

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

HIRLEN MARIA LEÃO PAULA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE TRÊS PERFIS DE SOLO, ALTO
SOLIMÕES- AMAZONAS.

BENJAMIN CONSTANT-AM
2021

HIRLEN MARIA LEÃO PAULA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE TRÊS PERFIS DE SOLO, ALTO
SOLIMÕES- AMAZONAS.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Licenciatura em Ciências
Agrárias e do Ambiente da
Universidade Federal do
Amazonas-UFAM, como
requisito para obtenção de
Licenciado em Ciências Agrárias
e do Ambiente.

PROF. 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).

P324c Paula , Hirlen Maria Leão
Caracterização física e química de três perfis de solo,
AltoSolimões - Amazonas / Hirlen Maria Leão Paula .
2021
35 f.: il.; 31 cm.

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

1. Espodossolo. 2. Latossolo. 3. Campinarana. 4. Solimões . I.
Miranda, José Furtado de. II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título

HIRLEN MARIA LEÃO PAULA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE TRÊS PERFIS DE SOLO, ALTO
SOLIMÕES- AMAZONAS.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

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

A minha mãe Irna Mara Leão, ao meu pai Pedro Paula da Silva a minha irmã Hirlene Mara Leão Paula, ao meu sobrinho João Miguel Leão Bida, pelos incentivos para realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e saúde a cada amanhecer, pois até aqui me ajudou o Senhor.

A toda minha família, em especial a minha mãe Irna Mara Leão, por todo amor, carinho e cuidado, pelo incentivo, por sempre acreditar no meu potencial e por estar do meu lado em todos os momentos de minha vida, á minha irmã Hirlene Mara Leão Paula, ao meu sobrinho João Miguel Leão Bida, pelos incentivos para realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

À Universidade Federal do Amazonas.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Furtado de Miranda pela disponibilidade na realização deste trabalho.

A minhas amigas, Patrícielle dos Santos Aparício e Maderly Soares da Silva pelas ajudas, por acreditarem em mim e pela grande amizade, minha gratidão.

Á Gilmara Souza da Silva pela parceria nos projetos de PIBIC, pela amizade linda que construímos no decorrer da vida acadêmica, pelo companheirismo de sempre, ajuda, incentivo e motivação.

A todos os professores que contribuíram na jornada acadêmica e durante minha vida escolar.

Enfim, sou grata a todos pela força, motivação e acima de tudo pela confiança.

RESUMO

Espodossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade. Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. O objetivo foi estudar solos encontrados na região do Alto Solimões e gerar informações a respeito de suas origens e ocorrência, a partir de topossequências. O resultado demonstra em todos os horizontes dos perfis há o predomínio da fração areia o que caracteriza como textura arenosa, exceto no Latossolo que possui caráter mais argiloso. Os solos são distróficos, pobres em nutrientes e possuem acidez muito elevada, o que limita naturalmente a produtividade agrícolas, nos Espodossolos, a vegetação primária de Campinarana, é adaptada as condições oligotróficas, no Latossolo a vegetação é primária. Para uso agrícola, o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Tipico, possuem bons atributos físicos, contudo precisam de correções nutricionais, para melhoria da fertilidade, já os Espodossolos não possuem bons atributos, pois são solos pobres em nutrientes.

Palavras-chave: Espodossolo, Latossolo, Campinarana.

ABSTRACT

Spodosols are soils made up of mineral material, presenting a spodic B horizon immediately below the E, A horizon or hisstic horizon within 200 cm of the soil surface or 400 cm if the sum of the A+E horizons or the hisstic horizons (with less than 40 cm) + And exceed 200 cm in depth. Oxisols are soils made up of mineral material, with a latosolic B horizon preceded by any type of A horizon within 200 cm of the soil surface or within 300 cm if the A horizon is more than 150 cm thick. The objective was to study soils found in the Alto Solimões region and generate information about their origins and occurrence, based on toposequences. The result demonstrates in all profile horizons there is a predominance of the sand fraction, which characterizes as a sandy texture, except in the Oxisol, which has a more clayey character. The soils are dystrophic, poor in nutrients and have very high acidity, which naturally limits agricultural productivity. In Espodosols, the primary vegetation of Campinarana is adapted to oligotrophic conditions, in the Oxisol the vegetation is primary. For agricultural use, the Typic Red-Yellow Dystrophic Latosol has good physical attributes, however it needs nutritional corrections to improve fertility. Spodosols do not have good attributes, as they are nutrient-poor soils.

Keywords: Spodosol, Oxisol, Campinarana.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Horizonte A magnitude 40 vezes	20
Figura 2- Horizonte E magnitude 40 vezes	21
Figura 3- Horizonte Bh magnitude 40 vezes	21
Figura 4- Horizonte Bs magnitude 40 vezes	21
Figura 5- Microagregado no horizonte A, magnitude 100 vezes	21
Figura 6- Perfil do solo estudado: Espodossolos Humilúvicos Hiperespessos típicos.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Análise física do perfil de Espodossolos Humilúvicos Hiperespessos típicos.....	26
Tabela 2- Análise física do perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típicos	26
Tabela 3- Análise química: Espodossolos Humilúvicos Hiperespessos típico	27
Tabela 4- Análise química: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típicos	28
Tabela 5- Análise física do perfil de Espodossolos Ferri-Humilúvicos Hiperespessos típico.	30
Tabela 6- Análise química do perfil de Espodossolos Ferri-Humilúvicos Hiperespessos típico	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Caracterização geral dos Espodosolos	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Área de estudo	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Análise e descrição usando microscopia óptica dos horizontes A, E Bh e Bs.....	19
4.2 Características físicas dos solos estudados, em Pedoambientes de Terra Firme.....	25
4.3 Características químicas dos solos estudados, em Pedoambientes de Terra Firme.....	26
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS	33

INTRODUÇÃO

No Alto Solimões, o manejo dos solos ainda é feito com o mínimo conhecimento, porém populações mais antigas já realizavam o manejo do solo usando seus conhecimentos empíricos. Os trabalhos que elucidam suas características físicas, químicas e mineralógicas, ainda são limitados. Há exemplo, no município da região deste estudo (município de São Paulo de Olivença), ressalta-se o projeto RADAM Brasil de 1977, como o trabalho que permite ligeiro conhecimento sobre a pedologia, este cita Latossolos, Argissolos e raros Espodossolos.

Sabe-se que entre o ecossistema de terra firme, o Latossolos é a classe mais comum na Amazônia, são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresentar mais que 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2018). Na Amazônia, estes costumam apresentar altos índices de intemperismo, níveis de fertilidade muito baixa, alta acidez e uma mineralogia muito caulínica (SCHAEFER et al., 2017).

Já os Espodossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade (EMBRAPA, 2018).

O desenvolvimento de Espodossolos se dá pela translocação da matéria orgânica e alumínio do horizonte A para o B, formando o horizonte espódico (Bh), podendo ocorrer também iluviação de ferro, formando o horizonte Bhs ou Bs (RESENDE et al., 1995; EMBRAPA, 2018).

Deste modo, os Espodossolos, são fortemente marcados pela perda dos elementos presentes no horizonte E eluviado, incluindo Al e Fe, sendo estes poucos solúveis no solo e tornando-se a matéria orgânica o principal componente a ser transportado para os horizontes mais profundos (PATEL-SORRENTINO, 2007).

A vegetação comum nos Espodossolos são as campinas e/ou campinaranas, ecossistemas amazônico sujeitos ao alagamento periódico e consequente da flutuação do lençol freático, cujas espécies apresentam elevada esclerofilia (SILVEIRA, 2003).

Estes ecossistemas são caracterizados por apresentarem baixa produtividade, baixa diversidade e solos com elevado oligotrofismo e acidez, quando comparados às florestas de

terra firme (ANDERSON, 1981; SILVEIRA, 2003; VICENTINI, 2004), que são dominantes na Amazônia.

Neste sentido, busca-se caracterizar e classificar a predominância dos solos nas proximidades de São Paulo de Olivença, com base no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solo- SiBCS, para aumentar a base de conhecimentos pedogenéticos e contribuir com o manejo destes pedoambientes, nesta região, pois o solo é um recurso natural, de extrema significância para a humanidade, e o uso indevido deste recurso pode gerar prejuízos irreparáveis para a natureza, principalmente naqueles que se enquadram como arenosos, como é o caso dos Espodosolos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização geral dos Espodossolos

Espodossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade (EMBRAPA, 2013).

Desenvolve-se sob condições de umidade elevada, em clima tropical e subtropical, em relevo plano, suave ondulado, áreas de surgente, abaciamientos e depressões, podendo, entretanto, ocorrer em relevo mais movimentado, em ambientes de clima frio, úmido e de vegetação altomontana (DIAS, 2003).

Os horizontes dos Espodossolos seguem, em geral, a seqüência A-E-Bh-C, sendo o horizonte Bh, B espódico, o horizonte diagnóstico desses solos. A cor deles é bem contrastante, com o horizonte espódico bastante escurecido pela presença de matéria orgânica, tornando-os facilmente identificáveis no campo.

O desenvolvimento de Espodossolos se dá pela translocação da matéria orgânica e alumínio do horizonte A para o B, formando o horizonte espódico (Bh), podendo ocorrer também iluviação de ferro, formando o horizonte Bhs ou Bs (Resende et al., 1995; Embrapa, 1999), precedido do horizonte E alábico ou raramente em seqüência ao A (Oliveira et al., 1992). Na base dos horizontes espódicos é comum ocorrer uma cimentação por colóides orgânicos e alumínio, com ou sem ferro, formando uma camada extremamente dura, compacta e pouco permeável, denominada ortstein, que é representada pela letra “m”, indicando cimentação (EMBRAPA, 1999).

A camada impermeável (ortstein) que se forma na base do horizonte Bh, quando em profundidade muito pequena, limita a exploração desses solos, por apresentar impedimento à penetração de raízes e limitar a drenagem interna.

Considera-se que os Espodossolos são solos bastante característicos, em razão de sua gênese. Geralmente, apresentam diferenciação significativa entre os horizontes, e, na maioria das vezes, têm um horizonte espódico de cores escurecidas ou avermelhadas/amareladas, precedido de um horizonte eluvial E (formados a partir da decomposição de rochas locais).

As formações esclerófilas que se desenvolvem sobre solos arenosos na Amazônia têm sido denominadas de diversas maneiras nos outros países onde estas são encontradas, a saber: *muri bush* na Guiana (RICHARDS, 1952), *bana* na Venezuela (HERRERA et al., 1978), *varillal bajo* no Peru (RUOKOLAINEN et al., 2002). No Brasil, estas formações também

receberam diversas denominações, sendo chamadas inicialmente de caatinga gapó por Spruce (1908), caatinga amazônica por Pires e Rodrigues (1964), pseudocaatinga (AUBRÉVILLE, 1961) e caatinga do Rio Negro (RIZZINI, 1979) devido à semelhança fisionômica desta vegetação com as Caatingas do nordeste brasileiro. Posteriormente estes nomes foram considerados inapropriados, pois geravam confusão com as verdadeiras caatingas brasileiras, uma vez que há pouca relação em termos de composição e evolução entre estes dois ecossistemas.

Patel-Sorrentino (2007), destaca que a característica do Espodossolo, é a perda de todos os elementos presentes no horizonte E eluviado, incluindo Al e Fe, sendo estes poucos solúveis no solo e tornando-se a matéria orgânica o principal componente a ser transportado para os horizontes mais profundos.

Os solos com Campinaranas predominantes são desenvolvidos de material de origem retrabalhado, proveniente do Pré-Cambriano (gnaisses e granitos), recobertos por sedimentos arenoargilosos de Idade Pliopleistocênica. Destes materiais, desenvolveram-se mantos arenosos profundos, formados por pedogênese *in situ* (BRAVARD E RIGHI, 1990; ANDRADE et al., 1997; LUCAS et al., 1984). Esta é uma das origens mais aceita, contudo existem outras postulações.

Segundo Silveira (2003), a Campinarana é um tipo de vegetação que se desenvolve sobre solos arenosos extremamente pobres (oligotróficos), na maioria dos casos hidromórficos (presentes em planícies de rios e terrenos alagadiços, constantemente inundados), e ricos em ácido húmico.

Estes ecossistemas são caracterizados por apresentarem baixa produtividade, baixa diversidade e solo com elevado oligotrofismo e acidez, quando comparados às florestas de terra firme (ANDERSON, 1981; SILVEIRA, 2003; VICENTINI, 2004), que são dominantes na Amazônia.

A classificação da vegetação brasileira proposta por Velozo et al. (1991) subdivide as formações sobre areia branca da Amazônia em três subgrupos: *campinarana florestada*, *campinarana arborizada* e *campinarana lenhosa*, sendo que a primeira apresenta a vegetação de maior porte e com maior cobertura do dossel. A última é caracterizada por apresentar árvores ou arbustos esparsos em meio a uma matriz herbácea dominada pela família Xyridaceae.

As campinaranas são fisionomias florestais caracterizadas por apresentar sub-bosque relativamente aberto e escassez de cipós e lianas, com indivíduos arbóreos podendo atingir 30 metros (ANDERSON, 1981).

Segundo Daly e Prance (1989), esses ecossistemas representam uma área correspondente a, aproximadamente, 7% da Amazônia Legal Brasileira. No, entanto, apesar de ocupar grande área, estudos sobre estes ecossistemas são escassos e são concentrados próximos às maiores cidades da bacia do Rio Negro, como São Gabriel da Cachoeira e, sobretudo, Manaus.

Na Amazônia brasileira, a região do alto Rio Negro é conhecida pela ampla distribuição desse tipo de vegetação (Campinarana), sendo que no sudoeste da Amazônia, mais especificamente na fronteira do Acre com o Amazonas, as Campinaranas foram “descobertas” apenas entre as décadas de 70 e 80 (SILVEIRA, 2003).

Segundo Vicentini (2004), pouco se conhece sobre a composição florística da maioria das campinas e campinaranas. Entretanto sabe-se que há uma grande heterogeneidade estrutural e florística quando se comparam estes ecossistemas situados em diferentes regiões.

Assim como as campinas, as campinaranas apresentam espécies de ampla distribuição que ocorrem na maioria destes ecossistemas. Vários estudos têm demonstrado que algumas destas espécies podem se tornar dominantes, como é o caso de *Aldina heteropylla*, (OLIVEIRA et al., 2001; VICENTINI, 2004; TARGHETTA, 2012). Oliveira et al. (2001) também citam *Hevea rigidifolia*, *Lissocarpa benthamii* e *Micrandra spruceana* como espécies que frequentemente apresentam dominância nas campinaranas, esta última comum no alto Rio Negro.

Os ambientes onde se desenvolvem as campinaranas são caracterizados por apresentarem condições de estresse hídrico e nutricional. Deste modo, as espécies que são aptas a colonizar estes ambientes possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que as permitem se desenvolver nestes locais.

A escassez de nutrientes dos solos nos quais as campinaranas se desenvolvem faz com que haja maior investimento em folhas em comparação ao caule, resultando em indivíduos de baixa estatura (COOMES; GRUBB, 1996).

Uma importante adaptação aos solos escassos em nutrientes, principalmente nas espécies típicas de campinarana, é a produção de poucas sementes, mas com maior investimento energético em cada uma. Esta adaptação aumenta a chance de sobrevivência das plântulas em ambientes tão oligotróficos, embora implique em um baixo recrutamento. (ALLEN; GILLOOLY, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em agosto de 2018 e 2019, e para conhecer os trabalhos científicos publicados que descrevem os solos arenosos no Alto Solimões, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para aprofundamento do tema estudado. Utilizou-se como ferramentas para pesquisas, os livros e a internet, através do Google, Google acadêmico e periódico Scielo, como um apoio teórico.

A partir das pesquisas bibliográficas, foi possível melhor compreender os horizontes comuns dos Espodosolos, bem como a formação destes e os demais fatores que influenciam na formação.

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de São Paulo de Olivença, próximo à divisa da Formação Solimões com a Formação Içá, região do Alto Solimões, margem direita do rio Solimões. O clima segundo a classificação de Koppen é Af, clima tropical úmido, temperatura média anual é 25.6 °C, e precipitação média de aproximadamente 2750 mm (RADAM, 1977).

Foram estudados três perfis, com as localizações, perfil 01: Latitude 3°28'47.1"S, Longitude 68°57'25.1"W, Perfil 02: Latitude 3°29'25.8"S, Longitude 68°56'51.3"W e Perfil 03: Latitude 3°29'37.4"S, Longitude 68°56'52"W, no município de São Paulo de Olivença, na margem esquerda do rio Solimões.

A seleção da área foi feita visando coletar de modo topossequencial, ou seja, da parte mais alta da paisagem (topo) até áreas mais baixas (planas), transição dos Latossolos, Espodosolos. Nesta topossequência com aproximadamente 5 km, foram abertos, 2 (duas) trincheiras. Os perfis foram descritos e amostradas em horizonte/camadas, as amostras foram previamente preparadas em TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), em seguida foi feito a separação/identificação dos horizontes/camadas, coleta e descrição morfológica.

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 definidos acima, foram calculados Soma de Bases (SB) = (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺); a capacidade de Troca Catiônica (CTC) a pH 7 (T) = SB +

($H^+ + Al^{3+}$), a CTC efetiva (t) = $SB + (Al^{3+})$, a saturação por bases (V %) = $SB \times 100 / T$ e saturação por Al^{3+} (m %) = $Al^{3+} \times 100 / t$ conforme (EMBRAPA, 2011).

Para compreender o elemento fósforo disponível (P), foi feita análise do P disponível através da extração com a solução Mehlich-1 (HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1} + H_2SO_4$ $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) e quantificado por colorimétrica com ácido ascórbico segundo (BRAGA E DEFELIPO, 1974).

Para quantificar a matéria orgânica do solo, foi feita extração do carbono orgânico pelo método Walkley-Black, que usa a oxidação via dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ $0,167 \text{ mol L}^{-1}$) em meio ácido, seguida da titulometria de complexação com solução de sulfato ferroso ($0,025 \text{ mol L}^{-1}$), por último a matéria orgânica foi calculada a partir do fator de conversão 1,724 (EMBRAPA, 2011).

Para conhecer a granulometria dos solos foi feita separação e quantificação das frações, areia grossa, areia fina, silte e argila, as amostras de TFSA foram dispersas com solução de $NaOH$ $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ 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).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vegetação Campinarana ocorre predominantemente em áreas fronteiriças da Colômbia e Venezuela, nas Bacias dos Rios Negro e Branco, e sob a configuração de disjunções por toda a Amazônia, adaptado ao Espodossolo, que são solos bastante característicos, em razão de sua gênese. São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade (SBCS, 2018).

Ao contrário da maioria das florestas Amazônicas, além da pobreza de espécies vegetais, a vegetação Campinarana ostenta uma disposição pronunciada de dominância por uma ou poucas espécies (ANDERSON, 1981). Além disso, outra particularidade distintiva é a apresentação de uma rede espessa, compacta e flexível de raízes finas sobre o solo, que em alguns episódios pode apresentar até um metro de espessura.

No Brasil, o complexo de Campinaranas é formado por manchas de vegetação lenhosa oligotrófica, situado em áreas alagadas ou sobre acúmulo de areia, e é dividido em três subgrupos: Campinarana densa ou florestada, Campinarana arbórea aberta ou arborizada, e gramíneo-lenhosa (IBGE, 1992).

Os ambientes onde se desenvolvem as campinas e campinaranas são caracterizados por apresentarem condições de estresse hídrico e nutricional. Deste modo, as espécies que são aptas a colonizar estes ambientes possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que as permitem se desenvolver nestes locais.

Alguns estudos têm demonstrado que há uma alta similaridade entre a flora dos igapós e a flora das campinaranas (ANDERSON, 1978; KUBTIZKI, 1987; WORBES, 1997; VALE, 2011), portanto é possível que algumas espécies encontradas nas campinaranas tenham origem dos igapós assim como o contrário também é plausível. No entanto, Targhetta (2012) não encontrou esta similaridade em áreas relativamente próximas destes dois ecossistemas. A autora concluiu que quando estes ecossistemas apresentam grande similaridade florística, tal fato se relaciona mais à ocorrência de solos com características texturais e de fertilidade semelhantes do que ao fato de ambos serem periodicamente alagados ou frequentemente ocuparem bacias de rios de água preta. Assim, é possível que os igapós sobre solos arenosos constituam importantes fontes de espécies para as campinas e campinaranas podendo também funcionar como corredores de dispersão para algumas destas espécies. A presença

generalizada das Campinaranas sobre esta unidade restringe-se principalmente à bacia do Rio Negro, provavelmente associada a condições climáticas mais úmidas e favoráveis aos processos de podzolização e arenização dos solos (SCHAEFER et al., 2007). Estudos mais detalhados ajudaram na compreensão da origem deste solo.

Os horizontes dos Espodosolos seguem, em geral, a seqüência A-E-Bh-C, sendo o horizonte Bh, B espódico, o horizonte diagnóstico desses solos. A cor deles é bem contrastante, com o horizonte espódico bastante escurecido pela presença de matéria orgânica, tornando-os facilmente identificáveis no campo.

O desenvolvimento de Espodosolos se dá pela translocação da matéria orgânica e alumínio do horizonte A para o B, formando o horizonte espódico (Bh), podendo ocorrer também iluviação de ferro, formando o horizonte Bhs ou Bs (RESENDE et al., 1995; EMBRAPA, 1999), precedido do horizonte E alábico ou raramente em seqüência ao A (OLIVEIRA et al., 1992). Na base dos horizontes espódicos é comum ocorrer uma cimentação por colóides orgânicos e alumínio, com ou sem ferro, formando uma camada extremamente dura, compacta e pouco permeável, denominada ortstein, que é representada pela letra “m”, indicando cimentação (EMBRAPA, 1999).

4.1 Análise e descrição usando microscopia óptica nos horizontes A, E Bh e Bs.

O relevo é Colinoso e não ultrapassam 100 metros de Altitude, ao longo do trabalho observou-se que o relevo varia de plano a ondulado/forte ondulado, o que repercute significativamente na pedogênese local.

Em conformidade com o EMBRAPA (2018), os solos estudados foram classificados como: Perfil 01- Espodosolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típico, Perfil 02- Espodosolo Humilúvico Hiperespesso típico e Perfil 03- Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, este último está localizado no topo da paisagem e onde o relevo é aplainado, e os Espodosolos, nas partes mais rebaixadas da paisagem. Ressalta-se que nas áreas onde o relevo é mais íngreme, não foram feitos estudos, contudo parece contempla outra classe.

Para melhor compreender a gênese dos horizontes do perfil 01 (Espodosolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típico), em laboratório foi observado com Microscópio Óptico em magnitude de 40 vezes, que o horizonte A possui grãos de quartzo em formato de blocos angulares e subangulares e raramente são capeados pela matéria orgânica (Figura 1), contudo a matéria orgânica é visualmente observada na microscopia em quantidades superiores nos horizontes A quando comparado ao E (Figura 2).

Os grãos de quartzos do horizonte A apresentam um padrão de tamanho e forma mais uniforme, diferente do horizonte E que possui tamanhos e formas mais variadas (Figura 2).

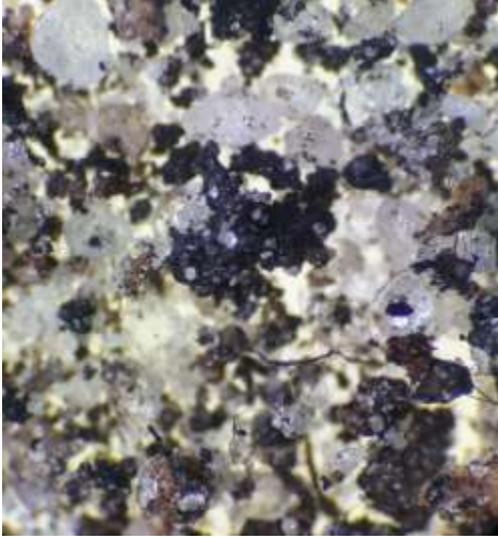
Observa-se também no horizonte A, que os grãos de quartzo menores, estão formando microagregados que são complexados/capeados pela matéria orgânica, ou seja, neste horizonte a pedogênese está formando microestruturas (Figura 5), diferente do horizonte E que se limita a simples grãos de quartzos (areias em tamanhos variados), maiores detalhes podem ser visualizados a partir do uso da micromorfologia com microscópicos petrográficos, equipamento que a IFE local, não dispõe.

O horizonte E possui grãos de quartzos, em formato de blocos angulares e subangulares com predomínio angulares e variam em tamanho (Figura 2). Apresentam raros minerais que se assemelham pela cor com feldspato, diferente dos grãos de quartzos que aparenta ser mais incolor, transmitindo melhor os feixes de luz.

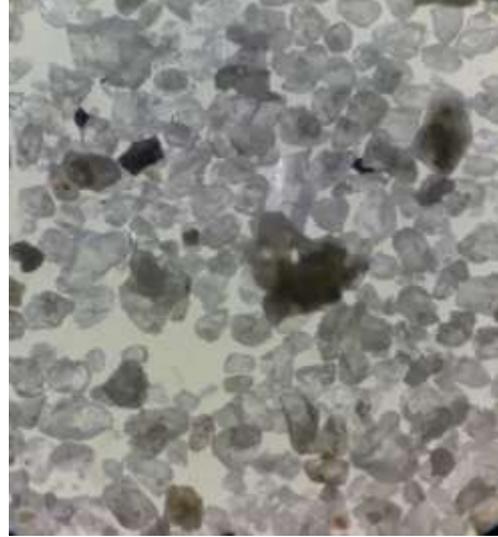
No horizonte Bh, os grãos de quartzos apresentam formas semelhantes ao do horizonte A, contudo apresentam um melhor capeamento de coloração escura que demonstra ser matéria orgânica e também apresenta microagregados, predominantemente quartzoso, complexados/capeados pela matéria orgânica (Figura 3). A estrutura destes microagregados parece ser mais forte que os microagregados do horizonte A.

No horizonte Bs o formato dos grãos de quartzos é similar ao Bh. Sendo que os grãos de quartzos apresentam cores amareladas que permitem deduzir capeamento/cimentação por óxido de ferro e alumínio podendo ser material amorfo ou cristalino, ocorrem também em menores proporções grãos de quartzos capeados por matéria orgânica. Comparando as cores dos horizontes Bh e Bs (Figura 3 e Figura 4), denota-se que horizonte Bh tem cores mais escuras indicando ser material orgânico, já o horizonte Bs tem cores mais amareladas indicando possivelmente óxidos de ferro e alumínio, que são óxidos comuns nestes horizontes.

Figura 1- Horizonte A magnitude 40 vezes. **Figura 2-** Horizonte E magnitude 40 vezes.

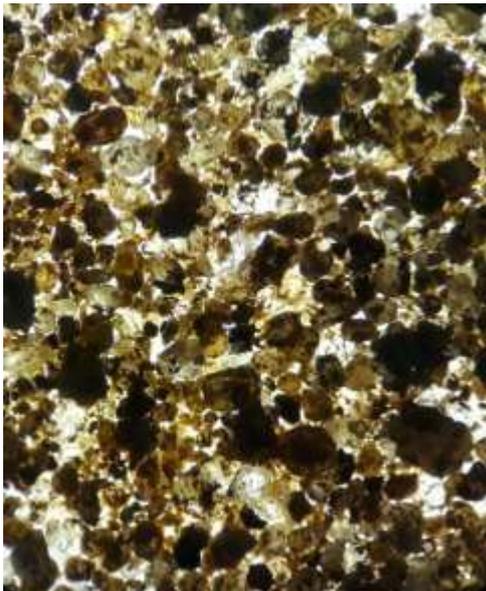


Fonte: Miranda, 2019.

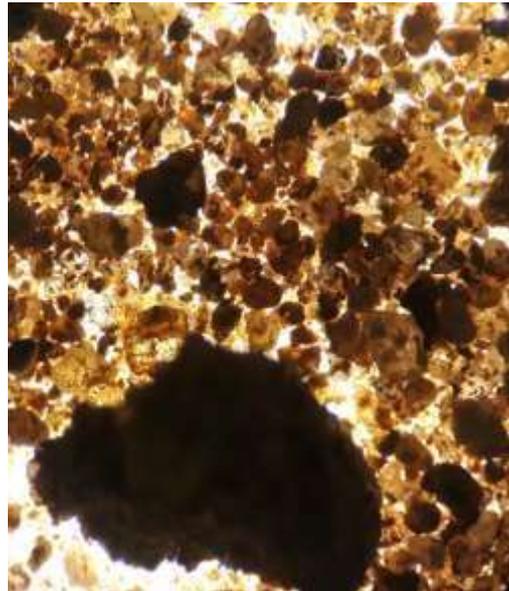


Fonte: Miranda, 2019.

Figura 3. Horizonte Bh magnitude 40 vezes. **Figura 4.** Horizonte Bs magnitude 40 vezes.



Fonte: Miranda, 2019.



Fonte: Miranda, 2019.

Figura 5. Microagregado no horizonte A, magnitude 100 vezes.



Fonte: Miranda, 2019.

O Perfil 01, Espodossolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típico, possui profundidades de aproximadamente 200 cm, com Bhsm. Neste foi possível identificar camadas cimentadas aqui chamadas de ortstein, que varia em espessura e profundidade, sempre abaixo do horizonte espódico. Esta camada identificada como ortstein, está sofrendo constante intemperização/destruição, pois é protegida por solo arenoso.

As evidências de um possível horizonte B espódico ortstein (Bhsm), que provavelmente já foi mais expressivo em suas proeminências, sendo que hoje aparenta características de desmonte/destruição, ou seja, este horizonte parece ter sofrido destruição/desagregação e manteve a formação de Bh e Bs sem a cimentação/consolidação que indica o ortstein (m). Um fator que pode ter contribuído para tal ação é o posicionamento do perfil na paisagem (proximidade do igarapé) podendo ser o caminho/passagem de águas. Conforme mencionaram Coelho et al. (2010b) é possível que os Espodossolos mais antigos constituído de horizonte ortstein sejam paleossolos, ou, ao menos poligenéticos. Portanto o horizonte ortstein parece ser passivo de destruição e de reconstituição, contudo a paisagem e as condições bioclimáticas favoreceram ou retardaram tais processos.

Ressalta-se ainda que existam locais mais intactos (menos destruídos) e locais que apresentam características de maiores degradações. Como visto em campo a retirada da vegetação também favorece o desgaste desta camada, isto se pronuncia ainda mais quando as camadas arenosas são retiradas. Sugere-se, que a degradação do ortstein esteja provocando o aumento do horizonte E, fazendo com que o solo fique mais profundo ainda.

Estes solos estão cobertos naturalmente por vegetação de Campinaranas ou Campinas e quando cultivados estão sobre cultivo de abacaxi (*Ananas comosus*), este cultivo tem sido comum entre 3 a 5 anos. Outro uso comum é a retirada de areia para construção civil, sem nenhum manejo.

O perfil 02, Espodossolo Humilúvico Hiperespesso típico, encontra-se na parte mais rebaixada do pedoambiente de Terra Firme que variam muito em profundidade. Na transição para o perfil 03 Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico chega a 3,5 metros, e classificados como Hiperespessos. Portanto é um Espodossolo muito profundo, o que sugere ser muito antigo, ao tempo que não é muito extenso.

A profundidade dos Perfis 01 e 02, indica uma evolução pedogenética destes perfis, Coelho et al. (2010b), relatam que Espodossolos profundos, (aproximadamente 200 cm de profundidade), tem idades aproximadamente de 18.500 anos AP, portanto a formação de B espódico orstein remonta evolução pedogenética em Espodossolos.

De acordo com Coelho et al. (2010b) existe uma estreita relação entre idade e atributos morfológicos dos Espodossolos, ou seja, os mais jovens apresentam menores profundidades e os mais velhos apresentam maiores profundidades e mais chance de ocorrer horizontes plácico e orstein, contudo para existência destes horizontes é necessário alguns milhares de anos conforme dito acima.

Este pedoambiente parece ter relação com antigos canais de drenagem, que foram preenchidos e está evoluindo a sua pedogênese. Ocorre em tamanhos e profundidades variadas ao longo da paisagem local, no município de São Paulo de Olivença. Contudo estudos mais detalhados precisam ser realizados para melhor elucidar esta postulação, pois os solos arenosos neste município são muito comuns.

De modo generalizado admite-se duas hipóteses para a formação deste Espodossolos quais são: a) destruição das argilas dos Latossolos/Argissolos por altas precipitações, gerando acúmulo de areias nas áreas rebaixadas, formando posteriormente o B espódico, tal hipótese foi produzida por Schaefer (2000). b) um antigo canal abaciado de drenagem larga que fechou a saída de água e acumulou camadas de sedimentos, posteriormente formou o B espódico. Contudo para validar tal postulação é necessário, mais análises, discussões e comparações.

Como os Espodossolos, em geral, possuem textura arenosa, a capacidade de retenção de nutrientes é inferior a outros solos com maiores percentuais de argila, portanto, imagina-se que estes Espodossolos apresentem uma pobreza generalizada de nutrientes, conforme discutiremos abaixo. Principalmente pela ausência de mecanismos de retenção eficientes nesses solos (SYERS & WALKER, 1969).

O Perfil 03, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, possui características morfológicas que indicam ser bem drenados e ultrapassam 1,80 metros de profundidade, com estruturas no Bw em blocos subangulares, pequenas e médias, forte/moderado, o horizonte C é basicamente o Saprolito do argilito vermelho, que ainda está sendo trabalhado pela pedogênese. Na camada C é possível perceber fragmentos de argilitos com dimensões que variam 1 a 2 centímetros de espessura por 5 centímetros de comprimento, estes fragmentos são endurecidos, sendo este aspecto parecido com plintita (podendo confundir), no entanto diferem-se em outros aspectos.

A morfologia do Latossolo não aparenta ter elevados níveis de intemperismo, para tanto são necessárias outras análises que não foram feitas como os índices de intemperismo (ki).

O avanço da pedogênese parece ser influenciado pelo relevo local, que é do tipo Colinoso, impedindo o avanço da pedogênese, em áreas mais acentuadas, ao tempo que nos topos da paisagem com ligeiro aplainamento, a pedogênese parece ter ligeira evolução, formando Latossolos rasos. Diferente da geomorfologia do município de Benjamin Constant que corrobora ser mais acentuada, ou seja, não possui o mínimo aplainamento, isto resulta em solos menos intemperizados, conforme demonstrado por Coelho et al. (2005) e Fernandes (2020), 90% dos solos do estudados no Alto Solimões tende para a classe dos Cambissolos. Portanto o relevo Colinoso no Alto Solimões é um dos fatores limitantes para a evolução da pedogênese.

Figura 6: Perfis dos solos estudados em Pedoambientes de Terra Firme, São Paulo de Olivença.



Legenda: Perfil 01 Espodossolo Ferri-humilúvicos Hiperespessos típicos, Perfil 02 Espodossolo Humilúvicos Hiperespessos típicos e Perfil 03 Latossolo Vermelho-Amarelo Distróficos Típicos.

4.2 Características físicas dos solos estudados em Pedoambientes de Terra Firme.

Os resultados da análise física, tabela 1, Espodossolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típicos, registra em todos os horizontes predomínio da fração areia, variando de 80 a 85 %, o que lhe confere como textura arenosa, seguido da fração silte que apresenta percentuais mais elevados nos horizontes A e E entre 14 e 15 %. Já a fração argila demonstrou menores percentuais, variando de 2,4 a 7,6 %, contudo os percentuais mais elevados situam-se nos horizontes Bh e Bs, esta característica deve estar relacionado a translocação de materiais finos, comuns nesses pedoambientes (arenosos). Processos pedogenéticos conhecidos como iluviação de argila, que supostamente está cimentado por óxidos de ferro e alumínio, cristalinos e amorfos, conforme comentários de Resende et al. (1995).

Tabela 1. Análise física do perfil 01, Espodossolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típicos.

Horizonte	Prof. (cm)	Areia	Silte		Argila	Textura
			%			
A1	0-8	80,6	15,2	4,2	Arenosa	
E1	8-200	83,5	14,1	2,4	Arenosa	
Bh	200-203	85,4	9,6	5,0	Arenosa	
Bs	203-207+	82,6	9,8	7,6	Arenosa	

Os resultados das amostras representados na tabela 2, Espodosolos Humilúvicos Hiperespessos típicos, também mostra em todos os horizontes o predomínio da fração areia, variando de 89 a 97 %, o que classifica como textura arenosa, na fração silte, o horizonte A1 e E2 tem maiores valores, sendo 4,7 a 4,8 %, os menores percentuais de silte estão nos horizontes E1 e Bh, variando de 1 a 3 %. A fração argila apresentou maior percentual nos horizontes A1, A2 e Bh 5, 5,2 e 6,8 %, respectivamente, indicando que a argila presente no Espodosolo deve ter relação com a matéria orgânica, conforme visto nos horizontes A1 e A2 e também no Bh, este último pedogeneticamente cimentado.

Tabela 2. Análise física do perfil 02, Espodosolo Humilúvico Hiperespesso típico.

Horizonte	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila	Textura
		-----%-----			SiBCS
A1	0-50	90,2	4,8	5	Arenosa
E1	50-65	97,4	1,4	1,2	Arenosa
A2	65-105	90,3	4,5	5,2	Arenosa
E2	105-350	91,5	4,7	3,8	Arenosa
Bh	350-370	89,6	3,6	6,8	Arenosa

O resultado da análise física da tabela 3, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico mostra que as frações argila e areia predominam. Na fração areia os percentuais variam de 43 a 47%, na fração silte os percentuais são de 10 a 26 % e para a fração argila, os valores variam de 26 a 44%, apresentando agrupamento textural predominantemente argilosa, sendo diferente dos solos da Cidade de Benjamin Constant, que são predominantemente Siltosos, conforme Coelho et al. (2005), na mesma formação Geológica.

Tabela 3. Análise física do perfil 03 de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

Horizonte	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila	Textura
		-----%-----			SiBCS
A	0-10	46,9	16,9	36,2	Argilosa
Bw1	10-100	47,4	10,8	41,8	Argilosa
Bw2	100-180	47,2	10,6	42,2	Argilosa
C1	180-250	43,3	11,9	44,8	Argilosa
C2	300	47,3	26,3	26,4	Média

4.3 Características químicas dos solos estudados Pedoambientes de Terra Firme.

Todos os resultados das análises químicas, dos três perfis, foram interpretados de acordo com Ribeiro et al, (1999).

Os resultados das análises químicas da tabela 4, perfil 01, Espodosolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típico, identificam valores de acidez ativa (pH em água), como elevada e muito elevada (2,70 a 4,70), contudo o horizonte A (superfície) apresentou a acidez

mais elevada (2,70), esta acidez mais acentuada está relacionada a matéria orgânica, conforme relatam os autores Oliveira (2007) e Coelho et al. (2010a) que afirmam uma correlação positiva entre acidez e teores de carbono orgânico.

Neste mesmo horizonte os valores de acidez potencial (H+Al) são aproximadamente 50 vezes maiores que o horizonte E e 6 vezes maior que o B espódico, indicando que a acidez deve ter relação com a matéria orgânica, pois apresentam valores muito alto ($87,0 \text{ g kg}^{-1}$) no A, contudo o B espódico varia de 12 a 30 g kg^{-1} , estas características variam, sendo comuns nos Espodossolos, conforme, Oliveira (2007) e Coelho et al. (2010a).

A acidez trocável (Al^{3+}) no horizonte A é muito alta ($2,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), no E é nula e no B espódico é média ($1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para Espodossolos é comum encontrar valores acima de $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ indicando caráter alumínico, neste trabalho tal caráter não foi visto. Os elementos Ca^{2+} e Mg^{2+} no horizonte A apresentam valores baixo ($0,65$ e $0,35 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), respectivamente. Já, no horizonte E, e no B espódico, os valores destes elementos tendem a ser muito baixo ou até nulos, o que demonstra pobreza química destas bases.

Os valores de Na (sódio) apresentam variação de 2 a 162 mg dm^{-3} , os valores mais elevados de Na estão presentes no B espódico (Bs). O K (potássio disponível) apresentou valores baixos variando de 2 a 40 mg dm^{-3} , o valor mais elevado (40 mg dm^{-3}) foi observado no horizonte superficial A. Para P (fósforo disponível) os valores apresentados são muito baixo (1 a 7 mg dm^{-3}), contudo ocorre um ligeiro incremento no horizonte A (superfície) e no B espódico, este efeito parece ter relação com a pedogênese dos Espodossolos.

Os baixos valores de bases demonstrados em todo o perfil, resultam em soma de bases muito baixa a baixa (SB) variando de (0,1 a $1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), que indicam baixa fertilidade natural deste solo, tais resultados são muito comuns para a classe dos Espodossolos, que em geral, são solos profundos, ácidos e pobres em nutrientes. Sua baixa fertilidade natural é refletida na soma de cátions trocáveis, que raramente atinge níveis superiores a $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Oliveira et al., 1992). Pois, o material de origem é predominantemente (quartzitos, arenitos ou sedimentos quartzosos) normalmente é muito pobre em argila (Tabela 4), resultando em solo com uma textura arenosa ao longo do perfil (Oliveira et al., 1992). Portanto, a capacidade de retenção de cátions está condicionada à matéria orgânica, porque a argila desses solos em geral é mínima, neste caso são menores que 10% e é provavelmente constituída de minerais de baixa atividade.

A CTC (capacidade de troca catiônica), variou de 1,28 a $10,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, (de baixa a alta) nos horizontes E e B espódico, já o horizonte A superficial, demonstra CTC muito alta ($59,98 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), contudo, por apresentar percentuais mínimos de argilas (4,2 %) e

percentuais muito alto de areia (80,6%) textura arenosa (Tabela 4), pode supor que tais valores de CTC, estão quase que totalmente associados a matéria orgânica, tais valores de CTC aumentam de acordo com o acréscimo de matéria orgânica nos horizontes, isto também foi proposto por Oliveira (2007) e Coelho et al. (2010a).

As percentagens de saturação de bases (V) indicam o caráter distrófico em todo o perfil variando de 1,95 a 7,76 %. Contudo no horizonte E, o V é mais elevado (24,53 %), no entanto este valor é insignificante, considerando que $V = SB \times 100/CTC$, neste horizonte E a soma de base (SB) é $0,31 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (muito baixa) e a Capacidade de troca catiônica (CTC) é $1,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (muito baixa).

Tabela 4. Análise química do perfil 01, Espodossolo Ferri-Humilúvico Hiperespesso típico.

Horizonte	Prof. (cm)	pH	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	K	P	MO	SB	t	T	V	m
		—	----- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----				----- mg dm^{-3} -----			g kg^{-1}	--- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ---				
A1	0-8	2,70	58,81	2,70	0,65	0,35	15,00	40,00	7,0	87,0	1,17	59,98	3,87	1,95	69,81
E1	8-200	4,70	0,97	0,00	0,20	0,10	2,00	2,00	1,00	03,0	0,31	1,28	0,31	24,53	0,00
Bh	200-203	4,00	7,94	1,50	0,15	0,05	27,00	4,00	2,00	12,0	0,33	8,27	1,83	3,96	82,07
Bs	203-20	4,30	9,81	1,50	0,10	0,00	162,00	8,00	2,00	30,0	0,82	10,63	2,32	7,76	64,52

Legenda: pH: acidez ativa; Al³⁺: alumínio trocável; H+Al: acidez potencial; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: magnésio trocável; Na: sódio, S: soma de base; P: fosforo 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.

Já o Perfil 02, Espodossolo Humilúvico Hiperespesso típico, mostra na tabela 5, valores de acidez ativa (pH em água), com acidez fraca (6,3 a 6,9), contudo o horizonte E1 apresentou a acidez fraca em maior valor (6,9), diferente do perfil 01.

Os valores de acidez potencial (H+Al) no horizonte A1, E1, A2 e E2 são baixo ($1,07$ a $2,77 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), já no Bh é médio ($3,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). O alumínio trocável (Al³⁺) em todos os horizontes são muito baixo variando de ($0,1$ a $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Os elementos Ca²⁺ e Mg²⁺ no horizonte A1 apresentam valores muito baixos ($0,1$ a $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), já no horizonte E1, A2, E2 e Bh os valores são nulos, o que demonstra pobreza química destas bases.

Os valores de Na (Sódio) apresentam variação de 3 a 15 mg dm^{-3} , os valores mais elevados de Na estão presentes nos horizontes A1, A2 e Bh com valores de 8, 10 e 15 mg dm^{-3} .

O K (potássio disponível), demonstrou valores muito baixos variando de 2 a 6 mg dm^{-3} , o valor mais elevado (6 mg dm^{-3}) foi observado no horizonte superficial A1.

Para P (fósforo disponível) o horizonte A1 apresentou valores nulos, muito baixo e baixo ($0, 2$ e 12 mg dm^{-3}), os horizontes que apresentaram maior valor foi o horizonte A1 e

Bh com (4 a 12 mg dm⁻³), conforme mencionado anterior tal efeito pode ter relação com a pedogênese dos Espodossolos, já os horizontes E1 e E2 apresentaram valores nulos.

Os baixos valores de SB (Soma de bases) demonstrados em todo o perfil, indicam SB muito baixos variando de (0,2 a 0,35 cmol_c dm⁻³), que mostra a baixa fertilidade natural destes solos, tais resultados obtidos são muito comuns para a classe dos Espodossolos, pois são solos profundos, ácidos e pobres em nutrientes. O material de origem é predominantemente (quartzitos, arenitos ou sedimentos quartzosos) normalmente é muito pobre em argila (Tabela 5), resultando em um solo com uma textura arenosa ao longo do perfil, conforme também descrito por Oliveira et al. (1992).

A CTC (Capacidade de troca catiônica), variou de 1,09 a 2,29 cmol_c dm⁻³ (baixo a muito baixo) nos horizontes E1 e A2, já nos horizontes A1 e Bh observou-se a CTC baixa, porém com maior valor que nos outros horizontes, variando de (3,12 a 3,49 cmol_c dm⁻³), podendo-se dizer que por apresentarem percentuais mínimos de argila (5 %) e percentuais altos de areia (90,2 %) textura arenosa (Tabela 1), supõe-se que os valores maiores estejam associados a matéria orgânica, já que os valores tendem a aumentar de acordo com o acréscimo da mesma nos horizontes.

As percentagens de V (saturação de bases) são muito baixos, o que indicam o caráter distrófico em todo o perfil, variando de 1,34 a 11,22 %.

O transporte do fósforo, provavelmente grande parte dele seja iluviado juntamente com os compostos orgânicos, pois a iluviação da matéria orgânica é o principal processo na formação dos Espodossolos.

A escassez de nutrientes dos solos onde as campinaranas se desenvolvem faz com que haja maior investimento em folhas em comparação ao caule, resultando em indivíduos de baixa estatura (COOMES; GRUBB, 1996).

Outra importante adaptação aos solos escassos em nutrientes, principalmente nas espécies típicas de Campinarana, é a produção de poucas sementes, mas com maior investimento energético em cada uma. Esta adaptação aumenta a chance de sobrevivência das plântulas em ambientes tão oligotróficos, embora implique em um baixo recrutamento.

O baixo recrutamento, somado ao crescimento lento das espécies de Campinas e Campinaranas, faz com que o tempo entre gerações destas espécies seja maior, resultando, possivelmente, em taxas de evolução mais lentas do que das espécies de floresta de terra firme (VERDU, 2002), conseqüentemente levando à menor diversificação (ALLEN; GILLOOLY, 2006).

Tabela 5. Análise química do Perfil 02, Espodossolo Humilúvico Hiperespesso típico.

Horizonte	Prof. (cm)	pH	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	K	P	SB	t	T	V	m
		—	----cmol _c dm ⁻³ ----				-----mg dm ⁻³ -----			---cmol _c dm ⁻³ ---				
A1	0-50	6,3	2,77	0,5	0,2	0,1	8	6	12	0,35	3,12	0,85	11,22	58,82
E1	50-65	6,9	1,07	0,1	0	0	3	2	0	0,02	1,09	0,12	1,83	83,33
A2	65-105	6,4	2,24	0,6	0	0	10	2	2	0,05	2,29	0,65	2,18	92,31
E2	105-350	6,6	1,47	0,1	0	0	4	2	0	0,02	1,49	0,12	1,34	83,33
Bh	350-370	6,5	3,42	0,5	0	0	15	2	4	0,07	3,49	0,57	2,01	87,72

Legenda: pH: acidez ativa; Al³⁺: alumínio trocável; H+Al: acidez potencial; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: magnésio trocável; Na: sódio, 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.

Os resultados das análises químicas da tabela 6, do perfil 3 Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típicos, também foram interpretados de acordo com Ribeiro et al, (1999). Os valores de acidez ativa (pH em água), apresentam acidez fraca e média (5,3 a 6,5).

Os valores de acidez potencial (H+Al) nos horizontes Bw1, Bw2, C1 e C2 são médios (3,08 a 4,69 cmol_c dm⁻³), já o horizonte A é alto (7,15 cmol_c dm⁻³).

O alumínio trocável (Al³⁺) varia de alto a muito alto (1,5 a 2,1 cmol_c dm⁻³). Os elementos Ca²⁺ e Mg²⁺ em todos os horizontes são nulos.

Os valores de Na (Sódio) apresentam variação de 3 a 8 mg dm⁻³, os valores mais elevados de Na estão presentes nos horizontes A, Bw1 e C2 com valores de 8 e 5 mg dm⁻³.

O K (potássio disponível) demonstrou valores muito baixos variando de 2 a 8 mg dm⁻³, o valor mais elevado (8 mg dm⁻³) foi observado no horizonte superficial A. Para P (fósforo disponível) apresentaram valores nulos em todos os horizontes.

A SB (Soma de bases) demonstrados em todo o perfil são muito baixos, variando de (0,2 a 0,6 cmol_c dm⁻³), indicando baixa fertilidade natural destes solos.

A CTC (Capacidade de troca catiônica), variou de 3,1 a 7,21 cmol_c dm⁻³ (baixo a médio), nos horizontes A e Bw1 a CTC é média com (4,72 a 7,21 cmol_c dm⁻³), já nos horizontes Bw2, C1 e C2 são baixo com (3,1 a 3,82 cmol_c dm⁻³).

As percentagens de V (saturação de bases) são muito baixos, o que indicam o caráter distrófico em todo o perfil, variando de 0,52 a 0,87 %.

O Latossolo estudado, de forma geral se caracterizou com deficiência química (baixa fertilidade natural), chegando a teores nulos de cálcio, magnésio e fósforo, tendo basicamente alumínio trocável como carga, com baixas concentrações de potássio. O tipo de solo estudado é extremamente pobre quimicamente, no entanto possui boas condições físicas, com estruturas

moderadamente forte, o que é muito bom para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Para o uso agrícola é necessário uso de adubos e calcários, caso contrário à produtividade será sempre baixa. Portanto recomendam-se estudos mais detalhados para melhora da produção agrícola.

Tabela 6. Análise química, perfil 03, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

Horizonte	Prof. (cm)	pH	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	K	P	SB	t	T	V	m
		—	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----mg dm ⁻³ -----			---cmol _c dm ⁻³ ---				
A	0-10	5,3	7,15	2,1	0	0	8	8	0	0,06	7,21	2,16	0,83	97,22
Bw1	10-100	6	4,69	1,7	0	0	5	4	0	0,03	4,72	1,73	0,64	98,27
Bw2	100-180	5,9	3,8	1,6	0	0	3	2	0	0,02	3,82	1,62	0,52	98,77
C1	180-250	6,4	3,08	1,5	0	0	4	2	0	0,02	3,1	1,52	0,65	98,68
C2	300	6,5	3,42	1,8	0	0	5	2	0	0,03	3,45	1,83	0,87	98,36

Legenda: pH: acidez ativa; Al³⁺: alumínio trocável; H+Al: acidez potencial; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: magnésio trocável; Na: sódio, S: soma de base; P: fosforo 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.

CONCLUSÃO

O município de São Paulo de Olivença possui relevo Colinoso, com topos de paisagem levemente aplainada, contribuindo para o avanço do intemperismo, formando Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico, e na parte mais rebaixada da paisagem encontram-se os Espodosolos Humilúvicos Hiperespessos típicos e os Espodosolos Ferri-humilúvicos Hiperespessos típicos, este último com maior abrangência;

Os solos estudados em São Paulo de Olivença são distróficos, pobres em nutrientes e possuem acidez muito elevada, o que limita naturalmente a produtividade agrícola;

Nos Espodosolos, a vegetação primária de Campinarana, é adaptada às condições oligotróficas, no Latossolo a vegetação é primária;

Para uso agrícola, o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico, possuem bons atributos físicos, contudo precisam de correções nutricionais, para melhoria da fertilidade, pois os teores de fertilidade natural encontrados são muito baixos, a saber: cálcio, magnésio, potássio e fósforo;

Os pedoambientes com os Espodosolo Humilúvico Hiperespesso típico e Espodosolo Ferri-humilúvico Hiperespesso típico, precisam ser preservados, para evitar destruição destes ambientes oligotróficos, com riqueza biológica aparentemente pouco vislumbrada.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H. et al. **Pedogeomorfologia e micropedologia de uma seqüência de Latossolo– Areia Quartzosa Hidromórfica sobre rochas cristalinas do Estado do Amazonas. Genomos.** Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 55-66. 1997.
- ANDRADE, H. Evolução de umaAUBRÉVILLE, A. **É tude ecologique des principales formations vegetales du Brésil É tude ecologique des principales formations vegetales du Brésil.** France: Cent. Tech. Forest. Trop., 1961. 268 p.
- ALLEN, A. P.; GILLOOLY, J. F. **Assessing latitudinal gradients in speciation rates and biodiversity at the global scale. Ecology Letters,** v. 9, p. 947-954, 2006.
- ANDERSON, A.B. **White-sand vegetation of Brazilian Amazonia.** Biotropica, v. 13, p. 199-210, 1981.
- BRASIL. **Ministério das Minas Energia.** Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB/SC. 18 Javari/Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial a terra, Rio de Janeiro, 420 p.1977a (Levantamento de recursos naturais, 13).
- BRAVARD, S.; RIGHI, D. **Podzols in Amazonia.** Catena, n. 17, p. 461–475, 1990.
- COELHO, M.R; VIDAL-TORRADO, P; PEREZ, X.L.O; MARTINS, V.M. & VÁSQUEZ, F.M. **Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em Espodosolos da planície costeira do estado de São Paulo.** R. Bras. Ci. Solo. 34:1081-1032. 2010a.
- COELHO, Maurício Rizzato et al. **Química e gênese de solos desenvolvidos sob vegetação de restinga no estado de São Paulo.** Rev. Bras. Ciênc. Solo. Viçosa. V. 34. N.6. Dec. 2010b.
- COOMES, D.A.; GRUBB, P.J. **Amazonian caatinga and related communities at La Esmeralda, Venezuela: forest structure, physiognomy and floristics, and control by soil factors.** Vegetatio, v.122 p. 167-191, 1996.
- DALY, D. C.; PRANCE, G. T. Brazilian Amazon. In: CAMPBELL D. G.; HAMMOND H. D. (Eds.). **Floristic Inventory of Tropical Countries.** NY: New York Botanical Garden, 1989. p. 401-426.
- EMBRAPA – **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação.**
–
Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 412p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF:
Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de Solos do Brasil,** escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 2013. 1 mapa color.
- FINE, P.V.A.; MESONES, I.; COLEY, P.D. **Herbivores Promote Habitat Specialization by Trees in Amazonian Forests.** Science, v. 305, p. 663-665, 2004.

- FINE, L.V.; MILLER, Z.J.; MESONES, I.; IRAZUZTA, S.; APPEL, H.M.; STEVENS, M.H.H.; SÄÄKSJÄRVI, I.; SCHULTZ, J.C.; COLEY, P.D. **The growth-defense trade-off and habitat specialization by plants in Amazonian forests.** *Ecology*, v. 87, p. 150-162, 2006.
- HERRERA, R.; JORDAN, C.F.; KLINGE, H.; MEDINA, E. **Amazon Ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients.** *Interciencia*. v.3 p.223-232, 1978.
- IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. **Série Manuais Técnicos em Geociências 1.** IBGE, Rio de Janeiro. 1992, 92p.
- JANZEN, D. H.. **Tropical Blackwater Rivers, Animal and mast fruiting by Dipterocarpaceae.** *Biotropica*, v.6, p. 69-103, 1974.
- LUCAS Y. et al. **Transição Latossolos-podzóis sobre a formação Barreiras na região de Manaus, Amazônia.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 8, p. 325-335, 1984.
- OLIVEIRA, A. A.; DALY, D. C. VICENTINI, A.; COHN-HAFT, M. **Florestas sobre areia: campinaranas e igapós.**
- OLIVEIRA, A. A.; DALY, D. C. **Florestas do Rio Negro.** São Paulo: Companhia das Letras, 2001. p. 179-220.
- OLIVEIRA, A. A. de; DALY, D. C. **Florestas do Rio Negro.** São Paulo. Companhia das Letras: UNIP, 2007.
- PATEL-SORRENTINO, N.; LUCAS, Y.; EYROLLE, F.; MELFI, A. J. **Fe, Al and Si species and organic matter leached off a ferralitic and podzolic soil system from Central Amazonia.** *Geoderma*, v. 137, p. 444-454, 2007.
- PIRES, J. M. **Tipos de Vegetação da Amazônia.** Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi, 79 – 209. Publicação Avulsa. nº 20. 1964.
- RADAMBRASIL. Folha SA. 19 Içá; **geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 452 p. 1977b (Levantamento dos Recursos Naturais, 14).
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes.** NEPUT, Viçosa, 2018. 304p.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v. 2. 374 p
- RICHARDS, P.W. **The Tropical rain forest.** Cambridge University Press. Cambridge, 1952. 450p.
- RUOKOLAINEN, K.; TOUSMITO, H.; VORMISTO; J. PITMAN, N. **Two biases estimating range sizes of Amazonian plant species.** *J. Trop. Ecol.*, v. 18 p. 935-942, 2002.

SCHAEFER, C.E.G.R.; LIMA, H.N.; VALE JUNIOR, J.F.; MELLO, J.W.V. 2000. **Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões**. B. Museu Paraense Emílio Goeldi, Ser. Ci. Terra, 12, 63–104.

SCHAEFER C. E. G. R. et al. Soil and vegetation carbon stocks in Brazilian Western Amazonia: relationships and ecological implications for natural landscapes. **Environmental Monitoring and Assessment**, p. 1-15, 2000.

SILVEIRA, M. **Vegetação e Flora das Campinaranas do Sudoeste Amazônico** (JU-008). Relatório de Defesa Técnica, Associação S.O.S. Amazônia, Rio Branco, 2003.28 p.

SPRUCE, R. **Notes of botanist on the Amazon and Andes**. London: A. R.Wallace, Macmillan 2, 1908.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro. IBGE, 1991.

VICENTINI, A. **A Vegetação ao Longo de um Gradiente Edáfico no Parque Nacional do Jaú**. In: Borges, S.H.; IWANAGA, S.; DURIGAN, C.C.; PINHEIRO, M.R. (Eds.). Janelas para a Biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia. Fundação Vitória Amazônica (FVA)/WWF/IBAMA, Manaus, Brasil, 2004. p. 117-143.

TARGHETTA, N. **Comparação florística e estrutural entre florestas de igapó e campinarana ao longo de gradientes hidro-edáficos na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã, Amazônia Central**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2012.