos, que registram antigos assentamentos/moradias de povos pré-colombianos.

Em todos os aterrados surgem fragmentos cerâmicos, devido tombamentos de árvores por morte natural, onde suas raízes provocam afloramento destes fragmentos, que são marcos/registros imprescindíveis para definição/caracterização de aterrados de TPAs em várzea.

Os aterrados de terra preta de índio estudados mostram elevados teores de P, Ca, Mg, K, SB, V e CTC, indicando uma riqueza elevada quando comparados com os solos adjacentes, resultados de longos períodos de depósitos de resíduos orgânicos dando origem a essas terras pretas.

A posição geográfica dos aterrados de Terra Preta Arqueológica, na região do alto Solimões, corrobora que os povos que edificaram esses mounds selecionando esses locais por duas principais razões: riqueza de diversidade biológica para exploração alimentar e segurança das tribos. Portanto, considera-se um sítio edificado com muita inteligência e sabedoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIA

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. **Revista Ceres.**, v. 21, p. 73–85, 1974.

COSTA, J. A. et al. Geoquímica das Terras Pretas Amazônicas. In: TEIXEIRA, W. G. et al. (Eds.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia : Sua Caracterização e Uso Deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Manaus: Embrapa, Amazônia, Ocidental., 2009. p. 161–171.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. In: Rio de Janeiro (Documento 132): EMBRAPA, Solos, 2011. p. 230.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. In: 3. ed. Brasília: EMBRAPA, Solos, 2013. p. 353.

FALCÃO, N. P. S; COMERFORD, N. B.; LEHMANN, J. Determining Nutrient Bioavailability of Amazonian Dark Earth Soil - Methodological Challenges. In: LEHMANN, Johannes; KERN, Dirse Clara; GLASER, Bruno; WOODS, Willian. (Org.). **Amazon Dark Earth, origin, properties and management**. Holanda, v. 1, p. 255-270, 2003.

FERMIN, M. E. N. **Atributos químicos dos solos de várzea e terra firme, benjamin constant, AM**. UFAM, Trabalho de Conclusão de Curso 2019.

KERN, D.C., KÄMPF, N., 1989. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na Região de Oriximiná, Pará. *R. Bras. Ciênc. do Solo* 3, 219–225.

KERN, D. C.; COSTA, M. L. **Composição química de solos antropogênicos desenvolvidos em Latossolo Amarelo derivados de lateritos**. *Geociências*, v. 16, n. 1, p. 141-156, 1997.

KERN, D. C.; RODRIGUES; SOMBROEK, W. **Distribution of Amazonian Dark Earths in the Brazilian Amazon**. In: J. Lehmann, D.C.; Kern, B. Glaser. *Amazonian Dark Earths: origin, properties, Management*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 51-75, 2003.

KERN, D. C. et al. Evolução do Conhecimento em Terra Preta de Índio. In: TEIXEIRA, W. G. et al. (Eds.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia** : sua Caracterização e Uso Deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas. Manaus: Embrapa, Amazônia, Ocidental., 2009. p. 72–81.

LEHMANN, J. et al. Soil fertility and production potential. In: LEHMANN, J. et al. (Eds.) **Amazonian Dark Earths: origin, properties, management**. Dordrecht.

LIMA, H. N. **Gênese, Química, Mineralogia e Micromorfologia de Solos da Amazônia Ocidental**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2001.

LIMA, H. N. et al. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “ Terra Preta Anthrosols (Indian black earth) of Western Amazonia. **Geoderma**, v. 110, p. 1–17, 2002.

MIRANDA, J. F. **Terras Pretas Arqueológicas no Médio Amazonas e Alto Solimões**: química, Mineralogia, Micromorfologia e Idade. Universidade Federal de Viçosa, 2018.

NEVES, E. G. et al. **The timing of terra preta formation in the Central Amazon**: archaeological data from three sites. In: GLASER, B.; WOODS, W. I. (Ed.). **Amazonian Dark Earths: explorations in space and time**. Berlim: Springer, 2004. p. 125-134.

RADAM. Projeto RADAMBRASIL, **levantamento de recursos naturais**. In: V14. (Folh ed. Rio de Janeiro, V14. (Folha SA.19-Içá): Departamento Nacional da Produção Mineral, 1977. p. 446.

SANTOS, L. A. C. et al. Caracterização de terras pretas arqueológicas no sul do estado do Amazonas. **R. Bras. de Ciênc. do Solo**, v. 37, n. 4, p. 825–836, 2013.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. **Uso dos solos e alterações de paisagem na amazônia: cenários e reflexões**. In: [s.l.] B. Museu Paraense Emilio Goeldi, Ser. Ci. Terra, 12, 2000.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Micromorphology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia. **Australian Journal of Soil Research**, v. 42, n. 4, p. 401–409, 2004.

SCHAEFER, C. E. G. R. Bases Físicas da Paisagem Brasileira: Estrutural Geológica, Relevo e Solos. In: ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. (Eds.) **Tópicos em Ciências do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. p. 1–69.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Solos da Região Amazônica. In: CURI, N. et al. (Eds) **Pedologia solos dos biomas Brasileiros**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 111–175

SILVA, F.W et al. Caracterização química e mineralogia de solos antrópicos (terras pretas de índio) na Amazônia central **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p. 673-681, 2011.

SOUZA, K.W. 2011. Gênese, mineralogia, micromorfologia e formas de fósforo em Arqueo-antropossolos da várzea do Rio Amazonas. Doctoral dissertation, Universidade de Viçosa. 2011.

SOUZA, K. W. et al. Phosphorous forms in cultivated indian black earth (anthrosols) of varying texture in the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, n. 1, p. 1347–1355, 2009.

WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (Ed.). . Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 331–362.