

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

MARIA CECÍLIA DOMINGOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO: INSTRUMENTOS
DE SUPORTE PARA ATIVIDADE TURÍSTICA NO MUNICÍPIO DE
COROMANDEL - MG

MONTE CARMELO

2026

MARIA CECÍLIA DOMINGOS

**GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO: INSTRUMENTOS
DE SUPORTE PARA ATIVIDADE TURÍSTICA NO MUNICÍPIO DE
COROMANDEL - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Mirna Karla Amorim da Silva

MONTE CARMELO

2026

RESUMO

Este trabalho aborda a utilização de geotecnologias como instrumentos de suporte ao planejamento turístico em áreas naturais, tendo como área de estudo duas trilhas localizadas no município de Coromandel – MG: Cachoeira dos Mascates e Cachoeira do Santuário. O objetivo da pesquisa foi analisar e caracterizar as condições dessas trilhas por meio da integração de variáveis físicas do terreno. Para o desenvolvimento do estudo, foram utilizados dados de Modelo Digital de Elevação e imagens de satélite, processados em ambiente de geoprocessamento no software QGIS, possibilitando a elaboração de mapas temáticos de hipsometria, clinografia, orientação de vertentes, recursos hídricos e cobertura vegetal. Posteriormente, essas variáveis foram integradas por meio de análise multicritério, permitindo a classificação do grau de dificuldade das trilhas em cinco classes, variando de muito fácil a muito difícil. Os resultados indicaram que a trilha da Cachoeira dos Mascates apresenta predominância de trechos classificados como difíceis e muito difíceis, em razão das maiores variações altimétricas e declividades do terreno. Já a trilha da Cachoeira do Santuário apresenta maior heterogeneidade na distribuição das classes de dificuldade, com alternância entre trechos fáceis, moderados e difíceis ao longo do percurso. Conclui-se que os produtos cartográficos gerados constituem importantes ferramentas para o planejamento e gestão do turismo local, contribuindo para a orientação de visitantes, para a segurança na prática das trilhas e para a conservação ambiental das áreas naturais.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Trilhas. Planejamento turístico.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	05
2	OBJETIVOS.....	06
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
3.1	Ecoturismo e Trilhas Interpretativas.....	07
3.2	Impactos e Planejamento Turístico.....	08
3.3	Geotecnologias.....	09
3.3.1	GPS.....	09
3.3.2	Geoprocessamento e SIG.....	10
3.3.3	Sensoriamento Remoto.....	13
3.3.4	Processamento Digital de Imagens.....	14
3.3.5	Uso e Ocupação da Terra.....	15
4	METODOLOGIA.....	16
4.1	Caracterização e Área de Estudo.....	16
4.2	Material.....	18
4.3	Métodos.....	19
4.3.1	Pré-processamento.....	20
4.3.2	Mapas temáticos.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1	Hipsometria.....	22
5.2	Clinografia.....	26
5.3	Orientação de vertentes.....	29
5.4	Recursos hídricos.....	32
5.5	Cobertura vegetal nativa.....	37
5.6	Grau de dificuldade de trilhas.....	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Caminhar por trilhas ecológicas tornou-se uma das atividades mais populares para quem busca uma conexão mais profunda com o meio ambiente, sendo uma das opções de entretenimento mais comuns oferecidas aos turistas em áreas naturais. Nesse cenário, é essencial que exista um planejamento turístico bem estruturado para garantir a preservação e a melhor experiência nesses locais.

O progresso tecnológico desempenha um papel crucial na geração de novas fontes de informações cartográficas, uma vez que os dados de terreno recentemente coletados provêm das tecnologias aplicadas no Sensoriamento Remoto. Nesse contexto, destacam-se o Modelo Digital de Terreno (MDT) e as imagens de satélite, que representam opções de grande interesse para suprir a escassez de mapas, contribuindo assim para análises mais precisas e fundamentadas nas tomadas de decisões.

As geotecnologias, juntamente com as informações relacionadas ao relevo, são de extrema importância, pois podem auxiliar em diversos processos, como a coleta e integração de dados, a realização de inventários e diagnósticos das áreas quanto às suas potencialidades e limitações para diferentes atividades. Elas também contribuem no levantamento de atrativos turísticos, na criação de roteiros de visita, no desenho e avaliação de trilhas, no zoneamento de áreas para recreação, lazer e contemplação, na elaboração de mapas temáticos e na preservação ou minimização de impactos, entre outros.

Coromandel está localizada na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. O município possui grande potencial turístico, reconhecido pela EMBRATUR desde 1997, quando foi emitido o selo que oficializou essa potencialidade. A região é conhecida por suas belíssimas quedas d'água, ideais para a prática de esportes radicais, como canoagem, trilhas e enduros (Prefeitura de Coromandel, 2021).

Considerando-se a singular beleza dessa região, com uma paisagem natural rica em elementos com grande potencial ecoturístico e ainda pouco explorados de forma planejada, este trabalho visa, utilizando técnicas de geoprocessamento, caracterizar e analisar as condições ambientais das trilhas da Cachoeira dos Mascates e da Cachoeira do Santuário, obtendo informações e dados que possam auxiliar, orientar e estimular o desenvolvimento do turismo no município de Coromandel – MG.

Assim, por meio do uso do Modelo Digital de Elevação (MDE) juntamente com imagens de satélite, é possível analisar os mapas temáticos, identificando o grau de dificuldade das trilhas, dessas áreas com potencial turístico, como é o caso da cidade de Coromandel. Essas informações, ao serem integradas, permitem a obtenção de novos cenários que beneficiarão os turistas e até mesmo os gestores municipais.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é analisar e caracterizar as condições de duas trilhas do município de Coromandel-MG: Cachoeira dos Mascates e Cachoeira do Santuário.

Para tanto, são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar os mapas de hipsometria, clinografia e orientação de vertentes para fins de caracterização das condições das trilhas, de forma a orientar os turistas;
- Analisar os mapas de recursos hídricos e cobertura vegetal para verificar a presença/ausência da vegetação nativa, assim como a presença/proximidade de cursos d'água que potencialmente podem ser impactados pela atividade turística;
- Analisar o grau de dificuldade das trilhas estudadas, a partir das variáveis mapeadas;
- Obter informações relevantes que servirão como ferramenta de auxílio na atividade de planejamento turístico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De forma a sustentar essa pesquisa, faz-se necessário o estudo de temas relacionados à mesma, como turismo, impactos, geotecnologias, e demais aplicabilidades, as quais estão contemplados a seguir, enfatizando as partes relevantes a serem abordadas como base para o entendimento em relação ao desenvolver deste projeto.

3. 1 Ecoturismo e Trilhas Interpretativas

Segundo a EMBRATUR (1994, p. 19), o ecoturismo ou turismo ecológico é definido como

um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações envolvidas.

Assim, para o desenvolvimento do ecoturismo, são estabelecidos objetivos básicos, tais como: compatibilizar as atividades de ecoturismo com a conservação de áreas naturais; fortalecer a cooperação interinstitucional; possibilitar a participação efetiva de todos os segmentos atuantes no setor; promover e estimular a capacitação de recurso humanos para o ecoturismo; promover, incentivar e estimular a criação e melhoria da infraestrutura para a atividade de ecoturismo e promover o aproveitamento do ecoturismo como veículo de educação ambiental (EMBRATUR, 1994).

De acordo com Brasil (1999), a Política Nacional de Educação Ambiental, regulamentada pela Lei Nº 9.795 de 27 de abril de 1999, destaca que a trilha ecológica é considerada uma importante ferramenta de educação, interpretação, comunicação e conscientização ambiental. Para Guillaumon (1977), as trilhas são percursos traçados em sítio natural que propiciam explicações sobre o meio ambiente: flora, fauna, fenômenos naturais, usos e hábitos locais.

As trilhas interpretativas são conjuntos de vias e percursos com função educativa e vivencial, as quais pressupõe amplo conhecimento da fauna, flora, paisagem, clima e demais aspectos biológicos, geográficos, históricos da região; podem ser autoguiadas ou percorridas com o acompanhamento de condutores, guias e intérpretes devidamente capacitados; a depender do tipo de trilha e grau de dificuldade, podem conter sinalização, equipamentos de proteção e facilitadores (corrimões, escadas, pontes), proporcionando interação do homem com a natureza e a compreensão da responsabilidade em relação aos recursos naturais (MTUR, 2008).

Desse modo, as trilhas interpretativas tornam-se importantes instrumentos de educação ambiental, já que a partir de seus atributos atrativos unem o homem com a natureza, além de tornar provável, por meio dessas atividades, o aprendizado, a sensibilização/conscientização e uma reflexão qualificativa sobre o meio ambiente.

Entretanto é necessário que haja planejamento para o uso adequado das trilhas visando a redução dos prováveis impactos que a influência antrópica pode causar.

3. 2 Impactos e Planejamento Turístico

As áreas naturais legalmente protegidas, como paisagem, fauna e flora, junto com seus componentes culturais, tornam-se atrações, tanto para os moradores da localidade onde estas áreas estão situadas, quanto para turistas da região. Por isso, as organizações para a conservação reconhecem a enorme relevância do turismo e estão cientes dos inúmeros danos que um turismo mal administrado ou sem controle pode provocar nos patrimônios natural e cultural do planeta (Lindberg; Hawkins, 2001).

Os impactos ambientais são muitos e, segundo Ruschmann (1997, p. 34),

os impactos do turismo referem-se à gama de modificações ou à seqüência de eventos provocados pelo processo do desenvolvimento turístico nas localidades receptoras. As variáveis que provocam os impactos têm natureza, intensidade, direções e magnitudes diversas; porém, os resultados interagem e são geralmente irreversíveis.

De acordo com Boo (2001), o impacto teórico do ecoturismo pode ser conhecido por meio de dois itens relevantes: os custos potenciais, que são a degradação do meio ambiente, as injustiças e instabilidades econômicas, as mudanças socioculturais negativas; e os benefícios potenciais, que são a geração de receita para as áreas protegidas, a criação de empregos para as pessoas que vivem próximas a essas áreas e a promoção da educação ambiental e da conscientização sobre a conservação.

Uma forma de manter a relação homem-natureza é o ser humano admitir os prejuízos que causa ao meio ambiente, mesmo quando bem-intencionado, e manter um acompanhamento constante, nas APAS, das condições ambientais. Somente desse modo a atividade turística pode contribuir para gerar uma série de inversões, no meio ambiente, que resultarão na conservação do meio e na manutenção e possível incremento de novas correntes turísticas nas áreas nas quais se aplique uma política de sustentabilidade, com a melhora da paisagem e a conservação dos recursos naturais (Dias; Aguiar, 2002, p. 65).

A prática contínua da visitação causa variações no natural do ambiente. Sendo necessário assim admitir indicadores de gestão de forma a preservá-lo, e paralelamente, garantir a qualidade à visita (Mitraud, 2003).

Para Kinker (2002) o ecoturismo, mais do que qualquer outra forma de turismo na natureza, depende da qualidade do ambiente visitado. Esse é mais um motivo pelo qual a atividade deve ser controlada e seus potenciais impactos negativos devem ser minimizados pelo manejo.

Assim, como forma de preceder os impactos ambientais causados pelo turismo, deve-se elaborar um planejamento para o local com o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável para o patrimônio natural e para todos os produtos que estão envolvidos, tais como seus atrativos e equipamentos turísticos (Wearing, 2001).

Neste sentido, as geotecnologias surgem como importante ferramenta de auxílio frente ao planejamento e redução dos impactos causados pelo ecoturismo.

3.3 Geotecnologias

As geotecnologias são relevantes mecanismos para o estudo da mudança de um ambiente, já que, por meio do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, percebe-se a sua transformação no tempo, representando e abordando os aspectos e recursos condicionantes deste ambiente.

Além disso, para Rosa (2005), as geotecnologias envolvem a coleta, processamento, análise e fornecimento de informações com referência geográfica e inclui uma série de técnicas, tais como: Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica (SIG), Cartografia Digital, Receptor *Global Positioning System* (GPS), Topografia, Fotogrametria e outras, as quais possibilitam recursos que subsidiam as atividades turísticas.

3.3.1 GPS

Global Positioning System (GPS) é um sistema baseado em satélites que provê a medição de latitude, longitude e altura em qualquer ponto da Terra. Os satélites enviam mensagens específicas que são interpretadas por um receptor GPS (Câmara *et al.*, 1996).

Para Rosa (1996) é um sistema de radio-navegação baseado em satélites desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América que permite a qualquer usuário saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre.

Embora o GPS tenha sido desenvolvido para fins militares, posteriormente foram desenvolvidas técnicas capazes de o tornar útil para a comunidade civil, variando em precisão funcionalidade. Dentre as diversas aplicações e potencialidades do GPS, destacam-se, dentro desta pesquisa: Transportes/Deslocamentos, Mapeamento e Geoprocessamento, Esportes e Lazer.

3.3.2 Geoprocessamento e SIG

Segundo Câmara (1996), o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente.

Ainda, de acordo com o INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021), o geoprocessamento é o conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. As atividades envolvendo o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos destinados ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georreferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc.; devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise.

As ferramentas computacionais utilizadas no geoprocessamento são chamadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (Câmara; Davis, 2004) e a sua estrutura é mostrada na Figura 1. Ainda segundo Câmara (1996), os SIGs, são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

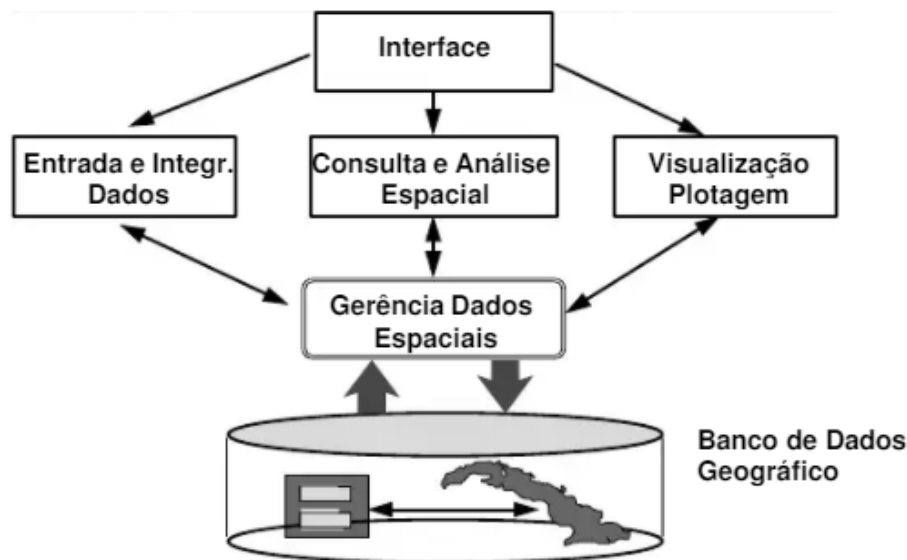


Figura 1 – Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica
Fonte: Câmara; Davis (2004).

Tem-se diversas aplicações com os SIGs, abrangendo agricultura, meio ambiente e urbanismo, e para Câmara (1996), há no mínimo três tipos, a serem usados: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos e, como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

Os dados geográficos têm localização espacial (indicada pelas coordenadas geográficas) e atributos descritivos (caracterizados em um banco de dados convencional), considerando ainda que os SIGs auxiliam de forma a localizar esses dados no espaço, e para representar a relação espacial entre eles (Câmara, 1996).

Cabe ressaltar que, segundo o INPE (2021) o SIG é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies, o qual requer recursos de: entrada dos dados a partir de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélites, levantamentos de campo, e outras fontes; armazenamento, recuperação e busca de dados; transformação de dados, análise e modelagem, incluindo estatística espacial e comunicação dos dados, através de mapas, relatórios e planos.

Segundo Rosa (2013), qualquer representação da variação contínua de dados físicos no espaço (temperatura, pressão, altitude, população, etc.) é conhecida como Modelo Digital de Elevação (MDE). Sua representação é feita por um sistema de coordenadas (x, y e z), onde o par de coordenadas (x, y) representa a superfície bidimensional e a coordenada "z" representa a variação do dado físico.

Ainda, de acordo com Câmara e Medeiros (2006), um Modelo Digital de Elevação é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial

que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Este modelo pode ser gerado a partir de curvas de nível e pontos altimétricos, representando a elevação do terreno.

As informações sobre ondulações topográficas, sua relação com os componentes da paisagem e outros elementos da cobertura das dimensões topográficas, são aplicáveis à pesquisa e análise de múltiplos campos relacionados às ciências da Terra, de acordo com as necessidades relacionadas e também com relação a organização, planejamento e gestão ambiental orientada para o espaço geográfico.

O avanço tecnológico e a crescente procura de análises espaciais, acarretaram o uso intensivo dos MDEs, que se referem às estruturas de dados com possibilidade de lidar de forma eficiente com as questões de representação e análise de variáveis caracterizadas por uma distribuição contínua no espaço geográfico (Elmiro, 2008).

Os modelos digitais de elevação são utilizados em diversas áreas, com especial destaque neste trabalho para:

- Armazenamento de dados de elevação para mapas topográficos digitais;
- Elaboração de mapas de declividade, mapas de orientação de vertentes, e para desenhos de perfis, como intuito de auxiliar em estudos ambientais;
- Como um fundo para visualização de informações temáticas ou para combinação de dados de relevo com dados temáticos, tais como solos, cobertura vegetal e precipitação, e muitos outros.

A orientação das vertentes do terreno compõe, juntamente com a declividade, a geometria de exposição da superfície do terreno em representações sob esquema de relevo, e é definida como o ângulo azimutal correspondente à maior inclinação do terreno, no sentido descendente e expressa em graus, de 0° a 360°. (INPE, 2024).

Atualmente a maioria das aplicações das tecnologias de informação geográfica no Brasil, estão ligadas à gestão municipal, ao meio ambiente, ao planejamento estratégico de negócios, ao agronegócio e, a concessionárias e redes (Rosa, 2013). Grande quantidade e variedade de dados espaciais que dão origem para esses estudos podem ser obtidos através do Sensoriamento Remoto.

3.3.3 Sensoriamento Remoto

O conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície, ou de um objeto, sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor é definido como Sensoriamento Remoto (Câmara, 1996).

Para Moreira (2001), o sensoriamento remoto é um conjunto de atividades que tem como objetivo a obtenção de informações dos alvos e fenômenos dinâmicos da superfície terrestre, por meio da capacitação, registro e análise da radiação eletromagnética (REM) refletida e emitida pelos alvos da superfície, sem que haja contato físico entre o sensor e o alvo, como por ser visto na Figura 2.

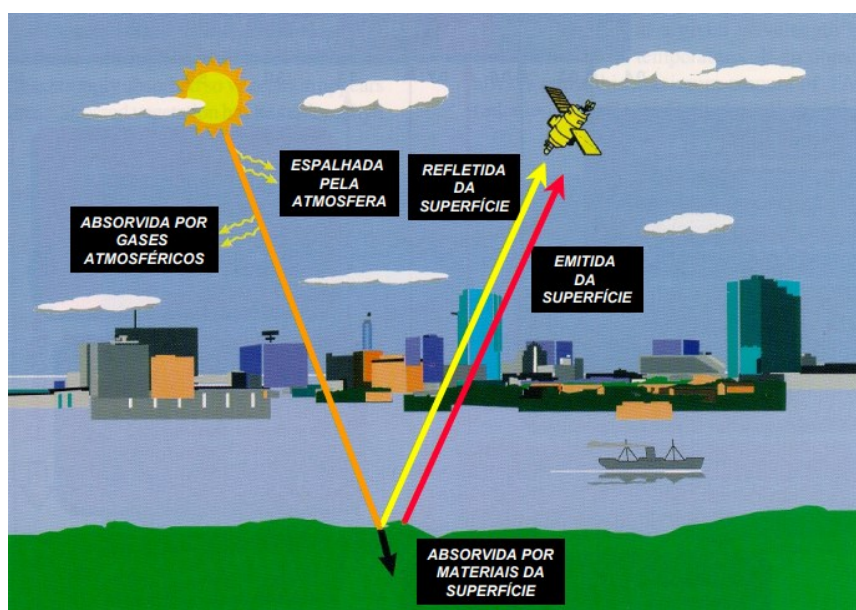


Figura 2 – Interação da REM com a superfície terrestre
Fonte: Souza Filho (2018).

Um sistema sensor pode ser definido como qualquer equipamento capaz de detectar e registrar certo tipo de radiação, e gerar dados que possam ser transformados em um sinal passível de ser convertido em informação sobre o ambiente, sob a forma de gráficos, tabelas ou imagens e a aquisição das medidas das propriedades espectrais dos alvos, pode ser realizada em três níveis: terrestre, suborbital e orbital (Moreira, 2001).

A tecnologia de geração de imagens obtidas por sensores remotos instalados em satélites artificiais é essencial para os estudos ambientais, já que as imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (do conjunto) e multitemporal (em diferentes datas) de extensas áreas da superfície terrestre (Florenzano, 2002). Num país de dimensão continental como o Brasil, com grande carência de informações adequadas para a tomada

de decisões sobre problemas urbanos, rurais e ambientais, essas tecnologias representam uma importante ferramenta para análise dessas questões.

De acordo com a Agência Espacial Brasileira – AEB (2020) as imagens de satélite têm uma ampla variedade de usos, tais como cartografia, inteligência militar, meteorologia, gestão de recursos naturais, mapeamentos temáticos, gestão ambiental, detecção de desastres naturais e desmatamentos florestais, dentre outras.

As imagens Planet são obtidas pela constelação de satélites Dove que possuem o mesmo tipo de sensor, são adquiridas por mais de 130 satélites, com 04 bandas espectrais e resolução radiométrica de 12 bits, são ortorretificadas e possuem 3 metros de resolução espacial, o que permite obter imagens atuais de grandes áreas com alto padrão de qualidade e precisão planimétrica. As imagens Planet são adquiridas nas bandas do visível: azul, verde e vermelho e, também, no infravermelho próximo (NIR), favorecendo o monitoramento ambiental e o mapeamento de uso e cobertura do solo em similaridade com as bandas *RapidEye* (PLANET, 2024).

Os MDEs, por sua vez, podem ser obtidos por diferentes plataformas orbitais e suborbitais. “O Satélite Avançado de Observação da Terra (ALOS) da NASA foi desenvolvido para contribuir nas áreas de mapeamento, observação precisa da cobertura terrestre regional, monitoramento de desastres e levantamento de recursos” (NASA, 2026). Apresenta o Radar de Abertura Sintética de Banda L com Matriz de Fases (PALSAR).

O Radar de Abertura Sintética de Banda L do tipo Phased Array (PALSAR) é um radar de abertura sintética (SAR) que emite ativamente sinais de micro-ondas e recebe a reflexão do solo para adquirir informações. Como não necessita de outras fontes de luz, como o Sol, o SAR tem a vantagem de fornecer imagens de satélite independentemente do dia ou da noite. O longo comprimento de onda da banda L (15-30 cm) é menos afetado por nuvens e chuva, o que torna a banda L extremamente flexível para uso em uma ampla gama de disciplinas científicas (NASA, 2024).

As imagens de satélite podem ser processadas e utilizadas para uma gama de aplicações (meio ambiente e recursos naturais, planejamento e infraestrutura urbana, etc.).

3.3.4 Processamento Digital de Imagens

O Processamento Digital de Imagem (PDI) envolve o desenvolvimento e uso de equipamentos, técnicas e algoritmos com o fim de melhorar ou modificar o aspecto visual das imagens digitais ou de interpretar o seu conteúdo (Leite, 2006). Ainda de acordo com

o autor as áreas de possível atuação do PDI são, estudos ambientais, história, arquitetura, publicidade, entre outras. E algumas questões que podem ser resolvidas com o PDI, por exemplo, em relação ao solo com a identificação dos aspectos pedogenéticos, umidade e matéria orgânica, e com relação a vegetação, podemos identificar, tipo, estado fitossanitário, fase do ciclo vegetativo e aspectos fisiológicos.

O processamento digital de imagens pode ser dividido em três etapas independentes: pré-processamento, realce e classificação. O pré-processamento refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruído. As técnicas de realce mais comuns em PDI são: realce de contraste, filtragem, operação aritmética, transformação IHS e componentes principais. Já as técnicas de classificação podem ser divididas em; classificação supervisionada (por pixel) e classificação não supervisionada (por regiões), (INPE, 1997).

3.3.5 Uso e Ocupação da Terra

O uso e ocupação da terra é a informação mais acessível numa imagem de satélite, pois ela permite a visualização e identificação direta dos elementos ali geometricamente apresentados (Leite; Rosa, 2012). Para os autores, uso, ocupação e cobertura da terra podem ser sintetizados através de mapas. Estes indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica que pode ser identificada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre através de análise em imagens remotamente sensoriadas. Sua identificação, quando atualizada, é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade.

Araújo Filho *et al.* (2007, p. 171) explicam que a “obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões”. Ainda segundo os autores “os mapas de uso da terra e de cobertura da terra são instrumentos que auxiliam a cumprir essa função, constituindo-se em mecanismos bastante adequados para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno”. Dentre as diversas classes que compõem esse mapa podem ser citadas as áreas de cobertura vegetal nativa e as classes de atividades

antropizadas (área urbana, área de atividade agropecuária, área de atividade minerária, etc.).

4 METODOLOGIA

Assim, a partir do levantamento bibliográfico, fez-se necessário como parte prática deste projeto, detalhar os procedimentos executados – como área de estudo e suas características, o material utilizado, juntamente com a descrição dos métodos adotados – de forma a atingir o objetivo exposto.

4.1 Caracterização e Área de Estudo

Coromandel é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e na Microrregião de Patrocínio. A cidade está localizada no Triângulo Mineiro, próximo a Patrocínio, se estende por 3.313,313 km² e registrava 28.894 habitantes no último censo com densidade demográfica de 8,72 habitantes por km² no território do município (IBGE, 2022). Situado a 928 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 18°28'19" Sul e Longitude 47°11'34" Oeste de *Greenwich* (AMPAR, 2021).

No relevo de Coromandel, o destaque são as serras, a qual sua estrutura geológica é composta por maciços antigos (ou crátons). Sobre os mais importantes cursos d'água, está o Rio Paranaíba (bacia hidrográfica do rio da Prata), que corta todo o município e o Rio Burití, que com suas águas abastece a cidade. Já a vegetação consiste basicamente em cerrados, onde a sua maior riqueza estão na fauna e flora exuberantes e o clima é tropical com estação seca (Prefeitura de Coromandel, 2021).

Como o município possui belas cachoeiras, pode ser considerado um local ideal para prática de esportes e atividades turísticas gerais ao ar livre. Assim, o objeto de estudo deste trabalho, visto na Figura 3, são duas trilhas: Cachoeira dos Mascates, que dista 12,2 km de um ponto definido como rota de saída - localizado na Rodovia Gérson Coutinho da Silva, e pode ser visto nas Fotos 1 e 2, com coordenadas geográficas: Latitude 18°28'26" Sul e Longitude 47°11'13" Oeste - e Cachoeira do Santuário, que dista 45,5 km do mesmo ponto, ambas localizadas no município em questão.

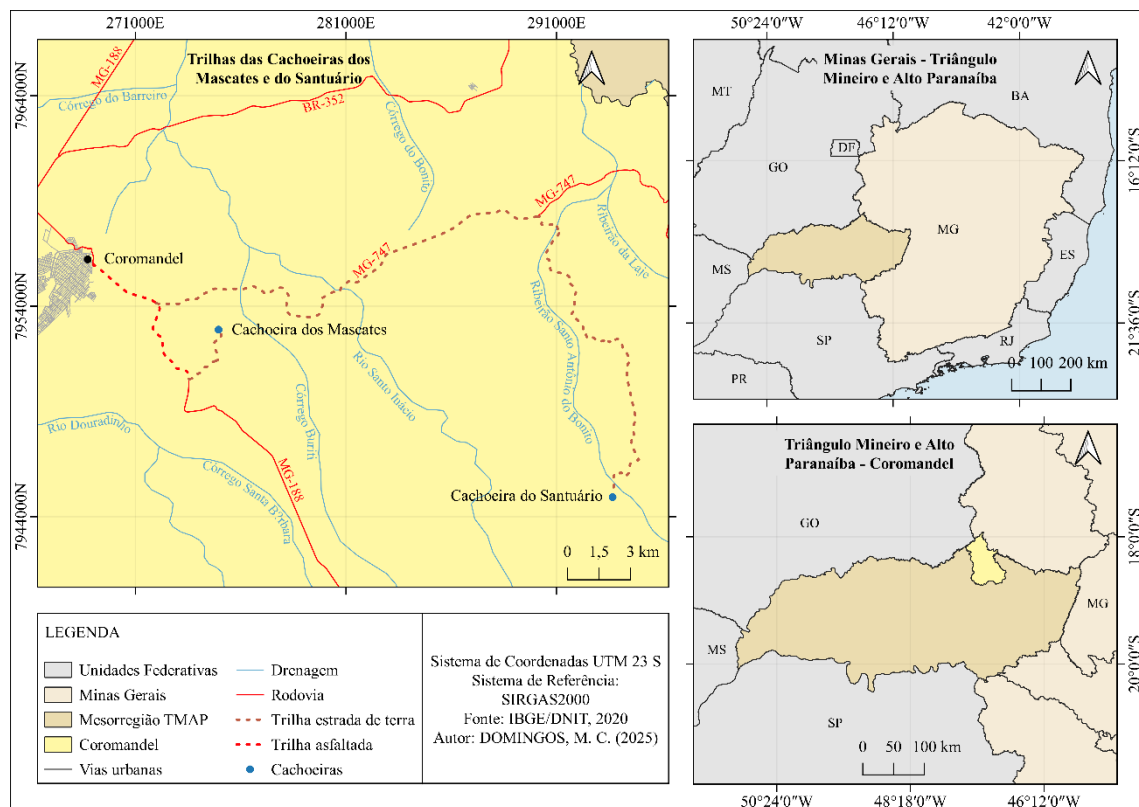


Figura 3 - Mapa de Localização Cachoeira dos Mascates e do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).



Foto 1 – Ponto de saída para as trilhas
Fonte: Elaborado pela autora (2024).



Foto 2 – Ponto de saída para as trilhas

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.2 Material

- ✓ Imagem orbital do Satélite *Planet*, de 2022, disponibilizada pela empresa *Planet Labs* com resolução espacial entre 3 e 5m (PLANET, 2022);
- ✓ Imagem Alos Palsar de 2011, com resolução de 12,5 m, fornecida pela NASA (NASA, 2011);
- ✓ Dados vetoriais (*shapefile*): malhas territoriais e rodoviárias concedidas pelo IBGE e DNIT (IBGE, 2020; DNIT, 2020);
- ✓ Dados vetoriais (*kml*): Trilha da Cachoeira dos Mascates e Trilha da Cachoeira do Santuário; disponíveis por *wikiloc* (plataforma online de compartilhar trilhas entre usuários) (WIKILOC, 2022);
- ✓ Software livre QGIS versão 3.28.15, para processamentos e elaboração dos mapas.

4.3 Métodos

De forma a alcançar o objetivo exposto neste trabalho, foram utilizados os procedimentos descritos na Figura 4.

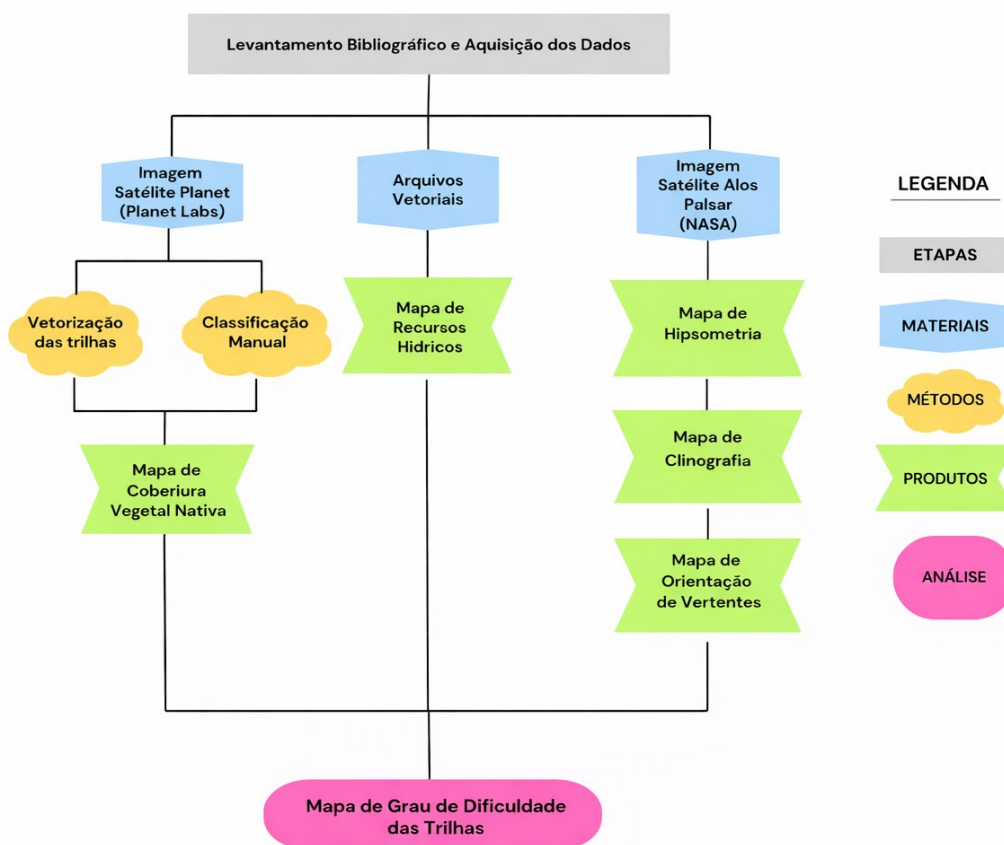


Figura 4 - Fluxograma metodológico

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Na etapa da parte prática deste trabalho fez-se o download das imagens do satélite Planet, totalizando nove cenas que abrangem o município de Coromandel-MG, referentes ao mês de maio de 2022. Também foi obtido o MDE, disponibilizado pela NASA, referente à imagem Alos Palsar de 2011, com resolução de 10m. Por sua vez, os dados vetoriais, incluindo as malhas territoriais e rodoviárias, foram fornecidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), com referência ao ano de 2022. Todos os dados citados foram obtidos a partir de acesso gratuito.

4.3.1 Pré-processamento

Com o auxílio do software QGIS e dos dados das trilhas previamente baixados, estes foram exportados para o formato *shapefile* no sistema de coordenadas UTM fuso 23S e, em seguida, inseridos no programa para a identificação da área de estudo. Para isso, foi criado um buffer (Vetor → Geoprocessamento → Buffer), delimitando uma faixa de 100 metros para cada lado das trilhas.

Assim, com o MDE inserido no software, realizou-se a transformação do sistema de referência de WGS 84 para SIRGAS 2000. Em seguida, utilizando a ferramenta ‘*Raster → Extrair → Recortar raster*’ pela Extensão, efetuando o recorte do MDE para uma área menor que a imagem original, porém ainda maior que a área de estudo. Por fim, procedeu-se à reprojeção para o sistema UTM fuso 23S e ao recorte final para o limite do buffer, por meio da ferramenta ‘*Raster → Extrair → Recortar raster*’ pela camada de máscara.

Ressalta-se que as etapas definidas foram realizadas para as duas trilhas, ou seja, para cada arquivo separadamente, primeiro para Trilha da Cachoeira dos Mascates e depois para a Trilha da Cachoeira do Santuário.

Ainda na etapa de pré-processamento, a partir das cenas das imagens Planet, foi gerado um mosaico (*Raster → Miscelânea → Mosaico*). Em seguida, realizou-se a transformação do sistema de referência de WGS 84 para SIRGAS 2000, bem como o recorte para uma área menor que englobasse a área de estudo, utilizando a ferramenta anteriormente citada. Por fim, procedeu-se à reprojeção dos dados para o sistema UTM fuso 23S.

4.3.2 Mapas Temáticos

O mapa de hipsometria foi elaborado com o uso do MDE e o procedimento realizado a partir do ajuste das propriedades e simbologia do arquivo utilizado, bem como do ajuste das configurações de renderização da banda – banda simples falsa-cor, intervalo e classes apresentadas no mapa final.

O mapa de declividade, por sua vez, foi elaborado por meio da ferramenta ‘*Raster → Análise → Declividade*’, ainda utilizando o MDE com o dado de entrada e os dados de saída gerados na unidade de porcentagem.

Para análise da declividade nas trilhas foi definido um *buffer* de 100 metros ao redor de cada uma delas e realizado um recorte do MDE dentro dessa área. Com os dados de declividade gerados dentro da área do *buffer*, foi possível verificar, nos intervalos de estudo, o percentual de cada classe de declividade do terreno nas trilhas estudadas.

O mapa de orientação de vertentes foi elaborado através da ferramenta ‘*Raster → Análise → Orientação*’, também utilizando o MDE com o dado de entrada.

Ainda utilizando os dados do MDE, realizou-se a vetorização dos cursos d’água com a ferramenta alterar edição, criando assim uma nova *shapefile* com base no mosaico da área definida. Em todos os pontos hídricos recortou-se o *buffer* usando o comando Editar ‘*Geometria → Quebrar Feições*’. A ferramenta *Linha* possibilitou a medição das distâncias entre os pontos definidos. Assim, de acordo com a literatura, as distâncias menores que 3 km foram consideradas com disponibilidade de hidratação, enquanto aquelas superiores a 3 km foram classificadas como sem hidratação. Esses critérios permitiram a categorização das áreas e a elaboração do Mapa de Recursos Hídricos.

Para a finalização dos mapas temáticos, o *buffer* foi vetorizado em classes correspondentes às áreas com vegetação e sem vegetação. Em seguida, cada trecho foi recortado conforme o procedimento adotado anteriormente (*Edita Geometria → Quebrar feições*), de modo a definir novas feições. Após essa etapa, as categorias foram estabelecidas nas propriedades da camada e devidamente classificadas, resultando na elaboração do Mapa de Cobertura Vegetal.

Nos mapas de Recursos Hídricos e de Cobertura Vegetal, aplicou-se a ferramenta ‘*Raster → Converter → Converter vetor para raster*’, convertendo-os para o formato raster. A extensão de saída foi definida com base nos demais mapas *raster*, garantindo que esses produtos apresentassem as mesmas características espaciais, como tamanho de pixel e extensão, como mostra a Figura 5.

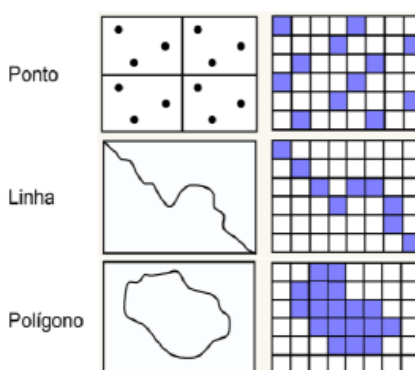


Figura 5 – Representação vetorial e matricial
Fonte: Silva (2016).

Em cada mapa, foi utilizada a ferramenta ‘Configurações → *Reclassificar por Tabela*’, definindo-se classes de valores de 1 a 5. Esse valor foi empregado para reclassificar as áreas de acordo com o nível de dificuldade, sendo de muito fácil a muito difícil, onde 1 corresponde a *muito fácil*, 2 a *fácil*, 3 a *moderado*, 4 a *difícil* e 5 a *muito difícil*. Essa reclassificação foi realizada com o objetivo de facilitar as operações dentro de um SIG.

Essa padronização garante maior precisão, eficiência no armazenamento e no processamento dos dados, além de assegurar que todas as imagens apresentem o mesmo formato de representação.

Assim, após a verificação de que todos os arquivos apresentavam as mesmas configurações, procedeu-se à seleção e à soma de todos os mapas reclassificados por meio da ferramenta ‘*Raster → Calculadora Raster*’, integrando-os – como no exemplo da Figura 6 - e gerando, dessa forma, o mapa de grau de dificuldade.

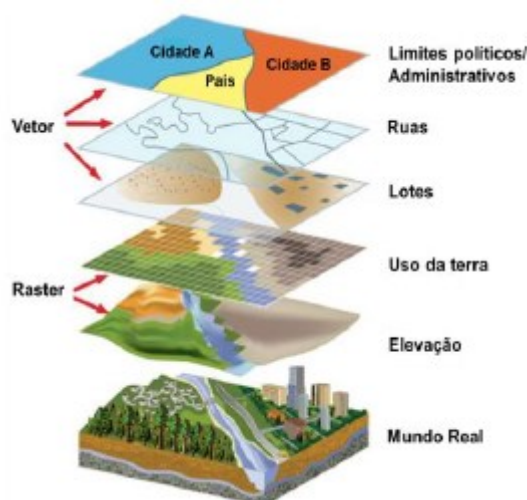


Figura 6 – Camadas de informações (*layers*)
Fonte: www.srh.noaa.gov/imagens, tradução Silva (2016).

Além disso, com o objetivo de obter informações quantitativas a partir dos mapas, utilizou-se a *Calculadora de Campo* na Tabela de Atributos para o cálculo das áreas dos mapas temáticos e do mapa final, referentes às Trilhas das Cachoeiras dos Mascates e do Santuário.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Hipsometria

O mapa hipsométrico é uma técnica que apresenta classes altimétricas de uma região através de variações de cores. Assim, a cor verde e seus nuances representam as menores altitudes, enquanto as cores quentes - laranja e vermelho - têm correspondência com as maiores.

A Figura 7, a seguir, mostra o Mapa de Hipsometria da Trilha Cachoeira dos Mascates.

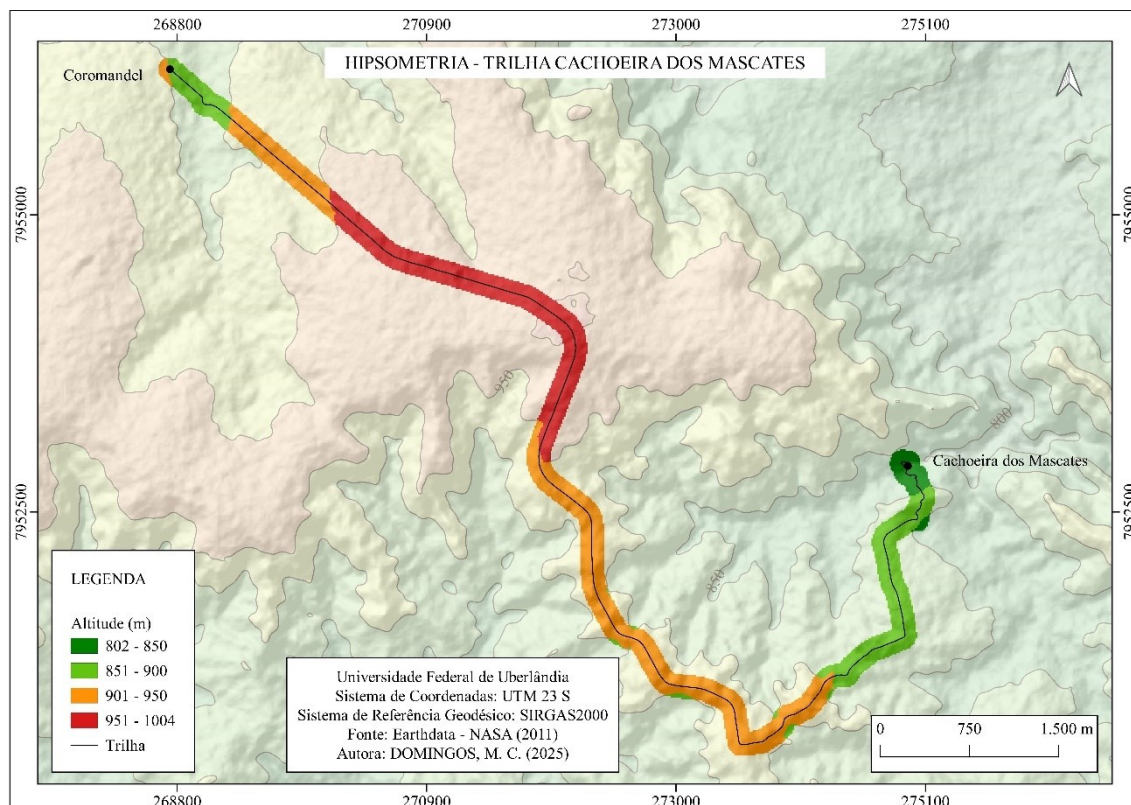


Figura 7 - Mapa de Hipsometria da Trilha Cachoeira dos Mascates

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 1 apresenta os dados referentes às classes de altitude da Trilha Cachoeira dos Mascates.

Tabela 1 - Classes de Altitude da Trilha Cachoeira dos Mascates

Altitude (m)	Valor	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
802 – 850	2	0,10	96 206,50	3,95
851 – 900	3	0,59	588 785,82	24,18
901 – 950	4	1,08	1 080 102,60	44,35
951 – 1004	5	0,67	670 294,95	27,52
Total	-	2,44	2 435 389,88	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Diante das informações apresentadas, sabe-se que as classes da Trilha Cachoeira dos Mascates variam de 802 metros a 1004 metros, com valores de 2, 3, 4 e 5,

estabelecidos na metodologia, os quais indicam que quanto maior a altitude, maior o grau de dificuldade da trilha. Com uma área total de aproximadamente 2,44 km², a maior parte do trajeto da trilha é considerado de dificuldade moderada até muito difícil, o correspondente à aproximadamente 72% e equivalente à 1,75 km².

Através do perfil topográfico da Trilha da Cachoeira dos Mascates (Figura 8) tem-se a representação do contorno acidentado da superfície do terreno. Neste caso, o percurso possui altitude máxima em torno do km 4 e a mínima no final da trilha, logo após o km 12.

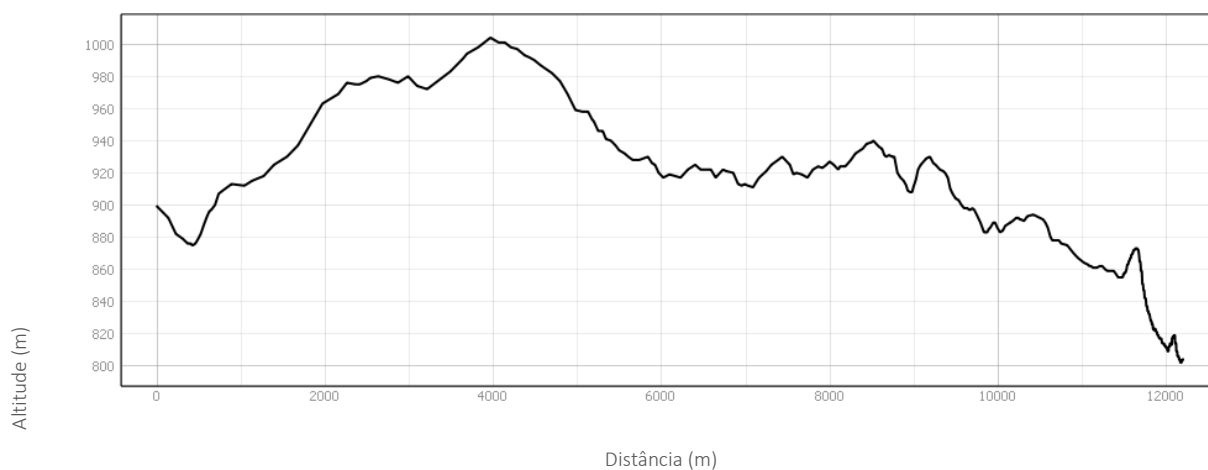


Figura 8 - Perfil Topográfico da Trilha da Cachoeira dos Mascates

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Ainda sobre hipsometria, a Figura 9 mostra o Mapa da Trilha Cachoeira do Santuário.

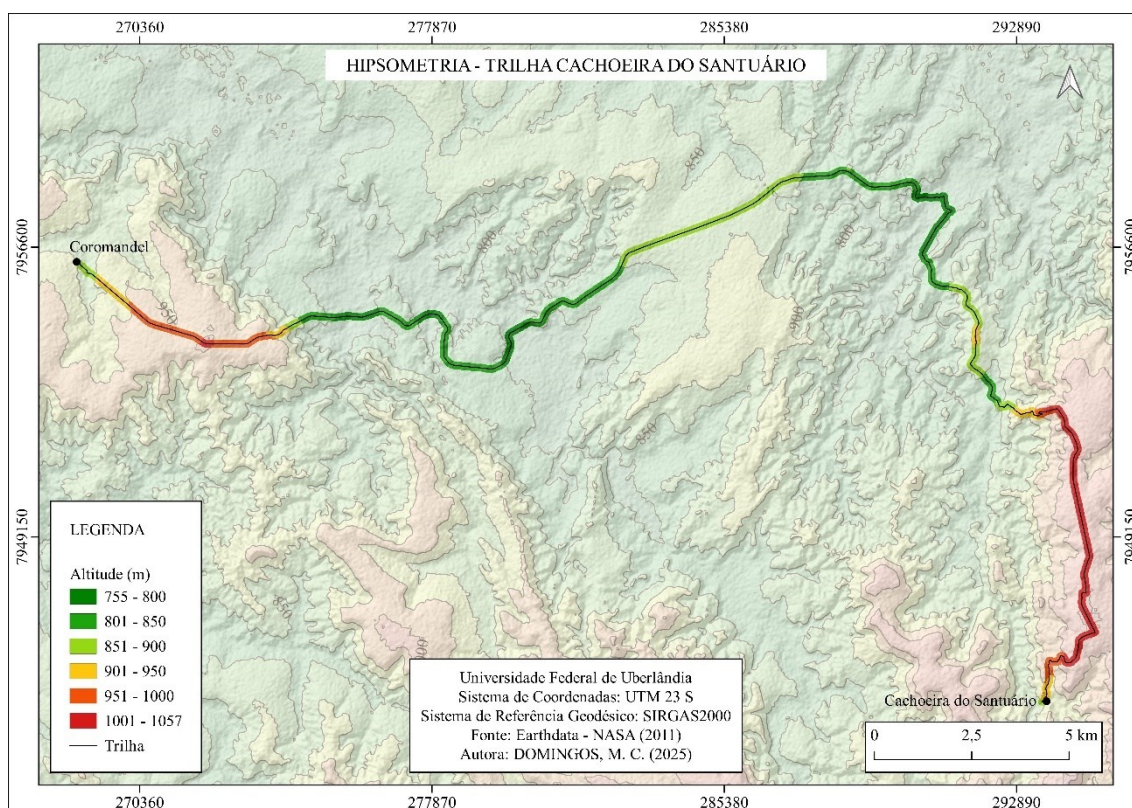


Figura 9 - Mapa de Hipsometria da Trilha Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 2 apresenta os dados referentes às classes de altitude da Trilha Cachoeira do Santuário.

Tabela 2 - Classes de Altitude da Trilha Cachoeira do Santuário

Altitude (m)	Valor	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
755 – 800	1	1,30	1 296 410,08	14,35
801 – 850	2	2,54	2 540 495,17	28,11
851 – 900	3	1,89	1 894 832,42	20,97
901 – 950	4	0,71	713 170,95	7,89
951 – 1000	5	0,97	969 427,78	10,73
1001 – 1057	5	1,62	1 622 244,845	17,95
Total	-	9,04	9 036 581,24	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Definidos os valores de 1 a 5 para as classes da Trilha Cachoeira do Santuário, observou-se que uma grande parte da região sul do mapa apresenta as maiores cotas altimétricas com valores de até 1057 metros.

Com uma área de extensão de 9,04 km², cerca de 28,86% encontram-se representada por cotas entre 851 e 950 metros, enquanto as cotas mais altas (> 951 m –

1057 m) representam 28,68% e as mais baixas (até 850 m) representam as maiores áreas com 42,46%.

Com o intuito de fornecer uma noção da topografia do terreno, nota-se pelo perfil topográfico da Trilha da Cachoeira do Santuário (Figura 10) que o percurso possui altitudes máximas nos km 4 e de 38 a 42 e as mínimas em torno do km 10 e 27.

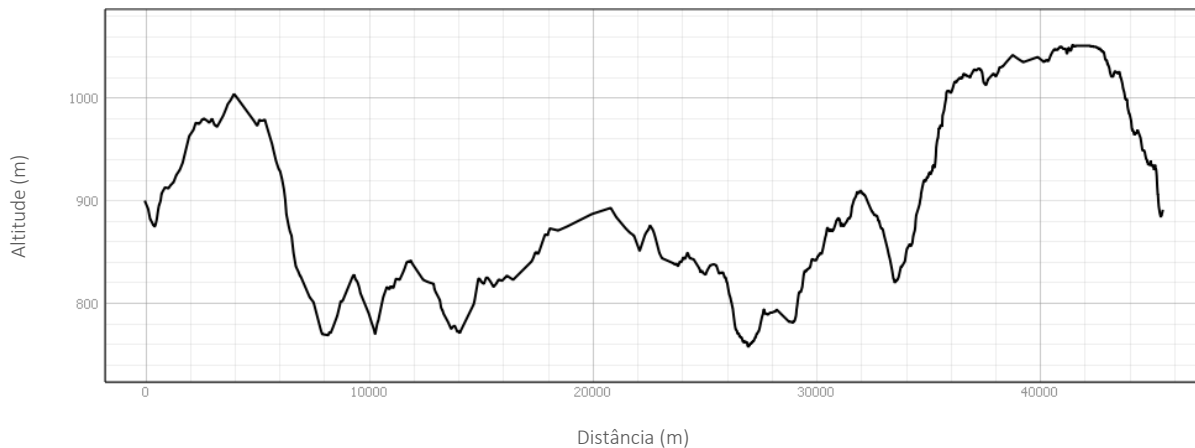


Figura 10 - Perfil Topográfico da Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.2 Clinografia

A declividade do terreno influencia a atividade em uma trilha de algumas formas:

- esforço físico: quanto maior a inclinação, maior a exigência muscular e cardiovascular dos praticantes;
- segurança: em trechos de elevada declividade, aumenta o risco de escorregões, quedas e acidentes, principalmente se o solo estiver úmido ou solto;
- acessibilidade: inclinações suaves são mais acessíveis a diferentes públicos (crianças, idosos, iniciantes) e as inclinações acentuadas limitam a prática a pessoas com maior preparo físico;
- impacto ambiental: áreas de maior inclinação são mais suscetíveis à erosão causada pelo pisoteio, exigindo manejo adequado (escadas rústicas, contenções, zigue-zague);
- atratividade: apesar da dificuldade, trilhas mais inclinadas muitas vezes levam a miradouros ou pontos de vista privilegiados, funcionando como um atrativo para visitantes em busca de desafio e recompensa visual.

O mapa clinográfico mostra como os graus de inclinação estão distribuídos espacialmente em uma superfície, fornecendo informações relacionadas à declividade do terreno.

Para a definição dos intervalos e classes de declividade foram observadas essas informações e levantamento de dados. Com isso e diante da metodologia adaptada de SILVA (2016), tem-se os valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Classes de Declividade do terreno

Declividade (%)	Classe de declividade	Reclassificação	Valor
0 – 10 %	Relevo suave	Fácil	2
11% - 20%	Relevo ondulado	Moderado	3
21% - 30%	Relevo forte ondulado	Difícil	4
> 30%	Relevo montanhoso	Muito difícil	5

Fonte: Adaptado de Silva (2016).

Cada classe de declividade recebeu um valor numérico, variando de 2 a 5 e indicando o grau de dificuldade da trilha. A Figura 11 a seguir, mostra o Mapa de Clinografia da Trilha Cachoeira dos Mascates.

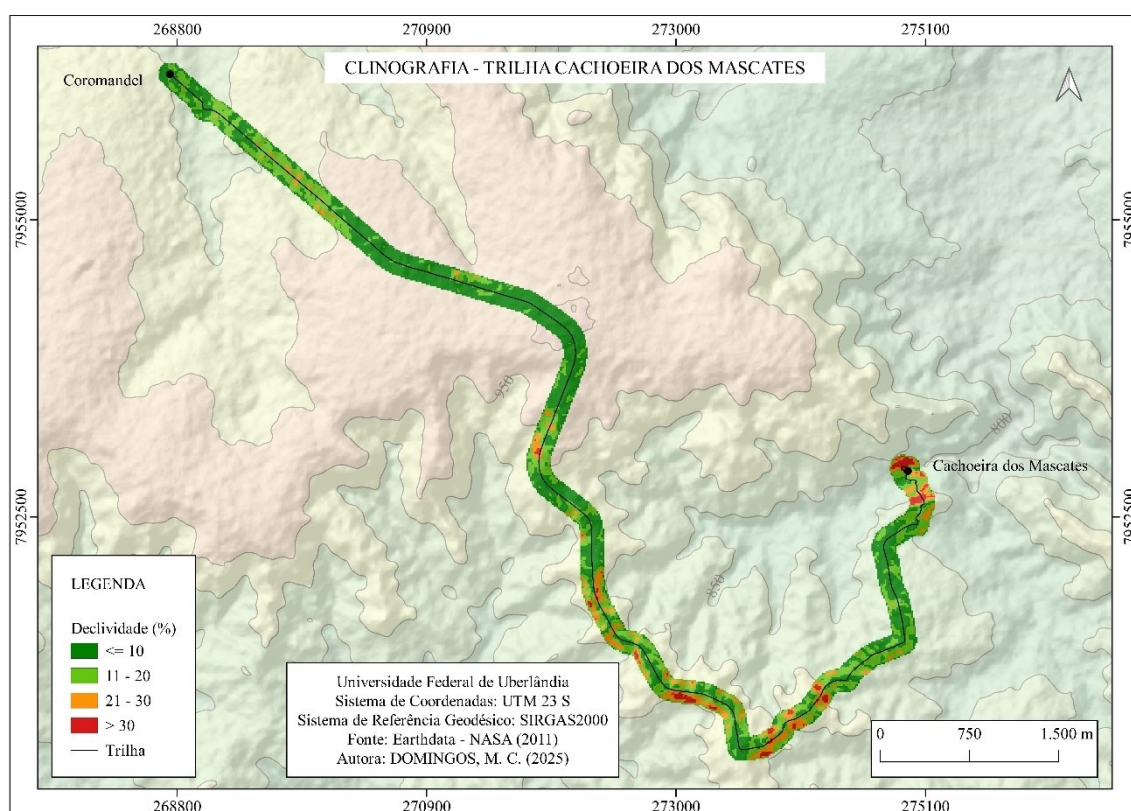


Figura 11 - Mapa de Clinografia da Trilha Cachoeira dos Mascates

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 4 apresenta os dados referentes às classes de declividade da Trilha Cachoeira dos Mascates.

Tabela 4 - Classes de Declividade da Trilha Cachoeira dos Mascates

Declividade (%)	Valor	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
<= 10	2	1,26	1 258 765,22	51,69
11 – 20	3	0,87	866 458,12	35,58
21 – 30	4	0,25	251 756,10	10,34
> 30	5	0,06	58 410,47	2,39
Total		2,44	2 435 389,91	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com as informações expostas, observa-se que para a área total de 2,44 km², a maior parcela, de 51,69% corresponde a relevo suave devido as classes serem menores que 10%; em torno de 35% é considerado ondulado, com a classes entre 11 e 20% e quase 13% referem-se a um relevo forte ondulado ou montanhoso, com classes entre 21 e 30% e maiores que 30%.

Analisando ainda a declividade, a Figura 12 mostra o Mapa da Trilha Cachoeira do Santuário.

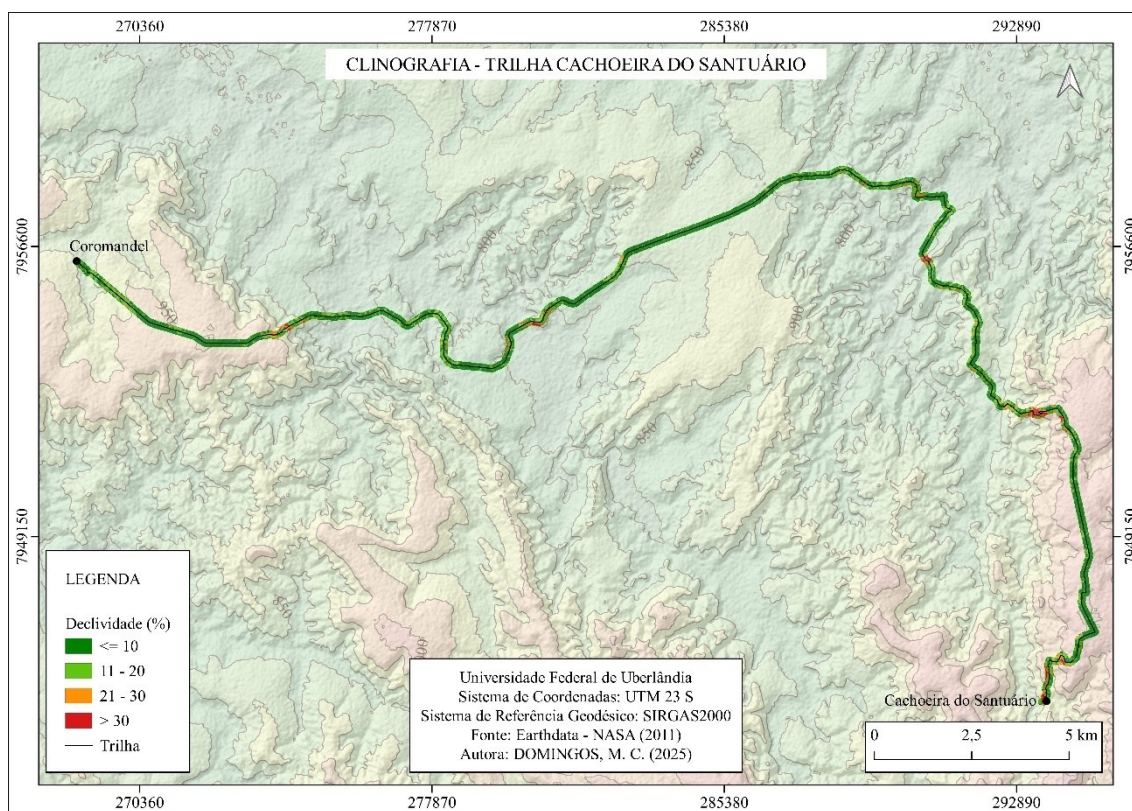


Figura 12 - Mapa de Clinografia da Trilha Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 5 apresenta os dados referentes às classes de declividade da Trilha Cachoeira do Santuário.

Tabela 5 - Classes de Declividade da Trilha Cachoeira do Santuário

Declividade (%)	Grau	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
< = 10	2	5,93	5 926 235,02	65,58
11 – 20	3	2,46	2 456 648,43	27,19
21 – 30	4	0,49	490 777,78	5,43
> 30	5	0,16	162 920,67	1,80
Total	-	9,04	9 036 581,91	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Assim, analisa-se que para a área total de 9,04 km², a maior parte, de 65,58% corresponde a relevo suave de acordo com as classes menores que 10%; já as classes entre 11 e 20%, referentes ao relevo ondulado tem-se mais ou menos 27% e pouco mais de 7% referem-se a um relevo forte ondulado ou montanhoso, com classes entre 21 e 30% e maiores que 30%.

Dessa forma, considera-se que, de modo geral, a declividade das trilhas não prejudica significativamente a atividade dos usuários, pois a maior parte da área apresenta relevo favorável. Contudo, os trechos mais inclinados podem aumentar o nível de dificuldade e exigir maior preparo físico e cuidados adicionais, mas não é um fator de impedimento para a prática da atividade.

5.3 Orientação de Vertentes

A orientação das vertentes de um terreno influencia diretamente a atividade em uma trilha, pois a direção das vertentes é influenciada pela insolação, afetando o conforto térmico. No Brasil, as vertentes voltadas para a direção norte recebem mais insolação (resultando em trilhas mais quentes e secas, com menor cobertura vegetal) do que as vertentes voltadas para a direção sul (resultando em trilhas mais frias, úmidas, sombreadas, com maior cobertura vegetal).

A Figura 13, a seguir, mostra o Mapa de Orientação de Vertentes da Trilha Cachoeira dos Mascates. A Tabela 6 apresenta os dados referentes às classes de orientação de vertentes da Trilha Cachoeira dos Mascates.

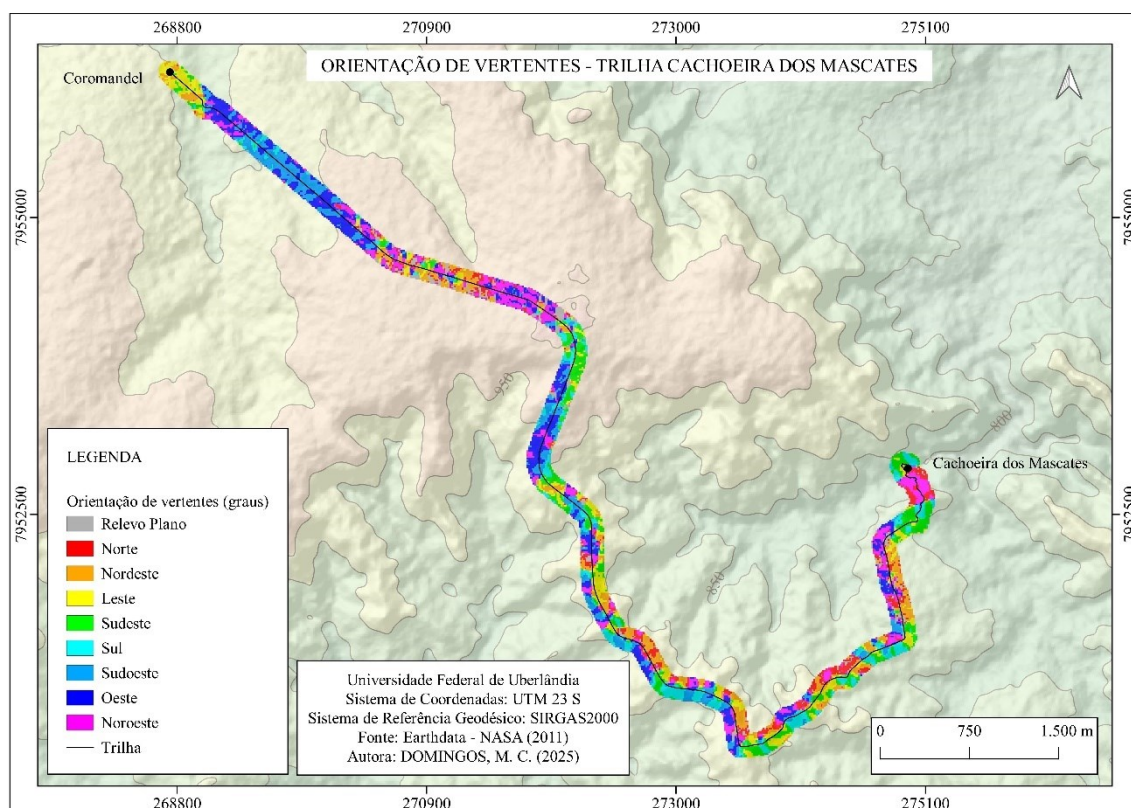


Figura 13 - Mapa de Orientação de Vertentes da Trilha Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Tabela 6 - Classes de Orientação de Vertentes da Trilha Cachoeira dos Mascates

Classes	Grau	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
Relevo Plano	1	0,13	129 156,69	5,30
Norte (0° a 22,5°)	5	0,08	83 866,66	3,44
Nordeste (22,5° a 67,5°)	5	0,27	268 152,99	11,01
Leste (67,5° a 112,5°)	3	0,27	266 589,92	10,95
Sudeste (112,5° a 157,5°)	1	0,29	288 457,46	11,84
Sul (157,5° a 202,5°)	1	0,24	242 697,63	9,96
Sudoeste (202,5° a 247,5°)	1	0,33	332 961,22	13,67
Oeste (247,5° a 292,5°)	3	0,40	400 892,89	16,46
Noroeste (292,5° a 337,5°)	5	0,32	320 783,46	13,17
Norte (337,5° a 360°)	5	0,10	101 827,03	4,18
Total	Total	2,44	2 435 385,94	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os dados acima, indicam que a Trilha Cachoeira dos Mascates, com área total de 2,44 km², apresenta predominância de vertentes voltadas para o quadrante oeste, destacando-se as orientações Oeste (16,46%), Sudoeste (13,67%) e Noroeste (13,17%). As demais orientações, como Sudeste, Nordeste e Leste, também possuem participação significativa, enquanto o relevo plano corresponde a apenas 5,30% da área, evidenciando que a trilha se desenvolve majoritariamente em áreas com algum grau de inclinação e

diferentes exposições solares, o que pode influenciar fatores como insolação, umidade e cobertura vegetal ao longo do trajeto.

Ainda sobre orientação de vertentes, a Figura 14 mostra o mapa da Trilha Cachoeira do Santuário. A Tabela 7 apresenta os dados referentes às classes de orientação de vertentes da Trilha Cachoeira do Santuário.

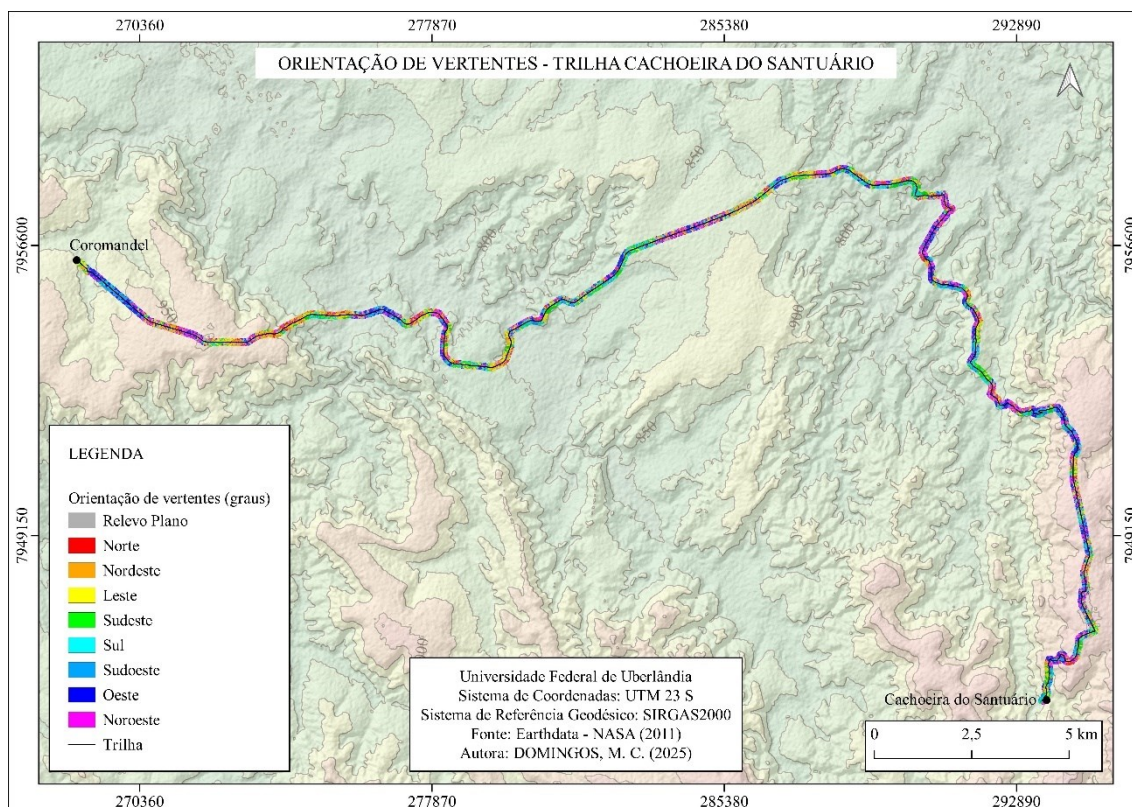


Figura 14 - Mapa de Orientação de Vertentes da Trilha Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Tabela 7 - Classes de Orientação de Vertentes da Trilha Cachoeira do Santuário

Classes	Grau	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
Relevo Plano	1	0,70	695 070,65	7,69
Norte (0° a 22,5°)	5	0,30	302 232,11	3,34
Nordeste (22,5° a 67,5°)	5	1,02	1 015 092,79	11,23
Leste (67,5° a 112,5°)	3	0,95	946 996,58	10,48
Sudeste (112,5° a 157,5°)	1	0,99	990 134,96	10,96
Sul (157,5° a 202,5°)	1	0,87	872 373,26	9,65
Sudoeste (202,5° a 247,5°)	1	1,13	1 131 963,39	12,53
Oeste (247,5° a 292,5°)	3	1,35	1 353 136,26	14,97
Noroeste (292,5° a 337,5°)	5	1,39	1 391 260,82	15,40
Norte (337,5° a 360°)	5	0,34	338 322,15	3,74
Total		9,04	9 036 582,96	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Assim, a Figura 14 e a Tabela 7 demonstram que a Trilha Cachoeira do Santuário (9,04 km²) apresenta predominância de vertentes também voltadas para o quadrante oeste, especialmente Noroeste (15,40%), Oeste (14,97%) e Sudoeste (12,53%). As demais orientações também aparecem de forma equilibrada, enquanto o relevo plano representa apenas 7,69% da área. Isso indica que a trilha se desenvolve majoritariamente em áreas inclinadas, com variadas exposições solares ao longo do percurso.

Comparando os dados, nota-se que ambas as trilhas apresentam padrão semelhante de exposição solar, como é mostrado pela Foto 3. Contudo, a Trilha do Santuário, por possuir maior extensão e menor proporção de relevo plano ao longo do percurso, tende a gerar maior desgaste físico e exigir mais resistência e preparo, e a Trilha dos Mascates, por ser mais curta, demanda menor esforço global, embora também apresente trechos inclinados.



Foto 3 – Percurso da Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.4 Recursos Hídricos

O mapa de recursos hídricos é uma representação cartográfica que apresenta a distribuição e a disponibilidade de recursos hídricos em uma determinada região.

A hidratação em trilhas é essencial para o desempenho físico e a segurança dos praticantes, já que a perda hídrica pode ser elevada em percursos longos e sob exposição solar (CARVALHO, 2010). A presença de pontos de água naturais, como córregos e nascentes, facilita a reposição hídrica e reduz a necessidade de transportar grandes volumes de água, mas exige atenção à qualidade para evitar riscos à saúde (CAVALCANTI; BARROS, 2016). Assim, a distribuição desses recursos deve ser considerada no planejamento das trilhas, equilibrando suporte ao visitante e conservação ambiental (BRASIL, 2007).

Neste estudo, com base nas considerações de Carvalho (2010) o caminhante deve portar em média 2 litros de água e a velocidade usual de deslocamento em trilhas corresponde a aproximadamente 3 km/h. Dessa forma, estabeleceu-se que a cada 3 km deveriam existir pontos de reposição hídrica ao longo do percurso. Com base nesse critério, os trechos em que havia disponibilidade de água em intervalos regulares foram classificados como de baixa dificuldade, enquanto aqueles em que a distância entre um ponto hídrico e outro superava 3 km foram categorizados como de maior dificuldade. Tal parâmetro encontra respaldo nas diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, que recomenda a ingestão de 500 ml a 2 litros de água por hora de atividade física, sobretudo em ambientes quentes e com exposição solar.

Como para a elaboração do mapa de recursos hídricos, adotou-se a referência de distância máxima de 3 km entre pontos de água, e assim trechos com intervalos inferiores a esse limite foram classificados como fáceis, enquanto distâncias superiores a 3 km foram consideradas difíceis, devido à maior necessidade de reposição hídrica pelo esforço exigido. Os mapas resultantes apresentam a localização dos pontos de água e a dificuldade associada a cada trecho, destacada na cor vermelho.

Sendo assim, a Figura 15 a seguir, mostra o Mapa de Recursos Hídricos da Trilha Cachoeira dos Mascates.

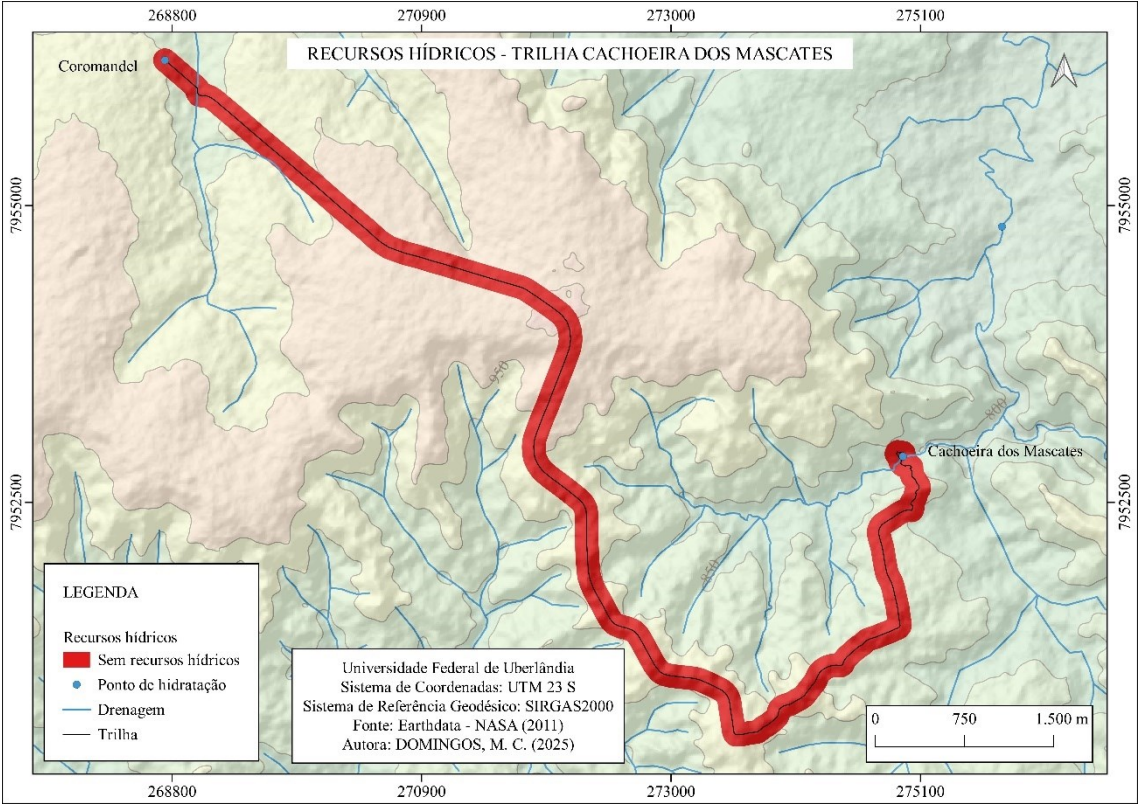


Figura 15 - Mapa de Recursos Hídricos da Trilha Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 8 apresenta os dados referentes às classes de recursos hídricos da Trilha Cachoeira dos Mascates.

Tabela 8 - Classes de Recursos Hídricos da Trilha da Cachoeira dos Mascates

Classes	Grau	Área (km²)	Área (m²)	Área (%)
Sem recursos hídricos	3	2,44	2 435 389,89	100,00
Total	-	2,44	2 435 389,89	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Como nota-se, toda a área, ou seja, 100% de aproximadamente 2,44 km² caracteriza-se como sem recursos hídricos. Assim, deve-se levar em consideração que como nesse percurso não há pontos de hidratação disponíveis, registrado através da Foto 4, e assim, essa questão fica por responsabilidade de cada pessoa.



Foto 4 – Percurso da Trilha da Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A Figura 16 a seguir, mostra o Mapa de Recursos Hídricos da Trilha Cachoeira do Santuário.

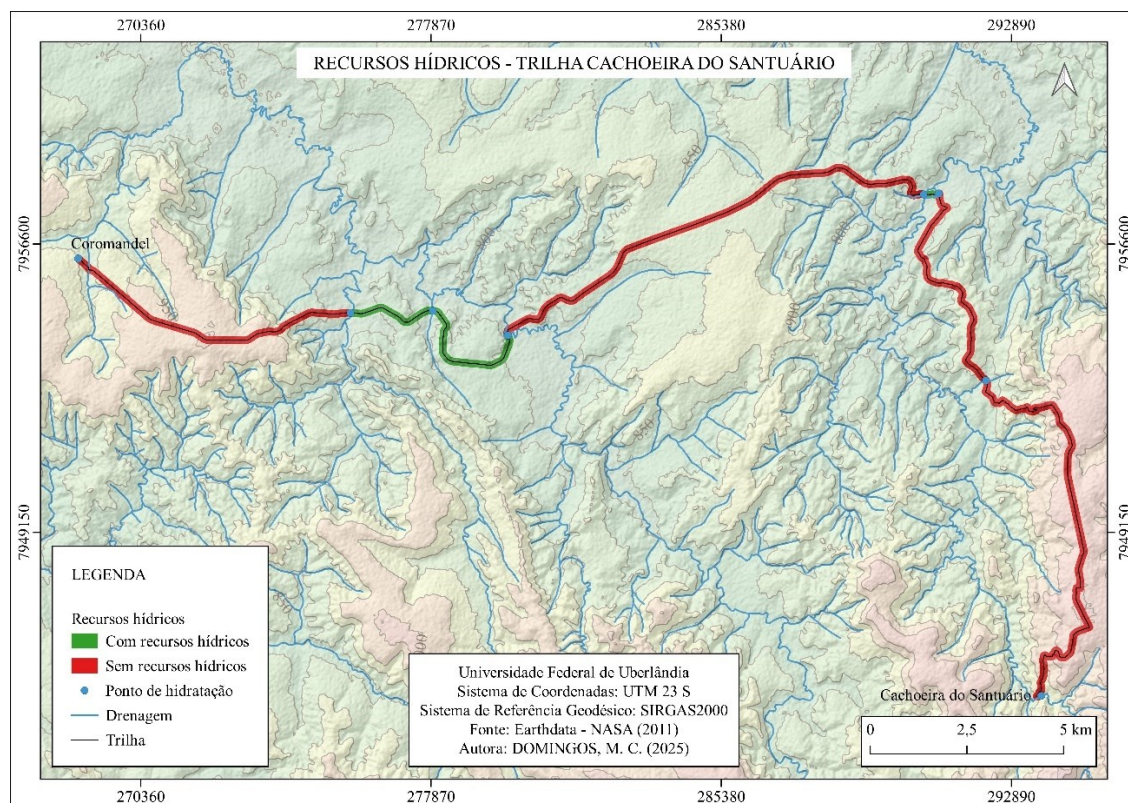


Figura 16 - Mapa de Recursos Hídricos da Trilha Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 9 apresenta os dados referentes às classes de recursos hídricos da Trilha Cachoeira do Santuário.

Tabela 9 - Classes de Recursos Hídricos da Trilha da Cachoeira do Santuário

Classes	Grau	Área (km²)	Área (m²)	Área (%)
Com recursos hídricos	1	1,27	1 269 301,13	14,05
Sem recursos hídricos	3	7,77	7 766 745,58	85,95
Total	-	9,04	9 036 046,72	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Observa-se que grande parte desse percurso, ou seja, quase 86% da área total de 9,04 m² é considerada sem recursos hídricos e em torno de 14% com algum recurso durante a trilha. Observa-se recursos, porém não recomendáveis para o consumo, como mostra a Foto 5 e há de se ressaltar que como o trajeto em sua maioria pode ser feito com algum meio de transporte, a falta de muitos pontos de hidratação não afeta significativamente a dificuldade dessa trilha, e assim como a trilha dos Mascates, a hidratação será responsabilidade de cada pessoa.



Foto 5 – Percurso da Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.5 Cobertura Vegetal Nativa

O mapa de cobertura vegetal nativa descreve a distribuição e o tipo de vegetação em uma determinada área geográfica, fornecendo assim, informações importantes sobre a diversidade, de acordo com os diferentes tipos de vegetação na região específica, neste caso, caracterizada apenas de pequeno ou de grande porte.

A presença ou ausência de cobertura vegetal, assim como a sua ocorrência em maior ou menor incidência influencia o planejamento, a segurança e o desempenho nas atividades esportivas em trilha. Maior cobertura vegetal, maior porte arbóreo e vegetação mais densa, podem resultar em trilhas com grau mais difícil de visibilidade do que trilhas de vegetação mais rasteira. Influencia também a presença de animais (insetos, cobras, etc.), que ocorre em maior intensidade em áreas de vegetação mais densa. Além de afetar o conforto térmico e o esforço físico devido a variação do clima (mais seco e quente em áreas menos vegetadas e mais frio e úmido em áreas mais vegetadas) e, ainda, as condições do solo (solo densamente vegetado apresenta mais galhos, folhas, enquanto solo mais exposto/degradado apresenta-se mais compactado com maior presença de poeira/lama).

A Figura 17 apresenta o mapa de cobertura vegetal da trilha da Cachoeira dos Mascates.

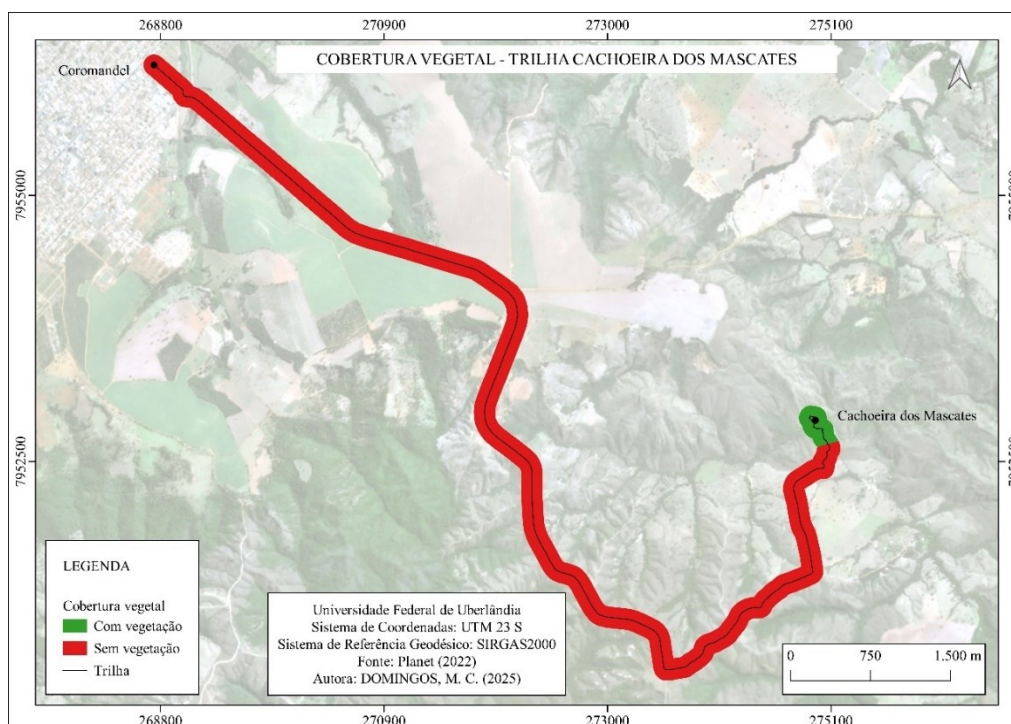


Figura 17 - Mapa de Cobertura Vegetal da Trilha Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 10 apresenta os dados referentes às classes de cobertura vegetal da Trilha Cachoeira dos Mascates.

Tabela 10 - Classes de Cobertura Vegetal da Trilha Cachoeira dos Mascates

Classes	Grau	Área (km ²)	Área (m ²)	Área (%)
Com vegetação	2	0,09	89 334,61	3,67
Sem vegetação	5	2,35	2 346 055,29	96,33
Total		2,44	2 435 389,90	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A extensão da trilha da Cachoeira dos Mascates, mostra que a maior parte, pouco mais 96% (Tabela 11) é caracterizada sem cobertura vegetal, levando em consideração que o percurso é composto de estradas, ou seja, deve ser feito por um meio de transporte, até a Fazenda Mascates, como mostra a Foto 6, de forma mais rápida e confortável. Já a pequena parte, em torno de 4%, é identificada com vegetação, o que pode ser visto nas Fotos 7 e 8, facilitando assim a caminhada até o ponto final, sendo que as árvores amenizam o calor e a dificuldade da trilha e sabe-se, pela análise gráfica do percurso que essa parte tem distância de aproximadamente 1 km.



Foto 6 – Fazenda Mascates

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

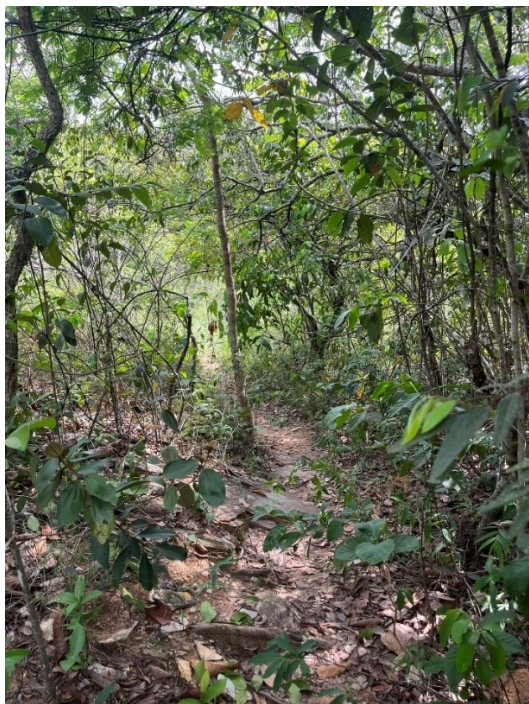


Foto 7 – Trilha da Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2024).



Foto 8 – Trilha da Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A Figura 18 apresenta o mapa de cobertura vegetal da trilha da Cachoeira do Santuário.

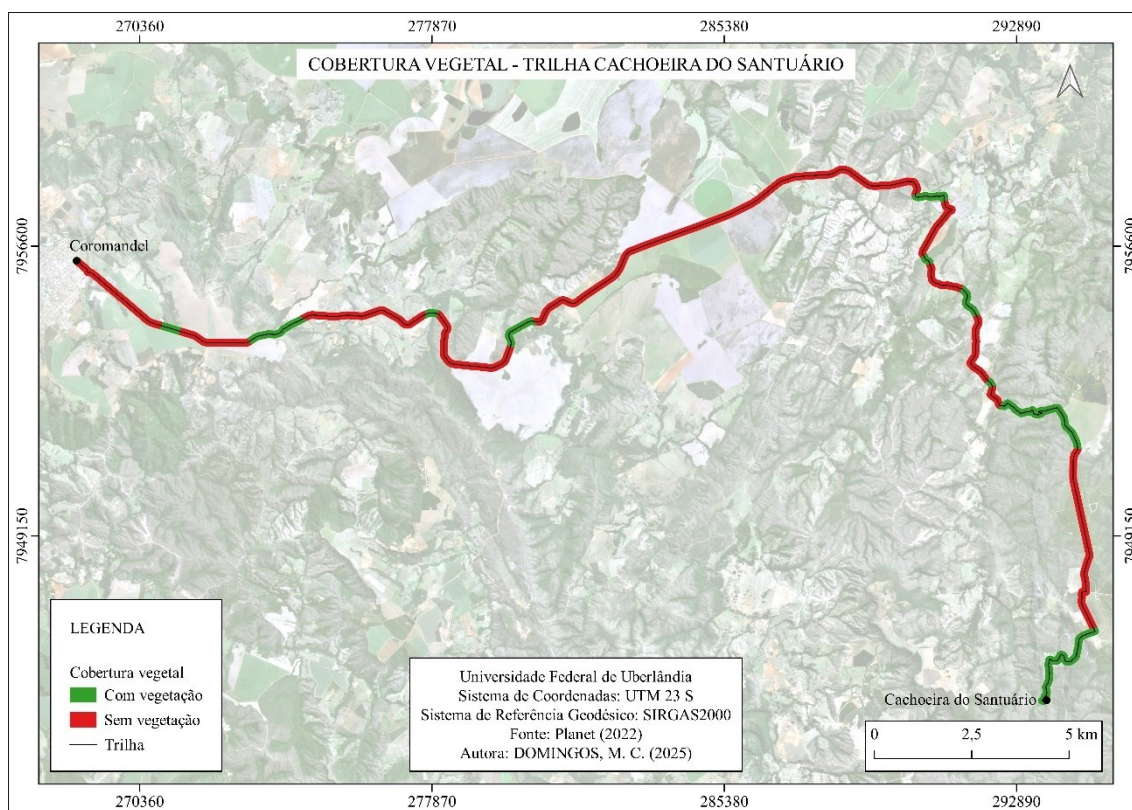


Figura 18 - Mapa de Cobertura Vegetal da Trilha Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 11 apresenta os dados referentes às classes de cobertura vegetal da Trilha Cachoeira do Santuário.

Tabela 11 - Classes de Cobertura Vegetal da Trilha Cachoeira do Santuário

Classes	Grau	Área (km²)	Área (m²)	Área (%)
Com vegetação	2	2,38	2 380 819,25	26,35
Sem vegetação	5	6,66	6 655 763,64	73,65
Total	-	9,04	9 036 582,89	100,00

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que a maior parte da extensão da trilha da Cachoeira do Santuário, por volta de 73% (Tabela 11) caracteriza-se sem cobertura vegetal, mostrado nas Fotos 9 e 10, porém grande parte desse trajeto deve ser feito com algum meio de transporte, visto pela Foto 11, o que facilita independente da vegetação. E a outra parte, pouco mais de 26% classificada com vegetação, em alguns pontos arborizados, inclusive no fim da trilha, contribuindo assim para condições mais favoráveis de deslocamento.



Foto 9 – Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).



Foto 10 – Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).



Foto 11 – Percurso para a Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.6 Grau de dificuldade de trilhas

O mapa de grau de dificuldades das trilhas sintetiza as principais variáveis físicas do terreno, permitindo uma análise das condições naturais que influenciam a prática da atividade. A hipsometria contribui ao indicar as variações altimétricas; a clinografia evidencia os níveis de declividade do terreno; a orientação de vertentes relaciona-se à exposição solar e à umidade; os recursos hídricos apontam possíveis áreas de travessia ou solo encharcado; e a cobertura vegetal interfere na sombra, visibilidade e obstáculos naturais, conforme já discutido anteriormente.

Dessa forma, este produto cartográfico representa uma ferramenta integrada de avaliação, possibilitando identificar trechos mais acessíveis e outros que exigem maior preparo físico, técnica e planejamento por parte dos usuários.

Para isso, conforme a Tabela 12, construiu-se uma matriz de intervalos com os valores atribuídos para as classes de cada critério, de 1 a 5, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil, referentes à trilha da Cachoeira dos Mascates.

Tabela 12 – Critérios, Valores e Intervalos de Classes de Dificuldade da Trilha da Cachoeira dos Mascates

Critérios	Valores				
Hipsometria	-	2	3	4	5
Clinografia	-	2	3	4	5
Orientação de Vertentes	1	-	3	-	5
Recurso Hídricos	-	-	3	-	-
Cobertura Vegetal	-	2	-	-	5
Valor Mínimo: 10; Valor Máximo: 23; Intervalo de Classes: 2,6					
Classes de Dificuldade	Intervalos de Valores				
Muito fácil (1)	10 a 12,6				
Fácil (2)	> 12,6 a 15,2				
Moderado (3)	> 15,2 a 17,8				
Difícil (4)	> 17,8 a 20,4				
Muito Difícil (5)	> 20,4 a 23				

Legenda: (-) não se aplica.
Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A Figura 19 apresenta o Mapa de Grau de Dificuldade da Trilha da Cachoeira dos Mascates.

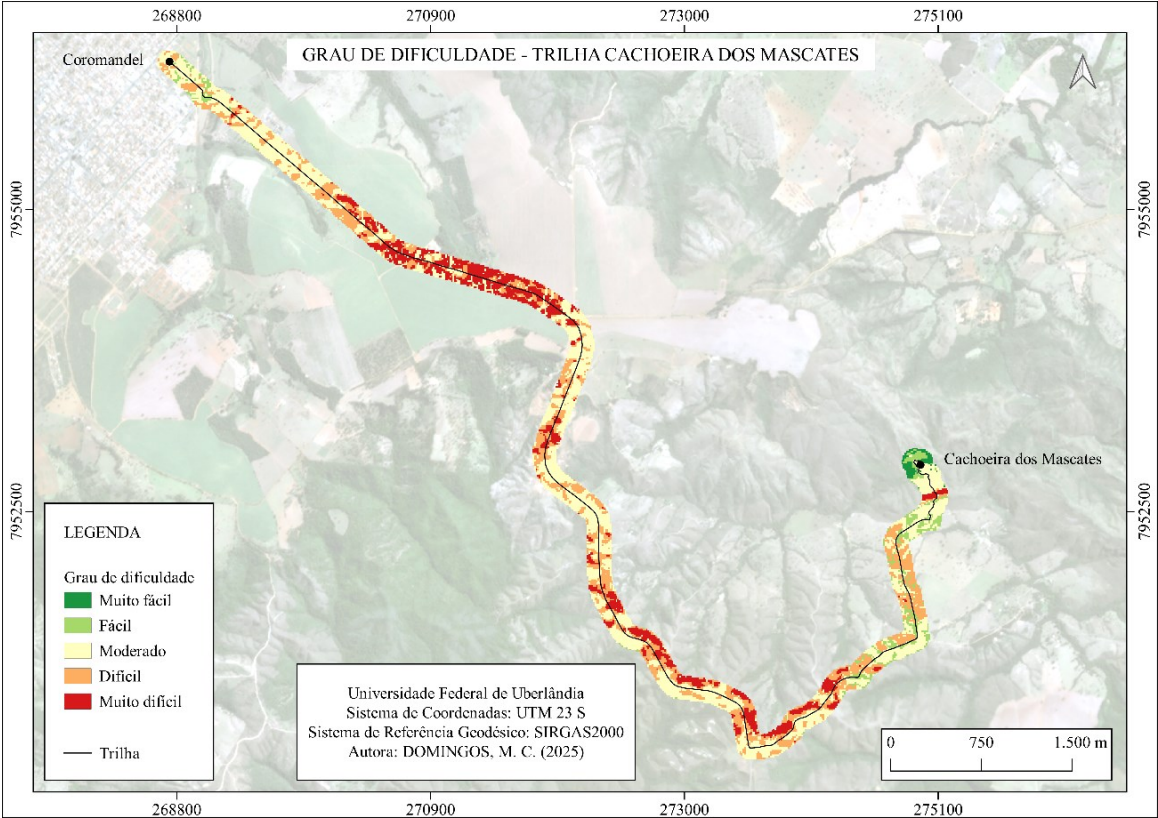


Figura 19 - Mapa de Grau de Dificuldade da Trilha Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Na Tabela 13, tem-se também a matriz de intervalos com os valores atribuídos para as classes de cada critério, agora referentes à trilha da Cachoeira do Santuário.

Tabela 13 – Critérios, Valores e Intervalos de Classes de Dificuldade da Trilha da Cachoeira do Santuário					
Critérios	Valores				
Hipsometria	1	2	3	4	5
Clinografia		2	3	4	5
Orientação de Vertentes	1	-	3	-	5
Recurso Hídricos	1	-	3	-	-
Cobertura Vegetal	-	2	-	-	5
Valor Mínimo: 7; Valor Máximo: 23; Intervalo de Classes: 3,2					
Classes de Dificuldade	Intervalos de Valores				
Muito fácil (1)	7 a 10,2				
Fácil (2)	> 10,2 a 13,4				
Moderado (3)	> 13,4 a 16,6				
Difícil (4)	> 16,6 a 19,8				
Muito Difícil (5)	> 19,8 a 23				

Legenda: (-) não se aplica.
Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Depois dos intervalos definidos, fez-se a reclassificação em classes (5) de muito fácil a muito difícil.

A Figura 20 apresenta o mapa de grau de dificuldade da trilha da Cachoeira do Santuário.

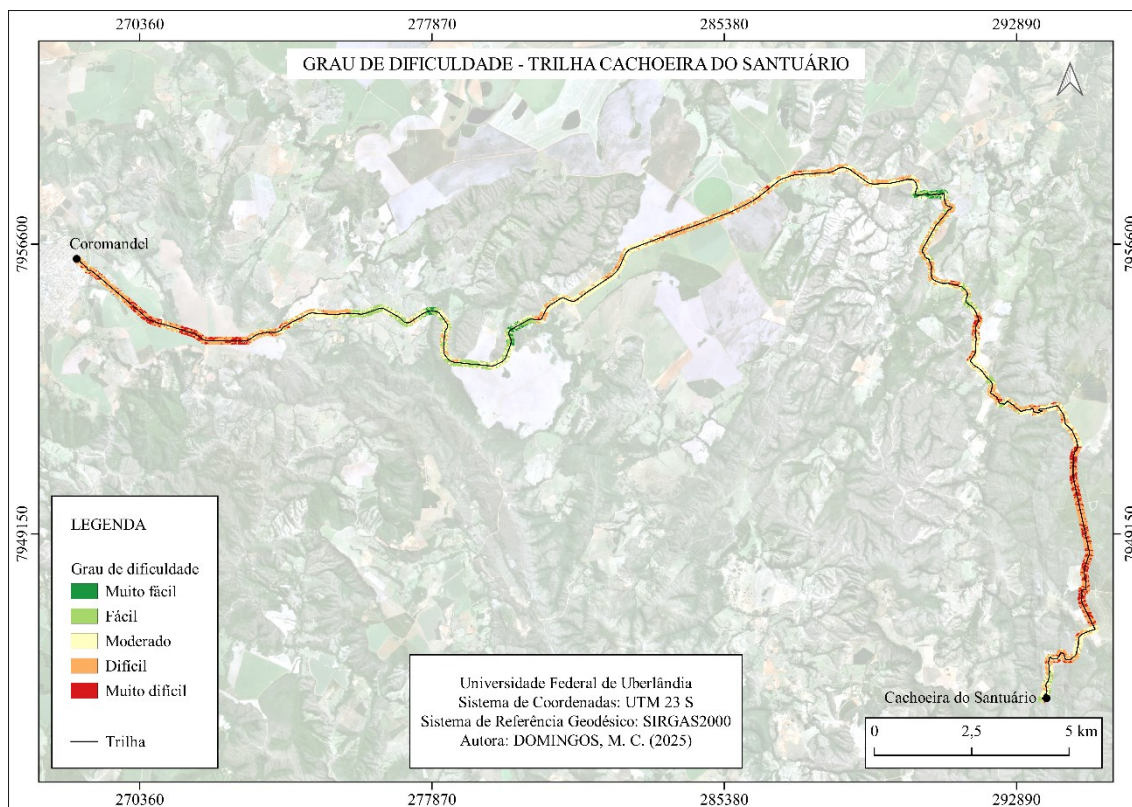


Figura 20 - Mapa de Grau de Dificuldade da Trilha Cachoeira do Santuário

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os mapas de grau de dificuldade das trilhas da Cachoeira dos Mascates e da Cachoeira do Santuário evidenciam diferenças significativas na distribuição espacial das classes resultantes da análise multicritério. Na trilha dos Mascates, observa-se predominância de trechos classificados como difícil e muito difícil, como mostra as Fotos 12 e 13, especialmente nas porções intermediárias e finais do percurso. Essa configuração está associada, principalmente, às maiores variações hipsométricas e aos elevados valores de clinografia, que intensificam o esforço físico exigido e aumentam a complexidade do deslocamento.

Na trilha da Cachoeira do Santuário, embora haja amplitude altimétrica relevante, a distribuição das classes mostra-se mais heterogênea, com alternância entre trechos fácil, moderado e difícil ao longo do trajeto, um exemplo deste pode ser visto na Foto 14. Diferentemente da trilha dos Mascates, os segmentos de maior dificuldade não se apresentam de forma contínua, permitindo variações graduais no nível de exigência física.

A orientação de vertentes, os recursos hídricos e a cobertura vegetal atuam como fatores complementares, intensificando pontualmente a dificuldade em determinados trechos.



Foto 12 – Trilha da Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2024).



Foto 13 – Trilha da Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2024).



Foto 14 – Trilha da Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ressalta-se que mesmo diante de todas as variáveis e suas características com relação aos percursos, não há grandes impedimentos para os turistas fazerem as trilhas, apenas um certo grau de dificuldade, porém com garantia de uma vista considerada belíssima em um ambiente muito agradável, como mostra as Fotos 15 e 16.



Foto 15 – Cachoeira dos Mascates
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

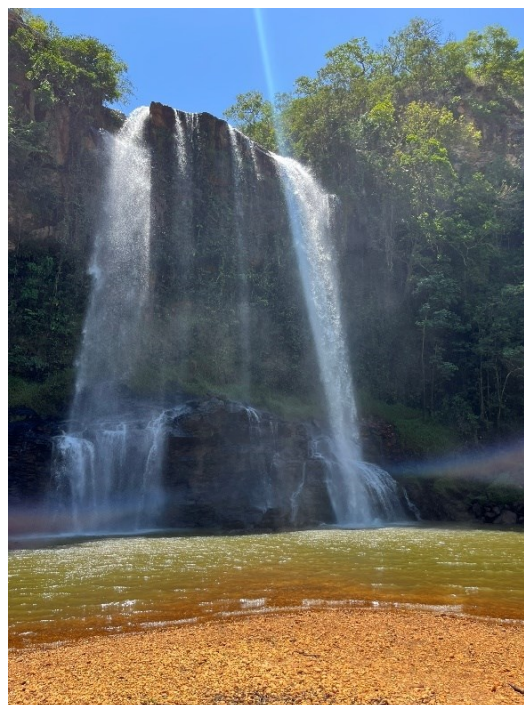


Foto 16 – Cachoeira do Santuário
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De modo comparativo, verifica-se que a clinografia e a hipsometria constituem os critérios de maior influência na definição das classes finais de dificuldade, enquanto as demais variáveis desempenham papel de ajuste e refinamento da análise. Além de representar as condições naturais do terreno, os resultados oferecem subsídios para o planejamento turístico, a orientação de visitantes e a gestão ambiental das trilhas, contribuindo para a segurança dos usuários e para a conservação da área.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo geral analisar e caracterizar as condições de duas trilhas localizadas no município de Coromandel/MG — Cachoeira dos Mascates e Cachoeira do Santuário — a partir da integração de variáveis físicas do terreno em ambiente de geoprocessamento. Os resultados alcançados permitem afirmar que o

objetivo proposto foi atendido, uma vez que a elaboração e análise dos mapas temáticos possibilitaram compreender as características naturais que condicionam o uso e a prática da atividade turística nessas áreas.

No que se refere aos objetivos específicos, a análise dos mapas de hipsometria, clinografia e orientação de vertentes permitiu caracterizar as condições morfométricas das trilhas, evidenciando a influência direta do relevo na exigência física dos percursos. Da mesma forma, os mapas de recursos hídricos e cobertura vegetal possibilitaram identificar a presença de vegetação nativa e a proximidade de cursos d'água, elementos fundamentais tanto para a experiência do visitante quanto para a conservação ambiental, considerando o potencial impacto da atividade turística sobre esses componentes. A síntese dessas variáveis resultou na elaboração do mapa de grau de dificuldade, que demonstrou diferenças significativas entre as trilhas analisadas, especialmente quanto à distribuição espacial das classes e ao nível de exigência física.

Assim, os produtos cartográficos gerados constituem ferramentas relevantes para subsidiar o planejamento turístico no município, contribuindo para a orientação de visitantes, para a promoção de maior segurança na prática das trilhas e para o apoio à gestão ambiental das áreas naturais. A metodologia adotada mostrou-se eficaz e passível de aplicação em outras trilhas do município ou da região com as mesmas variáveis ou com o acréscimo de outras, reforçando a importância do uso do geoprocessamento como instrumento de análise integrada e de apoio à tomada de decisão no contexto do turismo em áreas naturais.

Por fim, como o turismo em áreas naturais, especialmente em trilhas ecológicas, tem crescido sem planejamento adequado, gerando impactos ambientais e riscos à segurança dos visitantes, e em Coromandel – MG, apesar do potencial ecoturístico, há falta de estudos integrados sobre relevo e acessibilidade, dificultando o planejamento, a classificação das trilhas e a adoção de estratégias de conservação, tem-se a necessidade de análises técnicas para uma gestão sustentável.

Como perspectivas de trabalhos futuros, sugere-se a ampliação das análises por meio da integração de dados de campo com tecnologias como GPS e drones, possibilitando maior precisão no mapeamento das trilhas e no monitoramento contínuo dos impactos ambientais ao longo do tempo, recomenda-se também a criação de um banco de dados geográfico atualizado, que permita acompanhar alterações na paisagem e subsidiar tomadas de decisão mais eficazes.

Além disso, propõe-se o desenvolvimento de ações em parceria com a Prefeitura Municipal, com foco no turismo sustentável e na preservação ambiental, envolvendo alunos de diversos cursos com ações que podem incluir levantamentos de campo, sinalização e classificação das trilhas, elaboração de mapas turísticos, projetos de educação ambiental com a comunidade e visitantes, bem como a criação de roteiros ecoturísticos planejados, promovendo a integração entre ensino, pesquisa e gestão pública e contribuindo para o uso consciente e a conservação dos recursos naturais do município.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, M. C; MENESES, P. R; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da Terra na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia** Nº 59/02. Agosto 2007.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DO ALTO PARANAÍBA (AMAPAR). **Coromandel**. 2021. Disponível em: <http://www.amaparmg.com.br/municipio-coromandel.php>. Acesso em: 12 maio 2021.

BOO, E. **O planejamento ecoturístico para áreas protegidas**. São Paulo: Editora SENAC, 2001.

BRASIL. **Lei nº 9.795**, de 21 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Ecoturismo: orientações básicas**. Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação. Brasília - DF, 2008. Disponível em: http://p.download.uol.com.br/guia maua/dt/Livro_Ecoturismo.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações. **Imagens de Satélites**. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações, Agência Espacial Brasileira. Brasília – DF. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/aplicacoes-espaciais/imagens-de-satelites>. Acesso em: 18 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Turismo de natureza: orientações básicas**. Brasília: Ministério do Turismo, 2007.

CÂMARA, G. et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. SBC, X Escola de Computação, Campinas, 1996. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Fundamentos de geoprocessamento. Introdução ao Geoprocessamento**. São José dos Campos, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 24 mar. 2021.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 22 mar. 2021.

CARVALHO, T. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas – composição corporal e

desempenho físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 3, p. 1-13, 2010.

CAVALCANTI, R.; BARROS, M. I. A. **Ecoturismo: práticas de baixo impacto em ambientes naturais**. São Paulo: Roca, 2016.

COROMANDEL, Prefeitura Municipal de. **Turismo**. Coromandel, 2021. Disponível em: <http://coromandel.mg.gov.br/novo/turismo/>. Acesso em: 20 maio 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Serviços**. 2020. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>. Acesso em: 12 maio 2021.

DIAS, R.; AGUIAR, M. R. **Fundamentos do turismo: conceitos, normas e definições**. Campinas: Alínea. 2002.

DUREN, R. E. et al. **Metrology, attitude, and orbit determination for spaceborne interferometric synthetic aperture radar**. Orlando: SPIE, 1998. Disponível em: https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/spie_1998.pdf. Acesso em: 05 maio 2021.

ELMIRO, M. A. T. **Correção de modelos digitais de elevação INSAR através de superfícies de ajustes geradas por métodos de interpolação espacial**. São José dos Campos, 2008. Disponível em: <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP8W/33F8KUL>. Acesso em: 05 maio 2021.

EMBRATUR. **Diretrizes para uma política nacional de eco turismo**. Brasília. 1994. Disponível em: http://www.ecobrasil.provisorio.ws/images/BOCAINA/documentos/ecobrasil_diretrizes politicnacionalecoturismo1994.pdf. Acesso em: 17 mar. 2021.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5692586/mod_resource/content/2/Imagens%20de%20sate%CC%81lite%20para%20estudos%20ambientais.pdf. Acesso em: 04 maio 2021.

GUILLAUMON, J. R.; POLL, E.; SINGY, J. M. **Análise das Trilhas de Interpretação. Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bases Cartográficas**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias>. Acesso em: 04 maio 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Coromandel**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 maio 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo de Imagens**. 2021. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/>. Acesso em: 05 maio 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Manual do Spring: Noções de Geoprocessamento**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1997. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_pro.html. Acesso em: 10 maio 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. 2021. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 19 maio 2021.

KINKER, S. **Ecoturismo e Conservação da Natureza em Parques Nacionais**. 2.ed. São Paulo: Ed. Papirus, 2002.

LEITE, E. F.; Rosa, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Revista Eletrônica de Geografia**. 2012. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/05.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

LEITE, E. P. **Tratamento Digital de Imagens**. João Pessoa: Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, 2006.
LINDBERG, K.; HAWKINS, D. E. **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão**. 3 ed. São Paulo: Editora SENAC, 2001.

MITRAUD, S. **Manual de ecoturismo de base comunitária: ferramenta para um planejamento responsável**. Brasília: WWF Brasil. 2003.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. São José dos Campos - SP, 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.20.14.47/doc/INPE%208465.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

NASA. **ALOS PALSAR/ JAXA** (2011). Disponível em: <https://www.earthdata.nasa.gov/> Acesso em: 10 jan. 2024

NASA. **ALOS PALSAR - Satélite avançado de observação da Terra**. Disponível em: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/palsar> Acesso em: 10 jan. 2024

PLANET. **Planet – PlanetScope/SCCON** (2022). Disponível em: <https://www.sccon.com.br/produtos/imagens-planet/>. Acesso em: 10 jan. 2024

PREFEITURA MUNICIPAL DE COROMANDEL. **Aspectos geográficos**. 2021. Disponível em: <https://coromandel.mg.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2021.
ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288/51024>. Acesso em: 16 mar. 2021.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informações Geográficas**. Uberlândia: EDUFU, 1996. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html. Acesso em 19 mar. 2021.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia, 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2016/12/Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-Geoprocessamento-Roberto-Rosa.pdf>. Acesso em 19 mar. 2021.

RUSCHMANN, D. **Turismo e planejamento sustentável: A Proteção do Meio Ambiente**. 3 ed. São Paulo: Papirus, 1997.

SILVA, A. M. **Curso Processamento digital de imagens de satélite**. Centro de Eventos da PUCRS. Porto Alegre – RS, 2001.

SILVA, G. G. L. **Classificação do grau de dificuldade de trilhas: uso de geotecnologias na elaboração de um modelo aplicado ao Parque Nacional do Itatiaia, Brasil**. Orientador: Reinaldo Miranda de Sá Teles. São Paulo, 2016.

SILVA, M. N. **Análise da suscetibilidade à inundação na área urbana de Patos de Minas – MG**. 2023. Universidade Federal de Uberlândia _ UFU. Monte Carmelo.2023.

SOUZA FILHO, C. R. **Sensoriamento Remoto: Princípios físicos**. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 2018. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/beto/GN2072018/Aula2/Aula%202%20Slides%202018.pdf> . Acesso em: 18 maio 2021.

WEARING, M. C. **Ecoturismo: impactos, potencialidades e possibilidades**. São Paulo: Manole, 2001.

WIKILOC. **Trilhas do mundo**. Disponível em: <https://pt.wikiloc.com/> Acesso em: 12 jan 2024