ReGeo
ISSN: 2177-3246

DIAGNÓSTICO PLANIALTIMÉTRICO DA TRILHA ECOLÓGICA DO CAETÉ, BRAGANÇA (PA), AMAZÔNIA, BRASIL

PLANIALTIMETRIC DIAGNOSIS OF THE CAETÉ ECOLOGICAL TRAIL, BRAGANÇA (PA), AMAZON, BRAZIL

DIAGNÓSTICO PLANIALTIMÉTRICO DE LA TRILHA ECOLÓGICA DEL CAETÉ, BRAGANÇA (PA), AMAZONIA, BRASIL

https://doi.org/10.56238/revgeov17n8-087

Data de submissão: 27/06/2026 **Data de publicação:** 11/08/2026

Marcelo Martins Farias
Doutor em Engenharia Civil
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
E-mail: marcelo.farias@ifpa.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7429258509994201
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9773-4099

Celestina Lima de Rezende Farias
Mestra em Engenharia Civil
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
Email: celestina.rezende@ifpa.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/3315516019032395

Luiz Antonio Soares Cardoso
Doutor em Agronomia
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
E-mail: luiz.cardoso@ifpa.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8241805048570055
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6868-7847

Odilson da Silva de Paiva
Doutorando em Ciências Exatas e Tecnológicas
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
E-mail: odilson.paiva@ifpa.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/1373527220447953
Orcid: https://orcid.org/0009-0004-8195-1701

Denys Roberto Corrêa Castro
Especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
E-mail: denys.castro@ifpa.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/3286177955174502
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7323-9667

ReGeo
ISSN: 2177-3246

Cleydimara Aquino de Brito
Graduanda em Engenharia Civil
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
E-mail: cleydiaquino@ifpa.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7847543092361069

Elanne Vanessa Oliveira de Brito
Técnica em Edificações
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)
E-mail: vanessaoliveira200723@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/3410032221786597

RESUMO
Considerando a importância das trilhas ecológicas para atividades de educação ambiental e conservação, assim como a necessidade de garantir segurança e acessibilidade aos visitantes, torna-se essencial compreender as características topográficas desses percursos. Nesse contexto, objetivou-se realizar o levantamento planialtimétrico da Trilha Ecológica do Caeté, localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Bragança, visando à elaboração de produtos cartográficos e à avaliação preliminar das condições de acessibilidade do percurso. Para tanto, realizou-se o levantamento topográfico utilizando estação total e prisma refletor, de acordo com a norma ABNT NBR 13133. Foram coletados 224 pontos ao longo de aproximadamente 1,2 km de trilha, possibilitando a obtenção de coordenadas tridimensionais, análise das variações altimétricas e elaboração de mapas e perfis do terreno. Desse modo, observa-se que a trilha apresenta amplitude altimétrica aproximada de 17 m, com declividade média de 1,42%, sendo classificada, de forma geral, como relevo plano. Entretanto, foram identificados trechos com inclinações mais acentuadas, presença de obstáculos naturais e travessia de curso d'água, fatores que podem limitar a acessibilidade e aumentar riscos aos usuários. Conclui-se que o mapeamento planialtimétrico constitui ferramenta essencial para o planejamento e manejo de trilhas ecológicas, subsidiando intervenções voltadas à segurança, acessibilidade e uso sustentável do espaço.

Palavras-chave: Trilhas Ecológicas. Levantamento Planialtimétrico. Topografia. Acessibilidade Ambiental. Planejamento Ambiental.

ABSTRACT
Considering the importance of ecological trails for environmental education, leisure, and conservation activities, as well as the need to ensure safety and accessibility for visitors, it is essential to understand the topographic characteristics of these routes. In this context, this study aimed to carry out a planialtimetric survey of the Caeté Ecological Trail, located at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará (IFPA), Bragança campus, in order to produce cartographic products and conduct a preliminary assessment of the accessibility conditions of the trail. For this purpose, a topographic survey was conducted using a total station and reflective prism, following the guidelines established by ABNT NBR 13133. A total of 224 points were collected along approximately 1.2 km of trail, enabling the determination of three-dimensional coordinates, analysis of altimetric variations, and the production of maps and terrain profiles using CAD software. The results indicate that the trail presents an altimetric range of approximately 17 m, with an average slope of 1.42%, being generally classified as flat terrain. However, sections with steeper slopes, natural obstacles, and a stream crossing were identified, factors that may limit accessibility and increase risks to users. It is concluded that planialtimetric mapping is an essential tool for the planning and management of ecological trails, supporting interventions aimed at safety, accessibility, and the sustainable use of the area.

Keywords: Ecological Trails. Planialtimetric Survey. Topography. Environmental Accessibility. Environmental Planning.

RESUMEN
Considerando la importancia de las senderos ecológicos para actividades de educación ambiental, recreación y conservación, así como la necesidad de garantizar la seguridad y accesibilidad de los visitantes, resulta fundamental comprender las características topográficas de estos recorridos. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo realizar el levantamiento planialtimétrico del Sendero Ecológico del Caeté, ubicado en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Pará (IFPA), campus Bragança, con el fin de elaborar productos cartográficos y realizar una evaluación preliminar de las condiciones de accesibilidad del recorrido. Para ello, se llevó a cabo un levantamiento topográfico utilizando estación total y prisma reflector, siguiendo las directrices establecidas por la norma ABNT NBR 13133. Se recolectaron 224 puntos a lo largo de aproximadamente 1,2 km de sendero, lo que permitió obtener coordenadas tridimensionales, analizar las variaciones altimétricas y elaborar mapas y perfiles del terreno mediante software CAD. Los resultados indican que el sendero presenta una amplitud altimétrica aproximada de 17 m, con una pendiente media de 1,42 %, siendo clasificado, en términos generales, como terreno plano. Sin embargo, se identificaron tramos con pendientes más pronunciadas, presencia de obstáculos naturales y el cruce de un curso de agua, factores que pueden limitar la accesibilidad y aumentar los riesgos para los usuarios. Se concluye que el mapeo planialtimétrico constituye una herramienta fundamental para la planificación y gestión de senderos ecológicos, subsidiando intervenciones orientadas a la seguridad, accesibilidad y el uso sostenible del espacio.

Palabras clave: Senderos Ecológicos. Levantamiento Planialtimétrico. Topografía. Accesibilidad Ambiental. Planificación Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

As trilhas podem ser entendidas como percursos lineares ou em circuito, implantadas em ambientes naturais ou seminaturais, cujo planejamento tem como principal finalidade orientar os visitantes e possibilitar a interação com o meio ambiente de forma segura e controlada (Silva; Costa; Dantas, 2023). Portanto, a sua adequada implementação assume papel relevante, no sentido de que, além de promover a segurança e o bem-estar dos usuários, contribui para atividades de lazer, recreação, manejo de áreas protegidas e processos educativos (Magro, 1999).

Do ponto de vista ambiental e educacional, as trilhas favorecem a compreensão das características do meio natural por meio de experiências diretas, permitindo maior aproximação entre o ser humano e o ambiente, o que contribui para a sensibilização e a preservação ambiental (Costa; Silva; Meneses, 2012). Dessa forma, o investimento em trilhas possibilita conciliar visitação e conservação, uma vez que organiza o fluxo de usuários em rotas previamente definidas, reduzindo a circulação desordenada e, consequentemente, os impactos negativos decorrentes da presença humana (Paim; Botelho, 2022).

No âmbito educacional, as trilhas ecológicas constituem importante estratégia metodológica para o ensino, especialmente em atividades de campo, pois tornam o processo de aprendizagem mais dinâmico e participativo. Essas práticas estimulam o raciocínio lógico, a observação e a reflexão crítica, aproximando os estudantes do ambiente natural e tornando-os agentes ativos na construção do conhecimento (Copatti; Machado; Ross, 2010; Machado; Gomes; Batista, 2018).

Situada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Bragança, a Trilha Ecológica do Caeté possui aproximadamente 1,2 km de extensão e configura-se como um percurso com potencial para atividades de interpretação ambiental. Além de construir um espaço de transmissão de conhecimentos, a trilha tem potencial para constituir um ambiente dinâmico de aprendizagem, promovendo conexões entre as informações apresentadas e as experiências dos visitantes, estimulando a contemplação, a interação com o meio natural e ampliando a consciência ecológica (Silva; Costa; Dantas, 2023). Entretanto, por tratar-se de um trajeto ainda pouco explorado do ponto de vista técnico, torna-se necessária a realização de um mapeamento detalhado de suas características topográficas, a fim de suprir a carência de informações relacionadas ao grau de dificuldade e às condições de acessibilidade. A ausência desses dados pode representar riscos aos usuários e restringir o acesso de determinados públicos, especialmente pessoas com mobilidade reduzida ou limitações físicas.

A utilização plena de espaços como a Trilha Ecológica do Caeté pode ser limitada por barreiras físicas associadas às variações de relevo, que podem dificultar ou impedir o acesso de diferentes

públicos. Neste sentido, a análise detalhada das características topográficas do percurso torna-se fundamental para subsidiar a inclusão e acessibilidade, garantindo uma experiência segura para todos os visitantes (Nascimento; Paz, 2015).

Com o propósito de compreender de forma abrangente as características do terreno, alunos do curso de Edificações do IFPA, Campus Bragança, realizaram um levantamento planialtimétrico em toda a extensão da trilha. Utilizando estação total, objetivou-se coletar as variações de altimétricas ao longo do percurso, possibilitando avaliar como as irregularidades do relevo podem influenciar as condições de acesso da área. Além disso, o levantamento visava contribuir para a valorização da Trilha Ecológica do Caeté como instrumento para o fomento de práticas sustentáveis e a promoção da educação ambiental.

Portanto, o mapeamento de trilhas ecológicas constitui instrumento fundamental para a adequada gestão desses espaços, pois contribui para a organização do uso público, para a segurança dos visitantes e para a conservação dos recursos naturais. Além de subsidiar o planejamento e o manejo da área, o levantamento técnico busca a identificação de trechos com maior grau de dificuldade ou vulnerabilidade ambiental, permitindo a definição de rotas mais seguras e a proposição de medidas que minimizem impactos decorrentes da circulação de usuários (Santana *et al.*, 2023). Desta forma, propor melhorias na infraestrutura também é essencial para reduzir barreiras físicas e promover a inclusão, de acordo com normas de acessibilidade vigentes.

Diante do contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar o levantamento planialtimétrico da Trilha Ecológica do Caeté, visando a elaboração de produtos cartográficos relacionados ao percurso. Adicionalmente, buscou-se avaliar as condições de acessibilidade, de modo a subsidiar o planejamento adequado da área, priorizando a segurança dos visitantes e a valorização do espaço como ambiente de educação ambiental e uso sustentável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E NORMATIVOS DO LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

A topografia é a ciência que estuda a representação detalhada da superfície terrestre em uma área limitada, considerando seus acidentes naturais e artificiais. O levantamento planialtimétrico é uma modalidade específica que integra a determinação de coordenadas planimétricas (X, Y) e altimétricas (Z) de pontos na superfície, permitindo a representação tridimensional do terreno. Esse tipo de levantamento é fundamental para projetos de engenharia, arquitetura e planejamento ambiental, pois

fornece a base geométrica precisa para análises e intervenções (Freitas; Rodrigues, 2024; Veiga; Zanetti; Faggion, 2012).

A execução de serviços topográficos no Brasil deve seguir a Norma Brasileira NBR 13133 (ABNT, 2021), que estabelece as diretrizes para a realização de levantamentos topográficos. A norma descreve um fluxo de trabalho estruturado em fases, garantindo a qualidade, precisão e confiabilidade dos produtos finais. As fases principais incluem:

- Planejamento: Definição dos métodos, processos e equipamentos adequados à finalidade do levantamento e às condições da área;
- Apoio Topográfico: Implantação e materialização de pontos de controle planialtimétricos, que servem como referência para todo o levantamento;
- Levantamento de Detalhes: Captura das feições do terreno através de métodos como irradiação e interseção;
- Cálculo e Ajustes: Processamento e compensação dos dados coletados para eliminar erros e inconsistências;
- Representação Gráfica: Elaboração do desenho topográfico final, incluindo curvas de nível e pontos cotados.

A execução do trabalho requer instrumentos de precisão. A estação total é o equipamento central, capaz de medir simultaneamente ângulos horizontais, verticais e distâncias eletronicamente, registrando automaticamente as coordenadas tridimensionais dos pontos visados (Lima, 2021). O uso de prismas refletores e tripés estáveis complementa o sistema de medição, garantindo a acurácia necessária. No escritório, o processamento dos dados e a geração da cartografia são realizados em softwares de CAD (Desenho Assistido por Computador) e de tratamento topográfico.

2.2 TRILHAS ECOLÓGICAS COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

As Trilhas Ecológicas constituem um recurso educativo de grande relevância tanto para a comunidade acadêmica quanto para a população local. Sua adequada implementação assume papel estratégico, pois, além de promover a segurança e o bem-estar dos usuários, contribui para atividades de lazer, recreação, manejo de áreas protegidas e processos educativos (Magro, 1999).

Do ponto de vista educacional, as trilhas favorecem a compreensão das características do meio natural por meio de experiências diretas, permitindo maior aproximação entre o ser humano e o ambiente e contribuindo para a sensibilização e a preservação ambiental (Costa; Silva; Meneses, 2012).

Configuram-se como importante estratégia metodológica, especialmente em atividades de campo, ao tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e participativo. Tais práticas estimulam o raciocínio lógico, a observação e a reflexão crítica, aproximando os estudantes do ambiente natural e tornando-os agentes ativos na construção do conhecimento (Copatti; Machado; Ross, 2010; Machado; Gomes; Batista, 2018). Além de se constituírem como espaços de transmissão de conhecimentos, as trilhas podem funcionar como ambientes dinâmicos de aprendizagem, promovendo conexões entre as informações apresentadas e as experiências pessoais dos visitantes, estimulando a contemplação, a interação com o meio natural e ampliando a consciência ecológica (Silva; Costa; Dantas, 2023).

Para assegurar a plena utilização desse espaço por públicos diversificados, é imprescindível promover a inclusão de usuários com mobilidade reduzida, comorbidades ou outras limitações físicas (Oliveira *et al*., 2025; Silva *et al*., 2025). Nesse contexto, a análise topográfica apresenta-se como uma ferramenta essencial para mapear, com precisão, as inclinações e desníveis ao longo do percurso, permitindo a identificação de trechos críticos e o planejamento de adaptações de infraestrutura que garantam uma experiência acessível e acolhedora a todos os usuários (Freitas; Rodrigues, 2024).

De forma geral, o percurso ao longo da trilha deve permitir, em suas dimensões, a aproximação e o uso com autonomia e segurança, priorizando o conforto dos usuários. Sempre que possível, deve-se buscar eliminar as barreiras físicas existentes. A implantação de áreas de descanso equipadas com assentos e sombreamento em intervalos regulares contribui significativamente para a usabilidade da trilha, favorecendo o conforto de todos os visitantes (Oliveira *et al*., 2025; Silva *et al*., 2025).

Por fim, a participação ativa das comunidades locais no planejamento, execução e manutenção da trilha reforça o senso de pertencimento e propriedade coletiva, assegurando que as intervenções atendam efetivamente às necessidades de diferentes grupos de usuários (Symington, 2001). Dessa forma, o contato com a natureza, reconhecido como direito universal, pode ser desfrutado de maneira equitativa, promovendo a inclusão social e a sustentabilidade ambiental.

3 METODOLOGIA

O levantamento planialtimétrico foi realizado na Trilha Ecológica do Caeté, localizada nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Bragança, estado do Pará, Brasil. A área de estudo compreendeu toda a extensão do percurso existente, previamente reconhecido por meio de visita técnica, com o objetivo de identificar as melhores posições para instalação dos equipamentos topográficos.

Os procedimentos metodológicos seguiram as diretrizes da norma ABNT NBR 13133 (Execução de Levantamentos Topográficos), compreendendo as etapas de planejamento, apoio

topográfico, levantamento de dados, verificação e controle, e tratamento dos dados obtidos. O planejamento consistiu na definição de métodos e equipamentos mais adequados às condições do terreno e às finalidades do estudo. O apoio topográfico planialtimétrico foi estabelecido por meio de pontos estrategicamente distribuídos ao longo do percurso. A utilização de referências geodésicas nacionais, sempre que possível, foi priorizada, visando maior acurácia dos dados obtidos. Com o auxílio do Google Maps, foram coletadas as coordenadas UTM de pontos estratégicos utilizados como marcos de referência para o levantamento (Мусієнко; Казаченко, 2022). As atividades de campo foram executadas durante o ano de 2025, tendo como ponto inicial uma área situada nas proximidades do Laboratório de Produção em Piscicultura do IFPA. As coordenadas iniciais foram obtidas por interpretação em ambiente Google Earth, sendo adotada uma altitude arbitrária de 500 m como referência vertical, caracterizando a utilização de um datum altimétrico relativo, adequado para análises comparativas do relevo e elaboração do perfil longitudinal.

O levantamento foi executado utilizando uma estação total da marca Kolida, associada a prisma refletor, tripé, prumo e nível de bolha (figura 1). A estação total integra medições angulares e lineares eletrônicas, permitindo a determinação das coordenadas tridimensionais (X, Y, Z) com precisão, enquanto o prisma foi utilizado como alvo refletor para medição das distâncias inclinadas (Casaca; Matos; Dias, 2014).

A aquisição dos dados foi realizada pelo método de poligonal aberta com irradiação dos pontos ao longo da trilha, permitindo a determinação de coordenadas tridimensionais a partir de medições angulares e lineares realizadas entre pontos de controle e alvos refletivos posicionados ao longo da trilha (Veiga; Zanetti; Faggion, 2012). A estação total era posicionada sequencialmente nos pontos previamente levantados, adotando-se como referência o ponto imediatamente anterior (ré), assegurando a continuidade geométrica do levantamento.

Figura 1. Estação total (A); prisma refletor (B); tripré (C); e prumo ao lado do nível de bolha (D).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

O espaçamento entre os pontos foi definido de forma variável, com distância média aproximada de 1,0 m, podendo ser reduzido para cerca de 0,5 m em trechos com maior variação altimétrica ou mudanças da estação, e ampliado quando as condições de visada permitiam maior alcance do equipamento. A altura do prisma foi adotada, em geral, como 1,70 m, sendo ajustada conforme a necessidade em segmentos com maior declividade.

O nivelamento foi realizado pelo método trigonométrico, que determina as diferenças de nível a partir das medições angulares verticais e das distâncias inclinadas, permitindo a obtenção das cotas dos pontos com precisão compatível com as tolerâncias normativas (Moreira, 2003). As distâncias entre as estações foram mantidas dentro dos limites recomendados pela norma, não ultrapassando 80 m.

Todos os dados obtidos foram registrados na memória interna do equipamento e posteriormente transferidos para o ambiente computacional. Durante o levantamento, foram realizadas verificações periódicas e medições complementares em pontos estratégicos, com o objetivo de identificar e corrigir eventuais inconsistências, assegurando a qualidade e a confiabilidade dos resultados.

Na etapa de escritório, os dados foram processados e organizados com o auxílio de softwares de desenho assistido por computador (CAD), como AutoCAD e Civil 3D, possibilitando a elaboração dos produtos cartográficos da trilha, constituindo a base para as análises subsequentes relacionadas à caracterização do relevo e das condições de acessibilidade ao longo do percurso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento planialtimétrico da trilha resultou na coleta de 224 pontos, possibilitando a análise detalhada do percurso, com a identificação do traçado, das variações altimétricas e das inclinações do terreno ao longo de toda a sua extensão. Os dados obtidos evidenciam que o relevo não apresenta comportamento homogêneo, sendo composto por segmentos de baixa declividade intercalados por trechos com inclinações mais acentuadas, indicando variações morfológicas relevantes.

Com o objetivo de sintetizar os resultados e facilitar a interpretação do comportamento altimétrico ao longo do percurso, foi elaborada uma tabela contendo os principais parâmetros derivados das altitudes medidas (tabela 1), incluindo valores mínimos, máximos e médios, desnível total e extensão da trilha. A tabela 2 apresenta as coordenadas correspondentes aos pontos representativos do percurso, selecionados por marcarem o início e o final do levantamento, bem como as cotas altimétricas máxima e mínima observadas.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos altimétricos do levantamento da Trilha Ecológica do Caeté, com altitudes referenciadas a um datum vertical arbitrário, previamente programado na estação total (500m).

Parâmetro	Valor
Número total de pontos	224
Altitude mínima (m)	487,78
Altitude máxima (m)	504,79
Altitude média (m)	498,50
Desnível total (m)	17,01
Altitude na cota inicial (m)	500,17
Altitude na cota final (m)	500,06
Comprimento total da trilha (km)	1,2

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Tabela 2. Coordenadas de pontos representativos do percurso da Trilha Ecológica do Caeté.

Ponto	N (m)	E (m)	Z (m)	Observação
PT2	9.883.235,395	301.500,765	500,166	Ponto inicial do levantamento planialtimétrico.
PT 39	9.883.303,123	301.404,940	504,785	Maior cota altimétrica registrada no percurso.
PT 80	9.883.496,547	301.539,124	493,043	Menor cota altimétrica registrada no percurso.
PT 224	9.883.352,624	301.469,861	500,056	Ponto final do levantamento planialtimétrico.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Portanto, de acordo com os dados coletados, a trilha apresentou amplitude altimétrica aproximada de 17 m, com cota mínima de 487,8 m (ponto 116) e cota máxima de 504,8 m (ponto 39), evidenciando a presença de desníveis ao longo de seus 1,2 km de extensão. Considerando a razão entre o desnível total e o comprimento do percurso, obteve-se declividade média aproximada de 1,42%, valor que expressa o comportamento global do relevo. De acordo com a EMBRAPA (2018), terrenos

com inclinação entre 0% e 3% são classificados como planos. Neste sentido, à luz dessa abordagem e sob o ponto de vista da declividade média, a trilha enquadra-se na classe de relevo plano. Entretanto, é importante destacar que essa classificação refere-se ao comportamento geral do traçado, não excluindo a ocorrência de variações altimétricas pontuais com inclinações superiores à média. Ainda assim, sob a perspectiva morfométrica global, os resultados indicam que a trilha apresenta potencial natural para receber visitantes com relativa segurança, desde que observadas as adequações locais necessárias nos trechos mais inclinados.

Verifica-se que, desde o início até aproximadamente o ponto 39, ocorre um segmento com ganho altimétrico progressivo, com elevação da coordenada Z da ordem de 4,8 m. A partir desse ponto, observa-se tendência de declividade no perfil longitudinal, intensificada após o ponto 45. No trecho compreendido entre os pontos 45 e 81, registra-se redução altimétrica de aproximadamente 9 m, culminando no ponto de menor cota (ponto 116), com desnível acumulado próximo de 13 m. A presença de segmentos com declividades mais acentuadas pode potencializar riscos de escorregamento e instabilidade superficial, sobretudo em períodos de maior precipitação pluviométrica.

Em um dos trechos com maior declividade foi identificada a presença de um corpo d'água cuja travessia ocorre por meio de um tronco de árvore disposto sobre o leito (Figura 2). Essa condição exigiu maior cautela durante a coleta dos pontos e evidencia a influência direta das características naturais do terreno na execução do levantamento. A proximidade de áreas úmidas, associada às variações topográficas, interfere tanto na mobilidade dos usuários quanto nas condições operacionais das atividades de campo.

Figura 2. Registro das condições de campo no trecho de travessia do curso d'água.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os trechos considerados mais críticos concentram-se principalmente no início da trilha, onde ocorrem sucessivas subidas e descidas, e no ponto de travessia do corpo d'água. Essas condições tendem a ser agravadas em períodos chuvosos, elevando os riscos de acidentes. Além disso, foram identificados segmentos com árvores caídas que impediram a passagem, tornando necessária a realização de desvios no traçado original durante a execução do levantamento. Tais interferências reforçam a importância do mapeamento planialtimétrico, uma vez que permitem a identificação de obstáculos naturais e subsidiam o planejamento de ações de manejo e adequação do percurso.

De modo geral, as condições observadas indicam que a trilha não apresenta requisitos mínimos de acessibilidade universal, limitando o uso por idosos e pessoas com mobilidade reduzida. No trecho de travessia do corpo d'água, evidencia-se a necessidade de intervenções estruturais, assim como a implantação de dispositivos de apoio em setores com maior variação altimétrica, visando aumentar a segurança e facilitar a progressão ao longo do percurso.

Os resultados obtidos dialogam com Machado, Gomes e Batista (2018), ao destacarem que o planejamento de trilhas deve contemplar infraestrutura básica, como pontes, escadas, áreas de descanso e sinalização, com o objetivo de garantir segurança aos visitantes. Da mesma forma, Silva *et al*. (2025)

apontam que a insuficiência de sinalização, a ausência de locais de apoio e as limitações de acessibilidade constituem fragilidades recorrentes em trilhas de uso público, sendo necessárias medidas de adequação para conservação ambiental e promoção do bem-estar dos usuários. No caso da Trilha Ecológica do Caeté, além dos obstáculos físicos identificados, observa-se a necessidade de ampliação da sinalização interpretativa e indicativa, bem como da implantação de estruturas adequadas para travessia, áreas de descanso e dispositivos de apoio em trechos de maior inclinação.

De forma semelhante, Oliveira *et al*. (2016), ao realizarem o levantamento planialtimétrico da Trilha Ubaia Doce (Natal, RN), observaram que a elevada heterogeneidade das formas de relevo ao longo do percurso resulta em segmentos com inclinações acentuadas, podendo dificultar o deslocamento e representar riscos para indivíduos com algum tipo de patologia, especialmente aqueles com limitações cardiovasculares ou de mobilidade.

Como produto final do levantamento planialtimétrico foram elaborados mapas da trilha, sintetizando as informações obtidas em campo, incluindo o traçado do percurso (figura 3) e as variações altimétricas. Esses produtos cartográficos constituem ferramentas fundamentais para a compreensão espacial da área, subsidiando análises relacionadas à acessibilidade, segurança e planejamento de intervenções futuras.

Figura 3. Mapeamento da Trilha Ecológica do Caeté.

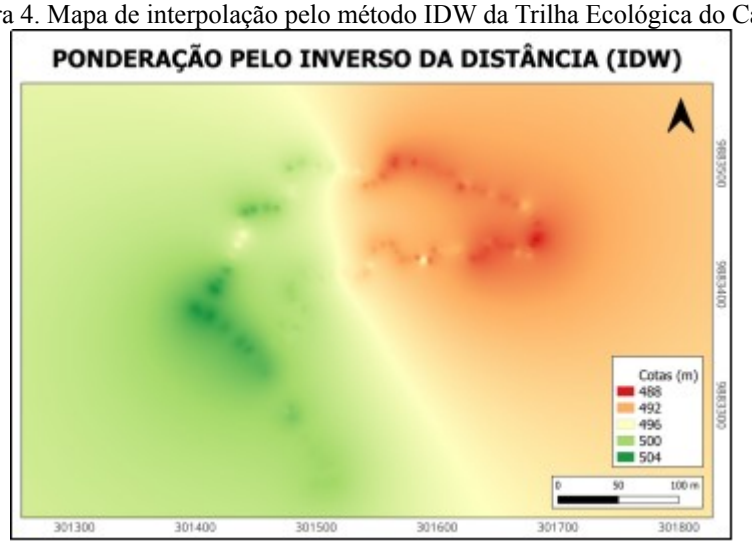


Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A análise dos dados permitiu ainda a elaboração do mapa de interpolação pelo método de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW) (figura 4), o qual possibilitou a visualização do comportamento do relevo ao longo da área estudada. Costa *et al*. (2025), ao analisarem a declividade do relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (MS), também empregaram o IDW como um dos métodos para o mapeamento espacial, destacando sua eficiência na representação detalhada de

variáveis ambientais, como erosividade, declividade e cobertura do solo. No presente estudo, o mapa permitiu evidenciar variações topográficas representadas por diferentes tonalidades. As áreas em tonalidades de verde indicam as maiores altitudes, próximas de 504 m, enquanto as tonalidades em laranja e vermelho correspondem às menores cotas altimétricas (aproximadamente entre 488 m e 496 m), geralmente associadas a zonas de drenagem natural ou maior tendência ao acúmulo de umidade. Essa representação espacial contribui para a identificação de setores que podem demandar intervenções estruturais, como a implantação de degraus, corrimãos ou áreas de apoio, visando melhorar a segurança e a acessibilidade ao longo do percurso.

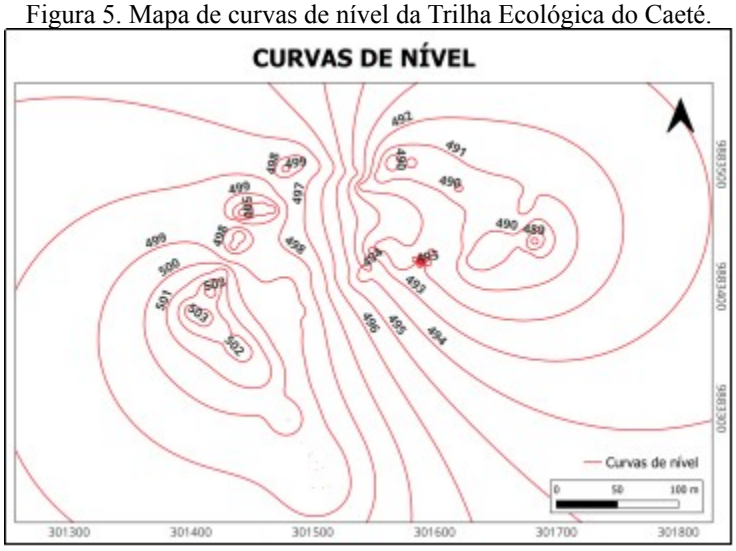
Figura 4. Mapa de interpolação pelo método IDW da Trilha Ecológica do Caeté.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

De forma complemetar, a análise do mapa de curvas de nível (figura 5) evidencia que o terreno apresenta variações altimétricas relativamente suaves, porém com setores localizados de maior declividade, indicados pela maior proximidade entre curvas. Nas áreas onde as curvas se encontram mais espaçadas, o relevo tende a ser mais plano ou suavemente ondulado, favorecendo o deslocamento dos usuários. Destaca-se ainda a presença de elevações topográficas isoladas, representadas por curvas fechadas com cotas mais elevadas, que podem influenciar o traçado da trilha e exigir adaptações estruturais para minimizar esforços físicos e riscos de acidentes.

Figura 5. Mapa de curvas de nível da Trilha Ecológica do Caeté.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Portanto, apesar de não apresentar desníveis extremos, a analise do mapa de curvas de nível reforça que a trilha possui variações altimétricas suficientes para demandar atenção em determinados segmentos, especialmente no início do percurso e nos pontos de travessia de corpos d'água. Considerando um desnível aproximado de 17 m ao longo de cerca de 1,2 km, foi possível identificar trechos localmente mais íngremes e áreas com descidas que podem representar riscos, sobretudo em condições de solo úmido.

As considerações obtidas dialogam com Costa, Silva e Meneses (2012), que destacam o potencial das trilhas para diferentes públicos, incluindo atividades educativas e de integração comunitária, desde que sejam acompanhadas de planejamento e manejo adequados. Nesse contexto, o potencial identificado para a Trilha Ecológica do Caeté em atividades de educação ambiental, caminhadas orientadas e uso acadêmico, como aulas práticas e pesquisas, reforça essa perspectiva de uso múltiplo. Costa *et al.* (2026) reforçam a importância de práticas participativas no contexto da educação ambiental como sendo uma estratégia com potencial transformador no que se refere a comportamentos mais sustentáveis. Entretanto, a necessidade de intervenções estruturais, como melhorias nos pontos de travessia, implantação de áreas de apoio e sinalização adequada, evidencia que o uso seguro e sustentável depende de ações prévias de adequação (Oliveira, *et al*. 2016).

Dessa forma, o diagnóstico obtido confirma a importância do mapeamento técnico como subsídio ao planejamento e manejo do percurso, permitindo a identificação de áreas críticas, a proposição de melhorias e a promoção de um uso mais seguro, inclusivo e ambientalmente orientado da Trilha Ecológica do Caeté.

5 CONCLUSÃO

O levantamento planialtimétrico realizado na Trilha Ecológica do Caeté permitiu caracterizar o relevo ao longo de toda a extensão do percurso, evidenciando variações altimétricas moderadas, porém suficientes para influenciar as condições de acessibilidade, segurança e deslocamento dos usuários. A coleta de 224 pontos, executada conforme as recomendações da ABNT NBR 13133, possibilitou a elaboração de produtos cartográficos consistentes, incluindo o mapa do traçado da trilha, o modelo de interpolação altimétrica pelo método IDW e o mapa de curvas de nível, os quais constituem instrumentos técnicos fundamentais para a compreensão espacial da área estudada.

Os resultados indicaram que, embora o desnível total aproximado de 17 m ao longo de cerca de 1,2 km não configure relevo extremo, existem trechos localmente mais inclinados, especialmente no início do percurso e nas áreas próximas à travessia de corpo d'água, que podem representar riscos aos usuários, sobretudo em condições de solo úmido. Além disso, a presença de obstáculos naturais, como árvores caídas e travessias improvisadas, evidencia limitações estruturais que comprometem a acessibilidade universal, restringindo o uso por pessoas com mobilidade reduzida, idosos ou indivíduos com limitações físicas.

O diagnóstico obtido confirma que o mapeamento planialtimétrico constitui ferramenta essencial para o planejamento e manejo de trilhas ecológicas, pois permite identificar setores críticos, orientar intervenções estruturais e subsidiar ações voltadas à segurança, acessibilidade e uso sustentável do espaço. Nesse sentido, recomenda-se a implantação de melhorias como estruturas adequadas para travessia de cursos d'água, dispositivos de apoio em trechos com maior declividade, áreas de descanso e sinalização interpretativa e indicativa.

Por fim, destaca-se que a Trilha Ecológica do Caeté apresenta potencial significativo para atividades de educação ambiental, ensino e integração comunitária, desde que sejam realizadas intervenções de adequação e manejo. Assim, o estudo contribui não apenas para a caracterização topográfica da área, mas também para o desenvolvimento de estratégias de planejamento que promovam o uso seguro, inclusivo e ambientalmente responsável do ambiente natural.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

CASACA, J. M.; MATOS, J. L. de; DIAS, J. M. B. Topografia geral. 4. ed. atual. e aum. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

COPATTI, C. E.; MACHADO, J. V. V.; ROSS, B. O uso de trilhas ecológicas para alunos do ensino médio em Cruz Alta-RS como instrumento de apoio à prática teórica. Revista Educação Ambiental em Ação, v. 9, n. 34, p. 1–10, 2010.

COSTA, E. S. da; LEITE, E. F.; ALVES, R. E.; CUNHA, E. R. da. Análise da erosividade da chuva e da declividade do relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho-MS. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 47, v. 1, p. 119–137, mar. 2025.

COSTA, J. S. F.; SOUSA, I. F. de; SANTOS, C. A. dos; LIMA, R. G.; SANTOS, L. de O.; SANTOS, M. E. F. dos; FERREIRA, M. M.; FONTES, M. M. Educação ambiental para a sustentabilidade: uma análise das dissertações de mestrado em turismo e educação do Instituto Federal de Sergipe. Revista REGeo, São José dos Pinhais, v. 17, n. 1, p. 1–19, 2026.

COSTA, M. M. S.; SILVA, E. B.; MENESES, L. F. Proposta de trilha ecológica como atrativo ecoturístico na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape – PB. Turismo: Estudos e Práticas, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 105–117, 2012.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FREITAS, C. R.; RODRIGUES, R. A. S. Levantamento topográfico: necessidade do serviço. Paramétrica, v. 16, n. 1, 2024.

LIMA, M. V. P. Tecnologia 3D em pavimentadoras de concreto de formas deslizantes: efeitos no processo executivo e na qualidade e desempenho do pavimento. 2021. Dissertação (Mestrado em Infra-Estrutura de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021. doi:10.11606/D.18.2021.tde-14022025-095448.

MACHADO, J. L.; GOMES, D. O. B. G.; BATISTA, N. J. C. Interpretação ambiental como ferramenta didática no ensino de botânica. Revista Pesquisas Botânicas, v. 71, n. 1, p. 135–146, 2018.

MAGRO, T. C. Impactos do uso público em uma trilha no Parque Nacional do Itatiaia. 1999. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MOREIRA, A. S. B. Nivelamento trigonométrico e nivelamento geométrico classe IIN da NBR 13.133 : limites e condições de compatibilidade. Dissertação (S.l.) - Universidade de São Paulo, 2003.

NASCIMENTO, J. L.; PAZ, R. J. Avaliação da Floresta Nacional de Brasília para o atendimento de pessoas com deficiência e/ou mobilidade reduzida. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 2, n. 2, p. 3–23, 2015.

OLIVEIRA, S. R. D. de; SILVA, M. S. da; TABOSA, W.; FRANÇA, B. de A.; SILVA, M. S. P. da. Análise geoambiental da Trilha Ubaia Doce – Parque Estadual Dunas do Natal "Jornalista Luiz Maria Alves". Revista de Geologia, v. 29, n. 1, p. 39–54, 2016.

OLIVEIRA, T. D. de; SOARES, I. N.; JOHANN, D. M. W.; TOMM, A. P. S.; PEREIRA, T. C.; ENGERROFF, F. Z. Cidade acessível: um conceito em construção na contemporaneidade. REI - Revista de Educação do UNIDEAU, v. 5, n. 1, e269, 2025. DOI: https://doi.org/10.55905/reiv5n1-017.

PAIM, A.; BOTELHO, R. G. M. Planejamento de trilhas ecológicas: estudo de caso no Rancho Sol Dourado, Nova Friburgo (RJ). Revista Brasileira de Ecoturismo, v. 15, n. 4, p. 775– 801, 2022.

SANTANA, L. F. N. C.; BOMFIM, M. E. J.; COSTA, G. M.; ALMEIDA JUNIOR, M. V. C. Mapeamento e classificação do grau de dificuldade da Trilha das Cachoeiras, Muritiba – São Félix, Bahia. Revista Tocantinense de Geografia, Araguaína, v. 13, n. 29, p. 20–36, 2023.

SILVA, D. S.; COSTA, K. M.; DANTAS, J. I. M. O uso de trilhas como ferramenta didática no ensino de ciências e biologia: uma revisão sistemática. Diversitas Journal, v. 8, n. 3, p. 1419–1431, 2023. DOI: https://doi.org/10.48017/dj.v8i3.2671.

SILVA, M. V. M. da; CORDEIRO, M. R.; CUNHA, B. M.; ARAÚJO, P. M. de; SILVA, L. de O. Trilhas ecológicas inclusivas: caminhos para todos os públicos. Revista foco, v. 18, n. 9, p. e9644, 2025. DOI: 10.54751/revistafoco.v18n9-021. Disponível em: https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/9644.

SYMINGTON, R. Briefing: Community participation in road maintenance. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer, v. 145, n. 4, p. 317–319, dez. 2001.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de topografia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: https://cartografica.ufpr.br/wp-content/uploads/2023/07/fundamentos-topografia-i-1.pdf.

МУСІЄНКО, І. В.; КАЗАЧЕНКО, Л. М. Досвід отримання вихідних даних з google планета земля для побудови цифрової моделі місцевості. Municipal economy of cities, v. 3, n. 170, p. 247–251, 2022.