

**FEIÇÕES EROSIVAS EM TRILHAS NO CAMPUS DA UFAM, MANAUS-AM**

**EROSIVE FEATURES ON TRAILS ON THE UFAM CAMPUS, MANAUS-AM**

**CARACTERÍSTICAS EROSIVAS EM LOS SENDEROS DEL CAMPUS DE LA UFAM, MANAUS-AM**

Brenda Sarah Cardoso de Castro<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0001-8573-5393>

Manoela do Nascimento Alves<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0006-2887-4502>

Mateus Alesy Batista Couto da Silva<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3985-2553>

Raimundo Saturnino de Andrade<sup>4</sup> <https://orcid.org/0009-0007-6919-3604>

Viviane Mendes Couto<sup>5</sup> <https://orcid.org/0009-0003-5958-5533>

Antônio Fábio Sabbá Guimarães Vieira<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9416-8765>

---

**RESUMO**

O presente trabalho, analisa condições de conservação da trilha de acesso do Campus UFAM até o Conjunto Habitacional Industriários, em Manaus-AM. Foram observados o grau de compactação, capacidade de infiltração, existência de feições erosivas e presença de resíduos sólidos. Os principais resultados demonstram a possível classificação do solo em duas classes principais, Latossolo Amarelo e Neossolo Quartzarênico, refletindo nas diferentes condições de resistência à penetração e taxas de infiltração, com diferenças nos dados coletados na trilha e fora desta. Sendo a menor taxa de infiltração na trilha e a maior taxa na floresta, ambos sobre Latossolo. Quanto à resistência à penetração, observou-se maiores taxas na trilha sobre Latossolo e as menores no solo de transição entre o Latossolo/Neossolo Quartzarênico. Observou-se também resíduos sólidos ao longo da trilha, com concentração maior nas proximidades do muro separando a floresta do Campus do conjunto. Por fim, no terço inferior da trilha, observou-se a formação de incisões erosivas do tipo sulcos e marmitas, como resultantes da combinação entre maior declividade do trecho, maior resistência à penetração e baixas taxas de infiltração. Condições estas que contribuíram para a geração de escoamento superficial concentrado – principal processo de formação dessas feições erosivas.

**Palavras-chave:** Trilha. Uso. Impacto.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [brendasarahcardoso@gmail.com](mailto:brendasarahcardoso@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [manoelaalves09@gmail.com](mailto:manoelaalves09@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [mateusabcouto@gmail.com](mailto:mateusabcouto@gmail.com)

<sup>4</sup> Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [satur.rsa78@gmail.com](mailto:satur.rsa78@gmail.com)

<sup>5</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [viviane.mendes.couto@gmail.com](mailto:viviane.mendes.couto@gmail.com)

<sup>6</sup> Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [fabiovieira@ufam.edu.br](mailto:fabiovieira@ufam.edu.br)

## ABSTRACT

This study analyzes the conservation conditions of the access trail from the UFAM Campus to the Industriários Housing Complex in Manaus-AM. The degree of compaction, infiltration capacity, existence of erosive features and presence of solid waste were observed. The main results demonstrate the possible classification of the soil into two main classes, Yellow Latosol and Quartzarenic Neosol, reflected in the different conditions of penetration resistance and infiltration rates, with differences in the data collected on and off the trail. The lowest infiltration rate was on the trail and the highest in the forest, both on Latosol. As for penetration resistance, the highest rates were observed on the trail over Latosol and the lowest in the transition soil between Latosol and Quartzarenic Neosol. Solid waste was also observed along the trail, with a higher concentration near the wall separating the forest from the campus. Finally, in the lower third of the trail, erosion incisions of the furrow and marmite type were observed, as a result of the combination of the stretch's greater slope, greater resistance to penetration and low infiltration rates. These conditions contributed to the generation of concentrated surface runoff - the main process behind the formation of these erosive features.

**Keywords:** Trail. Use. Impact.

---

## RESUMEN

Este estudio analiza las condiciones de conservación de la carretera de acceso del Campus de la UFAM al Complejo Habitacional Industriários en Manaus-AM. Se analizaron el grado de compactación, la capacidad de infiltración, la existencia de rasgos erosivos y la presencia de residuos sólidos. Los principales resultados demuestran la posible clasificación del suelo en dos clases principales, Latosol Amarillo y Neosol Cuartzárnico, reflejadas en las diferentes condiciones de resistencia a la penetración y tasas de infiltración, con diferencias en los datos recogidos dentro y fuera de la pista. La tasa de infiltración más baja se registró en el sendero y la más alta en el bosque, ambas en Latosol. En cuanto a la resistencia a la penetración, las tasas más altas se observaron en el sendero sobre Latosol y las más bajas en el suelo de transición entre Latosol y Neosol Cuartzárnico. También se observaron residuos sólidos a lo largo del sendero, con una mayor concentración cerca del muro que separa el bosque del campus. Finalmente, en el tercio inferior del sendero se observaron incisiones erosivas del tipo surco y marmita, como resultado de la combinación de la mayor pendiente del tramo, la mayor resistencia a la penetración y las bajas tasas de infiltración. Estas condiciones contribuyeron a la generación de escorrentía superficial concentrada, proceso principal en la formación de estos rasgos erosivos.

**Palabras clave:** Camino. Utilice. Impacto.

---

## INTRODUÇÃO

A prática de utilizar trilhas em áreas naturais, como florestas, campinas e campos, não é exclusiva dos dias atuais. E seu uso, envolve diversas atividades, que vão desde o levantamento científico, atividades turísticas a atividades de lazer (caminhadas, corridas e ciclismo), dentre outras. Além disso, as trilhas podem ser utilizadas como atalhos para alcançar destinos de forma mais rápida.

O uso de trilhas inicialmente exercia finalidades com objetivo de suprir as necessidades de deslocamento das populações locais (Andrade, 2003), nesse sentido, as trilhas são utilizadas para desde a simples ação de buscar e procurar alimento, caçar, pescar, coletar frutos, sementes dentre outras, até atividades espirituais, religiosas, comerciais e militares.

A área de estudo refere-se a uma Área de Proteção Ambiental (APA), a qual deve ser feita com o objetivo de garantir a durabilidade dos recursos naturais e dos processos ecológicos, encontrando um equilíbrio entre o manejo sustentável e a preservação da biodiversidade e demais características ecológicas.

Segundo o decreto N° 1503, de 27 de março de 2012, toda a floresta que está sobre os cuidados do campus universitário é uma Área de Proteção Ambiental (APA), denominada APA Municipal da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Lagoa do Japiim (Parque), Eliza Miranda e Acariquara (Conjuntos residenciais), que por sua vez possui inúmeros recursos naturais (SEMMAS, 2019).

A criação da APA nessa localidade, tinha como objetivo desempenhar função ambiental nos bairros do entorno, tendo em vista os benefícios da conservação dos seus recursos naturais e a melhoria na qualidade ambiental da região. Porém, ao longo dos anos, foram identificadas ações antrópicas, as quais resultaram em desmatamento, fragmentação, impermeabilização do solo, supressão vegetal, perda da biodiversidade local, entre outros, pondo em risco suas funções ecossistêmicas (SEMMAS, 2019).

Com base nessas informações, este trabalho abordou a análise de impactos ambientais causados pelo uso antrópico de trilhas, especificamente na trilha que dá acesso do Setor Sul ao Conjunto Habitacional dos Industriários na cidade de Manaus – Amazonas.

De maneira geral, as trilhas são compreendidas como o caminho para se desfrutar das áreas naturais de maneira organizada, segura e consciente, possibilitando a preservação do ambiente natural. Ao abordar o tema das trilhas e sua relação com a natureza, é fundamental destacar que elas desempenham múltiplas funções, incluindo a possibilidade de serem utilizadas como ferramenta para fiscalização e monitoramento das áreas ao seu redor, com o objetivo de identificar possíveis infratores ambientais, como aqueles envolvidos na derrubada de árvores para extração de madeira ou outros

propósitos, bem como para registrar a presença de espécies de animais silvestres, a exemplo do sauim-de-coleira, espécie endêmica desse pequeno trecho florestal.

No entanto, para que sejam utilizadas, as trilhas precisam passar por algumas adaptações, como por exemplo: sinalização, infraestrutura que assegurem o bem-estar dos usuários, assim como ter requisitos de uso quanto a redução de impactos na natureza (Paim *et al.*, 2022).

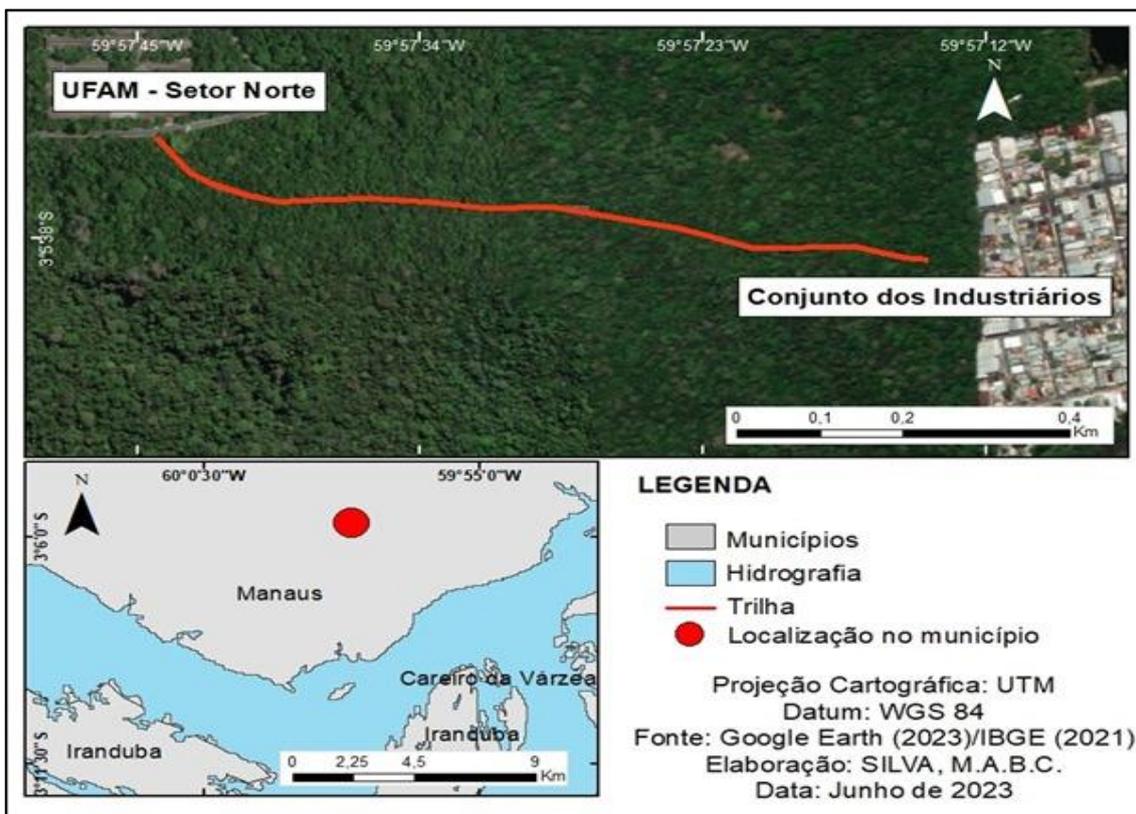
No caso da trilha que compreende este trabalho, esta apresenta a ocorrência de processos erosivos contínuos (escoamento superficial concentrado), que deram origem a feições como os sulcos e marmitas. Os sulcos, caracterizam-se como pequenos canais de até 0,5m de profundidades, enquanto as marmitas resultam de fluxos turbulentos (Vieira, 2008), o que gera um buraco que pode ter a forma arredondada ou irregular. Vale destacar, que a erosão dos solos ocorre em face dos fatores controladores, como erosividade da chuva, erodibilidade dos solos, características da encosta, cobertura vegetal e ação antrópica (Guerra, 1994; Vieira, 2008).

No caso específico desse estudo, a ação antrópica tem as suas responsabilidades quanto ao uso desempenhado nesta trilha, no que a priori, pode ser uma relação equilibrada, servindo como forma de fiscalizar a área, de evitar degradação da mata ciliar, extração ilegal de madeiras e ameaça à várias espécies, além de descartes de resíduos sólidos e lixo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O desenvolvimento deste trabalho foi baseado em método descritivo/qualitativo, onde incluíram-se os trabalhos de gabinete e de campo. A área de estudo compreende uma trilha no Campus da Universidade Federal do Amazonas (Figura 1).

**Figura 1 – Área de estudo (Campus da UFAM)**



Fonte – Google Earth (2023); IBGE (2021). Elaboração: Mateus A. B. C da Silva, 2023.

A área de estudo, palco dessa pesquisa, encontra-se, assim como a região de Manaus, sobre a Formação Alter do Chão, caracterizada pela existência de arenitos, siltitos e argilitos etc., (Horbe *et al.*, 2006). A geomorfologia local, compreende baixos platôs, que terminam em encostas íngremes e vales encaixados, de altimetria que não ultrapassam os 100 m. Assim, essa geomorfologia reflete a influência significativa de processos erosivos, resultando em uma superfície dissecada, principalmente em interflúvios tabulares, além de colinas, embora em menor extensão (Radam Brasil, 1978).

A principal classe de solo presente na área do Campus da UFAM é o Latossolo Amarelo, localizado normalmente em terrenos com relevo variando de suavemente ondulado a fortemente ondulado, apresentando uma textura que varia de média a muito argilosa. Verifica-se também, em menor abrangência de área as classes dos Argissolos e Neossolos Quartzarênicos.

O Clima da área, assim como para a cidade de Manaus é caracterizado como sendo Equatorial Quente Úmido, com média da temperatura de 27,9°C, com média da mínima de 23,8°C e média das máximas de 32,1°C (Santana, 2017). A pluviometria média para

Manaus fica em 2339,3 mm (D'ávila Junior; Vieira, 2019). Adaptado a esse clima, a vegetação do campus universitário, é composta principalmente pela floresta do tipo Ombrófila Densa e floresta de Campinarana, com áreas em estágio secundário e vegetação típica de área aluvial, que se estendem ao longo de suas redes de drenagem. A hidrografia é composta de pequenos canais, estando alguns destes com sua nascente nesta área. A área específica dessa pesquisa está inserida na Bacia do Mindu.

1) Mensuração do grau de compactação e capacidade de infiltração do solo. Nesse levantamento, resistência à penetração e taxas de infiltração, seguiram os procedimentos descritos por Soares *et al.* (2022). A escolha dos pontos levou em consideração as características do solo e a topografia local. Como parâmetro de comparação, foram realizados testes na trilha e na área imediatamente ao lado, na floresta. Deste modo, esse tipo de levantamento foi realizado em 6 pontos, sendo 3 na trilha e 3 fora da trilha.

2) Descrição das feições erosivas e resíduos sólidos existentes na trilha. Partindo da observação direta ao longo da trilha, foram pontuados os locais com ocorrência de feições erosivas existentes, com base nas descrições de Vieira (2008; 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área estudada apresenta ambiente natural pouco alterado e ambiente alterado, resultantes das interferências causadas pela utilização contínua da trilha. Destaca-se, que a referida trilha, atravessa uma área de floresta com diferentes “manchas de vegetação” (Floresta Secundária, remanescente da Floresta Ombrófila Densa e Floresta Secundária, remanescente de Campinarana) (Figura 2), as quais estão relacionadas ao tipo de solo e topografia local.

**Figura 2** – Vista parcial do terço inferior da trilha, margeado por vegetação secundária, remanescente de Campinarana



Fonte - Autores, abril de 2023.

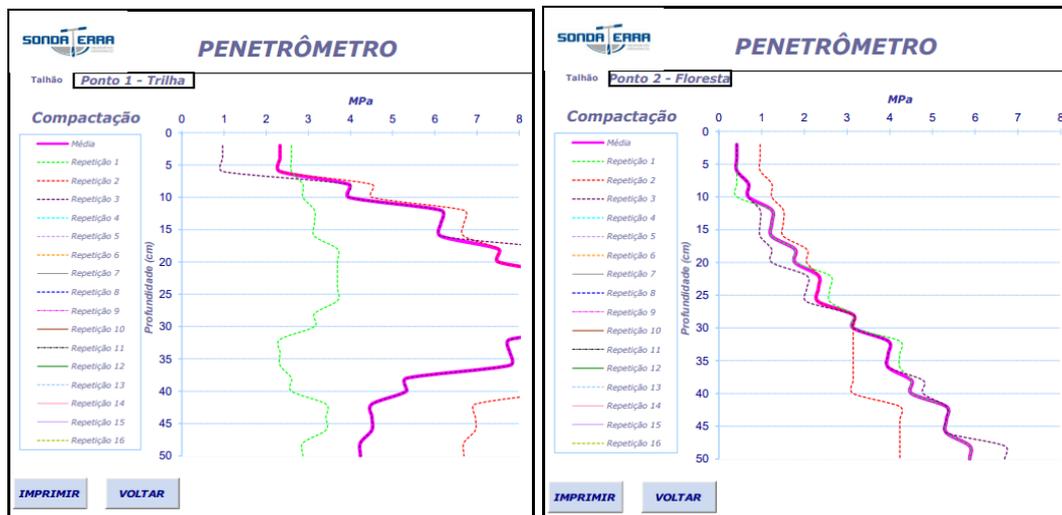
### **Resistência à penetração e capacidade de infiltração da água no solo**

Os resultados dos testes revelaram uma distinção nas taxas relativas de resistência à penetração conforme o ambiente, sendo essas evidenciadas nos gráficos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Os testes foram realizados dentro da trilha e na área de floresta, com o objetivo de saber quanto o uso da trilha pode afetar a compactação do solo. Como esperado, as taxas verificadas na trilha, sempre foram maiores que na área adjacente. Sendo maior também as taxas no início da trilha quando comparadas com os resultados obtidos no final da trilha.

Os dados representados nos gráficos 1 e 2 evidenciam diferenças significativas entre as áreas dentro e fora da trilha. No gráfico 1, que retrata a região dentro da trilha, observa-se uma resistência do solo mais pronunciada. Essa constatação sugere que, à medida que a profundidade do terreno aumenta, é necessária uma força de impacto de compactação mais elevada. Tal cenário aponta para uma compactação mais acentuada na área da trilha.

Por outro lado, o gráfico 2, que corresponde à área da floresta adjacente, revela uma intensidade menor nas forças de impacto. Isso indica que o solo nessa localidade está menos compactado. Entretanto, ainda é possível identificar uma alteração no solo próxima a trilha, resultante do impacto gerado pelo uso da mesma.

**Gráfico 1 e 2 – Teste de Resistência à Penetração no terço superior da trilha e entorno**



Fonte - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

Na análise dos gráficos 3 e 4, que representam os pontos de teste dentro e fora da trilha, no terço médio, pode-se observar que o solo na área da trilha apresenta uma resistência maior em comparação com o solo na área da floresta. No entanto, esse aumento de resistência não é significativo quando comparado à área da floresta. Isso sugere que, embora a trilha apresente certo grau de compactação no solo, ainda é possível inferir que sua porosidade permite uma taxa de infiltração maior, quando comparada ao terço superior da trilha.

O gráfico 5, na área da trilha, mostra uma resistência à penetração maior em comparação ao gráfico 6, realizado na área de floresta. Esses resultados indicam que o solo na trilha está mais compactado e apresenta uma maior resistência mecânica à penetração. Essa diferença na resistência de penetração entre as duas áreas, sugere que, a trilha sofreu impactos e pressões que causam a compactação do solo, tornando-o mais denso e menos permeável. Por outro lado, o solo da área de floresta é menos denso e permeável, permitindo uma penetração mais fácil.

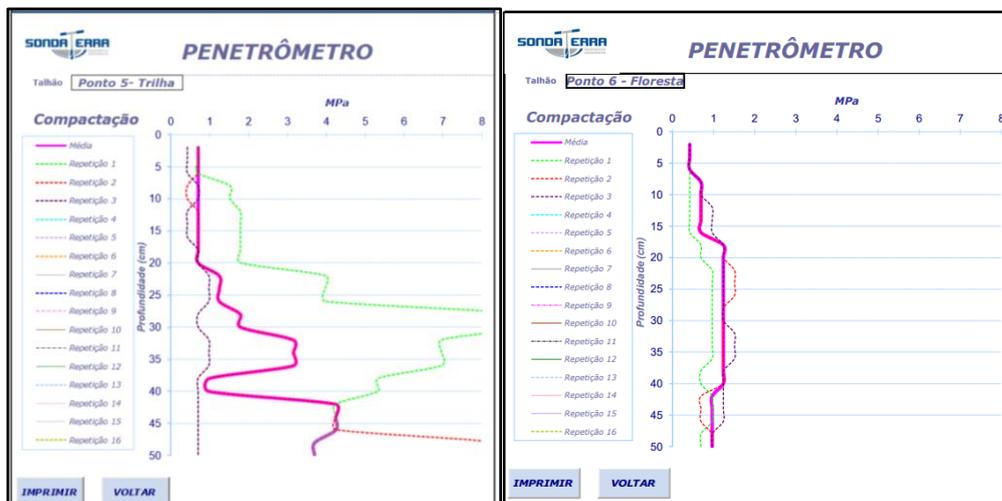
Ao analisar os resultados, pode-se afirmar que a resistência do solo à penetração, foi sempre maior em todos os pontos da trilha, quando comparados à área adjacente com vegetação (Figura 2).

**Gráficos 3 e 4 - Teste de Resistência à Penetração no terço médio da trilha e entorno**



Fonte - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

**Gráficos 5 e 6 - Teste de Resistência à Penetração no terço inferior da trilha e entorno**



Fonte - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

Importante salientar, que na área da floresta, as características naturais (solo não alterado, serrapilheira, dentre outras.) e a intensa atividade biológica, mantém o solo mais poroso, diminuindo assim a compactação e permitindo a maior infiltração da água no

solo. Essas observações são essenciais para compreender a saúde e a qualidade do solo em diferentes áreas, e podem ser usadas para orientar práticas de manejo e conservação que visem a preservar a integridade do ecossistema e a sustentabilidade das trilhas e suas áreas adjacentes.

A compactação mecânica do solo na área da trilha pode afetar significativamente a capacidade de infiltração da água, o que pode levar a problemas de drenagem e alterações na dinâmica hidrológica local. Essas informações são essenciais para compreender os impactos das atividades humanas na área e podem ser utilizadas para subsidiar medidas de manejo e conservação do solo, visando à preservação da qualidade do ambiente e à sustentabilidade da trilha e seu entorno.

Devido às mudanças de compactação sofridas pelo solo, foi possível identificar uma alta resistência à penetração mecânica nas primeiras camadas do solo, sendo este fenômeno relacionado ao uso contínuo da trilha.

Esses resultados referente a trilha, corroboram para se entender a dificuldade de infiltração nesses pontos, como será apresentado a seguir relativo aos testes de infiltração. A maior compactação diminui a porosidade interna, que afeta a entrada da água. Conseqüentemente, a água não infiltrada pode se acumular na superfície do terreno e escoar na forma de fluxos difusos ou concentrados, provocando erosão sobre a superfície do solo. Por outro lado, o solo fora da trilha apresenta-se menos compactado, visto que os testes de resistência à penetração apresentaram menores taxas. Menos compactado, resulta em maior porosidade e, potencialmente, maior capacidade de absorver água.

Essa análise é crucial para compreender como o uso da trilha pode impactar o solo, levando à diminuição das taxas de infiltração e aumentando os fluxos superficiais. O conhecimento dessas diferenças auxilia na tomada de decisões sobre práticas de manejo e conservação da área, buscando minimizar os efeitos negativos da trilha no solo e no ambiente como um todo.

Esses dados sugerem que a compactação do solo na trilha, pode estar afetando negativamente a capacidade do solo de permitir a infiltração adequada da água, em contraste com a área de floresta, que se beneficia dos serviços ecossistêmicos proporcionados por uma cobertura vegetal mais preservada.

Os pontos de infiltração onde há trilha (ponto 1 e 3) são áreas de uso contínuo que sofreram compactação mecânica por atividades antrópicas, apresentando maior

resistência à infiltração da água no solo. Do contrário, onde a floresta está “conservada” (pontos 2 e 4), a infiltração da água no solo foi significativamente mais rápida, indicando que a permeabilidade do solo é alta e que o nível de escoamento de água na superfície é mínimo ou inexistente.

A impermeabilidade do solo causa o escoamento superficial da água, levando à lixiviação e à formação de pequenas fendas, como sulcos e marmitas. Durante o trabalho de campo, foram observadas diferentes taxas de infiltração, o que pode ser atribuído a diversos fatores, como características morfológicas e pedológicas do solo, tipo de cobertura vegetal, influência biológica na área e a presença de fissuras pré-existentes no solo.

Na continuidade do estudo, realizou-se o teste de infiltração, que consiste em uma técnica amplamente utilizada para avaliar a compactação, a densidade e a resistência do solo. Esse teste fornece informações valiosas sobre as condições físicas e a qualidade do solo na área em estudo.

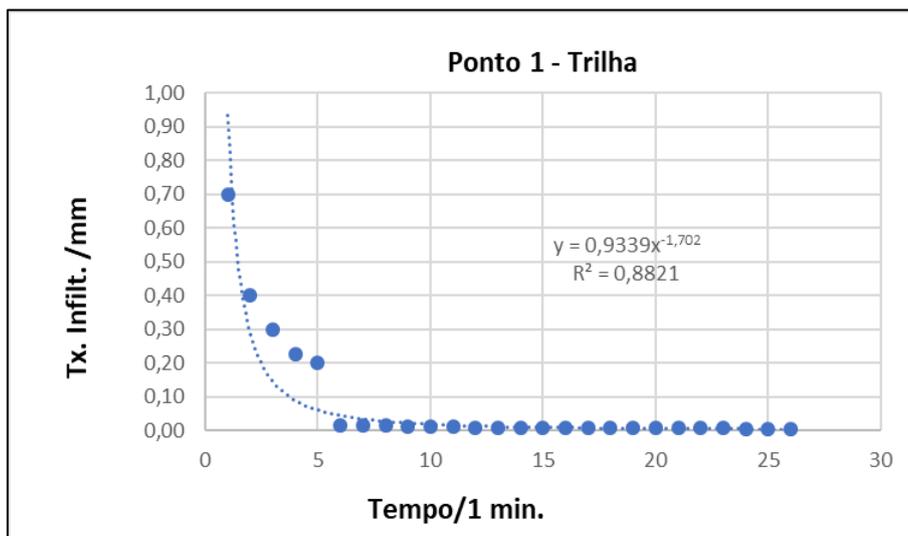
Nas primeiras medições representadas pelos gráficos 7 e 8, foram analisadas duas áreas distintas: a área de trilha e a área de floresta, em pontos paralelos para fins comparativos entre os dois tipos de solo.

No Gráfico 7, na área de trilha, a taxa de infiltração inicial foi registrada em aproximadamente 0,9 mm por minuto, com uma média de aproximadamente 0,45 mm de água infiltrada no intervalo de tempo de 1 minuto.

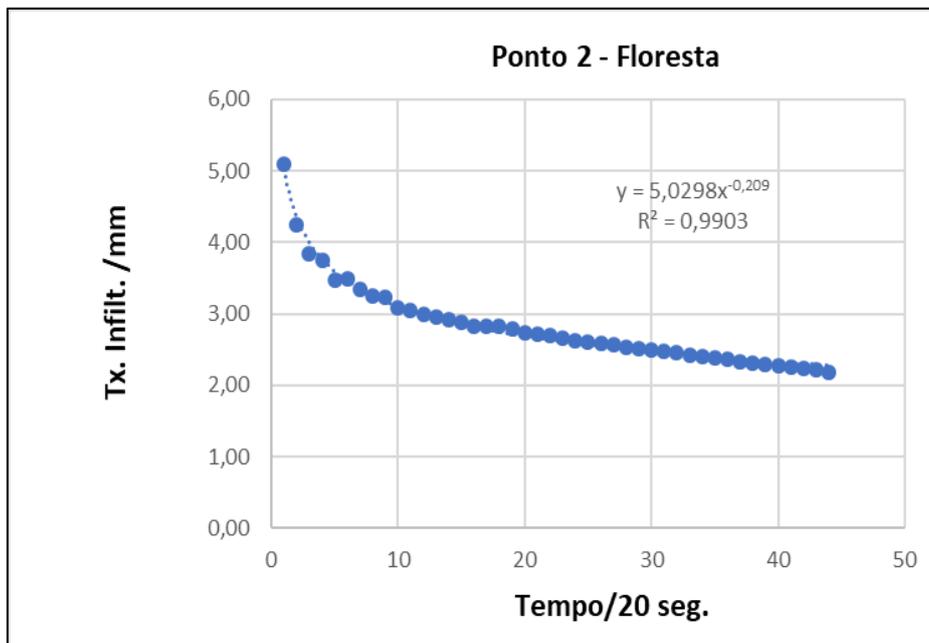
No ponto 2 do Gráfico 8, correspondente à área de floresta, a taxa de infiltração inicial foi de aproximadamente 5 mm a cada 20 segundos, resultando em uma média da taxa de infiltração de aproximadamente 10,5 mm por minuto.

No teste de infiltração realizado no ponto 1, localizado no início da trilha na área de platô, foi observada uma maior resistência à infiltração da água no solo, conforme evidenciado no intervalo de tempo de 1 minuto adotado para as medições. Essa observação corrobora as inferências feitas por meio da observação direta, indicando que o solo nessa trilha se encontra altamente compactado devido às atividades humanas na área e à exposição do solo aos efeitos dos raios solares e chuvas.

**Gráfico 7 - Taxa de Infiltração dentro da trilha**



**Gráfico 8 - Taxa de Infiltração fora da trilha**



Fonte - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

Por outro lado, uma situação distinta foi observada no intervalo de tempo de 20 segundos utilizado para as medições na área de floresta, representada pelo ponto 2 ao lado do ponto 1. Nessa área, a capacidade de infiltração da água no solo foi significativamente maior em comparação ao teste realizado na trilha. Essa diferença é atribuída aos efeitos

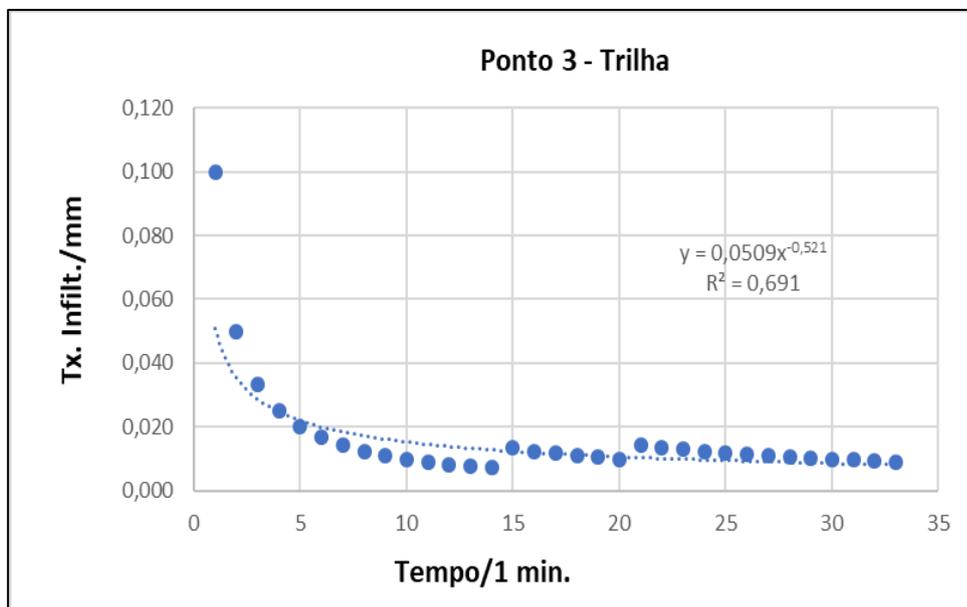
positivos, também conhecidos como serviços ecossistêmicos, proporcionados pela floresta para a qualidade do solo, da água, do ar e da vida em geral.

Essa análise sugere que a preservação da área de floresta é crucial para manter a capacidade de infiltração do solo, sua qualidade e o equilíbrio do ecossistema como um todo. Enquanto na trilha, a compactação do solo resultante das atividades humanas pode ter impactos negativos sobre a infiltração de água e, conseqüentemente, sobre a dinâmica do ambiente local.

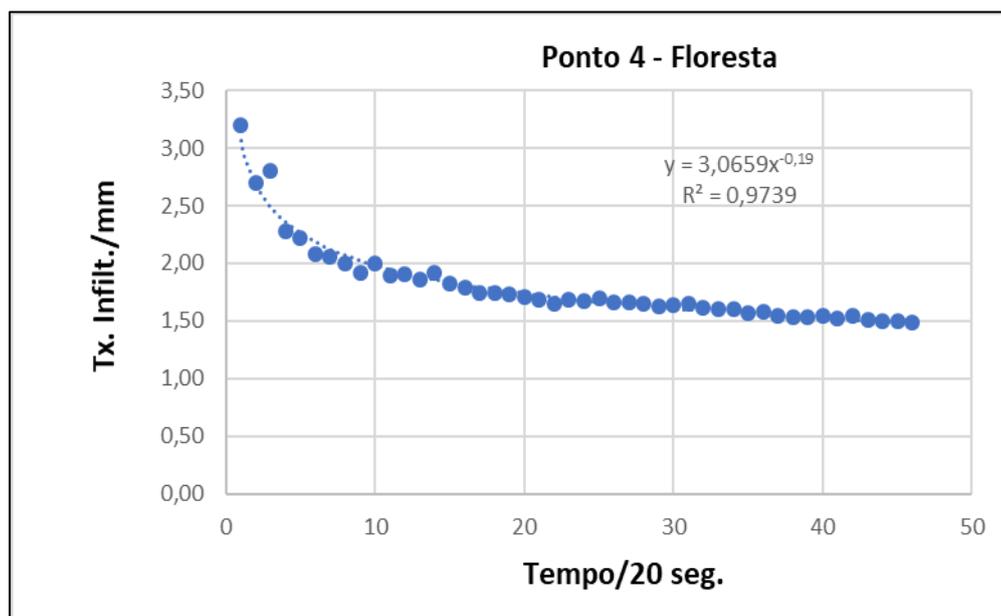
No ponto 3 (gráfico 9 e 10), localizado na trilha, a taxa de infiltração inicial da água no solo foi aproximadamente de 0,05 mm por minuto, diminuindo para 0,01 mm no final do intervalo de tempo de 1 minuto. A média da taxa de infiltração nesse período foi de aproximadamente 0,03 mm de água infiltrada no solo por minuto.

Por outro lado, no ponto 4 (gráfico 9 e 10), situado na área de floresta, a taxa inicial de infiltração foi de aproximadamente 3,2 mm por minuto, reduzindo para 1,5 mm no final do mesmo intervalo de tempo de 1 minuto. A taxa média de infiltração nessa área foi de aproximadamente 7,05 mm/min.

**Gráficos 9 - Taxa de Infiltração dentro da trilha**



**Fonte** - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

**Gráfico 10 - Taxa de Infiltração fora da trilha**

Fonte - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

Essas informações destacam diferenças significativas na capacidade de infiltração entre a trilha (ponto 3) e a área de floresta (ponto 4). A floresta demonstra uma maior taxa de infiltração inicial e média de água no solo, indicando que a estrutura e a saúde do solo na floresta estão em melhores condições em comparação com a trilha, onde a taxa de infiltração é consideravelmente mais baixa.

Destacamos aqui, que os testes correspondentes aos pontos 5 e 6 não foram aqui apresentados em face da dificuldade de realização destes em campo, pois o solo encontrava-se muito encharcado o que interferia diretamente nos dados de infiltração.

Em suma, pode-se inferir que tanto os testes de infiltração quanto os testes de penetração, apresentaram resultados positivos quando foram realizados em áreas com a presença de vegetação em relação aos testes efetuados na trilha (solo nu). A análise do conjunto de dados coletados demonstra a relevância para compreender os efeitos da atividade humana na trilha e seu impacto na qualidade do solo. A compactação do solo é um dos principais problemas decorrentes dessa atividade, e seus efeitos podem ser negativos para a infiltração da água, o desenvolvimento da vegetação e a fauna do solo.

A preservação das propriedades naturais e ecossistêmicas da trilha é crucial para garantir a sustentabilidade e a viabilidade do seu uso. Portanto, é essencial considerar

medidas de manejo e conservação que minimizem a compactação do solo e protejam a integridade ambiental da área.

Os dados e observações em campo também apontam para inúmeras situações que dificultam o uso adequado da trilha, tais como questões de segurança, necessidade de manutenção e ocorrência de processos erosivos. Esses fatores expõem os riscos associados ao uso inadequado da trilha e a sua vulnerabilidade a danos ambientais. Diante dessas constatações, torna-se evidente a importância de um planejamento cuidadoso para a gestão da trilha, levando em conta a conservação do solo, a segurança dos usuários e a preservação da biodiversidade. A adoção de práticas sustentáveis de manejo e ações corretivas para os impactos já existentes são fundamentais para garantir que a trilha possa ser utilizada de forma responsável e sustentável ao longo do tempo.

Nas observações realizadas durante o trabalho de campo, identificou-se algumas feições erosivas como marmitas torrenciais e sulcos (Figura 3), como resultantes do escoamento superficial concentrado (saturado ou hortoniano), ocorrendo sobre solo exposto da trilha, sem vegetação.

**Figura 3** - Feições erosivas na trilha UFAM/Conj. Habitacional dos Industriários – Manaus – AM



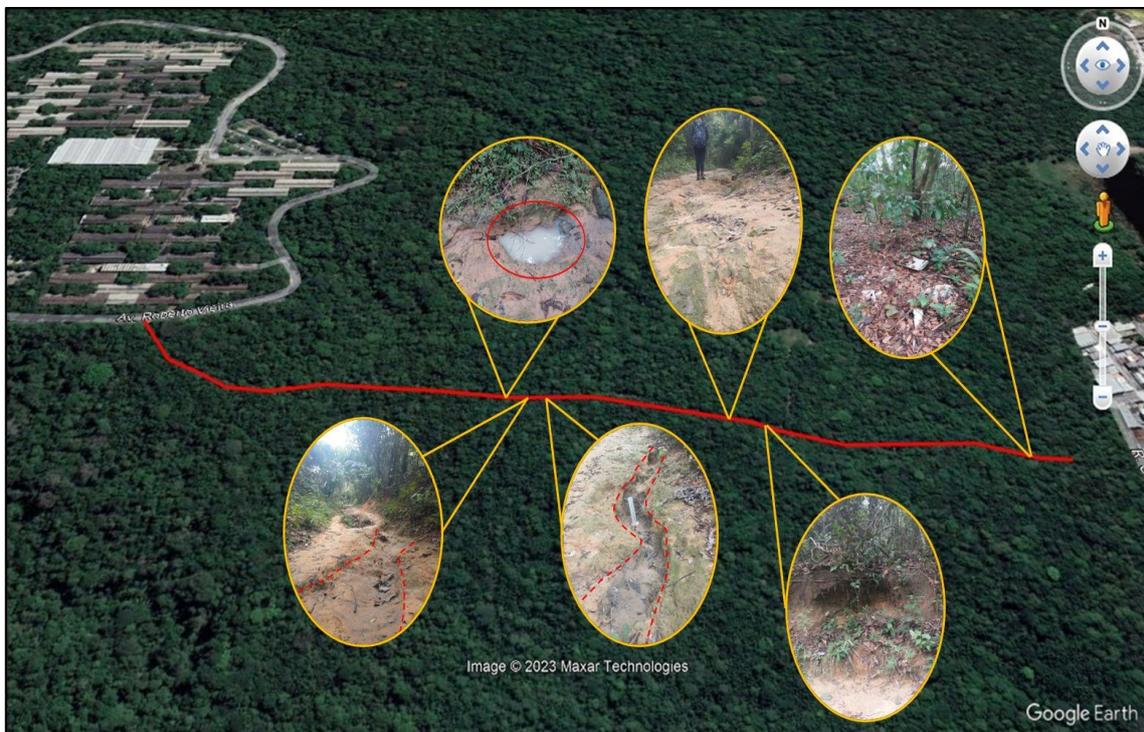
**Fonte** - Trabalho de campo. Elaboração: Os autores, 2023.

A marmita torrencial (Figura 3A) é oriunda da ação turbilhonar da água, resultante de escoamento superficial concentrado (VIEIRA, 2008; 2010). Os sulcos, também oriundos do escoamento superficial concentrado (Figura 3B), apresenta em seu interior

algumas marmitas torrenciais (Figura 3C), prenunciando uma possível expansão desse canal, o qual pode evoluir para ravina e até mesmo para uma voçoroca.

No terço superior da trilha não se observa a ocorrência dessas feições. Porém, verifica-se nesse primeiro trecho, restos de construção que foram indevidamente despejados ali. No terço médio da trilha, verifica-se o surgimento dessas feições onde se verifica uma pequena declividade voltada para o terço inferior. Este último trecho é marcado por uma superfície relativamente plana e com acúmulo de resíduos sólidos (Figura 4).

**Figura 4** - Representação aproximada das feições erosivas, resíduos sólidos e lixos depositados na trilha

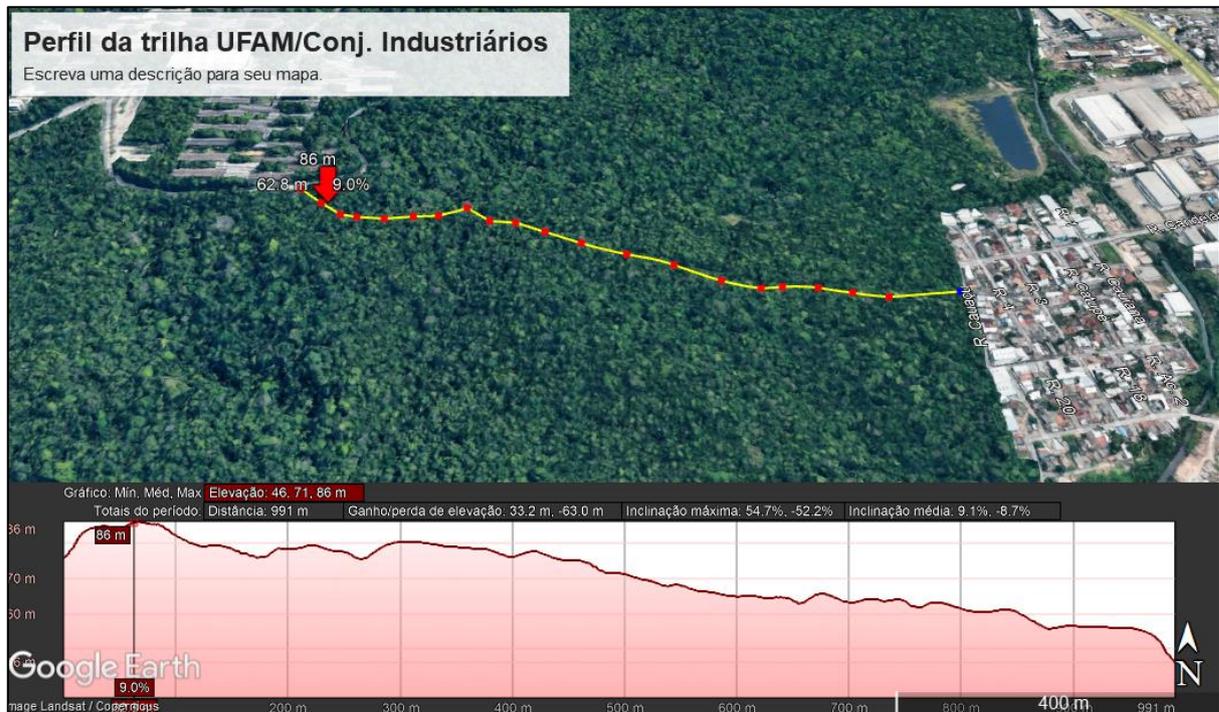


**Fonte** - Google Earth (2023). Elaboração: Os autores, 2023.

A ausência de vegetal na trilha, devido ao seu uso contínuo, pode ser apontada como uma das causas da intensificação dos processos erosivos, conseqüentemente para formação de feições erosivas. Essa característica, combinada com o tipo de solo compactado (argiloso), juntamente com a declividade, tornam esse ambiente susceptível à erosão. As conseqüências já são conhecidas, incluem a degradação do solo e o assoreamento de canais a jusante.

Os processos erosivos observados em campo, estão diretamente relacionados à topografia da trilha, com cerca de 991 m de extensão, com 86 m de altitude máxima e 47 m de altitude mínima (Figura 5).

**Figura 5 - Perfil Topográfico da Trilha**



Fonte - Google Earth Pro (2023). Elaboração: Os autores, 2023.

Notou-se no final da trilha, uma diferença de nível entre esta e a área com presença de vegetal nas bordas (Figura 6). À primeira vista parece ser um desnível relacionado a abertura do caminho por meio de maquinário pesado. Todavia, percebe-se que esse solo é relativamente mais friável que solo do início da trilha, fato confirmado através dos testes de resistência à penetração realizados nesse ponto é comparado com os demais.

**Figura 6** - Elevação das bordas da trilha



**Fonte** - Os autores, abril de 2023.

Outro problema observado ao longo de todo o percurso, refere-se ao descarte irregular de resíduos sólidos, os quais são mais evidentes no início e no final da trilha. Parece haver uma clara distinção entre os tipos de resíduos descartados na trilha, sendo no início desta, restos de construção, possivelmente oriunda das constantes obras realizadas na área dos blocos de prédios da UFAM. O outro tipo de resíduos é puramente doméstico e se encontra no final da trilha, sendo este ponto caracterizado como zona de lixeira viciada (Figura 7).

**Figura 7** - Descarte irregular de resíduos. A) Nas proximidades do conjunto. B) Na área de mata



**Fonte** - Os autores, abril de 2023.

Contudo, destaca-se que ao final da trilha existe a presença de um depósito de areia, lagos e do igarapé que atravessa a área e recebe todo tipo de descarga que chega até ele.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos em campo ao longo da trilha, demonstraram a partir dos testes de resistência à penetração e de infiltração, que as diferenças nos resultados da trilha e fora da trilha apresentam forte relação com a compactação do solo, resultante do uso contínuo das atividades antrópicas sobre esta.

Posto isto, recomenda-se um estudo para elaboração de um manual técnico-prático de uso, segurança, manejo, conservação e monitoramento das trilhas da UFAM, envolvendo a comunidade acadêmica e a população do entorno do fragmento florestal, incluindo as comunidades locais, empresários, comércios e indústrias, assim como

SEMMAS, SEMA, IPAAM, IBAMA, ICMBio, Polícia Militar, Polícia Civil e Polícia Federal por se tratar de área federal.

Considerando, sobretudo, a largura e extensão da trilha UFAM-Conjunto dos Industriários, a sua abertura causou a fragmentação da área florestal, podendo, inclusive, ser objeto de estudo sobre os efeitos e intensidades da fragmentação florestal que as trilhas causam na área florestal do campus.

O final desta trilha é o mais vulnerável e sensível no que concerne a questão da violência devido à proximidade com a área urbana. A segurança nas trilhas e na área de mata do campus universitário, precisa receber especial atenção das autoridades competentes, devido aos riscos de violência (principalmente assalto), no qual estão sujeitos à comunidade acadêmica, inclusive com ocorrências já registradas nessa trilha.

### **Agradecimentos**

À FAPEAM - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Amazonas e a CAPES pela concessão de bolsa de estudos para a primeira autora e segunda autora.

### **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, W. J. de. Implantação e manejo de trilhas. *In*: Sylvia Mitraud (org.). **Manual de Ecoturismo de Base Comunitária: ferramentas para um planejamento responsável**. Brasília. WWF Brasil, 2003. 470p.

D'ÁVILA JUNIOR, J. C. M.; VIEIRA, A.F.S.G. Padrões pluviométricos da cidade de Manaus-AM: 1986 a 2015. **Revista Boletim Paulista de Geografia**, v.2, p.1-31, 2019.

HORBE A.M.C., VIEIRA L.C., NOGUEIRA A.C.R. Geoquímica de camadas vermelhas bioturbadas da Formação Alter do Chão, Cretáceo da bacia do Amazonas. **Revista Brasileira de Geociências**. 2006, 13-20.

LEIS MUNICIPAIS. **Decreto N° 1503, de 27 de março de 2012**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/am/m/manaus/decreto/2012/151/1503/decreto-n-1503-2012-cria-a-area-de-protecao-ambiental-ufam-inpa-ulbra-elisa-miranda-lagoa-do-japiim-e-acariquara-e-da-outras-providencias>>. Acesso em 13 de maio de 2023.

PAIM, A.; BOTELHO, R.G.M. Planejamento de trilhas Ecológicas: Estudos de caso no Rancho sol Dourado, Nova Friburgo (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**. São Paulo, v.15, n.4, ago-out 2022, p. 775-801.

RADAMBRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha AS-20, Manaus. DNPM/MME. Rio de Janeiro.1978. 567p.

SANTANA, G.F. **Análise dos padrões térmicos da cidade de Manaus-AM no período de 1986 a 2015**. 2017. 178f. Relatório (Pesquisa Científica). Manaus, 2017.

SEMMAS, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Material de Apoio Pedagógico: APA Floresta Manaós**, 2019. Disponível em: <<https://www.manaus.am.gov.br/semmas/areas-protetidas/>>. Acesso em 14 de junho de 2023.

SILVA, L. D.; VIEIRA, A. F.S.G; SILVA, F. W. Atributos físicos e químicos do solo em área sob cultivo de abacaxi em Novo Remanso, Itacoatiara-AM. **Revista GeoAmazônia**. Belém. 2022. 44-69. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/13658>>. Acesso em 01 de novembro de 2023.

VIEIRA, A.F.G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): Principais fatores controladores de impactos urbano-ambientais**. Tese (Doutorado em Geografia). Florianópolis, 2008. 310p.

VIEIRA, A.F.G. Voçorocas e outras feições. In: ALBUQUERQUE, A.R.C. (Org.). **Contribuições teóricas e metodológicas da Geografia Física**. Manaus: EDUA, 2010. p.41-65.

---

Artigo recebido em: 11 de fevereiro de 2024.

Artigo aceito em: 18 de agosto de 2024.

Artigo publicado em: 13 de setembro de 2024.