



Potencialidades da Terra Preta de Índio para o uso agrícola no médio rio Urubu, Itacoatiara – Amazonas

Nalbert Souza de Carvalho¹  

Francisco Weliton Rocha Silva²  

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira³  

André Campos Alves⁴  

Destaques

- A Floresta Amazônica é vital para o equilíbrio ambiental global, mesmo assentada em solos pobres.
- A Terra Preta de Índio possui propriedades físicas únicas que intervêm na fertilidade da vegetação.
- Existem práticas ancestrais de manejo ambiental desenvolvidas por comunidades indígenas.
- A erosão no rio Amazonas pode causar impactos locais negativos a comunidade e a biodiversidade.
- Há uma riqueza de espécies de plantas, animais e microrganismos presentes nessa região.

Resumo: Na Amazônia brasileira, o rio Urubu, é um típico rio de água preta no Amazonas, onde frequentemente se encontra a presença de solos antrópicos ao longo de suas margens, onde também residem unidades familiares que sobrevivem basicamente do uso agrícola dessas áreas. O objetivo desta pesquisa foi analisar atributos morfológicos, físicos, químicos e as formas de uso de uma Terra Preta de Índio (TPI), localizada na margem esquerda do médio rio Urubu, em Itacoatiara, Amazonas. Realizou-se a coleta de informações geográficas para construção de mapas de uso da área, assim como a coleta de amostras de solos, as quais foram analisadas quanto à cor e quanto aos atributos físicos e químicos. Os resultados mostraram pequenas variações na cor da TPI em profundidade, predominando a cor bruno muito escuro. A composição textural foi franco-siltosa, enquanto no solo adjacente predominaram cores mais amarelas e teor de argila acima de 50%. Na TPI, a análise química indicou maiores teores de matéria orgânica e de nutrientes, especialmente de cálcio (Ca) e fósforo (P), comparado ao solo adjacente. As alterações promovidas pela ação humana na Amazônia resultaram em solos antrópicos com maior quantidade de macronutrientes, quando comparados aos solos não antrópicos.

Palavras-chave: Amazônia Central; Sítio arqueológico; Textura; Matéria orgânica; Uso e ocupação.

¹ Graduado em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

² Doutor em Agronomia Tropical pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical (PPGAT) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

³ Professor Titular do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEOG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

⁴ Mestre e Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEOG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons

POTENTIAL OF AMAZONIAN DARK EARTH FOR AGRICULTURAL USE IN THE MIDDLE URUBU RIVER, ITACOATIARA, AMAZONAS

Abstract: In the Brazilian Amazon, the Urubu River is a typical blackwater river in Amazonas where anthropic soils are frequently found along its banks, where family units also reside and basically survive from the agricultural use of these areas. The aim of this research was to analyze morphological, physical, and chemical attributes, as well as the forms of use, of an Amazonian Dark Earth (ADE) located on the left bank of the middle Urubu River in Itacoatiara, Amazonas. Geographic information was collected for the construction of land use maps, as well as soil samples, which were analyzed for color and for physical and chemical attributes. The results showed small variations in the color of the ADE with depth, with a predominance of very dark brown color. The textural composition was silty loam, while in the adjacent soil, yellower colors and clay content above 50% predominated. In the ADE, chemical analysis indicated higher levels of organic matter and nutrients, especially calcium (Ca) and phosphorus (P), compared to the adjacent soil. The changes promoted by human activity in the Amazon resulted in anthropic soils with a higher amount of macronutrients when compared to non-anthropic soils.

Keywords: Central Amazon; Archaeological site; Texture; Organic matter; Land use and occupation.

POTENTIEL D'UNE TERRE NOIRE D'AMAZONIE POUR L'USAGE AGRICOLE DANS LE MOYEN RIO URUBU, ITACOATIARA – AMAZONAS

Résumé: En Amazonie brésilienne, le rio Urubu est un cours d'eau noir typique de l'Amazonas, où l'on trouve fréquemment des sols anthropiques le long de ses rives, lesquelles abritent également des unités familiales qui survivent essentiellement grâce à l'usage agricole de ces zones. L'objectif de cette recherche était d'analyser les attributs morphologiques, physiques et chimiques, ainsi que les formes d'utilisation d'une Terre noire d'Amazonie (TNA), située sur la rive gauche du moyen rio Urubu, à Itacoatiara, Amazonas. Des informations géographiques ont été collectées afin de construire des cartes d'usage de la zone, ainsi que des échantillons de sol, analysés en termes de couleur et d'attributs physiques et chimiques. Les résultats ont montré de légères variations de la couleur de la TNA en profondeur, avec une prédominance du brun très foncé. La composition texturale était franco-silteuse, tandis que dans le sol adjacent prédominaient des couleurs plus jaunes et une teneur en argile supérieure à 50 %. Dans la TNA, l'analyse chimique a révélé des teneurs plus élevées en matière organique et en nutriments, notamment en calcium (Ca) et en phosphore (P), par rapport au sol adjacent. Les modifications induites par l'action humaine en Amazonie ont conduit à la formation de sols anthropiques présentant une plus grande quantité de macronutriments que les sols non anthropiques.

Mot-clé: Amazonie centrale; Site archéologique; Texture du sol; Matière organique; Usage et occupation.

INTRODUÇÃO

A Amazônia é uma região definida pelo domínio de uma grande floresta formada ao longo da faixa equatorial. A floresta amazônica possui grande

importância global como reservatório de carbono (Grau *et al.*, 2017) e apresenta uma grande diversidade geomorfológica e de ecossistemas que fornecem importantes serviços ambientais, sobretudo a ciclagem de nutrientes e água (Lima *et al.*, 2020). É compreensível imaginar que essa imensa floresta tenha se desenvolvido sobre solos tão ricos. No entanto, ao contrário do que se imaginava, verificou-se que esta floresta está assentada sobre solos muito pobres em nutrientes minerais (Lima *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2011). Em outras palavras, a floresta vive às custas do próprio produto que produz e recicla.

De maneira geral, os solos da Amazônia são extremamente pobres em nutrientes químicos, principalmente aqueles formados nos ambientes de terra firme (não sujeitos a inundações periódicas) (Silva *et al.*, 2021). Em contraste, os solos mais ricos em nutrientes da região compreendem aqueles localizados no ecossistema de várzea, como resultado dos depósitos anuais de sedimentos de elevado grau de riqueza mineral, carreados em suspensão pelos rios de águas barrentas e depositados durante o período das inundações sazonais na região (Lima *et al.*, 2002; Macedo *et al.*, 2019).

Em termos de ocorrência de classes, na Amazônia, predominam os Latossolos com percentual estimado de 41,1%, os Argissolos (32,9%), Plintossolos (7,3%), Gleissolos (6,1%), Neossolos Quartzarênicos (4,81%) e outros (7,9%) de menor extensão (IBGE, 2010). Entre os de menor extensão, destacam-se os solos antrópicos, localmente conhecidos como “Terra Preta” ou “Terra Preta de Índio” (TPI). Essas TPIs constituem sítios arqueológicos que apresentam um horizonte A antrópico (Au), com elevados teores de matéria orgânica e de nutrientes, especialmente cálcio e fósforo, conferindo alta fertilidade química e sustentabilidade ambiental (Silva *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2021).

As terras pretas são o resultado de ações humanas pretéritas no sistema físico natural e ocorrem frequentemente na região amazônica (Teixeira *et al.*, 2022), especialmente na parte brasileira, e são remanescentes da ocupação da terra por grupos indígenas do período pré-colombiano. Morfologicamente, exibem cor escura e presença de material arqueológico (fragmentos cerâmicos, líticos, além do carvão vegetal). Tais solos normalmente possuem profundidade

média de 50 cm e, em geral, são ricos em nutrientes, expondo reações químicas menos ácidas que os solos circunvizinhos (Sombroek *et al.* 2010).

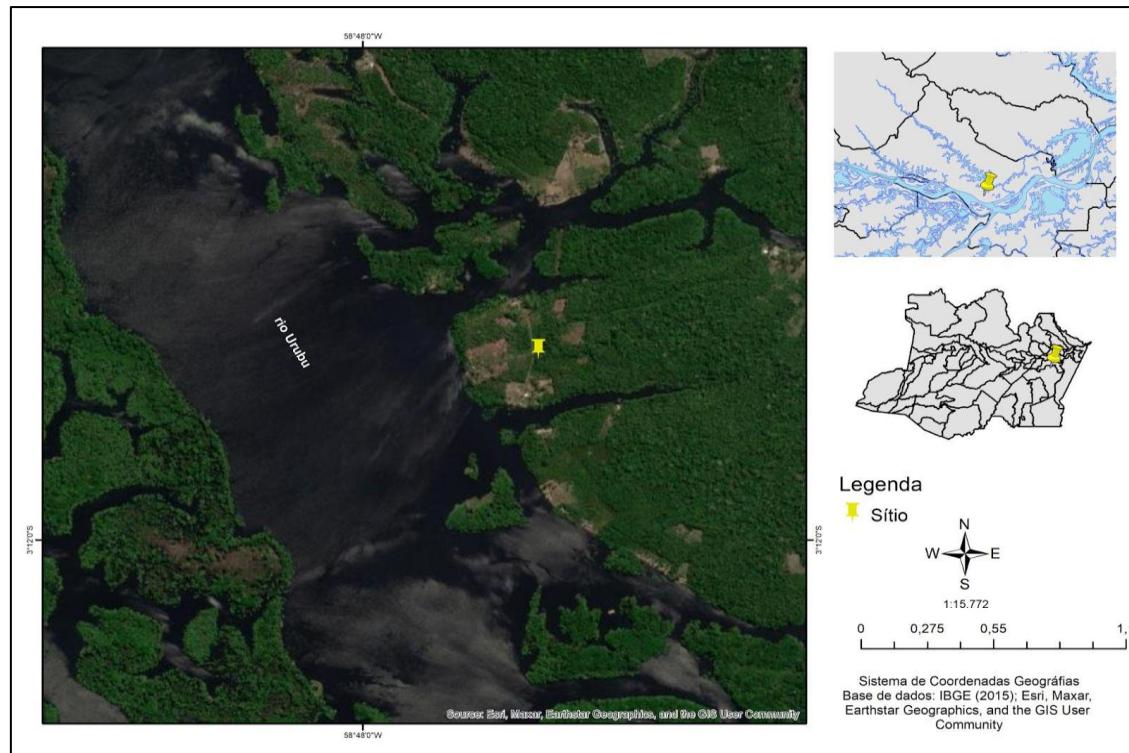
Apesar da grande importância histórica dos sítios de TPI na Amazônia, ainda há aspectos relacionados às características geomorfológicas, bem como de uso e ocupação dessas áreas que precisam de estudos mais detalhados. No caso da TPI da comunidade São José, no rio Urubu, buscou-se ampliar essa compreensão analisando os atributos relacionados ao solo e as características de uso agrícola e ocupação da área por famílias rurais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo situa-se na ilha Sucuriju ($-3^{\circ}11'32.73''$; $-58^{\circ}47'36.39''$), comunidade de São José, à margem esquerda do rio Urubu no município de Itacoatiara no Estado do Amazonas (Figura 1).

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Itacoatiara, Amazonas



Fonte: IBGE (2022). Organizado pelos autores.

A região está sobre a unidade geológica da Formação Alter do Chão, caracterizada pela presença de arenitos argilosos, argilosos arcósios e quartzo-areníticos, com predominância de coloração avermelhada e amarelada (Rozo, 2004). Por sua vez, a bacia do rio Urubu é caracterizada por interflúvios tabulares fortemente dissecados do Planalto Rebaixado dos Rios Negro-Uatumã, com topografia não superior a 100 m (IBGE, 2006) (Figura 2).

Figura 2 - Vista parcial da área de estudo no município de Itacoatiara, Amazonas



Fonte: Os autores (2021).

As condições climáticas do curso médio e inferior do rio Urubu se enquadram no clima da calha do rio Amazonas, segundo a classificação do IBGE (2006), o Clima Equatorial Quente e Úmido. Dados da estação pluviométrica de Itacoatiara, no período de 1990 a 2008, indicam uma precipitação média de 2.328 mm/ano (Carvalho, 2012). Conforme Fisch, Marengo e Nobre (1998), o período de chuvas na região amazônica ocorre entre os meses de novembro a

março, enquanto o período de seca é observado entre os meses de maio e setembro.

A vegetação predominante na área de estudo é do tipo mata de terra firme da Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2019), caracterizada por ocupar platôs e terraços com altitudes não superiores a 100 m. Ao longo das planícies inundáveis, desenvolve-se a floresta de igapó em resposta aos rios de água preta.

O rio Urubu, classificado como rio de águas pretas, tem suas nascentes sob influência de rochas sedimentares das Formações Prosperança, Nhamundá, Manacapuru e Pitinga, e drena a Formação Alter do Chão em seu amplo segmento médio e jusante (Horbe; Oliveira, 2008).

Caracterização dos aspectos físicos naturais da área de estudo

Essa etapa consiste na caracterização local de dois aspectos específicos da área de estudo, além dos aspectos gerais (Geologia, Clima e Hidrografia), que são a geomorfologia (topografia) e a vegetação.

A primeira parte dessa caracterização foi realizada por meio de fontes secundárias, com o Wallace (1979), Fisch, Marengo e Nobre (1998), Rozo (2004), EMBRAPA (2001, 2006), IBGE (2006) e Carvalho (2012). Além disso, foram utilizadas imagens do Google Earth e observações diretas em campo para descrever a geomorfologia onde se desenvolve a porção da TPI e da área circundante, assim como para fazer uma descrição geral do tipo de vegetação existente. Utilizando as imagens do drone processadas no Agisoft Metashape Professional, foram produzidos mapas de uso e ocupação e um perfil topográfico representativo da área com a posição da TPI.

Descrição das formas de uso e ocupação de solo da área com TPI

Com a utilização das imagens obtidas por drone e por satélite, foi elaborado um mapa de uso e ocupação do solo, destacando as principais categorias temáticas da área de estudo. A classificação foi realizada de forma visual, por meio da interpretação direta dos padrões espectrais, texturais e contextuais presentes nas imagens. Foram considerados atributos como cor,

textura, forma e contexto espacial, permitindo a diferenciação precisa entre as classes mapeadas.

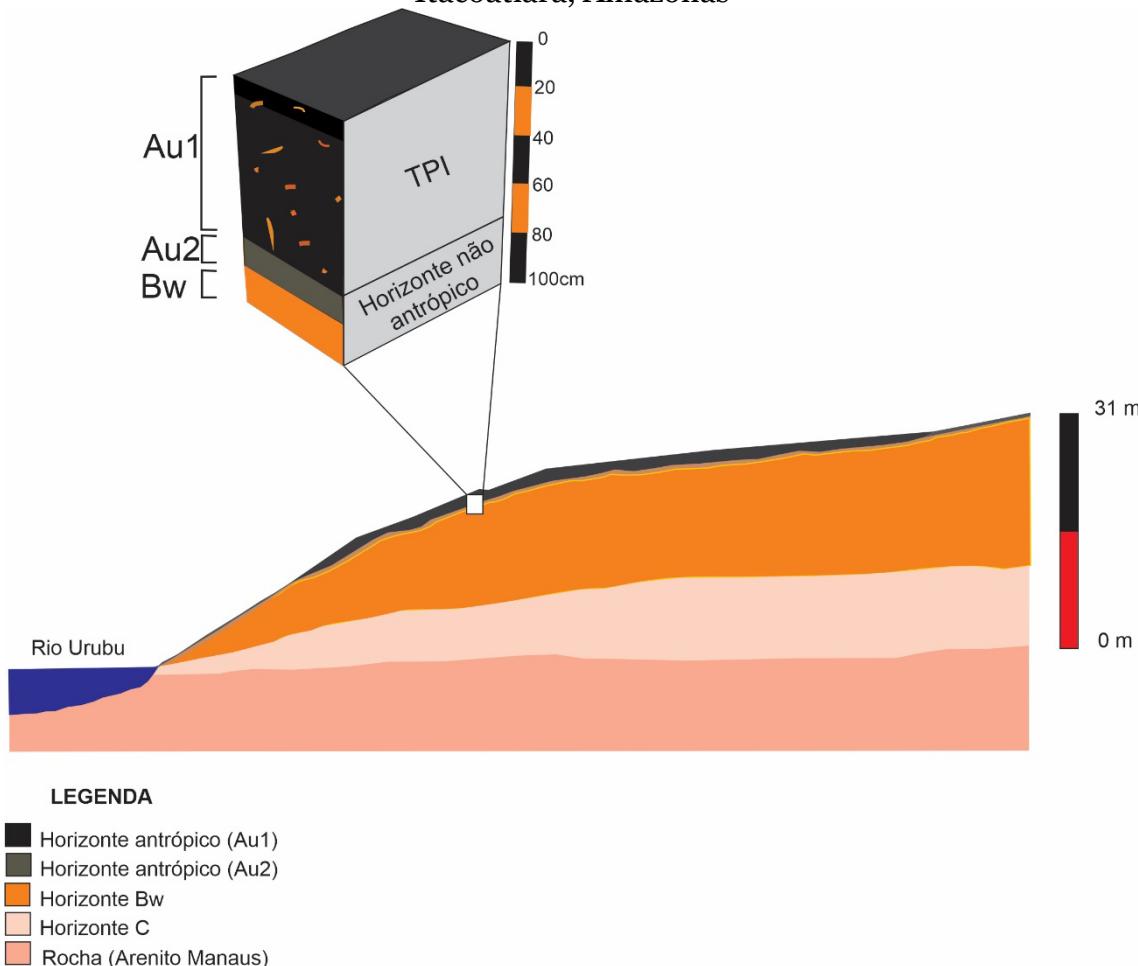
O software utilizado para a confecção dos produtos foi o *Quantum GIS* (QGIS), também empregado na elaboração dos produtos relacionados ao objetivo anterior. As escalas adotadas, bem como as imagens e suas respectivas resoluções, foram definidas ao longo da pesquisa, de modo a assegurar maior consistência e detalhamento. Para o mapa de uso e ocupação, estabeleceu-se a escala de 1:5.000, compatível com a resolução espacial de 4 cm das imagens oriundas do drone.

As classes mapeadas foram: vegetação secundária, vegetação herbácea, edificações, solo exposto e corpos d’água. A validação da classificação visual foi realizada por inspeção direta do ortomosaico original, garantindo coerência entre as feições observadas nas imagens e a legenda adotada no produto cartográfico. Além da classificação visual, foram definidos pontos de coleta em campo para caracterização dos solos, com ênfase na identificação de áreas com ocorrência de solos TPI e demais solos adjacentes.

Coleta, descrição da cor e preparo das amostras de solo

As coletas de solo foram feitas em profundidade no perfil de TPI com a ajuda de um trado holandês, realizando-se a coleta até 100 centímetros de profundidade, intercaladamente a cada 10 centímetros (Figura 3). Tais amostras foram caracterizadas ainda em campo quanto à cor úmida com o uso da tabela de cores (*Munsell Soil Color Chart*). No solo da área adjacente (solo não antrópico), a coleta das amostras foi realizada em cada horizonte até a profundidade de 45cm, sendo também analisada a cor úmida conforme feito para as amostras de TPI. Depois, todas as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com abertura de malha de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), a partir da qual foram realizadas as análises físicas e químicas no laboratório.

Figura 3 - Representação do perfil de solo de TPI estudado no município de Itacoatiara, Amazonas



Fonte: Os autores (2022).

Análises físicas e químicas

A análise granulométrica foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997) e conduzida no Laboratório de Análise e Tratamento de Sedimentos e Solos (LATOSOLO) do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Inicialmente, foram pesados 20g de TFSA, aos quais foi adicionado um dispersante químico (solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹), deixando-se em repouso durante uma noite. Em seguida, procedeu-se à agitação utilizando um agitador mecânico em alta rotação por 15 minutos. A fração argila foi coletada, seca em estufa a 105°C e quantificada pelo método da pipeta. A fração grosseira (areia total) retida na peneira de malha 0,062 mm foi

seca em estufa e pesada para obtenção do percentual. O silte, correspondente ao complemento dos percentuais para 100%, foi obtido por diferença em relação à amostra original.

As análises químicas de fertilidade do solo foram conduzidas no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias da UFAM, seguindo os procedimentos descritos por Raij *et al.* (1987). A esse respeito, destaca-se o parco recurso financeiro disponível para essas análises, visto que estas são pagas. Assim, tendo um dado amostral, optou-se pelo tratamento de apenas 3 pontos do perfil, caracterizados pelas amostras do topo, do meio e da porção inferior deste e voltados apenas à quantificação dos macronutrientes.

Densidade do solo (Ds)

A análise de densidade do solo foi feita pelo método indireto (método do balão), utilizando-se um balão volumétrico de 50 ml, baseado na metodologia descrita em EMBRAPA (1997). As amostras foram acondicionadas no recipiente até completar o volume do balão, e, em seguida, foi feita a pesagem em balança analítica de precisão.

A expressão utilizada para encontrar a densidade do solo foi:

$$Ds = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Onde:

Ds = densidade do solo,

m = peso da amostra contida no balão,

V = volume do balão.

Densidade de partículas (Dp)

Cerca de 20 g de TFSA foram pesadas em um béquer, levadas à estufa (105 °C) e deixadas por 24 h, a fim de se obter a amostra seca em estufa. Após a secagem, as amostras foram pesadas (20 g) e colocadas em um balão volumétrico

(50 ml). Em seguida, com a ajuda de uma bureta, adicionou-se álcool etílico para eliminar as bolhas de ar, prosseguindo esta operação até completar o volume do balão. Então, anotava-se o volume de álcool gasto.

A expressão utilizada para encontrar a densidade de partículas foi:

$$Dp = \frac{m}{50} - V \quad (2)$$

Onde:

Dp = densidade de partículas,

m = peso da amostra seca contida no balão,

V = volume de álcool gasto.

Volume total de poros (VTP)

O volume total de poros foi calculado a partir dos valores de densidade do solo e de densidade de partículas, segundo a expressão:

$$VTP = \left[1 - \left(\frac{ds}{dp} \right) \right] \times 100 \quad (3)$$

Onde:

VTP = volume total de poros;

ds = densidade do solo;

dp = densidade de partículas.

Relação silte/argila

Esta relação tem como objetivo indicar o grau de intemperismo do solo e avaliar a movimentação de argila (EMBRAPA, 2006). Utiliza-se a expressão:

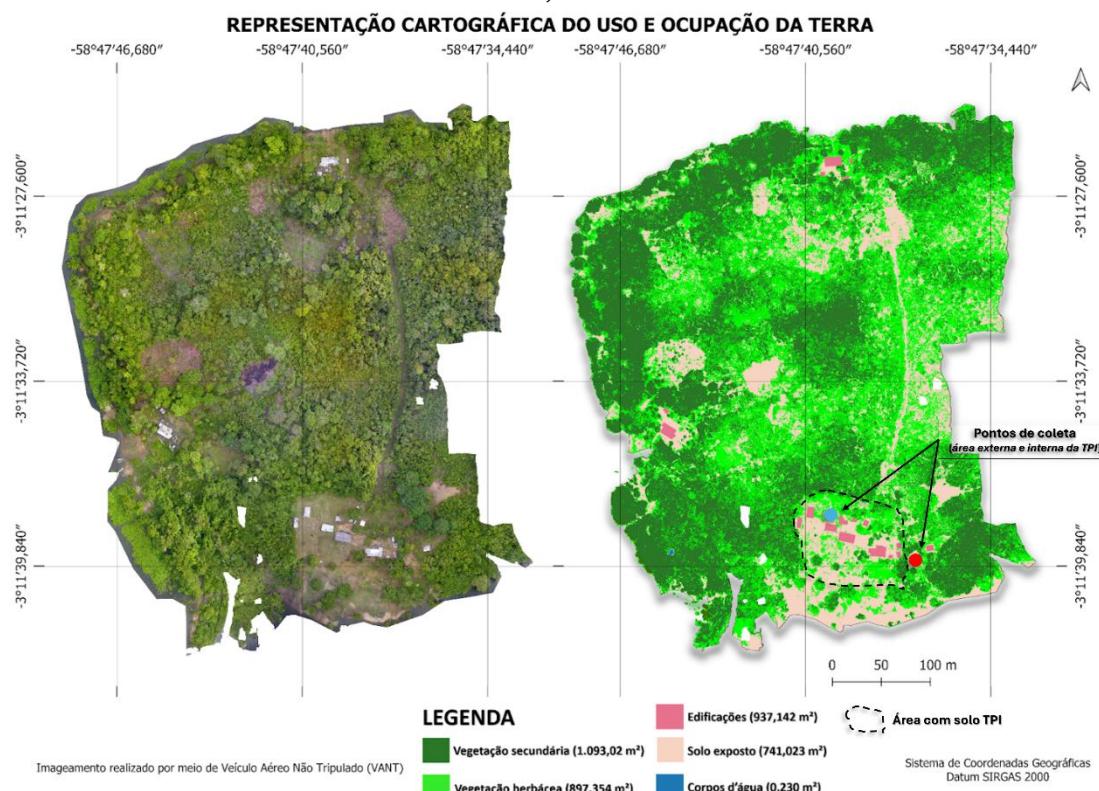
$$Relação = \frac{silte}{argila} \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos físicos naturais da área de estudo

A área de estudo (Figura 4) ocupa aproximadamente 1 hectare (10.000 m^2) e se encontra sobre um relevo elevado em cerca de 10 metros acima do nível do rio no momento da pesquisa (outubro de 2021).

Figura 4 - Mapa de uso e ocupação da área de estudo no município de Itacoatiara, Amazonas



Fonte: Imagens do VANT (2021). Organizado pelos autores (2025).

A vegetação da localidade é caracterizada como secundária ou sistema agroflorestal, combinada majoritariamente por plantas frutíferas, como laranjeiras, mangueiras, bananeiras, açaízeiros e outras. A divisão do terreno constitui-se em edificações com assoalho suspenso, tendo ainda um campo de futebol e a área utilizada para produção agrícola. Ao redor das moradias, observou-se a presença abundante de fragmentos cerâmicos, remanescentes do período pré-colonial, deixados pelos povos indígenas que ocuparam essa área, e

que ainda podem ser vistas na superfície do terreno, sendo encontradas também no interior do solo.

Uso e ocupação do solo

A propriedade é reconhecida pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) como um sítio arqueológico, portanto, muito requerida para estudos por esse instituto, assim como pela Universidade Federal do Amazonas e outros órgãos. Silva (2014) apresenta uma análise instigante sobre os potenciais motivos por trás da mudança de cor do solo, passando de amarelado para preto, nas proximidades de aldeias indígenas:

O fenômeno de transformar o solo de coloração amarelada em cor preta pode ter ocorrido devido ao acúmulo de deposição dos restos de alimentos ou, também, pelo processo de limpeza ao redor das aldeias, tendo em vista que, em locais de floresta, tende-se a manter os ambientes limpos no sentido de deixar animais peçonhentos afastados das aldeias. Desse modo, a prática de fogueira ao redor das aldeias, possivelmente um papel realizado por mulheres, tinha duas funções: a primeira era de limitar as aproximações de animais junto às aldeias; a segunda se refere ao fato de que, nas áreas de rios de águas brancas ou pretas, dependendo do mês, havia muitos insetos, como carapanã, pium etc.; assim, essa hipótese levantada pode ter ocorrido na região (Silva, 2014, p.27).

Essa reflexão evidencia a relação estreita entre as práticas culturais e a modificação do ambiente, mostrando como as atividades cotidianas das comunidades indígenas podem ter impactos significativos na paisagem e nos solos ao seu redor.

Na área do sítio do Coelho, podem ser visualizados os mais diversos plantios, tanto perene envolvendo espécies frutíferas (manga, banana, cupuaçu, açaí, laranja, limão, acerola e taperebá) e outras de ciclo rápido como as hortaliças (cebolinha, salsinha e chicória) e plantas ornamentais (ixória, zamioculca, espada de São Jorge, hibisco) além de flores diversas e plantas medicinais, que dão ao ambiente uma maior sensação de conforto (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais plantas cultivadas na propriedade rural estudada em área de TPI no município de Itacoatiara, Amazonas

Nº	Frutíferas		Hortaliças		Plantas Ornamentais	
	Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
02	Banana	<i>Musa</i>	Cebolinha	<i>Allium schoenoprasum</i>	Ixória	<i>Ixora coccinea</i>
03	Açaí	<i>Euterpe precatoria</i>	Salsinha	<i>Petroselinum crispum</i>	Zamioculca	<i>Zamioculcas</i>
04	Cupuaçu	<i>Theobrama</i>	Chicória	<i>Cichorium intybus</i>	Espada de São Jorge	<i>Dracaena trifasciata</i>
05	Manga	<i>Mangifera indica</i>	Macaxeira	<i>Manihot esculenta</i>	Hibisco	<i>Hibiscus</i>
06	Laranja	<i>Citrus</i>				
07	Limão	<i>Citrus</i>				
08	Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>				
09	Taperebá	<i>Spondias mombin</i>				

Fonte: Pesquisa em campo (2021). Organizado pelos autores (2022).

A variedade produtiva de espécies vegetais se dá pelo fato de a terra preta ser fértil e com características adequadas, como se observa a seguir nas análises físicas e químicas, realizadas neste solo.

Atributos morfológicos e físicos do solo de TPI e da área adjacente

A composição granulométrica da TPI mostrou baixo percentual de argila ao longo do perfil, desde a camada superficial até a profundidade de 80 cm; a partir disso, os teores foram acima de 30%, caracterizando-se como argiloso. As classes texturais do solo até 80 cm indicaram característica franco e franco-siltoso, já nos intervalos de 80-90 cm e 90-100 cm, foram franco-argiloso e argila, respectivamente (Quadro 2).

Quadro 2 - Atributos de cor e físicos da Terra Preta de Índio (TPI) estudada no município de Itacoatiara, Amazonas

Prof cm	Cor úmida	A	S	Ar	CT	Ds g/cm³	Dp cm³	PT (%)
0-10	7.5 YR 2.5/1 (Preto)	410	496	94	Franco	0,92	2,06	55,33
10-20	7.5 YR 2.5/2 (Bruno muito escuro)	415,5	528,5	56	Franco siltoso	0,86	2,08	58,65
20-30	7.5 YR 2.5/2 (Bruno muito escuro)	366	518,5	115,5	Franco siltoso	0,84	2,22	62,16
30-40	7.5 YR 2.5/3 (Bruno muito escuro)	419	482	99	Franco	0,98	2,32	57,75
40-50	10 YR 2.5/2 (Bruno muito escuro)	331,5	490	178,5	Franco	0,97	2,40 ³	59,58
50-60	2.5 Y 2.5/1 (Preto)	305,5	492,5	202	Franco	0,98	2,46	60,16
60-70	2.5 10 YR 2.5/2 (Bruno muito escuro)	284	524,8	191,2	Franco siltoso	0,96	2,86	66,43
70-80	10 YR 4/3 (Marrom)	284,5	481,8	233,7	Franco siltoso	1,00	2,5	60
80-90	10 YR 5/6 (Bruno amarelado)	227,5	441,3	331,2	Franco argiloso	1,09	2,56	57,42
90-100	10 YR 5/8 (Bruno amarelado)	153,5	399,5	447	Argila	1,12	2,66	57,89

H=horizonte; A=Areia (g/kg⁻¹); S=Silte (g/kg⁻¹); Ar=Argila (g/kg⁻¹); CT=Classe Textural; Ds=Densidade do solo; Dp=Densidade de Partículas; Por.=Porosidade Total.

Fonte: Pesquisa em campo (2021). Organizado pelos autores (2022).

O solo adjacente teve pouca variação na composição textural em profundidade, predominando a classe argila na maior parte do perfil, com teor acima de 50%. Em relação à cor, na TPI não houve grande variação, predominando na maior parte do perfil a cor bruno muito escuro (7.5YR 2.5/2). A cor escura é uma característica morfológica típica dos solos com horizonte A

antrópico, que está relacionado ao acúmulo de materiais orgânicos pela atividade humana e à presença de fragmentos de carvão vegetal, como também destacado por outros estudos (; Macedo *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2011; Smith, 1980). No solo adjacente, o horizonte superficial A apresentou a cor bruno escuro (10 YR 3/3), e cores mais amareladas nos horizontes de subsuperfície, com valor e croma mais elevados (10YR 6/8), indicando solo profundo e bem drenado (EMBRAPA, 2006).

Quanto ao atributo de densidade do solo, observaram-se pequenas diferenças ao longo do perfil de TPI, variando de 0,84 a 1,12 g/cm³, sendo que os menores valores foram encontrados na camada da superfície, e os maiores em profundidade. Essa baixa diferença de Ds ao longo do perfil não é resultado de manejo histórico do solo, mas tem relação com o elevado conteúdo de carbono orgânico, conforme evidenciado pelos dados deste parâmetro na análise solo (Quadro 02), indicando maior índice de MO na superfície do que na camada mais profunda, em virtude de se tratar de um solo antrópico, onde houve contínua adição de material orgânico pela população indígena ao longo do tempo. Comparativamente ao solo adjacente (Quadro 03), esse atributo indica que a TPI apresenta menores valores de densidade e baixo grau de compactação das artículas, o que também indica solo com boa aeração e drenagem, bem como baixa limitação para o crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas.

A relação silte/argila é um parâmetro utilizado para indicar o estágio de intemperismo do solo na paisagem (EMBRAPA, 2011), de modo que, valores abaixo de 0,6 no horizonte B indicam solos com elevado grau de intemperismo, ou seja, altamente intemperizados. Os dados obtidos revelaram diferenças entre os solos estudados, especialmente no horizonte B (Quadro 3), evidenciando que o solo adjacente é dominado por partículas minerais com alto grau de intemperismo (Quadro 3), enquanto a TPI indicou ser um solo menos desenvolvido, com teores mais elevados de partículas de maior diâmetro na sua composição textural. Os maiores teores de partículas grosseiras (especialmente areia) na TPI podem estar associados a um processo de intenso uso do fogo, conforme reportado por outros estudos (Teixeira *et al.*, 2009), ou ainda, devido

à menor eficiência do método de dispersão das partículas no tratamento de amostras de TPI (Silva *et al.*, 2011).

Quadro 3 - Atributos de cor e físicos do solo adjacente (Latossolo Amarelo) estudado no município de Itacoatiara, Amazonas

H	Prof cm	Cor úmida	A	S	Ar	CT	Ds	Dp	PT (%)
A	0-8	10YR3/3 (bruno escuro)	205	389,5	405,5	Argila	1,07	2,40	55,41
AB	8-12	10YR4/3 (marrom)	172	266,3	561,7	Argila	1,06	2,59	59,07
BA	12-23	10YR5/6 (bruno amarelo)	168	315,3	516,7	Argila	1,14	2,59	55,98
Bw ₁	23-34	10YR5/8 (bruno amarelo)	134,5	321,3	544,2	Argila	1,07	2,63	59,31
Bw ₂	34-45	10YR6/8 (amarelo brunado)	117,5	311	571,5	Argila	1,05	2,50	58

H=horizonte; A=Areia (g/kg⁻¹); S=Silte (g/kg⁻¹); Ar=Argila (g/kg⁻¹); CT=Classe Textural; Ds=Densidade do solo (g/cm³); Dp=Densidade de Partículas (cm³); Por.=Porosidade Total (%).

Fonte: Pesquisa em campo (2021). Organizado pelos autores (2021).

Atributos químicos

Na TPI, a acidez, medida por meio da análise de pH (Quadro 04), variou na faixa entre 5,4 e 5,7, caracterizando a maioria das amostras na classe de acidez média, segundo os critérios de classificação de Raij *et al.* (1997). Esses valores concordam com aqueles obtidos por Silva *et al.* (2011) estudando sítios terra pretas de índio situados na Amazônia Central. Normalmente, solos que apresentam esta faixa de pH tendem a indicar baixo teor de alumínio trocável (Al³⁺), devido à precipitação deste elemento, o que pode ser constatado pelos resultados obtidos, os quais apresentaram valores nulos desse íon em solução. Essa é uma característica química importante, a qual indica se tratar de solo com boa fertilidade e potencial elevado de uso para o cultivo de plantas. Na área

adjacente, esse atributo químico apontou que o solo não antrópico é mais ácido, apresentando também a presença de Al na camada subsuperficial. Constatou-se, ainda, que na camada superficial desse solo o teor de Al foi nulo, o que pode estar relacionado ao maior teor de carbono orgânico.

A acidez potencial ou trocável (Quadro 4) é representada pela soma de íons de hidrogênio e alumínio adsorvidos pelas cargas negativas do solo. Na TPI, esse parâmetro variou de 2,02 (90-100 cm) a 3,08 cmolc dm⁻³ (0-20 cm), indicando nível de acidez entre baixo e médio, respectivamente. No que se refere a matéria orgânica, esse componente do solo pode ser definido como o resultado da decomposição de material de origem orgânica, animal ou vegetal (Stevenson, 1994). Esses resíduos vegetais e animais passam por um processo de decomposição onde resulta na disponibilização de nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas, além de promover uma estruturação benéfica ao solo (Fontana, 2009). A TPI manteve um teor relativamente elevado de MO em todo o horizonte antrópico, enquanto o solo adjacente teve um conteúdo maior apenas no horizonte superficial (0-8 cm), decrescendo em profundidade.

O fósforo disponível (P) possui um teor muito elevado na amostra de TPI, chegando até 532 mg/dm³ na profundidade de 40-50 cm; isso se dá devido à incorporação de resíduos orgânicos provenientes da atividade humana pré-colombiana, especialmente ossos de animais e espinhas de peixes (Lima et al., 2002; Silva et al., 2011). A soma de bases (SB), como o potássio, cálcio e magnésio, a saturação por bases (V) e os índices de CTC indicaram valores mais elevados.

O solo adjacente apresentou níveis de fertilidade relativamente bons, provavelmente em função da influência do solo de TPI. Isso se deve em função da topografia que permite o transporte de nutrientes por erosão na superfície do terreno ou por lixiviação no interior do solo, acompanhando a declividade do terreno, visto que a área adjacente mencionada está numa posição mais baixa em termos topográficos, quando comparada à área da TPI. Esse solo adjacente a TPI apresenta boa fertilidade em contraste com aqueles normalmente observados na maioria dos solos de terra firme.

Quadro 4 - Atributos químicos dos dois perfis de solos estudados no município de Itacoatiara, Amazonas

Atributos químicos	Solo antrópico (Terra Preta de Índio)				Solo não antrópico (Área adjacente)	
	Unidade	0-20 cm	40-50 cm	90-100 cm	Horizonte A	Horizonte BW2
pH (acidez)	--	5,40	5,60	5,70	5,10	4,80
H+Al	cmolc dm⁻³	3,08	2,77	2,02	2,24	2,49
Al	cmolc dm⁻³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Ca	cmolc dm⁻³	21,20	20,00	6,80	7,30	1,80
Mg	cmolc dm⁻³	1,70	1,00	0,50	2,90	0,50
K	mg dm⁻³	64,00	42,00	16,00	58,00	10,00
P	mg dm⁻³	417,00	532,00	110,00	73,00	98,00
MO	dag kg⁻¹	6,00	4,00	1,00	4,10	0,90
SB	cmolc dm⁻³	23,25	21,27	7,39	10,42	2,34
T	cmolc dm⁻³	26,33	24,04	9,41	12,66	4,83
t	cmolc dm⁻³	23,25	21,27	7,39	10,42	2,44
V	%	88,30	88,48	78,53	82,31	48,45
m	%	0,00	0,00	0,00	0,00	4,10
pH(SMP)	--	6,30	6,40	6,70	6,60	6,50
Na	mg dm⁻³	42	37,00	11,00	16,00	3,00

Legenda: pH - Acidez ativa; H+Al - Acidez potencial; Al - Alumínio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; K - Potássio; P - Fósforo; MO - Matéria orgânica; SB - Soma de bases; T - Cap. de troca de cátions a pH 7; t - Cap. de troca de cátions efetiva; V - Saturação por bases; m - Saturação por alumínio; pHSMP - (tampão SMP); Na - (Sódio).

Fonte: Pesquisa em campo (2021). Organizado pelos autores (2021).

Vale ressaltar, também, que o atributo saturação por bases (V), com valores acima de 50%, indicou que o perfil de TPI possui o caráter eutrófico, enquanto no solo adjacente esse atributo foi acima de 50% somente na superfície, indicando caráter distrófico nas camadas mais profundas. Em contraste, no solo de TPI, os valores de saturação por Al (m) foram nulos, o que é resultado dos níveis de pH acima de 5,5 e altos teores de bases trocáveis, tais como Ca, Mg e K. No solo adjacente, esse parâmetro foi nulo apenas no horizonte superficial, aumentando os níveis em subsuperfície. Os baixos níveis de Al e altos teores de cátions básicos na TPI são um indicativo de boa fertilidade, enquanto o P disponível muito elevado constitui um indicador de atividade humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que a granulometria no perfil do solo da terra preta de índio, nas primeiras camadas em torno de 0-80 cm, é caracterizada por material franco-siltoso de coloração bruno muito escuro, devido à alta taxa de matéria orgânica. Isso resulta em baixos valores de densidade do solo, que mostram condições adequadas para o crescimento das espécies arbóreas, frutíferas, ornamentais e medicinais que constituem a cobertura do solo ali. Na área adjacente, o solo é mais argiloso na superfície e apresenta pouca variação de cor e textura em profundidade, além de ter níveis menores de matéria orgânica em comparação à TPI.

A ação antrópica pré-colonial na região amazônica promoveu alterações na morfologia e melhorias na qualidade química dos solos, denominados de terra de índio. Isso resultou em solos de cor escura e presença de fragmentos cerâmicos, e alto teor de matéria orgânica e elevados níveis de fertilidade, em comparação ao solo adjacente (Latossolo Amarelo). Essas alterações nos atributos do solo contribuem para incrementar a produção de várias espécies de plantas agrícolas e medicinais cultivadas pela unidade familiar que ocupa essas áreas.

AGRADECIMENTOS

À UFAM, pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor, processo PIB-H/0077/2021. Ao CNPq pela concessão de bolsa relativo à Chamada Nº 18/2024 - Bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ, processo n. 303158/2025-5, relativo ao terceiro autor. À CAPES pela concessão de bolsa de doutorado ao quarto autor. À FAPEAM pelo apoio financeiro para execução dessa pesquisa através do Edital 2022/POSGRAD-FAPEAM.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, J. A. L. Erosão nas margens do rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações na vida dos moradores. 2012. 185f. Tese

(Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2nd ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2006. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE: Embrapa Solos, 2001. 1 mapa color. Larg x altura cm. Escala 1:5.000.000.

FISCH, G.; MARENKO, J.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, jun. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>

FONTANA, A. **Fracionamento da matéria orgânica e caracterização dos ácidos húmicos e sua utilização no sistema brasileiro de classificação de solos**. 2009. 82f. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

GRAU, O; PEÑUELAS, J.; FERRY, B.; FREYCON, V.; BLANC, L.; DESPREZ, M.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; DESCROIX, L.; DOURDAIN, A.; GUITET, S.; JANSSENS, I. A.; SARDANS, J.; HÉRAULT, B. Nutrient-cycling mechanisms other than the direct absorption from soil may control forest structure and dynamics in poor Amazonian soils. **Scientific Reports**, London, v. 7, n. 1, p. 45017, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep45017>

HORBE, A. M. C.; OLIVEIRA, L. G. S. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 753 – 760, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400020>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estado do Amazonas: pedologia**: mapa exploratório de solos, folha SA-20. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 1 mapa, color. Escala 1:1.800.000. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/am_pedologia.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil**. Escala 1:5.000.000. 2^a ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal Digital e Áreas Territoriais 2022**: informações técnicas e legais para a utilização dos dados publicados. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101998>. Acesso em: 10 jul. 2024.

IBGE. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 179 p.: il. (Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil). Inclui bibliografia. ISBN 978-85-240-4487-8. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101648.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LIMA, A.F.L.; CAMPOS, M.C.C.; MARTINS, T.S.; BRITO, W.B.M.; SOUZA, F.G.; CUNHA, J.M.; SIMOES, W.S.; OLIVEIRA, F.P. Estimativa da erodibilidade do solo em áreas sob conversão de floresta em ambientes cultivados na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 13, n. 7, p. 3336-3350, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3336-3350>

LIMA, H. N.; SCHAEFER, C.E.R.; MELLO, J.W.V.; GILKES, R.J. & KER, J.C. Pedogenesis and pre-Colombian land use of "Terra Preta Anthrosols" ("Indian black earth") of Wertern Amazonia. **Geoderma**, 10:1-17, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00141-6](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00141-6)

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATA-GLIA, O. C. **Análise Química do Solo para fins de Fertilidade.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

ROZO, J.M.G. **Evolução holocênica do rio Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira.** Dissertação (Mestrado em Geologia). 2004. 93f. Programa de Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2004.

SILVA, C.A. **A reprodução de vidas em sítios arqueológicos na Amazônia.** Manaus: EDUA, 2014. 162p.

SILVA, F.W.R.; LIMA, H.N.; TEIXEIRA, W.G.; MOTTA, M.B.; SANTANA, R.M. Caracterização química e mineralogia de solos antrópicos (terrás pretas de índio) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 35, n. 3, p. 673-681, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000300002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/7nFvTnZHLKQHKhdWp3ZRJMF>. Acesso em: 02 jan.2022

SILVA, L. C. R.; CORRÊA, R. S.; WRIGHT, J. L.; BOMFIM, B.; HENDRICKS, L.; GAVIN, D. G.; MUNIZ, A. W.; MARTINS, G. C.; MOTTA, A. C. V.; BARBOSA, J. Z.; MELO, V. F.; YOUNG, S. D.; BROADLEY, M. R.; SANTOS, R. V. A new hypothesis for the origin of Amazonian Dark Earths. **Nature communications**, London, v. 12, n. 1, p. 127, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20184-2>

SOMBROEK, W.; KERN, D.; RODRIGUES, T.; CRAVO, M.S.; CUNHA, T.J.F.; WOODS, W.; GLASER, B. Terra Preta e Terra Mulata: suas potencialidades agrícolas, sua sustentabilidade e sua reproduções. In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N.; WOODS, W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de Novas Áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 251-257.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. John Wiley & Sons, 1994. 512p.

TEIXEIRA, R. C.; ROCHA, P. A.; MACHADO, H. A.; FARIA, A. L. L.; COSTA, L. M. Solos Antropogênicos: solos decorrentes da ação humana em perspectiva ao Antropoceno. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 107-122, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p109-124>

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C.; MACEDO, R.S.; NEVES-JUNIOR, E. F.; MOREIRA, A.; BENITES, V. M.; STEINER, C. As propriedades físicas e hídricas dos horizontes antrópicos das Terras Pretas de Índio na Amazônia Central. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D.C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009., 242-250p.

WALLACE, A.R. **Viagem pelos rios Amazonas e Negro**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1979. 247p.

Como citar este artigo:

CARVALHO, Nalbert Souza de; SILVA, Francisco Welinton Rocha; VIEIRA, Antonio Fábio Sabbá Guimarães; ALVES, André Campos. Potencialidades da Terra Preta de Índio para o uso agrícola no médio rio Urubu, Itacoatiara – Amazonas. **GEOGRAFIA**, Rio Claro-SP, v. 50, n. 1, p. e-19211, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5016/geografia.v50i1.19211>

Recebido em 02 de abril de 2025
Aceito em 15 de setembro de 2025