

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

WANDERSON RODRIGUES ROSA

**PROPOSTA PARA REVITALIZAÇÃO DA TRILHA ECOLÓGICA DO PARQUE
NATURAL MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS - NÚCLEO DO PARQUE
ECOLÓGICO JIRAU ALTO**

**DOIS VIZINHOS
2022**

WANDERSON RODRIGUES ROSA

**PROPOSTA PARA REVITALIZAÇÃO DA TRILHA ECOLÓGICA DO PARQUE
NATURAL MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS - NÚCLEO DO PARQUE
ECOLÓGICO JIRAU ALTO**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Florestal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para obtenção da aprovação na disciplina.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Madalena Santos da Silva

DOIS VIZINHOS

2022



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .

WANDERSON RODRIGUES ROSA

**PROPOSTA PARA REVITALIZAÇÃO DA TRILHA ECOLÓGICA DO PARQUE
NATURAL MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS - NÚCLEO DO PARQUE
ECOLÓGICO JIRAU ALTO**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Florestal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para obtenção da aprovação na disciplina.

23 de novembro de 2022

Maria Madalena Santos da Silva

Titulação (Doutorado)

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Raoni Wainer Duarte Bosquilha

Titulação (Doutorado)

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Felipe Rodrigues Alcides

Titulação (Mestrado)

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS

2022

RESUMO

As trilhas ecológicas proporcionam a população uma integração entre o homem e a natureza, permitindo o desenvolvimento de atividades de recreação, lazer, ecoturismo e educação ambiental. A implantação dessas trilhas, necessita de muito planejamento, desde estudos de impactos, traçado, poder atrativo, anatomia da trilha, levantamento e mapeamento desses locais. Esse trabalho tem por objetivo estudar e levantar por meio de geotecnologias as feições da área do Parque Ecológico Jirau Alto e propor uma revitalização da trilha. Com a utilização de técnicas geodésicas e fotogramétricas, foi realizado um levantamento do local a partir de estudos de documentação e uso de equipamentos como GPS/GNSS e RPA para geração de mapas temáticos. Com as comparações das documentações, atualmente a área é de 109.157,07 m², sendo que nos arquivos antigos constavam cerca de 415.840,95 m², totalizando uma diferença de 306.683,88 m² de áreas não fazem parte do parque. Durante os levantamentos foi observado grandes perturbações na paisagem, como é o caso da elevada quantidade de resíduo sólido na área, além de redes de esgoto sanitários e pluviais. A trilha encontra-se totalmente abandonada sem nenhum tipo de sinalização e segurança para quem frequenta aquele espaço. Foram elencados oito trajetos com riscos de acidente como quedas em altura e deslizamento. A proposta de revitalização indica a utilização de equipamentos facilitadores para que esta esteja apta a receber a população de forma segura. Esses facilitadores são: melhora na acessibilidade com implantação de escadas, pontes e guarda-corpos, bem como placas de sinalização e mobiliário no local. Conclui-se que a revitalização não necessita de grandes intervenções pelo fato do traçado da trilha estar em estado bom, apenas nas adequações de segurança como forma de proporcionar proteção e comodidade aos visitantes.

Palavras-chaves: Mapeamento. Trilhas. Revitalização.

ABSTRACT

The ecological trails provide the population with an integration between man and nature, allowing the development of recreation, leisure, ecotourism and environmental education activities. The implementation of these trails requires a lot of planning, from impact studies, tracing, attractive power, trail anatomy, survey and mapping of these places. This work aims to study and survey the features of the Jirau Alto Ecological Park area through geotechnologies and propose a revitalization of the trail. Using geodetic and photogrammetric techniques, a site survey was carried out based on documentation studies and the use of equipment such as GPS/GNSS and RPA to generate thematic maps. With the comparisons of the documentation, currently the area is 109,157.07 m², and in the old archives there was about 415,840.95 m², totaling a difference of 306,683.88 m² of areas that are not part of the park. During the surveys, major disturbances were observed in the landscape, as is the case of the high amount of solid waste in the area, in addition to sanitary and storm sewer networks. The trail is completely abandoned without any kind of signage and safety for those who frequent that space. Eight routes with accident risks such as falls from heights and slipping were listed. The revitalization proposal indicates the use of facilitating equipment so that it is able to receive the population safely. These facilitators are: improved accessibility with the implementation of stairs, bridges and guardrails, as well as signposts and furniture on site. It is concluded that the revitalization does not require major interventions due to the fact that the trail is in good condition, only in terms of safety adjustments as a way of providing protection and convenience to visitors.

Keywords: Mapping. Trails. Revitalization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação ilustrativa de um Sistema de Navegação Global por Satélite – GNSS	15
Figura 2 - Exemplificação do Método Relativo Estático.....	18
Figura 3 - Modelos de RPA seguindo a forma da corporatura.....	20
Figura 4 - Divisão por Região de Informação de Voo.....	21
Figura 5 - Tabuleiro de xadrez usado como ponto de controle.....	23
Figura 6 - A relação entre o número de pontos de controle e o desvio médio quadrático	23
Figura 7 - Representação da sobreposição longitudinal e transversal	28
Figura 8 - Representação da malha UTM com seus respectivos fusos e zonas.....	33
Figura 9 - Representação de um sistema de coordenadas geodésicas	34
Figura 10 – Mapa do Parque Natural Municipal de Dois Vizinhos – Pr	43
Figura 11 - Fluxograma das atividades desenvolvidas.....	44
Figura 12 - Mapa de Localização do Parque Municipal Jirau Alto no município de Dois Vizinhos	45
Figura 13 - Localização do marco geodésico 96153 RN 1726F materializado na frente da Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos – (A) Frente da prefeitura; (B) Marco Municipal; (C) Chapa de identificação do marco.....	47
Figura 14 - Ponto de apoio estruturado com cano e argamassa no estacionamento da Unidade de Pronto Atendimento (UPA) de Dois Vizinhos	48
Figura 15 - Aparelho GPS/GNSS RTK (Real Time Kinematic), modelo FOIF A90 utilizado para os levantamentos – A: base posicionada no ponto de controle; B: Rover utilizando a campo para coleta.....	50
Figura 16 - Ponto de controle em matéria de EVA utilizado para visualização em imagem aérea	51
Figura 17 - Utilização do GPS/GNSS RTK para determinação das coordenadas do ponto de controle.....	52
Figura 18 - Mapa de delimitação das matrículas urbanas que fazem parte legal do Núcleo do Parque Ecológico Jirau Alto	56
Figura 19 - Mapa comparando área prevista no plano de manejo de 1997 com a área considerada legalmente do parque	57
Figura 20 - Descarte inadequado de lixo dentro da área do parque	58
Figura 21 - Mapa exemplificando as categorias de uso do solo nos entornos da área do parque	60
Figura 22 - Erosão no solo causado pelas redes pluviais inadequadas que desaguam das rodovias.....	61
Figura 23 - A - Rede adutora de captação de esgoto; B- Rede de esgoto sanitário a céu aberto	62
Figura 24 - A – Trajeto da trilha apresentando alto risco de acidente; B – Lixeira em mau estado.....	63
Figura 25 - Nascente de água encontrada na área do parque	63
Figura 26 - Classificação da trilha quanto ao grau de dificuldade	64
Figura 27 - Largura do corredor e piso da trilha	66
Figura 28 - Exemplificação de um modelo de escada utilizando madeira, rochas e terra batida	67
Figura 29 - Estrutura do guarda-corpo em mourão de concreto.....	68
Figura 30 - Exemplificação de modelo de guarda-corpo feito com mourões e arame liso cruzado.....	68

Figura 31 - Exemplificação de modelo de guarda-corpo utilizado em escadarias	69
Figura 32 - Exemplificação de modelo de pontes para travessias. A – Ponte modelo japonês; B – Ponte reta.....	69
Figura 33 - Modelo de placa de Sinalização informativa na entrada da trilha.....	70
Figura 34 - Modelo de placas de sinalização educacionais.....	71
Figura 35 - Modelo de placa de sinalização interpretativa.....	71
Figura 36 - Modelo de placa de sinalização emergenciais	72
Figura 37 - Modelo de banco a ser utilizado tanto para descanso como contemplação da paisagem.....	73
Figura 38 - Modelo de mesa conjunta com bancos para descanso.....	73
Figura 39 - Modelo de lixeira ecológica.....	74
Figura 40 - Modelo de contenção a erosão utilizando rochas	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificados de acordo com o peso máximo de decolagem (PMD) da RPA.....	22
Tabela 2 - Classes de declividade seguindo a determinação do grau de dificuldade em uma trilha.....	36

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo de GSD transformado para cálculo de altura de voo. Sendo que: B – GSD; b – Tamanho do pixel; Hg – Altura do voo; f – Distância focal..... 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	13
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivo específico	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Sistema de navegação global por satélite – GNSS	15
3.1.1 Método relativo estático.....	17
3.1.2 Método relativo estático rápido	18
3.1.3 Método relativo cinemático	19
3.2 Aeronave remotamente tripulada - RPA	20
3.2.1 Pontos de controle	22
3.2.2 Fotogrametria digital	24
3.2.3 Planejamento de voo	25
3.2.4 Sobreposição longitudinal e transversal	27
3.2.5 Mosaicagem	29
3.2.6 Câmera digital	30
3.3 Sistemas de coordenadas	31
3.3.1 Coordenadas Universal Transversa de Mercator - UTM	32
3.3.2 Coordenadas geodésicas.....	33
3.4 Cartografia	34
3.4.1 Mapa temático.....	35
3.5 Classificação de trilhas	35
3.6 Normas e legislação ambientais	37
3.7 Unidades de conservação – UCs	38
3.8 Histórico do parque do Jirau Alto	40
4 MATERIAS E MÉTODOS	44
4.1 Fluxograma das atividades	44
4.2 Área de estudo	44
4.2 Análise da documentação do parque	45
4.3 Planejamento de campo	46
4.4 Criação do ponto de apoio	46
4.5 Levantamento geodésico	49
4.6 Locação de pontos de controle	50

4.7 Levantamento por RPA	52
4.8 Geração de ortomosaico	53
4.9 Manipulação em SIG	53
4.10 Classificação da trilha	53
5 RESULTADOS	55
5.1 Matrículas da área	55
5.2 Situação atual do Núcleo do Parque Ecológico Jirau Alto	58
5.4 Proposta de revitalização da trilha do Núcleo do Parque Ecológico Jirau Alto ...	65
5.4.1 Acessibilidade	65
5.4.2 Sinalizações	69
5.4.3 Mobiliários.....	72
5.4.4 Controle erosivo.....	74
6 CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A – Mapa da Situação Atual do Parque	85
APÊNDICE B – Mapa da Proposta de Revitalização do Parque	87
APÊNDICE C – Mapa Topográfico do Parque	89

1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade pela preservação e conservação dos recursos naturais se tornou evidente nos últimos anos. Esta busca pela restauração dos ecossistemas já antropizados, bem como, a implantação de Unidades de Conservação se tornou um interesse mútuo entre a sociedade e o poder público federal, estadual e municipal perante as grandes questões ambientais enfrentadas.

Segundo Bezerra et al. (2018), as Unidades de Conservação - UCs é um mecanismo eficiente na preservação da biodiversidade *in situ*. Além da conservação da biota, essas unidades promovem uma atenuação das mudanças climáticas, melhorando a qualidade de vida da população e permitindo a salvaguarda para as gerações futuras. Dentre as categorias de UC's apresentadas na Lei Federal Nº 9.985/00, muitas delas, além de promoverem a conservação e preservação ambiental, servem como ambientes de ecoturismo, educação ambiental, lazer e recreação. As trilhas ecológicas apresentam papel crucial nesses espaços, pois são elas que permitem a integração entre o homem e a natureza se tornando assim um local para que essas atividades aconteçam.

A implantação de trilhas ecológicas em UC's é uma atividade que necessita de muito planejamento, desde estudos de impactos que esta irá gerar na natureza, bem como, o seu traçado, poder atrativo do local, planejamento da anatomia da trilha, levantamento e mapeamento desses locais. De acordo com MAGANHOTTO et.al. (2009), a criação de trilhas sem um estudo prévio e sem metodologia poderá provocar grandes impactos como erosões e compactação do solo e distúrbio na vegetação e na fauna local. A iniciativa de criação de trilhas ecológicas se dá em grande parte pelo poder atrativo do local, muitas vezes implantadas em locais naturais e/ou artificiais, as trilhas serviram como rotas para contemplação de belezas cênicas, ecológicas e naturais, tendo sempre foco em aspectos culturais, histórico, geológicos e ambientais (VASCONCELOS, 1998; GUILLAUMON, 1977).

Com a legitimidade do Parque Ecológico Jirau Alto pela Lei N.º 2441/2020, sendo então, enquadrado como um Núcleo do "Parque Ecológico Jirau Alto" que faz parte do Parque Natural Municipal de Dois Vizinhos, utilizar esse espaço para a implantação de uma trilha ecológica para recreação e atividades de educação ambiental se tornou algo de grande valia como forma de proporcionar a população espaços naturais para lazer e conscientização quanto a preservação e conservação de recursos naturais.

Pelo fato de o local já apresentar uma trilha traçada, a grande necessidade está em revitalizar esse espaço para que a população possa desfrutar de forma segura e consciente a beleza desse lugar. Percebendo essa necessidade, esse trabalho objetivou em realizar um estudo e levantamentos geotecnológicos e propor uma revitalização da trilha ecológica do Núcleo do “Parque Ecológico Jirau Alto”.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo e levantamento geodésico e fotogramétrico do Núcleo Parque Ecológico do Jirau Alto para propor um projeto de revitalização da trilha ecológica do parque no município de Dois Vizinhos, com auxílio de mapas temáticos na região sudoeste do Paraná.

2.2 Objetivo específico

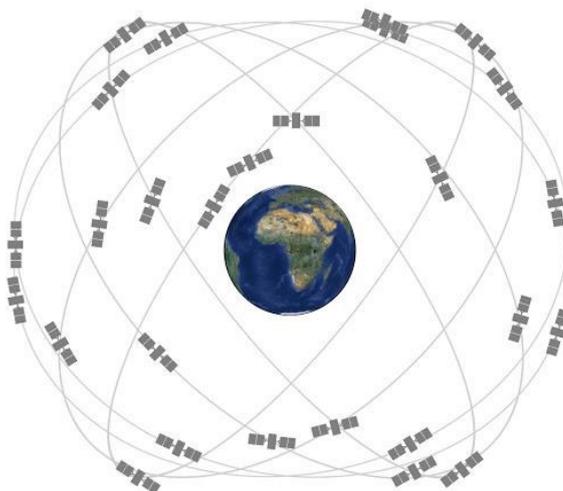
- Vetorizar áreas a partir de documentação estudada;
- Levantar o perímetro e feições internas do parque por técnicas geodésicas;
- Gerar um ortomosaico da área devidamente georreferenciada;
- Apresentar de forma discursiva a situação atual do parque;
- Classificar a trilha quanto à função, forma e grau de dificuldade;
- Apresentar uma proposta de revitalização da trilha, e
- Elaborar mapas temáticos de/a: delimitação e comparação da área em estudo; uso e ocupação do solo; topográfico; situação atual e proposta de revitalização.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistema de navegação global por satélite – GNSS

Como o nome já diz, o Sistema de Navegação Global por Satélite representada pela sigla GNSS, consiste em um conjunto de constelações de satélites que trabalham de modo a fornecerem o posicionamento em seu tempo exato de objetos analisados e estudados, sendo utilizados em quaisquer pesquisas relacionadas à atmosfera terrestre, onde pode-se identificar posições e navegações específicas na malha terrestre e marítima (PEREIRA et al., 2014; IBGE, 2021).

Figura 1 - Representação ilustrativa de um Sistema de Navegação Global por Satélite – GNSS



Fonte: GPS.GOV (2021).

Com o sistema GNSS pode-se obter um banco de dados com um grande número de informações, sendo estas, coordenadas geodésicas (X, Y e Z) ou (ϕ , λ , h), o tempo e outras informações relacionada a esfera terrestre, portanto, é necessária uma constelação com no mínimo quatro satélites, de modo a melhorar a geometria e disposição do sinal fornecendo maior precisão dos dados (PEREIRA et al., 2014; SANTIAGO E CINTRA, 2018).

Segundo Hofmann-Wellenhof (2008, p.6), o sistema GNSS pode ser dividido em três tipos de segmentos, sendo estes o espacial, de controle e o sistema de usuário.

O segmento espacial está relacionado às constelações que orbitam à atmosfera terrestre que apoiam cada GNSS. Esse sistema é fundamental para que o usuário consiga determinar a posição orbital. Nesses satélites são acoplados relógios atômicos, transceptores, computadores e outros mecanismos que ajudam no funcionamento do sistema (HOFMANN-WELLENHOF, 2008, p.6).

O segmento de controle trata da manutenção, implementações do sistema e rastreamento dos satélites, para que seja então, determinado as órbitas bem como a previsão e parâmetros de relógio e monitoramentos dos dados (HOFMANN-WELLENHOF, 2008, p.6).

Já o segmento de usuário refere-se à utilização dos receptores por usuários que usam estas informações retiradas das constelações orbitais de satélite. Esses usuários podem ser subdivididos em civis e militares, como também em autorizados e não autorizados. Essas subdivisões permitem que alguns usuários não tenham acesso a todos os sinais e serviços do GNSS (HOFMANN-WELLENHOF, 2008, p.6).

Atualmente os sistemas de posicionamentos contidos pelo GNSS são compostos por quatro principais, sendo estes, o NAVSTAR-GPS (Global Positioning System), o GALILEO, o sistema GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), e o BEIDOU (PEREIRA et al., 2014).

De acordo com Hofmann-Wellenhof (2008, p.309) e Seeber (2003, p.211), o sistema NAVSTAR-GPS é comandado pelo Departamento de Defesa dos EUA (DoD), criado em 1973 para implantar um sistema de posicionamento espacial. Tem sido utilizado para resolver problemas geodésicos desde 1983, sendo que, esse sistema foi elaborado inicialmente com cunho militar e posteriormente liberado para acesso à usuários civis de forma limitada.

Esse sistema possui 31 satélites orbitando na atmosfera terrestre, para que disponha de no mínimo 24 satélites operando simultaneamente alocados em seis órbitas com quatro satélites cada, distribuídos em uma altitude de 20200 km a nível da superfície da terra (IBGE, 2021; GPS.GOV, 2021).

Aos cuidados da comissão europeia, o sistema GALILEO surgiu como uma contribuição para o GNSS, porém esse com um diferencial sendo mais adequado a situações de segurança como controle de tráfegos, pousos de aeronaves e outros. Sua constelação é composta por 30 satélites posicionados em três órbitas da Terra, sendo então dez satélites em cada órbita sob uma altitude de 23222 km (GSC-EUROPA, 2021; SEEBER, 2003, p.393).

O GLONASS é o sistema de posicionamento criado pela antiga União Soviética (URSS) em 1970 para fins militares, mas então liberado a usuários civis. Com o fim da União Soviética a Federação Russa assumiu seus projetos de implantar esse sistema. Com uma constelação situada a uma altitude de 19100 km constando 24 satélites, com três planos de órbita contendo 8 satélites em cada plano (IBGE, 2021; SANTIAGO E CINTRA, 2018; SEEBER, 2003, p.384).

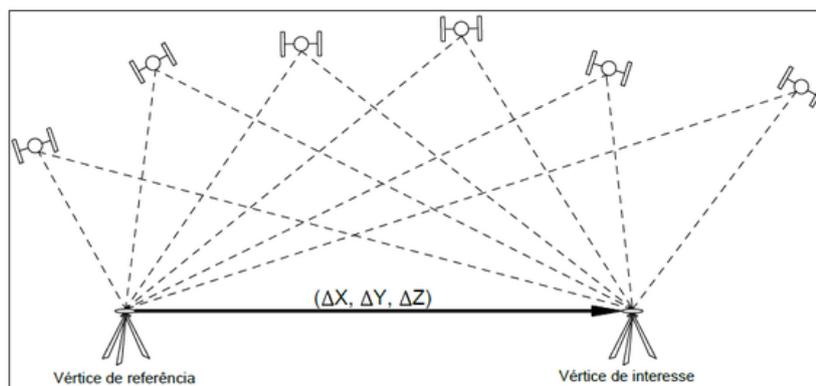
Iniciado no final do século 20, o sistema de posicionamento BEIDOU criado pelos chineses vêm sendo aprimorados ao passar dos anos, sendo divididos em três etapas de prestações de serviços, uma apenas à China, outra às regiões Ásia-Pacífico e a mais recente para serviços globais. Até 2020 esse sistema contou com uma constelação de até 35 satélites orbitando a atmosfera terrestre, divididos em três órbitas sendo estas, geoestacionárias, satélites em órbita geoestacionária inclinada e satélites em órbita terrestre no meio do círculo. (BEIDOU.GOV, 2021; IBGE, 2021).

3.1.1 Método relativo estático

Os levantamentos GNSS realizado pelo método relativo estático permite uma maior acurácia dos dados coletados, visto que esse procedimento permitirá que ambos receptores de posicionamento rastreiem e recebam o sinal dos satélites conjuntamente, ou seja, um receptor (base) estará transferindo coordenadas ao outro receptor (rover), realizando uma “conversa” entre receptores e satélites (Figura 2) (MONICO, 2008, p.333).

O termo estático diz respeito ao ato de permanecer estacionado em um dado lugar, tendo em vista isso, temos que o posicionamento relativo estático, que consiste em permanecer um longo período de duração que pode variar de 20 minutos até várias horas levantando, isso em um único vértice de interesse. Esse modo estático por um longo tempo, vale tanto para o receptor da estação referência (base), quanto a estação com a posição a ser determinada (*Rover*) (INCRA, 2013; IBGE, 2008).

Figura 2 - Exemplificação do Método Relativo Estático



Fonte: GIOVANINI, A. (2021).

Segundo Erickson (1995, p.45), a utilização da técnica de posicionamento relativo estático por horas, permite explorar a mudança na geometria pelos caminhos feitos pelo satélite no céu, auxiliando então na resolução da ambiguidade e a melhorar a força da solução.

Dentre algumas variáveis como o método de observação e o processamento desses dados como também a distância entre os receptores utilizados (base e rover) pode interferir no alcance da precisão usando esse tipo de posicionamento. Já para contornar esses erros podem ser usadas técnicas de dupla diferenciação, modelagem e estimativas avançadas (ERICKSON, 1995, p.45).

De acordo com El-Mewafi et. al (2015) e Erickson (1995, p.46), esse tipo de levantamento é aplicado em estudos e projetos que necessitam grande precisão em seus dados sendo esses, movimento da crosta terrestre; estudo geodésicos em estabelecer novas redes; deformação estrutural; e etc.

3.1.2 Método relativo estático rápido

O posicionamento feito pelo método relativo estático rápido difere entre os demais apenas em seu tempo de duração na forma estática (estacionado) na ocupação de um ponto de interesse, sendo inferior a 20 minutos, visto que o relativo estático permanece durante um tempo superior, portanto um método utilizado para grandes rendimentos (MONICO, 2008, p.339).

Segundo Wolf et. al. (2014) e Erickson (1995, p.47), esse método foi criado para levantamentos que necessitem de um curto período de observação, contando com o

sucesso de resolução da fase portadora sem a necessidade da mudança geométrica do satélite ao longo do tempo. Esse tipo de posicionamento é recomendável em distâncias em linhas de base menores que 20 km.

Semelhante ao posicionamento semi-cinemático, esse método difere apenas no fato que este não se sobrecarrega com a necessidade de rastrear satélites enquanto se move entre os pontos a serem posicionado, ou seja, não há necessidade de manter o receptor coletando os dados nos deslocamentos entre vértices de interesse, sendo então aproveitado em casos que ocorrem obstrução entre pontos (ERICKSON, 1995, p.47; INCRA, 2013).

3.1.3 Método relativo cinemático

Esse método é mais rápido e mais produtivo que os outros modelos de levantamento de posição, porém não tão preciso, sendo este utilizado apenas para identificar percursos. No posicionamento relativo cinemático o que importa é a fase da onda portadora, nesse caso suas informações poderão ser executadas após o levantamento ou então, no momento em que está realizando os levantamentos (MONICO, 2008, p.343).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008) e Instituto Nacional De Colonização E Reforma Agrária - INCRA (2013), o levantamento relativo cinemático consistirá na coleta de um conjunto de coordenadas para cada instante de observação, onde um receptor ocupa uma estação de referência e um outro receptor estará coletando as feições de interesse, sendo que este permanece em constante movimentação, de modo que, a trajetória percorrida é representada por uma série de pontos.

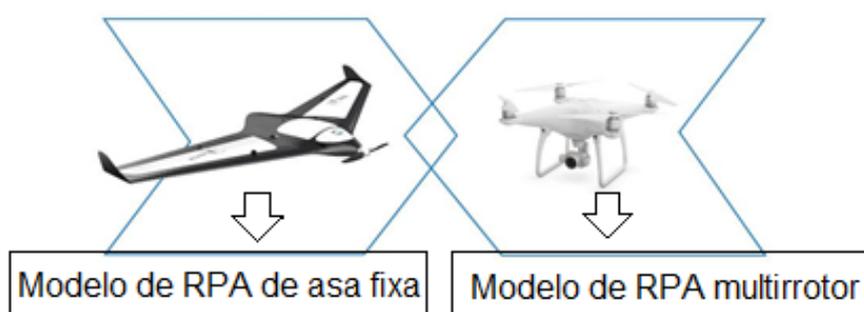
A precisão do método relativo cinemático está em uma faixa de mais ou menos entre 1 a 2 cm + 2 ppm, por esse motivo é um dos métodos mais comum de serem usados em trabalhos que necessitam vários pontos de localização, sendo muito utilizado em pesquisas topográficas, na construção, em levantamentos por caminhamento e limites de imóveis, todavia, esse levantamento é limitado em áreas que tem muitas obstruções (WOLF et.al, 2014; INCRA, 2013).

3.2 Aeronave remotamente tripulada - RPA

De acordo com Prudkin et al. (2019), e Jorge et al. (2014), as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA – Remotely Piloted Aircraft) vieram ganhando o espaço no mercado geotecnológico, devido a esses aparelhos possuírem uma maior mutabilidade, e assim, permitindo uma maior flexibilidade de acessos pelo ar. Com o avanço na agricultura de precisão, os RPA agregaram grande desenvolvimento nos monitoramentos, e por sua vez, gerando grandes usos nas áreas agrárias, principalmente pela diminuição de custo, tamanho dos equipamentos e otimização da produção.

Os RPA's, também conhecido como drones ou VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados) são divididos em dois modelos, sendo este os multirrotores e os de asa fixa (Figura 3). Cada modelo apresenta seus prós e contras, cabendo ao comprador analisar para saber qual atenderá ao seu objetivo. Os de asa fixa possui alta autonomia e maior duração nos voos devido suas asas fixadas, já os multirrotores possuem maior deslocamento vertical facilitando o sobrevoo em locais mais restritos espacialmente (BORGES et al., 2017).

Figura 3 - Modelos de RPA seguindo a forma da corporatura



Fonte: Site MAPPA (2019).

Um outro fator que fez com que esses aparelhos motores se difundissem mais no mundo está relacionado ao seu baixo custo, uma facilidade em seu manuseio e no acesso em determinados locais. As RPA possuem regras próprias para sua decolagem, cabendo ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) certificar e autorizar

os voos, visto que este órgão é encarregado de monitorar o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Antes de qualquer sobrevoo com equipamentos aéreos deve-se solicitar ao DECEA uma autorização (DECEA, 2021).

O nosso país está subdividido em quatro regiões (Figura 4) na qual cada uma em específico possui um órgão responsável, e estes estando subordinados ao DECEA, cabendo aos operadores observar a localidade que se deseja sobrevoar. Esses órgãos regionais são denominados Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA), atuando no controle aéreo espacial brasileiro dessas áreas que foram determinadas por um padrão internacional, conhecido como Regiões de Informação de Voo. Para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro existe um outro órgão responsável por essas regiões, sendo estes o Serviço Regional de Proteção ao Voo de São Paulo (SRPV-SP) (DECEA, 2021).

Figura 4 - Divisão por Região de Informação de Voo



Fonte: DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA) (2021).

Segundo o Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil Especial da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) (2017), os RPA são divididos em 3 classes, diferindo no seu peso de decolagem (Tabela 1). Cabe total responsabilidade ao controlador do veículo aéreo durante a condução, devendo este ser maior que 18 anos, e sobrevoar áreas com no mínimo 30 metros de distâncias de edificações. Os pilotos inseridos nos requisitos

das classes 1ª e 2ª deverão possuir um Certificado Médico Aeronáutico (CMA) de 1ª, 2ª ou 5ª Classe válido ou um CMA de 3ª Classe válido emitido pelo Comando da Aeronáutica, e também deverão dispor de uma licença e estar habilitado pelo ANAC em voos superiores a 400 pés (120 metros).

Tabela 1 - Classificados de acordo com o peso máximo de decolagem (PMD) da RPA

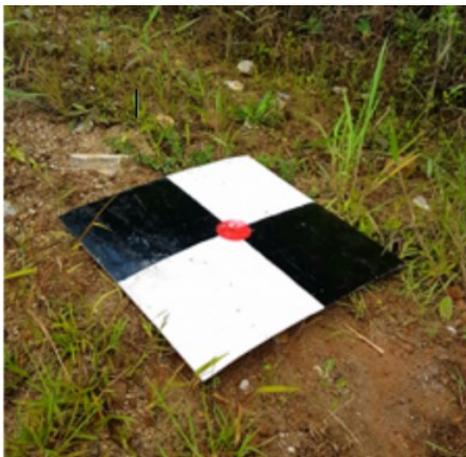
Classe	PMD
1	>150 kg.
2	>25 kg; e < ou = 150 Kg.
3	<25 Kg.

Fonte: Adaptado de REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL ESPECIAL DA ANAC (2017).

3.2.1 Pontos de controle

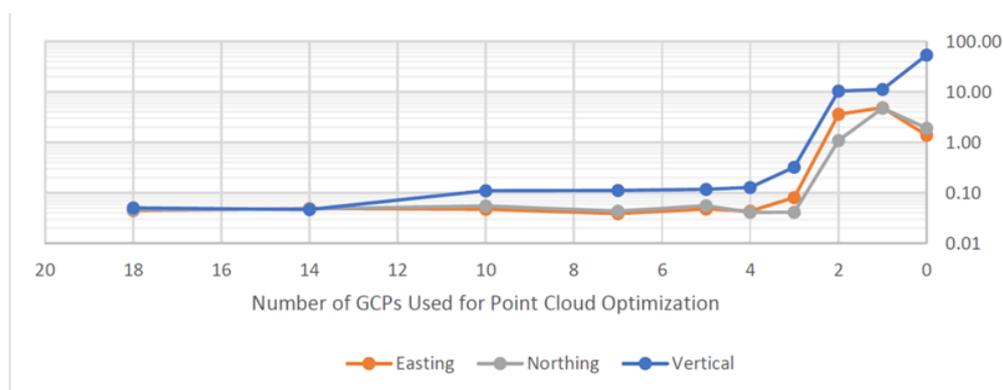
Segundo os programas PIX4D (2019) e Drone Deploy (2017), os pontos de controle são marcações visíveis em fotografias aéreas com coordenadas previamente conhecidas, ou seja, já levantadas por métodos topográficos. Com esses pontos bem definidos poderão ser facilmente identificados em mapeamentos aéreos, visto que esses devem ser alocados de forma que possa ser reconhecido nas fotografias. Na maioria das vezes são usados um pequeno tabuleiro de xadrez (Figura 5) ou em alguns casos são demarcados com tinta spray, devendo ser confeccionados com cores que favorecem um alto contraste. Em testes feitos pelo Departamento de Transportes de Nevada, pode-se descobrir que a quantidade de pontos de controle que permite uma alta precisão e não demanda tempos desnecessários nas instalações estão entre 5 a 10 pontos (Figura 6).

Figura 5 - Tabuleiro de xadrez usado como ponto de controle



Fonte: HORUS AERONAVES (2019).

Figura 6 - A relação entre o número de pontos de controle e o desvio médio quadrático



Legenda: Easting - distância medida a leste; Northing - Afastamento para o norte; Vertical - altitude.

Fonte: PIX4D (2019).

De acordo com Zanetti et al (2017) e Brito (2007), um dos grandes problemas decorrentes na geração das ortofotos é devido a quantidade e a distribuição dos pontos de controle no espaço fotografado. Há alocação desses pontos de forma mais agrupada ou em quantidades inferiores na área estudada, podem comprometer diretamente no processamento das imagens aéreas, sendo então, recomendados pontos dispersos e uma quantidade que corresponda a área analisada. Essa quantidade de pontos de controle está vinculada nos resultados finais obtidos do processamento, sendo que, quanto maior o número de pontos distribuídos, maior será a precisão final dos resultados gerados. Todavia essa distribuição está vinculada a um certo custo financeiro, cabendo analisar até onde é economicamente viável.

Os pontos de controles são uma alternativa empregada em mapeamentos com o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT's) para georreferenciar imagens pelo método indireto. Essa opção de georreferenciamento com aplicações fotogramétricas permite uma melhor precisão dos resultados gerados no processamento. Com o aumento no número de pontos de controle pode-se ter como resultados finais uma maior nuvem de pontos, malha 3D, ortomosaico ou modelos digitais de superfície. Contudo a instalação de pontos de controle nas áreas estudadas pode acabar se tornando desapropriado de certo modo, visto que a implantação demanda tempo e custo, ou então, quando o local é incompatível de se instalar pontos (ONIGA et al., 2018; ELING et al., 2015).

3.2.2 Fotogrametria digital

A fotogrametria não é uma ciência nova, desde os tempos da criação das câmeras fotográficas a imersão dessa tecnologia foi aproveitada nos levantamentos topográficos. Para chegar à atual fotogrametria digital ela passou por várias mudanças para que hoje tenhamos essa tecnologia sensacional.

Foi entre 1840 a 1900 que a fotogrametria pioneira ganhou o seu primeiro manual de autoria do alemão C. Koppe, dando início a essa ciência. Durante o período de 1901 a 1950 foi a primeira revolução da fotogrametria, dando entrada na fotogrametria analógica, trazendo maiores precisões nos mapeamentos feito por fotografias permitiam uma visão estereoscópica. Então em 1951 a 1990 foi vez da fotogrametria analítica, o auge dessa ciência onde com a criação dos computadores os processos ganharam maiores resultados estatístico, e então, a partir de 1990 a atualmente a fotogrametria digital (BRITO, 2007, pg.19).

Segundo a Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, o termo fotogrametria pode ser definido como:

"arte, ciência e tecnologia para obter confiabilidade informações sobre objetos físicos e meio ambiente, através de o processo de gravação, medição e interpretação de imagens e representações digitais de padrões de energia derivados de um sistema de sensor sem contato "(ASPRS - American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1989, p. 979).

Para Brito (2007), a fotogrametria pode ser entendida como uma ciência e tecnologia de adquirir imagens com alto padrão de qualidade providas de sensores fotográficos, tendo como foco a representação de um espaço tridimensional a partir de uma imagem bidimensional. Esses sensores fotográficos gravam os padrões eletromagnéticas do objeto ou espaço que queira representar, sem a necessidade de um contato.

A fotogrametria digital nos permite então com a utilização de imagens digitais a produção de documentos cartográficos digitais totalmente trabalhados de forma computacional. Com elaboração de ortomagens e os mosaicos digitais (BRITO, 2007, pg.19).

De acordo com Lazaridou e Patmios (2012) e Wolf et al. (2014), a fotogrametria em seu aprimoramento tecnológico foram cada vez mais ampliando os estudos métricos e interpretativos (fotointerpretação), sendo incluídas em seus trabalhos digitais imagens multiespectrais, térmicas, energia acústica irradiada, medições a laser e fenômenos magnéticos para a sua compreensão científica.

A fotogrametria está dividida em duas áreas, sendo a métrica e a interpretativa. A métrica consiste basicamente na parte de medições a fim da determinação das localizações dos pontos de forma a apresentar as distâncias, ângulos, áreas, volumes, elevações, tamanhos e formas dos alvos, ligada aos levantamentos planimétricos e topográficos. Já a interpretativa refere-se ao reconhecimento e identificação dos alvos estudados, sendo uma ferramenta muito utilizada atualmente para gerenciar e planejar se tratando de preservação do meio ambiente (WOLF et al., 2014).

A fotogrametria iniciou com intuito de ser utilizado no mapeamento topográfico, porém com o avanço tecnológico essa ciência passou ser empregada em áreas da engenharia, astronomia, arquitetura, arqueologia, geomorfologia, oceanografia, hidrologia e recursos hídricos, conservação, ecologia e mineralogia, sendo utilizadas para preparação de mapas de solo, mapas florestais, mapas geológicos e mapas para planejamento e zoneamento urbano e regional, entre outros fins (WOLF et. al., 2014).

3.2.3 Planejamento de voo

Quando se trabalha com imagens aéreas de alta qualidade com uso de VANT's, não se pode iniciar o voo sem planejamento prévio. Antes de todo levantamento aerofotogrametria, deve-se realizar um planejamento de voo para um bom êxito. Esta

etapa é fundamental no mapeamento por uma RPA. A premissa para elaborar um plano de voo é a realização do cálculo da altura de voo, pois este será o determinante da qualidade final. Atualmente existem vários *softwares* capazes de elaborar o plano de voo, cabendo ao usuário inserir os valores, sendo estes, distância focal, tamanho da imagem, tamanho do pixel e *Ground Sample Distance* - GSD (FIGUEIREDO, 2018; DRONENG, 2015).

De acordo com o programa DronEng (2015), a determinação da altura de voo pode ser feita através da fórmula do cálculo de GSD (Equação 1) utilizando as seguintes informações: tamanho do pixel, distância focal, GSD e altura do voo. Através da regra da geometria de semelhança de triângulos, realiza-se uma relação representada em uma fórmula matemática, então assim, poderemos isolar a altura do voo, descobrindo assim seu valor.

Equação 1 - Cálculo de GSD transformado para cálculo de altura de voo. Sendo que: B – GSD; b – Tamanho do pixel; Hg – Altura do voo; f – Distância focal

$$\boxed{B = \frac{b \times hg}{f}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{hg = \frac{B \times f}{b}}$$

Fonte: Modificado de DRONENG (2021).

Segundo Malta et al. (2017), para a fotogrametria digital o conceito de escala não pode ser mais utilizado, visto que esse termo é proveniente da fotogrametria convencional, onde as fotos eram armazenadas em filmes. Com o avanço tecnológico, o conceito de escala de voo passou a ser denominado como GSD – *Ground Sample Distance*. O GSD representa um “pedaço” real em unidade do terreno que um pixel representa em uma imagem. Em um plano de voo a escolha do GSD é fundamental, pois esse indicará a resolução dos objetos imageados. A altura do voo está diretamente ligada nesta resolução, sendo que, quanto maior for a altura de voo, maior a área coberta e maior o GSD.

De acordo com Figueiredo (2018), um outro fator que deve estar definido em um plano de voo é a sua duração. Para ele deve-se ter em nota quanto a capacidade de amperagem da bateria da RPA como também a vida útil da mesma para poder ter noção

do tempo de trabalho do aparelho. Outro fator previsto é as condições climáticas, em específico a velocidade do vento, pois este irá diminuir o tempo de recobrimento do local. Ele menciona que é sempre prudente um plano de voo entre 55% e 65% da capacidade de carga da bateria, correspondendo a um voo de média de 15 minutos. Cabe lembrar que nesse tempo deverá constar a decolagem e o pouso.

De acordo com PIX4D (2021), durante o planejamento de voo um outro fator a se pensar é se o drone irá operar em piloto automático ou semiautomático. A escolha do tipo de plano de aquisição de imagens poderá definir a qualidade final da coleta, por isso deve-se escolher a missão de voo que mais se adequa ao trabalho a ser realizado. Dentre os tipos de planos de voos tem-se:

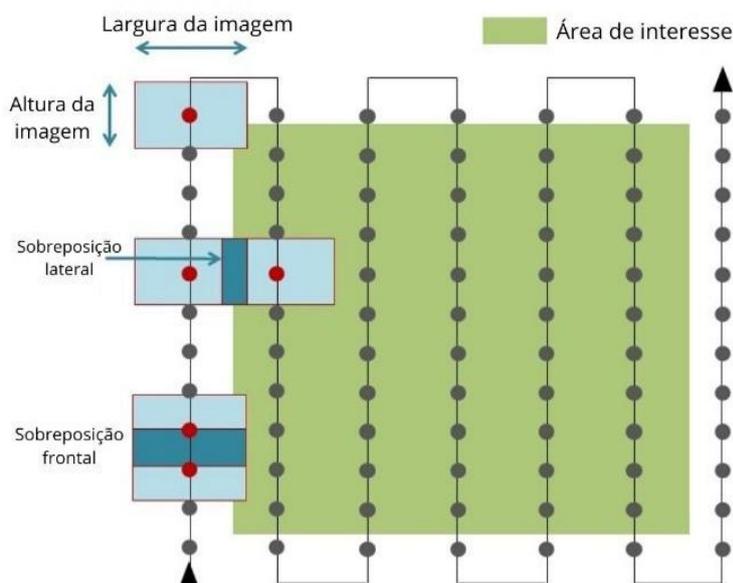
- Tipo rede, recomendado para a maioria dos terrenos em que se deseja em seus resultados mapas 2D e locais consideravelmente planos;
- Tipo grade dupla, sendo esse feito em duas missões consecutivas, recomendado quando se deseja mais detalhes verticais para produção de mapas de modelo 3D, terrenos com diferença de alturas e objetos;
- Tipo polígono, recomendado para terrenos com uma exigência para voos, tendo como produto mapas 2D e usado em terrenos consideravelmente planos;
- Tipo circular, permitindo um estudo mais minucioso de objetos, sendo tirada fotos de todos os ângulos, recomendado para quem deseja resultados 3D e trabalhar com um objeto específico; e
- Tipo livre, usualmente para áreas mais complexas de se sobrevoar, utilizado por pilotos mais experientes em pilotar manualmente, recomendado em resultados 3D e locais de difíceis acessos.

3.2.4 Sobreposição longitudinal e transversal

Para um mapeamento por técnicas aerofotogramétricas é necessário um arranjo de fotos sequenciais para a criação de uma ortofoto. Para tal realização é preciso que as imagens aéreas tenham uma dada sobreposição tanto longitudinal como lateral. A sobreposição longitudinal é feita sobre a linha de voo, fazendo com que a fotografia recobre parte da área da foto anterior, já a sobreposição lateral é feita pelo recobrimento adjacente das fotos feitas na linha de voo anterior (Figura 7). Esse método de sobreposição permitirá que os *softwares* de processamentos de imagens trabalhem por

meio dos algoritmos dos pixels das fotografias encontrando a similaridade e agrupe todas essas fotos para construção da ortofoto (FIGUEIREDO, 2018; WOLF et al., 2014).

Figura 7 - Representação da sobreposição longitudinal e transversal



Fonte: MAPPA (2021).

Segundo Lima (2016) e Malta et al. (2017), a finalidade de se fazer uma sobreposição sendo ela longitudinal ou lateral, é evitar possíveis erros no processamento dessas fotos. Fatores climatológicos (ventos, diferença de pressão e outros) e diferença de altitude do local imageado irá fazer com que ocorra alguma mudança nas fotografias, sendo então, uma alternativa para que esses fatores não comprometa o projeto final garantindo assim uma melhor nuvem de pontos na geração do mosaico.

A sobreposição longitudinal é escolhida de acordo com o objetivo do levantamento como também o nível de detalhamento e o modelo geográfico. É recomendável uma sobreposição de no mínimo 50% nas fotografias não sendo recomendável limites inferiores. Essa porcentagem permitirá uma visão tridimensional do terreno, de modo que um objeto seja representado em duas fotografias. Dependendo do objetivo essa porcentagem poderá ir até 90% de recobrimento, esses valores mais altos geralmente são escolhidos quando há diferença de cotas na área estudada ou quando é feito em áreas com objetos com alturas elevadas como vegetação e prédios (MALTA et al. 2017; TORRES et al, 2017; LIMA, 2016).

Já para a sobreposição lateral é recomendável no mínimo 30% de recobrimento. Essa porcentagem não é fixa, ela poderá ser ajustada também, de acordo com o objetivo do mapeamento. Em paisagens em que a área imageada apresenta poucos detalhes (homogêneas), é recomendável uma sobreposição maior ou igual a 85%, já em superfícies com um maior nível de detalhamento (heterogênea) esse valor fica entre 60%. Isso faz com que o *software* consiga trabalhar de modo a eliminar “pedaços” que possuem uma qualidade geométrica baixa. Cabe lembrar que quanto maior a porcentagem sendo longitudinal ou lateral, maior será o tempo de processamento (FIGUEIREDO, 2018; LIMA, 2016).

Alguns trabalhos levantados com a utilização de VANT's, foram utilizados uma sobreposição de 60% e 50%, sendo longitudinal e lateral respectivamente para um mapeamento de um talhão florestal de *Eucalyptus urograndis*. Já em outro estudo para obtenção de informações planialtimétricas foi utilizado uma sobreposição longitudinal de 80% e lateral de 60%. E para realizar uma contagem e georreferenciamento de espécies de palmáceas foram utilizados um recobrimento de 75% longitudinal e 86% lateral (MALTA et al., 2017; FIGUEIREDO, 2016; NUNES et al., 2014).

3.2.5 Mosaicagem

Com o grande avanço tecnológico, a utilização das câmeras digitais foi cada vez mais sendo empregada na captura de imagens para fotogrametria. Diferente das fotografias convencionais usadas, em que seu ângulo de cobertura era maior, as medições e a mosaicagem eram feitas manualmente, hoje em dia, essa realização é feita digitalmente. Com as câmeras digitais não métricas são necessárias inúmeras fotografias para que seja recoberto grandes áreas. Os mosaicos são criados a partir da junção dessas fotografias sobrepostas. Os mosaicos feitos digitalmente são processados por *softwares* que “costuram” todas as fotografias tiradas de modo a se tornar apenas uma grande foto. A ortofoto composta é um tipo de mosaicagem, em que seu resultado final é uma alta precisão geométrica, sendo este mais complexo de se montar (WOLF et al., 2014; HASEGAWA, 2004).

Para Barbosa et al. (2017), a mosaicagem digital é um método delicado que, caso haja algum problema podendo ser ele na coleta fotográfica ou no processamento de sua montagem, isso estará afetando diretamente na geometria e visualização do resultado final. Problemas como obtenção de imagens feitas em um plano perspectivo, os

extremos não se compatibilizam com seus correlativos, ocasionando um afastamento dos pontos devido ao relevo. Outro ponto é a deformidade dos objetos fotografados ocasionados pelas capturas das imagens tiradas em uma certa angulação (forma inclinada). Além desses, tem-se problemas decorrentes das variações de intensidade das fotos, em que a radiometria das fotografias não condiz com as subsequentes.

De acordo com Hasegawa (2004), o processo de fotomontagem pode ser feito por metodologia direta, indireto ou por ajuste radiométrico. O método direto é feito pela transposição das cores do pixel da imagem original para que seja montado o mosaico. Para que isso seja realizado é necessário que seja escolhido o pixel resultante no mosaico, pois a relação entre os pixels da imagem nem sempre se centralizam nos pixels do mosaico. O método indireto é realizado pela transposição dos níveis de brilho das imagens a serem selecionadas para a montagem do mosaico. O preenchimento dos pixels vazios é feito a partir das imagens que iram ser ligadas, sendo que a primeira é copiada e a segunda é mapeada no mosaico por transformação a fim. O por ajuste radiométrico é o mesmo processo do indireto, porém, neste é feito uma correção radiométrica no local de sobreposição de ambas imagens.

Segundo Wolf et al. (2014), os mosaicos aerofotogramétricos são divididos em três classes de mosaicagem, sendo essas:

- Controlada: este processo é o mais preciso, preparado por processos analíticos parecido ao georreferenciamento, onde os pontos de controles são correspondidos para que as fotos adjacentes sejam concatenadas de forma que haja um alinhamento.
- Semi-controlada: processo com média precisão e economicamente viável. É feito pela interpolação dos outros dois métodos, podendo ser pelo uso de pontos de controle sem que as fotos estejam retificadas, ou vice-versa.
- Descontrolada: processo menos preciso, porém para casos que dependem apenas de usos qualitativos é uma boa escolha. É feito apenas com a concatenação dos adjacentes por detalhes, sem utilização de pontos de controle e sem retificação.

3.2.6 Câmera digital

Atualmente na aerofotogrametria podem ser empregados dois tipos de sensores fotográficos para aquisição de imagens, sendo os métricos e não métricos. Dentre as

câmeras métricas têm-se as convencionais e as digitais, e as câmeras não métricas têm-se as digitais convencionais, ou também conhecidas como câmeras de pequeno e médio formato, câmeras de uso doméstico e/ou câmeras de baixo custo. As câmeras digitais não métricas ganharam maior espaço no mercado de mapeamento devido aos baixos custos tanto do aparelho como dos processos fotogramétricos convencionais. Outro fator é que esses sensores, por serem mais leves que os aparelhos métricos, permitem ser acoplados em plataformas aéreas mais simples como é o caso de VANT's (MENESES et al., 2008; SANTOS, 2013; JÚNIOR, 2015).

As vantagens da utilização de câmeras métricas é que essas permitiram alta estabilidade geométrica no sistema de lentes, além de possuir baixa distorção das fotos e sua distância focal permanece fixa, já as câmeras não métricas possuem baixa estabilidade geométricas e radiométrica da imagem, contudo possuem melhor qualidade visual. As vantagens dessas câmeras estão relacionadas a sua leveza e uso em vários tipos de aeromodelos, um menor custo, flexibilidade quanto a utilização de sistemas GPS e distância focal variável. Desde que essas câmeras não métricas sejam devidamente calibradas para correção da geometria, a mesma pode ser utilizada em trabalhos científicos e fotogramétricos (SANTOS, 2013; JÚNIOR, 2015).

O processo de calibração das câmeras é muito importante na fotogrametria, pois a partir dele é capaz de corrigir erros sistemáticos, para então, permitir uma melhor precisão dos dados finais. Em câmeras não métricas a calibração se torna obrigatória devido os erros de distorções radial e descentrada se tornarem mais aparente nesses modelos de sensores, conveniente a sua distância focal. Um outro agente que é capaz de modificar a geometria projetiva é o sistema de absorção de impacto, trocas de objetivas e funções relacionadas ao foco e zoom (SOUZA et al., 2009; CÔRTEZ, 2010; FERREIRA, 2014).

3.3 Sistemas de coordenadas

De acordo com Sampaio (2018), o sistema de coordenada é definido pelos pontos e eixos de referências usados para se localizar no espaço, para então, extrair medidas e direções, ou seja, o sistema de coordenada serve para localizar qualquer ponto na superfície da terra a partir das suas coordenadas entrelaçadas a um sistema de referência específico. Ainda menciona que a escolha do sistema de coordenada vai ser

optado de acordo com os métodos que os pontos foram coletados e qual o objetivo que deseja para representar tais feições.

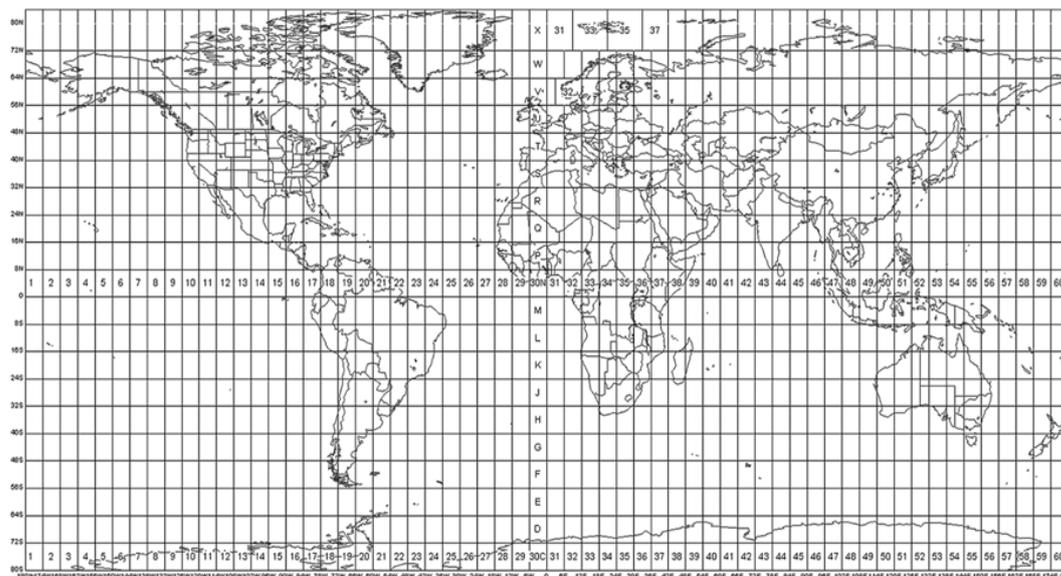
Já para Navarro (2011), um sistema de coordenadas pode ser entendido como uma tentativa de definir analiticamente as posições relativas de objetos ou fenômenos no globo terrestre. Existem vários tipos de sistemas de coordenadas que visam a localização geométrica de pontos no planeta, o que irá diferir na escolha do sistema de coordenadas é o tipo de estudo que está sendo realizado. Os sistemas de coordenadas mais utilizados são o geográfico, cartesiano e o projetado.

3.3.1 Coordenadas Universal Transversa de Mercator - UTM

Um sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) pode ser entendido como uma representação da superfície plana em que a localização dos pontos e feições, pode ser feita através de uma representação em uma malha em que seu centro é definido como ponto de origem, sendo a intersecção onde uma reta horizontal (coordenada N) e outra vertical (coordenada E) se cruzam. Cada ponto apresentará valores que estarão de acordo com essa origem na malha (NAVARRO, 2011).

No sistema de coordenadas UTM o modelo da terra é denominado elipsóide, onde nesta representação o globo é dividido em fusos, iniciando a partir do antimeridiano de Greenwich ($180^{\circ}W$) seguindo para a direção leste passando pelo meridiano central (0°) terminando no meridiano de Greenwich ($180^{\circ}E$), visto que no intervalo entre os meridianos de Greenwich possuem 60 fusos de 6° de amplitude no sentido longitudinal. Cada fuso possui uma origem do sistema de coordenada sendo este a linha do Equador com o meridiano central, onde cada hemisfério possui seus valores para a origem do fuso, no caso hemisfério norte 500 km(E) e 0 km(N) e hemisfério sul 500 km(E) e 10.000 km(N) (Figura 8) (SAMPAIO, 2018, pág.39 a 41).

Figura 8 - Representação da malha UTM com seus respectivos fusos e zonas



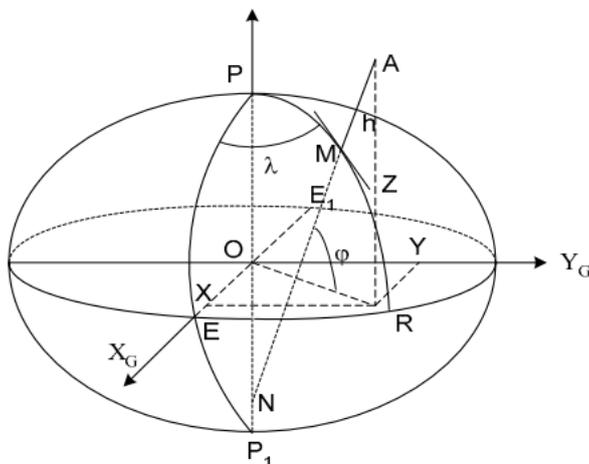
Fonte: Laboratório de Cartografia - UFSM (2022).

3.3.2 Coordenadas geodésicas

O sistema de coordenadas geodésicas utiliza em sua representação o modelo elipsoidal e adota um Datum de referência, sendo essa característica que distingue do sistema de coordenada geográfico que usa um modelo esférico, esse sistema é determinado por latitude e longitude geodésica e altitude (SAMPAIO, 2018, pág.37).

A longitude geodésica pode ser entendida como um ângulo formado entre o meridiano de Greenwich, o ponto desejado e o contato sobre a linha do Equador, onde seu valor irá variar de 0° a -180° a oeste meridiano de Greenwich e 0° a $+180^\circ$ a leste meridiano de Greenwich, já a latitude geodésica é o ângulo formado entre a normal no ponto considerado e o plano equatorial, podendo ser de 0° a $+90^\circ$ para o hemisfério norte e de 0° a -90° para o hemisfério sul e altitude corresponde a distância entre a medida entre o ponto considerado a superfície do elipsoide medida sobre a sua normal (Figura 9)(IBGE, 2019).

Figura 9 - Representação de um sistema de coordenadas geodésicas



Fonte: TURIÑO, C.E. (2009).

3.4 Cartografia

A cartografia pode ser entendida como uma ciência e arte cujo objetivo está na representação geométrica em uma dimensão plana, de forma simplificada ou convencional podendo ser de partes ou de toda a superfície terrestre. Essa representação se dá através de mapas, cartas e plantas, podendo então, ser esboçados informações ambientais, educacionais, socioeconômicas, dentre outras. A finalidade da cartografia pode ser compreendida como a representação espacial da dimensão territorial para que se torne mais fácil a compreensão de tais informações (IBGE, 2009).

Para Zanetti (2017) a definição de cartografia pode ser conceituada como:

“Ciência, arte e tecnologia da representação do meio ambiente, em forma de expressões variadas, baseando-se na observação direta, indireta ou análises de documentação existente” (ZANETTI, 2017).

Já para Vieira et al. (2004), a cartografia mostra ser um mapeamento, ou seja, geração de produtos cartográficos, logo, a cartografia pode ser entendida e definida em duas partes, sendo está, a própria cartografia e a outra, os produtos gerados por tais atividades. Portanto a cartografia abrange os trabalhos resultantes ao levantamento e processamento dos dados gerados a partir da superfície terrestre, sendo as ciências capazes de levantar essas informações à Geodesia, o Sensoriamento Remoto e a Fotogrametria. Já a segunda parte estaria os produtos processados e gerados pela cartografia sendo esses os mapas e as cartas.

3.4.1 Mapa temático

A Associação Cartográfica Internacional (ICA) apresenta uma definição breve e sucinta acerca de mapa temático sendo “um mapa projetado para revelar feições ou conceitos particulares, no uso convencional esse termo exclui as cartas topográficas” (VIEIRA et al. apud DENT, 1999, p.7). Os mapas temáticos possuem a finalidade de representar as características estruturais de alguma feição da superfície terrestre. Na produção cartográfica de um mapa temático, o responsável pela elaboração deverá determinar as informações temáticas e suas classificações juntamente a base cartográfica que será usada para confecção do mapa (VIEIRA et al., 2004).

Para a produção desses mapas, o responsável deverá se atentar a técnicas para melhor comunicação visual das informações que pretende passar com sua elaboração, pois cada mapa poderá apresentar um objetivo em específico. Os mapas temáticos apresentam uma característica que distingue dos mapas topográficos sendo essas a representação dos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. Essas informações são passadas como formas de símbolos gráficos de forma a facilitar a compreensão da mensagem que deseja informar ao usuário. Tais fenômenos podem ser de natureza física, abstrata, humana, além de permitir representar informações como taxa de desenvolvimento, indicadores sociais dentre outras (ARCHELA, 2008).

3.5 Classificação de trilhas

As trilhas podem ser classificadas quanto a sua função, forma e o grau de dificuldade do percurso. De acordo com Andrade et al. (2008), uma trilha poderá apresentar função recreativas com a população, como forma de relacionar os visitantes com a natureza, proporcionando uma maior conscientização na preservação e conservação dos recursos naturais, como função administrativa pelos gestores. Poderão ser divididas em trilhas de curta distância (< que 2.5km), média distância (entre 2.5 a 5 km) e longas distâncias (> que 5km), e subdivididas em guiadas e autoguiada.

Em relação a forma da trilha, Andrade et al. (2008), menciona quatro enquadramentos, sendo estes:

- Circular – trilhas com circuito fechado, ou seja, aquelas que o ponto inicial e final se encontram em um mesmo local.
- Linear – trilhas onde seu ponto final é a chegada a um determinado local específico para apreciação de belezas cênicas, sendo então, caminho de ida e volta o mesmo percurso.
- Oito – trilha muito utilizada em grandes espaços, sendo usual, em áreas limitadas, tendo seu ponto de início e final o mesmo.
- Atalho – trilha com seu início e fim em pontos distintos, com intuito de mostrar áreas alternativas.

O grau de dificuldade, é uma forma de informar o visitante quanto ao percurso da trilha, se este terá ou não capacidade de realizar toda a caminhada. Esse indicador é muito dependente pois está mais relacionado com o condicionamento físico que o visitante tem em realizá-lo, porém, esse indicativo é sempre determinado com as características biofísica do local.

Alguns trabalhos sobre classificação de trilhas, como é o caso do FEMERJ (FEDERAÇÃO DE MONTANHISMO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) (2016), determinam o grau de dificuldade de acordo com as variáveis - esforço físico; exposição ao risco; orientação, e insolação. Já Andrade et al. (2008), apresenta uma classificação adotada pela The Adventure Company (2007) como nível de graduação - fácil, moderado ou extenuante e classes de grau, indo do grau A – sem necessidade de condicionamento físico até o grau E – exige condicionamento físico e experiência em montanhismo.

Outros estudos utilizam como forma de determinação a declividade do terreno. Na tabela abaixo pode-se analisar essas classes de declive de acordo com porcentagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Classes de declividade seguindo a determinação do grau de dificuldade em uma trilha

Dias et al. (1986)		Rocha (2006)	
Declividade	Classe	Declividade	Classe
0 – 10%	leve	0 – 5%	relevo plano
10 – 20%	média	5 – 20%	relevo ondulado

20 – 50%	difícil	20 – 70%	relevo montanhoso
50 – 100%	muito difícil	-	-
> 100%	alpinismo	-	-

Fonte: Modificado de Dias et al. (1986) e Rocha (2006).

3.6 Normas e legislação ambientais

Os parques urbanos são locais naturais e de uso público cujo objetivo é propor funções no meio urbano, sendo estas, tanto a nível ecológico como social. As funções ecológicas estão ligadas a manutenção dos recursos naturais e minimização dos impactos urbanos, já a função social está ligada à recreação, lazer e relaxamento para a população. Outro ponto importante que os parques urbanos podem proporcionar além da conservação dos recursos hídricos, da flora e fauna local, estas áreas proporcionam melhores condições climáticas, bem-estar, como também, o desenvolvimento de implementação de educação ambiental (MACEDO, 2010; GOMES, 2014).

Saraiva (2017) e Araújo (2018), apresentam uma diferença na classificação entre Parques Urbanos e Parques Nacionais. Na resolução apresentado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, no artigo 49 onde dispõe acerca da consideração da área de uma unidade de proteção integral, onde retrata a impossibilidade das zonas de amortecimentos dessas áreas transformarem em zona urbana, ou seja, mostrando que os parques urbanos não podem ser considerados como uma unidade de conservação como proposto pelo SNUC. Por esse motivo o termo parque urbano se difere do parque nacional. Desta forma os parques urbanos acabam contemplando e oferecendo mais serviços culturais como educacionais a população próxima, cita o autor.

Criada no dia 18 julho de 2000 a Lei Nº 9.985 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, apresenta normativas e critérios para criação, implantação e gestão de unidades de conservação. Na resolução prevista no art. 8º acerca dos grupos de unidades de proteção integral apresentando a categoria Parque Nacional, onde no art.11º é descrito com maior detalhamento. Nesse artigo é apresentado o objetivo do Parque Nacional, sendo este:

“Art. 11. O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico” (BRASIL, 2000).

No inciso 4º do mesmo artigo mencionado anteriormente é dito que quando esse grupo de unidade de conservação é criado pelo poder municipal ela será denominada Parque Natural Municipal.

Na seção 3 da Resolução do CONAMA Nº369/2006 irá tratar da Implantação de Área Verde de Domínio Público em Área Urbana, onde no art.8º do inciso 1º apresentará a definição de Áreas Verdes:

“§ 1º Considera-se área verde de domínio público, para efeito desta Resolução, o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização” (BRASIL, 2006).

Além da resolução apresentada pelo CONAMA, o novo Código Florestal também apresenta o conceito de área verde urbana na Lei Nº 12.651 formulado no dia 25 de maio de 2012, constando no art. 3º parágrafo XX onde diz o seguinte:

“XX - área verde urbana: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais;” (BRASIL, 2012).

O Instituto Ambiental do Paraná – IAP, através da Portaria Nº 280 do dia 26 de novembro de 2019 formulou a ementa em que estabelece os critérios para implantação de áreas de lazer, conservação ambiental, desenvolvimento sustentável e educação ambiental. No art. 1º podemos entender melhor sobre essa proposta:

“Art. 1º Estabelecer critérios para o licenciamento ambiental visando implantação dos empreendimentos abrangidos pelo Programa Parques Urbanos, considerados de utilidade pública e interesse social em área urbana, na modalidade Licença Ambiental Simplificada – LAS;” (IAP, 2019).

3.7 Unidades de conservação – UCs

Desde o ano 2000, as Unidades de Conservação do território brasileiro passaram a ser regidas por leis próprias que prevê critérios e normativas para a criação, implantação e gestão destas áreas. Esta Lei Federal Nº 9.985/00, dispõe e conceitua no art. 2º Unidade de Conservação sendo:

“§ 1º - espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;” (BRASIL, 2000).

Segundo Bezerra et al. (2018), atualmente a uma crescente preocupação social em busca da preservação e conservação dos recursos naturais, fazendo com que órgãos governamentais busquem incessantes estratégias para a criação e implantação de unidades como forma não apenas de conservar a biodiversidade, mas também, como alternativas mitigadoras para eventos climáticos, subsídio às gerações futuras, desenvolvimento sustentável e bem estar da sociedade.

No capítulo XI, art. 225 da Constituição Federal, é previsto ao poder público a proteção e preservação dos recursos naturais do território nacional para as presentes e futuras gerações. Com isso, a criação, implantação e manutenção das Unidades de Conservação, também atende aos compromissos internacionais firmados com as convenções das Nações Unidas, em que estabelecem a conservação do meio ambiente e o uso eficiente dos recursos naturais de forma sustentável. Estima-se que atualmente cerca de 18% do território brasileiro são cobertos por Unidades de Conservação, onde 6% são áreas de proteção integral e 12% são de uso sustentável, somando mais de 2.300 unidades de conservação no Brasil (WWF- BRASIL, 2019).

De acordo com Brasil (2000), as Unidades de Conservação são divididas em duas categorias: a de Proteção Integral e de Uso Sustentável. As de Proteção Integral, seu objetivo é realizar a preservação e proteção dos recursos naturais, permitindo apenas uso indireto dos recursos, desta forma suas regras e normas são mais de cunho restritivo. Dentro desta categoria encontram-se os grupos: Estação ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Em alguns grupos é apenas permitida a pesquisa científica e educação ambiental, proibido visitas como forma de recreação, sendo outras, permitido tanto pesquisas científicas, educação ambiental bem como atividades de recreação e turismo. Já as de Uso Sustentável são

objetivadas a conservação dos recursos naturais, conciliando juntamente o uso de forma sustentável dos recursos. Pertencem a essa categoria os grupos: Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Extrativista, Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural. É permitida nessa categoria a pesquisa científica, educação ambiental, visitação pública, recreação e turismo.

Conforme apresentado, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei Nº 9.985/00) impõe regras e normativas no uso dos recursos naturais, implicando restrições tanto dentro, como nos limites de seu território, ocasionando um decréscimo econômico de indústrias e propriedades particulares, sendo este o grande motivo pelo qual a preservação do meio ambiente se torna dificultosa e nada “viável” economicamente aos municípios. Uma forma para solucionar esse problema é a realização de pagamentos por serviços ambientais como uma forma de assegurar e subsidiar a preservação do meio ambiente (NADIR JÚNIOR et al. 2007).

Em 1991, o Estado do Paraná criou o ICMS Ecológico em parceria com o poder público municipal e estadual, como uma forma tributária para promover a preservação do meio ambiente, permitindo a participação da cota de ICMS encaminhadas aos municípios. No art. 1º da Lei Complementar nº 59/1991 dispõe a contemplação os municípios que possuem unidades de conservação bem como áreas diretamente influenciadas por essas, ou aquelas com mananciais de abastecimento público. Cabe a prefeitura do município cadastrar as unidades de conservação ambiental frente à entidade estadual responsável pelo gerenciamento de recursos hídricos e meio ambiente, sendo repartido cinco por cento (5%) do ICMS Ecológico que alude o art. 2º da Lei nº 9.491, de 21 de dezembro de 1990 (PARANÁ, 1991).

3.8 Histórico do parque do Jirau Alto

A ideia de ser realizada uma criação de um Parque Ecológico Municipal em Dois Vizinhos surgiu a partir de um estudo feito durante a elaboração de um trabalho de conclusão de curso da Pós-graduação em Geografia. Por meio das análises e percepções da área feitas em estudo, percebeu-se a grande necessidade de se transformar em uma Unidade de Conservação. O responsável pela ideia da criação e

também gestor na prefeitura municipal justifica para tal transformação, o fato de o local ser favorável para práticas de recreação, como também, por ser um espaço de área verde no centro do município (BETTIATO, 2019).

De acordo com Bettiato (2019), a ideia de criar o Parque foi entrelaçado a necessidade de o município delimitar áreas para preservação ambiental, onde foi definido duas fases de implantação, sendo a primeira a realização de coletas das informações acerca de proprietários, levantamento do perímetro para criação de mapas e consultas aos órgãos ambientais, já a segunda fase se concentrou no levantamento de informações para o desenvolvimento do Plano de Manejo do Parque. Toda essa movimentação foi realizada para que o projeto de criação se adequasse as normativas federais da Lei Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, em que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências, dizendo o seguinte no art. 3º:

“Art. 3º Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal. Parágrafo único: Não será permitido o parcelamento do solo: [...] V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção” (BRASIL, 1979).

Além da lei citada no parágrafo anterior, outra normativa que discorre sobre o uso do solo em áreas de preservação ambiental está disposta no Plano Diretor do Município através da Lei Nº 687, de 03 de agosto de 1995, onde diz o seguinte no art. 16:

“Art.16 Denomina-se Zonas Especiais, aquelas que estão protegidas por Leis Especiais de ordem Estadual ou Federal, cabendo ao Município fazer cumprir as exigências mínimas por essa Lei instituída, sempre que, nessas zonas, praticarem atividades que contrariam o efeito dessa Lei. Parágrafo III - Não se permitir construir em áreas de solos orgânicos indiscriminados, por serem áreas de relevante interesse ecológico [...] c) As áreas verdes de relevante interesse ecológico serão preservadas e protegidas, assim como todo tipo de floresta nativa” (DOIS VIZINHOS, 1995).

Porém, como muito se é pensado, o Parque Ecológico Municipal de Dois Vizinhos não foi criado na década de 90, mas sim foi decretado um interesse público em transformar aquela área em um parque por meio do Decreto Municipal Nº 3.400 estabelecido durante a gestão do Prefeito Jaime Guzzo, no dia 10 de abril de 1997. Juridicamente, o Parque Ecológico Municipal foi criado somente a partir da Lei N.º 2441/2020, sendo aprovada e sancionada pelo Prefeito Municipal Raul Camilo Isotton,

sendo criado e reconhecido legalmente como uma Unidade de Conservação da Natureza como Parque Natural Municipal Dois Vizinhos (DOIS VIZINHOS, 2020).

De acordo com o Art. 1º e 2º da Lei N.º 2441/2020, a criação dos parques tem-se como objetivo a preservação dos ecossistemas bem como a realização de atividades de pesquisa científica, recreação, turismo, educação e interpretação ambiental, sendo enquadrado na categoria de Unidade de Conservação de Proteção Integral, sendo sujeitos normas e critérios do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC - Lei Federal N.º 9.985/00.

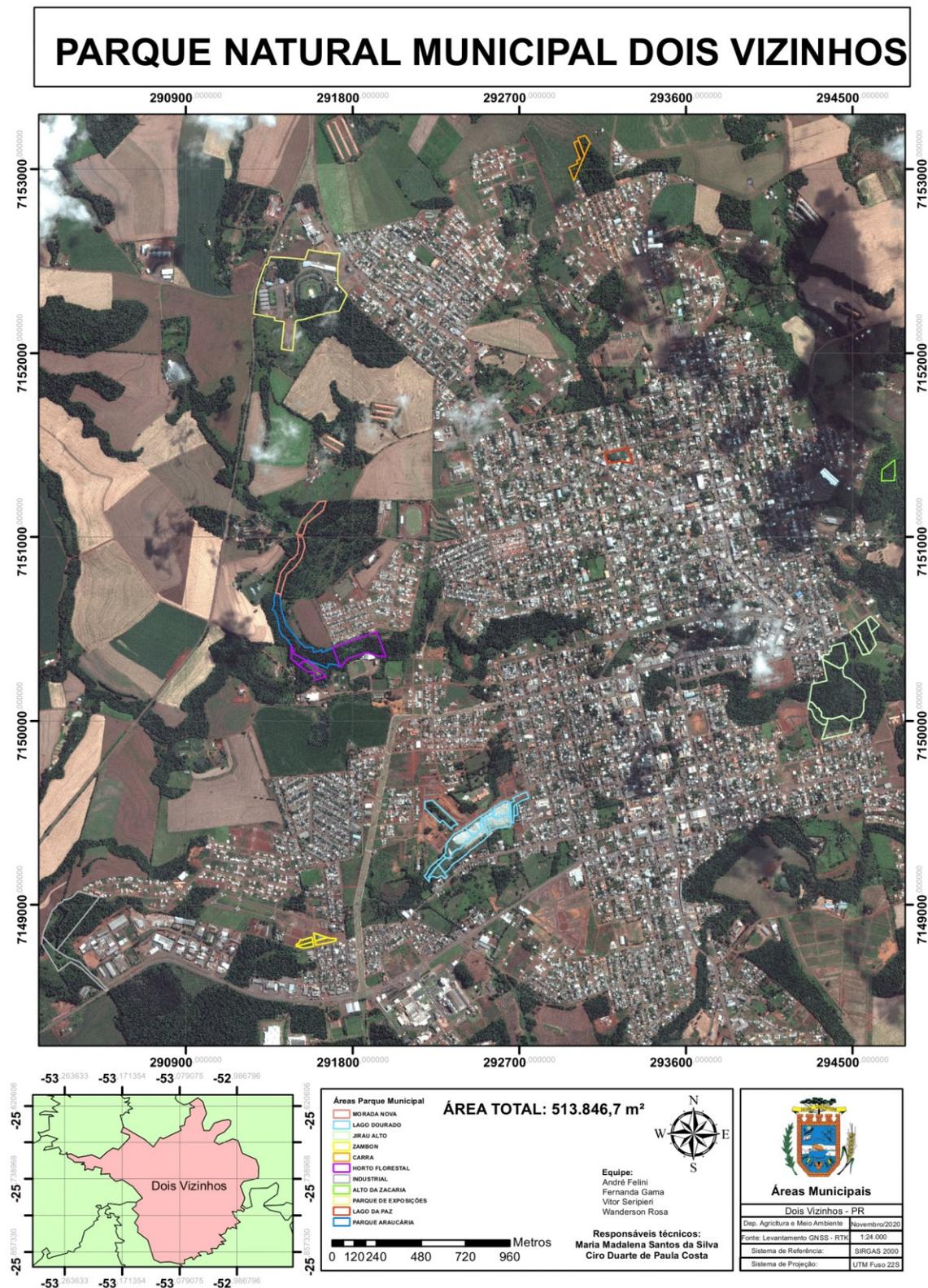
O núcleo do “Parque Ecológico Jirau Alto” faz parte juntamente com outras 10 áreas de conservação do Parque Natural Municipal de Dois Vizinhos sendo unidades de conservação fragmentadas no perímetro urbano do município (Figura 10). Ainda no inciso um e quatro do Art. 1º da Lei N.º 2441/2020 é apresentado o seguinte informe:

“§ 1º – O Parque Natural Municipal de Dois Vizinhos é um parque com área disjunta, formado por diferentes núcleos de conservação que podem ser urbanos ou rurais, que compreendem uma mesma Unidade de Conservação.

§ 4º - Os núcleos de conservação que constituem o Parque Natural Municipal de Dois Vizinhos são:

- a) Núcleo do Parque de Exposições (156.971,32 m²);
- b) Núcleo do “Parque Ecológico Jirau Alto” (109.157,07 m²);
- c) Núcleo do Lago Dourado (73.425,96 m²);
- d) Núcleo do Parque Industrial (59.457,78 m²);
- e) Núcleo do antigo Horto Florestal (33.458,55 m²);
- f) Núcleo localizado no loteamento Parque Araucária (29.852,75 m²).
- g) Núcleo localizado no loteamento Morada Nova (19.142,7967 m²);
- h) Núcleo localizado no loteamento Carra (9.976,20 m²);
- i) Núcleo do Lago da Paz (8.713,30 m²);
- j) Núcleo do loteamento Zambon (7.602,07 m²);
- k) Núcleo do loteamento Alto do Zacaria (6.088,90 m²);” (DOIS VIZINHOS, 2020)

Figura 10 – Mapa do Parque Natural Municipal de Dois Vizinhos – Pr



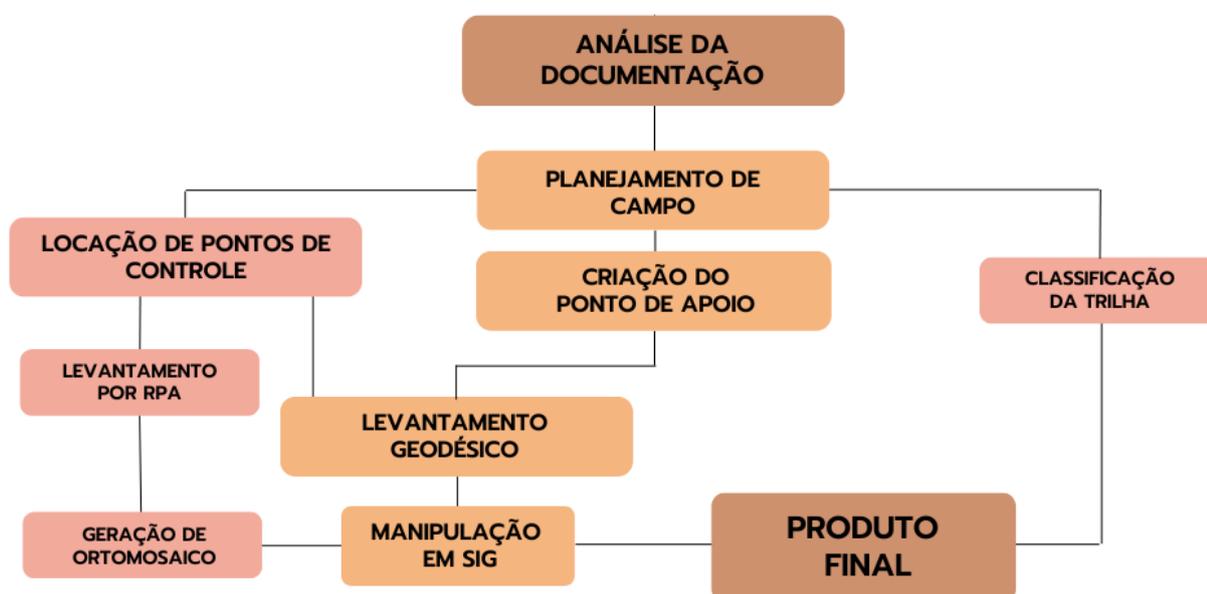
Fonte: Dois Vizinhos (2020).

4 MATERIAS E MÉTODOS

4.1 Fluxograma das atividades

Para documentar e melhorar a comunicação das atividades prescritas dos processos metodológicos, foi elaborado um fluxograma (Figura 11) apresentando as etapas de como ocorreram o desenvolvimento de todas as atividades.

Figura 11 - Fluxograma das atividades desenvolvidas



Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 Área de estudo

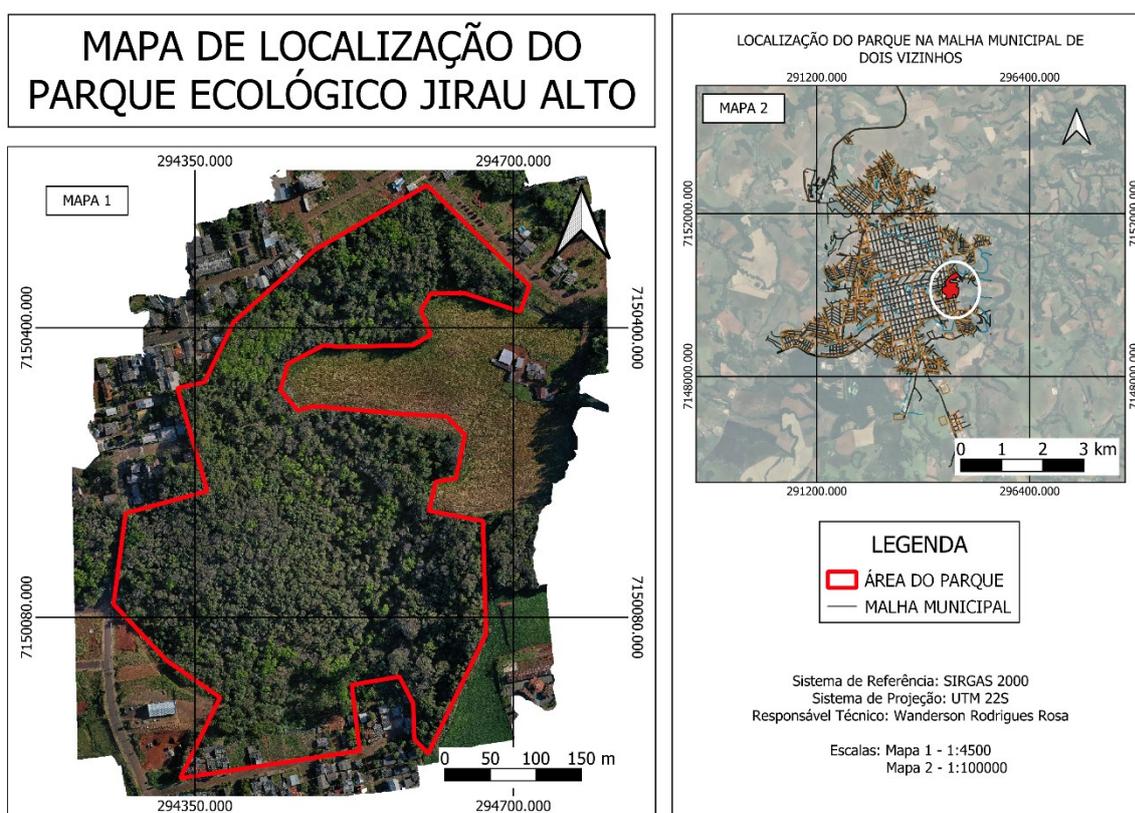
A área de estudo compreende o perímetro do Núcleo Parque Ecológico do Jirau Alto, localizado na porção sul do município (Figura 12). O município de Dois Vizinhos está inserido no domínio do terceiro Planalto Paranaense, mais especificamente na mesorregião do Sudoeste do Paraná, com uma altitude média de 509 metros e com as seguintes coordenadas geográficas: 25°41'27" Sul e 53°05'35" Oeste (DOIS VIZINHOS, 2021).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, ou seja, clima pluvial temperado, com uma temperatura média no mês mais frio entre 18°C e -3°C, com

ocorrência de geadas frequentes e mês mais quente acima de 23°C, sem estação seca definida e com chuvas bem distribuídas durante todo o ano (DOIS VIZINHOS, 2021).

Em um estudo realizado por Silva (2015), sobre a caracterização estrutural da comunidade arbórea-arbustiva presente no Parque Municipal Jirau Alto, pode-se concluir que a vegetação local se caracteriza como estágio secundário intermediário de sucessão florestal, com fragmentos de paisagens em estágio inicial.

Figura 12 - Mapa de Localização do Parque Municipal Jirau Alto no município de Dois Vizinhos



Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 Análise da documentação do parque

Para a análise das documentações do parque, foi realizado um levantamento com todos os documentos que teriam relação com a área de estudo, sendo esses documentos referente ao Decreto Municipal Nº 3.400/97 e os atuais usados para a criação legal do parque pela Lei N.º 2441/2020.

Nesta fase foi necessário realizar uma investigação minuciosa de todos os arquivos existentes, sendo esta fase crucial para realizar os levantamentos a campo. Esta etapa constituiu nas informações qualitativas do trabalho apresentado. Foram estudados croquis, plano de manejo feito em 1997, matrículas, informações sobre perímetro e vértices limites apresentados nos memoriais descritivos do parque.

4.3 Planejamento de campo

Antes de serem realizados os levantamentos propriamente de campo, uma das etapas fundamentais é o planejamento em escritório. Nesta etapa foram planejadas as saídas a campo, ou seja, onde seriam os locais levantados.

Para o planejamento de campo foi necessário subdividi-lo em duas etapas: uma em escritório, realizando estudos pelas imagens de satélite do *Google Earth Pro*, e outra a campo, para reconhecer previamente a área levantada, sendo realizado um levantamento relativo cinemático com uso do GPS/GNSS RTK (*Real Time Kinematic*), modelo FOIF A90.

A partir dos dados levantados foram realizados o planejamento das atividades que objetivou o trabalho, sendo este dividido em:

- Levantamento do perímetro – planejamento das rotas;
- Levantamento dos vértices limites – determinação dos locais que foram denominados vértices;
- Levantamento altimétrico – determinação dos pontos de coleta;
- Levantamento dos cursos hídricos;
- Levantamento da trilha;
- Levantamento por RPA e geração do ortomosaico;
- Locação de pontos de controle – determinando os locais e a quantidades de pontos para georreferenciar o mosaico, e
- Classificação da trilha.

4.4 Criação do ponto de apoio

Para serem realizadas as coletas a campo, foi feita a criação de um ponto de apoio para os levantamentos do trabalho. Essa criação foi necessária devido ao local onde

está inserido o marco geodésico 96153 RN 1726F do município, estar posicionado ao lado da entrada principal da Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos (Figura 13), ocasionando riscos de precisão devido às obstruções de céu causadas pelas edificações e árvores com copas frondosas possibilitando uma complicação na obtenção de sinais de satélites que estejam posicionados ao longo do horizonte para recobrimento vertical inferior a 15° , bem como possíveis danos físicos no aparelho, por conta do alto nível de circulação de pessoas no local.

Figura 13 - Localização do marco geodésico 96153 RN 1726F materializado na frente da Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos – (A) Frente da prefeitura; (B) Marco Municipal; (C) Chapa de identificação do marco



Fonte: Autoria própria (2022).

Para a criação desse novo ponto de controle, foram estudados locais no município que mais apresentasse características favoráveis e garantisse a precisão nos levantamentos, onde foram analisados locais de fácil acesso, abertos e livres de edificações e árvores de médio e grande porte na proximidade, bem como um local seguro para manter os equipamentos sozinhos (sem a presença de uma pessoa para vigiá-lo) durante os levantamentos.

O local escolhido foi a Unidade de Pronto Atendimento (UPA) de Dois Vizinhos, situado no bairro Sagrada Família, próximo ao Lago Dourado. Para a criação do ponto de controle, foi necessário primeiramente montar uma estrutura firme de argamassa. A estruturação foi feita com um Cano PVC de 100mm, com um comprimento de 90cm, sendo então, enterrado ao solo em uma profundidade de 50cm e enchido com argamassa até a “boca do cano” (Figura 14). Feito a estrutura do novo ponto de apoio, foi realizada a determinação de suas coordenadas.

Figura 14 - Ponto de apoio estruturado com cano e argamassa no estacionamento da Unidade de Pronto Atendimento (UPA) de Dois Vizinhos



Fonte: Autoria própria (2022).

Essa determinação foi feita de duas maneiras para poder ser aferida a precisão das coordenadas no novo marco UPA, sendo um feito pelo método de transporte de coordenada de um referencial conhecido e outro pelo método da triangulação geodésica. A justificativa para uso de duas metodologias se fez para comparação dos resultados gerados, para posterior ser utilizado o método que apresentasse maior precisão.

Para o método de transporte de coordenadas foi utilizado o marco geodésico 96153 RN 1726F materializado na frente da prefeitura municipal. Posicionado o equipamento GPS/GNSS RTK (*Real Time Kinematic*), modelo FOIF A90 – Base no marco 96153 RN 1726F, onde foi inserindo as coordenadas na controladora do GPS/GNSS, e então, foi posicionado no ponto de apoio UPA o equipamento móvel ou rover. O levantamento adotado nesta etapa foi o posicionamento relativo estático.

Os receptores GPS/GNSS ficaram estacionados nos pontos por aproximadamente quatro horas de rastreamento ininterruptas em intervalos de período ao dia, sendo realizado durante três dias respectivos, ou seja, no primeiro dia foi instalado os equipamentos nos respectivos locais no período da manhã durante quatro horas coletando informações, no segundo dia foi instalado no período da tarde, estacionado durante quatro horas e no terceiro dia foi instalado no período da manhã com duração de quatro horas também.

O outro método realizado foi por meio da triangulação geodésica. Esse método foi feito a partir do posicionamento relativo estático, em que, consistiu na mesma metodologia anterior já posta. Com um dos receptores GPS/GNSS montados no marco UPA, foram feitas as determinações das coordenadas desse ponto por meio da “amarração” da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos sistemas GNSS – RBMC. As bases usadas para o processamento e determinação das coordenadas foram: Foz do Iguaçu - PR, Guarapuava - PR e Chapecó - SC. O programa usado para o processamento pelos dois métodos foi o Trimble® Business Center versão 3.90.

4.5 Levantamento geodésico

O levantamento geodésico foi realizado para determinar os vértices limites, cursos hídricos, trilhas, pontos para determinar a altimetria da área, pontos de controle e de apoio, e levantamento de detalhes com a utilização do aparelho GPS/GNSS RTK (*Real Time Kinematic*), modelo FOIF A90. Esse tipo de aparelho permite que ocorra uma correção instantânea dos sinais recebidos dos satélites pelos receptores usados, ou seja, ocorre uma troca de informações entre os aparelhos GNSS (Base e Rover) de modo a fornecer as coordenadas já durante a fase de coleta no campo (Figura 15) (INCRA, 2013).

Figura 15 - Aparelho GPS/GNSS RTK (Real Time Kinematic), modelo FOIF A90 utilizado para os levantamentos – A: base posicionada no ponto de controle; B: Rover utilizando a campo para coleta



Fonte: Autoria própria (2022).

Essa fase de levantamentos foi feita pelo método de posicionamento relativo estático, estático rápido e cinemático. Para os vértices limitantes, pontos altimétricos, de controle e detalhes foram feitos por posicionamento relativo estáticos e estático rápido com duração mínima de 20 minutos como recomendado pelo Manual de Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais 3ª edição. Já para determinação dos cursos hídricos e trajeto da trilha foi realizado pelo método cinemático, sendo que, foi feito caminhamento nas bordaduras do rio e coletados pontos com maior precisão em locais que apresentassem clareiras com o método relativo estático.

Durante o levantamento geodésico foi utilizado como ponto de apoio o marco UPA já criado, usando as coordenadas UTM desse ponto. Para a realização foram posicionados os aparelhos GPS/GNSS (Base) sobre o marco UPA com as devidas coordenadas inseridas nas configurações do aparelho, e então, o outro aparelho GPS/GNSS (Rover) foi levado a campo para realização das coletas.

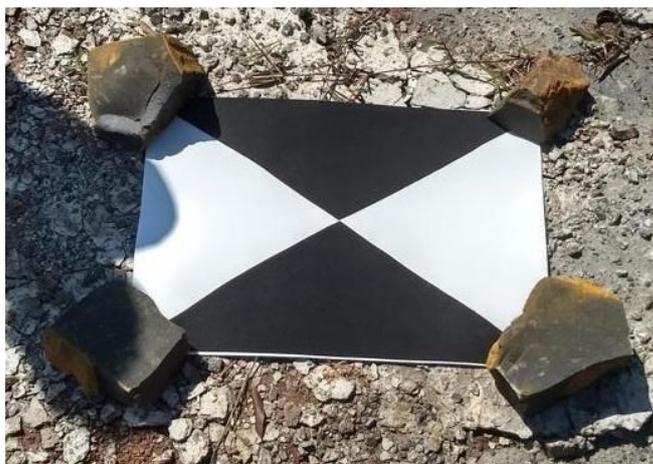
4.6 Locação de pontos de controle

Para o georreferenciamento dos ortomosaicos, foi realizada a locação de pontos de controle na área estudada. A determinação dos pontos foi feita em locais estratégicos que permitem fácil identificação para hora de georreferenciar a imagem feita pelo RPA, bem como para garantir uma melhor geometria espacial para que não venha causar deformação na imagem registrada, sendo então, alocados seis pontos de controle, permitindo o recobrimento em toda a área levantada.

Em estudos feitos pelo Departamento de Transportes de Nevada, chegou-se à conclusão que a quantidade entre 5 a 10 pontos de controle já permite uma alta precisão e não demanda tempos desnecessários nas instalações (PIX4D, 2019).

A confecção dos pontos de controle foi feita com a utilização de folhas de EVA nas cores branca e preta com dimensões de 40 x 60 cm (Figura 16).

Figura 16 - Ponto de controle em matéria de EVA utilizado para visualização em imagem aérea



Fonte: A autoria própria (2022).

Para a determinação das coordenadas desses pontos de controle foi utilizado um GPS/GNSS RTK (*Real Time Kinematic*), modelo FOIF A90 (Figura17), instalando um receptor (Base) no marco UPA e o outro receptor (Rover) no local que foi feito a alocação dos pontos, sendo que o método utilizado foi o levantamento relativo estático.

Figura 17 - Utilização do GPS/GNSS RTK para determinação das coordenadas do ponto de controle



Fonte: Autoria própria (2022).

4.7 Levantamento por RPA

Para realização do levantamento aerofotográfico, utilizou-se uma Aeronave Remotamente Pilotadas (RPA – *Remotely Piloted Aircraft*) modelo Mavic Pro. O planejamento do voo foi montado no site DRONEDEPLOY©, sendo esta, gratuita para gerar o plano de voo e possuir disponibilidade com o modelo adotado para o levantamento na área de estudo.

Esse levantamento foi realizado após a implantação dos seis pontos de controle na área imageada. Dentre as informações inseridas no site para realizar esse plano de voo foi:

- Altura do voo: 120 metros de altitude
- Recobrimento longitudinal: 70%
- Recobrimento transversal: 60%
- Tipo de missão: grade dupla
- Duração do voo: 18 minutos
- Operação: automática

4.8 Geração de ortomosaico

Para o processamento das imagens coletadas na fase de levantamento por Aeronave Remotamente Pilotadas (RPA – Remotely Piloted Aircraft), foi feito no site DRONEDEPLOY®, versão teste, onde foram devidamente processadas e gerada o ortomosaico da área.

4.9 Manipulação em SIG

Após todos levantamentos a campo feitos, foram realizados a manipulação e geração dos documentos cartográficos em um *Software* SIG, sendo usado o QGis versão 3.20.3.

Com o uso da ferramenta de georreferenciamento no QGis, foram atribuídos ao ortomosaico coordenadas precisas, coletadas pelo levantamento dos pontos de controle, permitindo assim, a geração de um *raster* com modelo de projeção UTM e um sistema de referência SIRGAS2000 Fuso 22S.

Com a imagem devidamente georreferenciada foi realizado o transporte de todos os arquivos levantados a campo com apoio do GPS/GNSS. Com os arquivos no *Software* SIG, foi realizado as vetorizações permitindo delimitar a área de estudo, bem como a geração de curvas de nível em uma equidistância de um metro pela ferramenta extrair contornos. Para utilização dessa ferramenta foi necessário realizar uma interpolação dos vetores levantados a campo utilizando a ferramenta krigagem, criando um arquivo em formato raster.

Após as análises feitas foram criadas camadas em formato polígono, linha e ponto para determinar áreas, curso hídricos, trajeto da trilha e feições de interesse que foi observado na área.

4.10 Classificação da trilha

Para realização da classificação da trilha foram utilizados os modelos apresentados por Andrade et al. (2008) quanto a função e forma da trilha. Para classificar quanto ao grau de dificuldade a metodologia de avaliação foi a apresentada pelo FEMERJ (2016).

As classes analisadas para função foi a distância da trilha: curta distância (< que 2.5km), média distância (entre 2.5 a 5 km) longas distâncias (> que 5km) e também sua subdivididas em: guiadas e autoguiada. Quanto ao formato da trilha, as classes para análise são: circular, linear, oito e atalho. Para o grau de dificuldade, foram analisados os parâmetros: esforço físico, exposição ao risco, orientação e insolação.

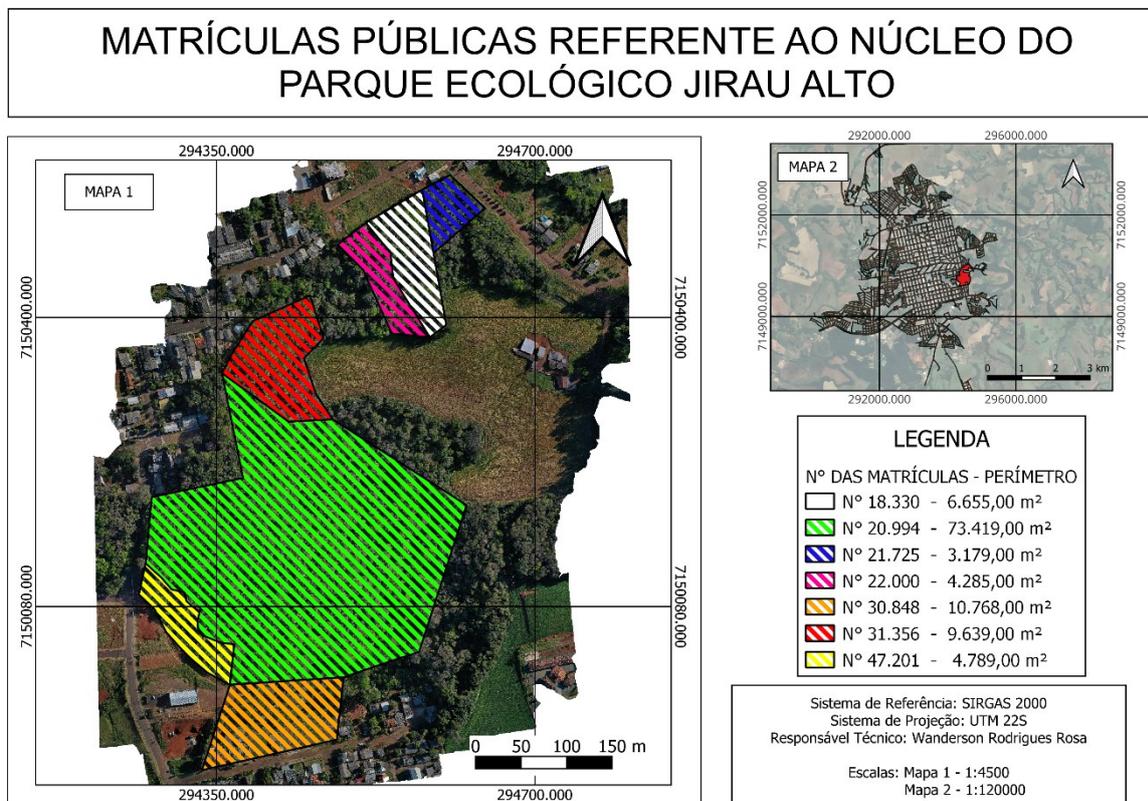
5 RESULTADOS

Com todos levantamentos realizados, os resultados obtidos foram apresentados por mapas temáticos e figuras exemplificativas. Essas representações tratam-se de expor de forma qualitativa as análises feitas.

5.1 Matrículas da área

Ao todo, foram determinadas através dos estudos das documentações referentes ao Núcleo do “Parque Ecológico Jirau Alto”, que legalmente apenas sete matrículas pertencem a área de estudo. Através dos memoriais descritivos, pode-se delimitar o perímetro, chegando a um total de 109.157,07 m² de área verde do parque. No mapa abaixo, podemos ver a delimitação feita e as respectivas matrículas dos imóveis públicos que fazem parte do parque (Figura 18).

Figura 18 - Mapa de delimitação das matrículas urbanas que fazem parte legal do Núcleo do Parque Ecológico Jirau Alto

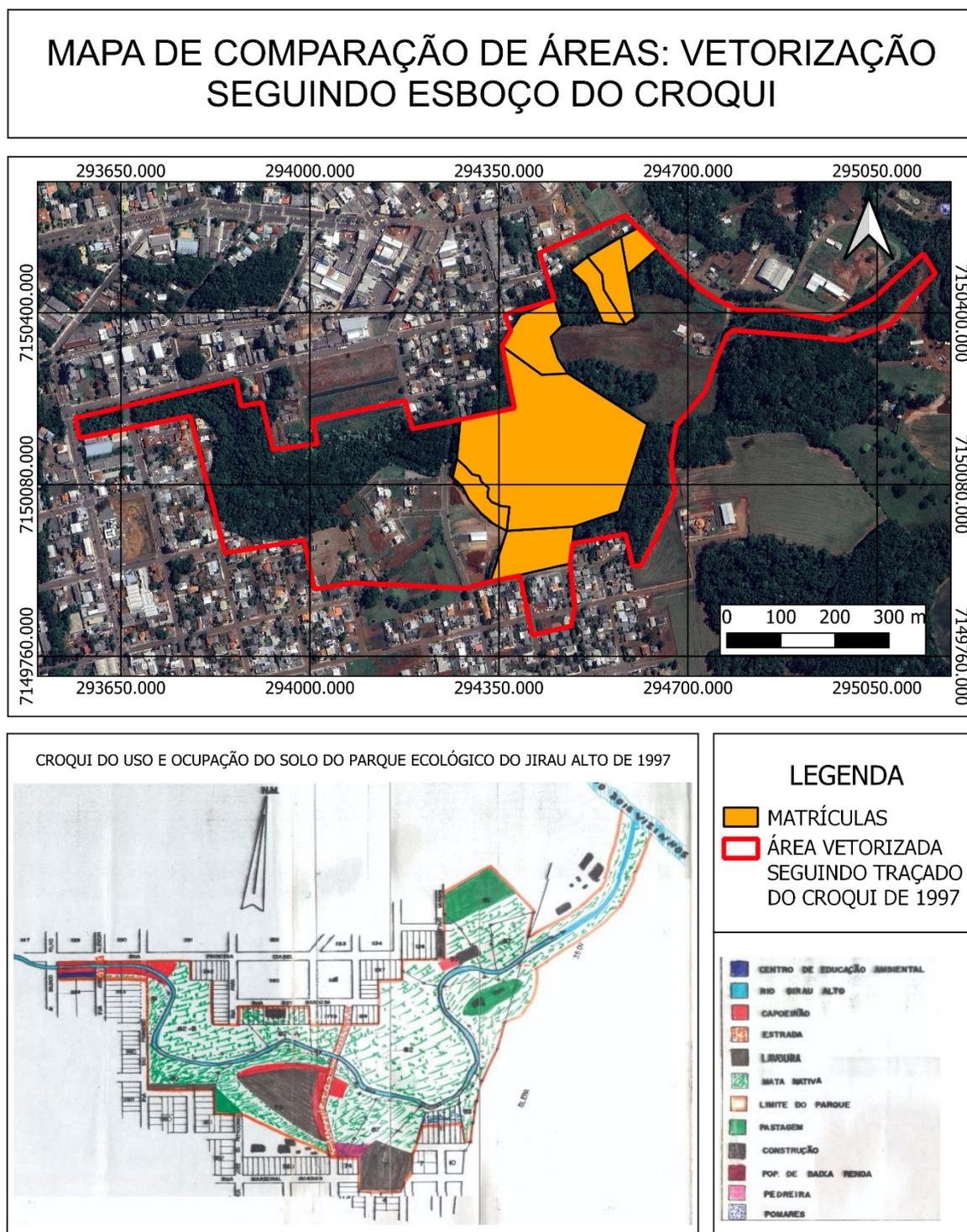


Fonte: Autoria própria (2022).

Durante o levantamento das informações e documentações, pode-se observar que no Decreto Municipal Nº 3.400/1997 a área total de interesse em ser criada uma Unidade de Conservação era maior que a prevista na Lei N.º 2441/2020, sendo assim, considerado por aproximadamente 23 anos desde a iniciativa até a efetivação legal.

Na figura abaixo, pode-se ver através de comparação entre um croqui feito na década de 90 para o plano de manejo da área e na vetorização feita por meio de fotogrametria a partir deste arquivo, que esta área perdeu territorialidade, onde, nas documentações antigas a área apresentava um total de 415.840,95 m². Realizando cálculos simples de matemática, pode-se perceber que aproximadamente 306.683,88 m² de áreas não foram vinculadas ao projeto final, levantando questões do porquê, bem como uma possível nova readequação para inserção dessas novas áreas (Figura 19).

Figura 19 - Mapa comparando área prevista no plano de manejo de 1997 com a área considerada legalmente do parque



Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Sistema de Projeção: UTM 22S
 Responsável Técnico: Wanderson Rodrigues Rosa
 Escalas: 1:9000

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2 Situação atual do Núcleo do Parque Ecológico Jirau Alto

A situação atual do parque encontra-se totalmente abandonado e sem nenhum tipo de infraestrutura adequada para turismo no local. No apêndice 1 está disposto o mapa da situação atual, contendo informações vetoriais de todas as feições levantadas e abordadas neste tópico.

Durante a fase de visitação para reconhecimento da área de estudo, bem como, durante os levantamentos, pode-se elencar grandes perturbações na paisagem como é o caso da grande deposição de dejetos de natureza humana, bem como descarte de materiais de obras (Figura 20). Isso leva à discussão sobre a grande necessidade de fiscalização pelo poder público.

Este grande descarte de lixo se dá pela apropriação de moradias em suas imediações, se tornando uma forma “mais fácil” de se livrar do acúmulo de lixo produzido pelos moradores que residem nas proximidades do parque, bem como pela população em geral que aproveitam da falta de fiscalização. Segundo Beiroz (2015), grande parte das influências de agentes antrópicos em UC's são ocasionados em seus limites territoriais por se tratar da locação inapropriada em seus entornos, gerando assim, detritos poluidores, usos impróprios do solo, dos recursos naturais, bem como outros fatores causadores de perturbações na paisagem.

Figura 20 - Descarte inadequado de lixos dentro da área do parque



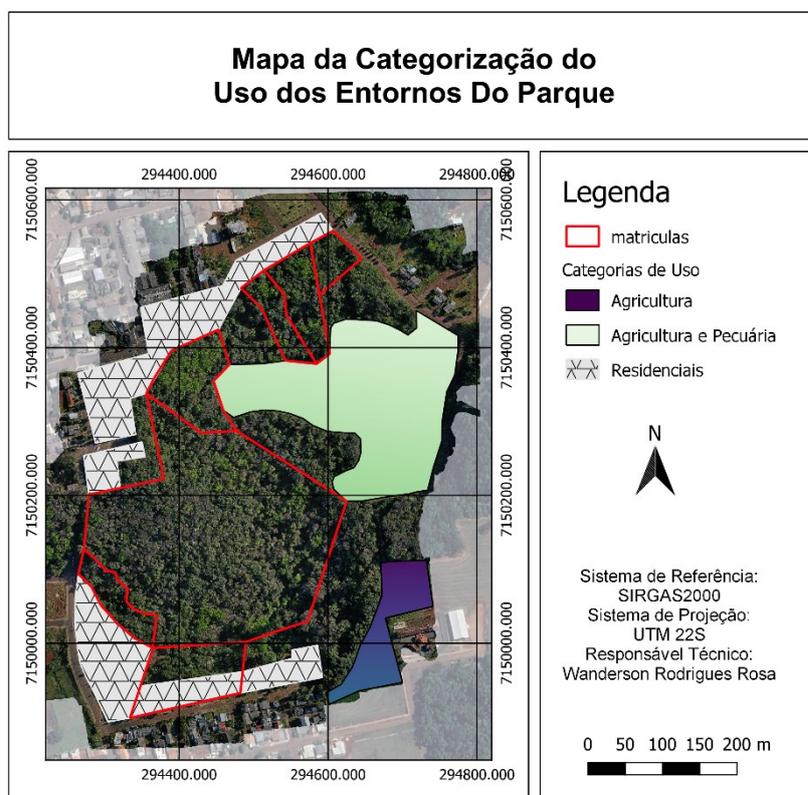
Fonte: Aatoria própria (2022).

O núcleo “Parque ecológico Jirau Alto” foi enquadrado como Parques Naturais Municipais segundo a Lei Federal Nº 9.985/00 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, como é previsto abaixo na legislação de sua criação.

Art. 2º - O Parque Natural Municipal Dois Vizinhos fica enquadrado na categoria de Unidade de Conservação de Proteção Integral, submetendo-se aos critérios e normas de implantação e gestão definidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, instituído pela Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4.430, de 22 de agosto de 2002 (DOIS VIZINHOS, 2020)

Levando em conta acerca das UC's que se enquadre nessa categoria, a lei dispõe que as áreas particulares que estão incluídas em seus limites devem ser desapropriadas com propósito de minimizar os impactos gerados. Como apresentado nesse estudo percebe-se que não é esse o cenário que vemos, onde todas as suas bordaduras encontram-se habitadas por moradias como casas e produtores agrícolas e/ou pecuaristas. Na figura 21, pode-se ver a grande quantidade dessas moradias em torno da área, ocasionando um “sufocamento” da floresta e favorecendo esse descarte inadequado.

Figura 21 - Mapa exemplificando as categorias de uso do solo nos entornos da área do parque



Fonte: Autoria própria (2022).

Além do descarte inadequado de resíduos urbanos na área, foram identificadas valas de escoamento superficial da rede pluvial (Figura 22) e duas redes adutoras de esgoto da Sanepar e tubulações de dejetos sanitários (Figura 23).

Essas redes pluviais, apresentaram uma grande perturbação na paisagem do local, percebendo grandes valas causando degradação do solo, contaminação, erosão e assoreamento do rio. Segundo Silva (2012), os processos erosivos de caráter pluvial podem causar danos tanto de natureza ambiental como social, visto que esses escoamentos implicam em contaminações dos recursos hídricos, que estes interferem na captação e abastecimento de água pública, bem como lixiviação nos horizontes superficiais dos solos.

Figura 22 - Erosão no solo causado pelas redes pluviais inadequadas que desaguam das rodovias



Fonte: Autoria própria (2022).

Já as adutoras de esgoto, bem como o despejo de esgoto sanitário de forma inapropriada podem ocasionar grandes impactos ambientais, além de serem grandes transmissores de patógenos. Mesmo as redes de esgoto serem estruturas muito bem planejadas e arquitetadas, estão sujeitas a ocasionarem problemas como é o caso de algum tipo de vazamento. Nessas hipóteses o ambiente em que essas estações estão inseridas, como é o caso da área de estudo, além de contaminarem o solo e os recursos hídricos, podem afetar diretamente o abastecimento da cidade. De acordo com Melo (2018), os esgotos apresentam em sua composição, grande parte de resíduos sólidos de natureza orgânica, apresentando um alto risco de contaminação por organismos patogênicos devido aos seus processos de decomposição, sendo esses, bactérias, helmintos, protozoários e vírus, bem como agentes químicos poluidores.

Figura 23 - A - Rede adutora de captação de esgoto; B- Rede de esgoto sanitário a céu aberto



Fonte: Autoria própria (2022).

Em relação ao percurso da trilha, este encontra-se em um estado de total abandono, sem nenhum indicativo de manutenção e com trechos que apresentam grandes riscos de acidentes a quem caminha no local.

Durante o levantamento foi diagnosticado vários trajetos com alto risco de acidentes, sendo que, o local não apresenta nenhum tipo de medidas protetivas, como é o caso de locais com risco de desmoronamento, risco de quedas em alturas sem presença de guarda-corpos, locais íngremes e bastante úmidos podendo ocasionar escorregões pelos visitantes, falta de sinalizações e bancos para descanso e/ou até mesmo contemplação da paisagem. Outro fator muito crítico encontrado é a falta de pontos de coletas seletivas no local, tendo apenas uma lixeira na entrada da trilha totalmente danificada, causando um descarte inadequado de lixo em seus trechos de visitação (Figura 24).

Figura 24 - A – Trajeto da trilha apresentando alto risco de acidente; B – Lixeira em mau estado



Fonte: Autoria própria (2022).

Foram encontradas duas nascentes na área do parque, sendo essas muito importantes para o município, visto que, desaguando no rio Jirau e este no rio Dois Vizinhos, estas nascentes devem ter uma certa proteção e preservação, pois essas subsidiam o abastecimento desses rios que por fim da cidade, sendo que, a captação de água do município depende desses afluentes (Figura 25).

Figura 25 - Nascente de água encontrada na área do parque



Fonte: Autoria própria (2022).

5.3 Classificação da trilha

Para avaliar a classificação da trilha do Núcleo do Parque Ecológico do Jirau quanto ao grau de dificuldade (Figura 26) foi elaborado uma figura contendo símbolos que representa de forma visual as classes avaliadas.

Figura 26 - Classificação da trilha quanto ao grau de dificuldade



Fonte: Autoria própria (2022).

Os métodos de classificação quanto ao grau de dificuldade são muito instáveis, pois esse levanta parâmetros que podem variar da condição de cada pessoa já que esta metodologia prevê a avaliação de esforços físicos. Nesse parâmetro é avaliado a duração, o percurso, o desnível, obstáculos e o terreno. Deste modo, como essas características apresentaram baixa significância, o tipo de esforço que um visitante terá para caminhar no local será leve. Pelo fato da trilha já ter sido projetada seguindo a margem do rio, isso favoreceu quanto a maior parte das características analisadas.

Quanto à exposição, está relacionada à probabilidade de ocorrer algum acidente no percurso da trilha. Como seu traçado apresentou poucos locais de riscos graves de acidentes, e estes, podem ser extinguidos com utilização de equipamentos de proteção coletiva (EPCs), essa probabilidade de exposição a riscos se tornam pequenas.

A orientação nos diz respeito a quanto o visitante consegue se orientar em uma trilha, sem que esse se perca ou se sinta confuso em qual direção seguir. Neste caso, a trilha do parque do Jirau Alto é classificada como fácil, pois essa apresenta apenas um percurso e de fácil orientação em seguir o traçado da trilha. De acordo com FEMERJ

(2016), esse parâmetro irá considerar aspectos tanto da paisagem bem como sua acessibilidade, sendo essas o tipo de vegetação (aberta ou fechada), declividade, sinalização, dentre outros.

Já a insolação avalia a porcentagem de locais que permitem que o visitante fique exposto aos raios do sol diretamente. Esse parâmetro está muito ligado ao tipo de vegetação do local. No caso da trilha do parque do Jirau Alto, é totalmente coberta levando em conta seu estágio sucessional com presença de árvores de copas frondosas ocasionando uma baixa insolação.

A trilha apresenta função de recreação, lazer, ecoturismo e educação ambiental, sendo esta enquadrada como trilha de curta distância autoguiada. Já quanto sua forma, a mesma ficou classificada como trilha de atalho pois sua ida e volta se dá pelo mesmo caminho, cruzando um ponto ao outro, sendo sua entrada principal pela Rua Irineu Guse Claudino, e sua saída na Rua Reinaldo Cazella.

5.4 Proposta de revitalização da trilha do Núcleo do Parque Ecológico Jirau Alto

Como a trilha já se encontra com um traçado inicial, não havendo uma necessidade de um planejamento de uma rota, as atividades propostas para a revitalização da trilha, pretendeu-se utilizar equipamentos facilitares como forma de corrigir áreas que apresente riscos aos visitantes, sendo esses facilitadores: criação de guarda-corpos; escadas; pontes; placas sinalizadoras; mobiliários e controle da erosão provinda de escoamento da rede pluvial e das margens do curso d'água. No apêndice 2 está disposto o mapa da proposta de revitalização, contendo informações vetoriais de todas as feições levantadas e abordadas neste tópico.

5.4.1 Acessibilidade

Com os levantamentos feitos a campo, obteve-se uma média de 1,94 metros de largura do corredor, e um piso com média de 27 centímetros (Figura 27). Segundo São Paulo (2009), os corredores em trilha cujo seu objetivo é a caminhada para contemplação da paisagem, o recomendável é que se tenha uma largura de no mínimo 2 metros de largura e uma abertura de 2,5 metros de altura como forma de proporcionar uma maior visão de tráfego.

Figura 27 - Largura do corredor e piso da trilha



Fonte: Autoria própria (2022).

Durante os estudos de revitalização não houve nenhum local que apresentasse necessidade de implantação de redes e nem barreiras de drenagem, bem como cortes e aterros para melhora do piso e corredores da trilha.

Em locais que apresentam uma declividade superior a 20 graus, será proposto a instalação de escadarias como forma de permitir maior conforto e segurança para as pessoas que utilizam o espaço. Foram determinados três locais que atenderam a esta demanda para introdução desses facilitadores.

As escadas propostas serão do tipo fixa com material natural tendo em sua composição rochas, madeiras e terra batida (Figura28) e terão as seguintes projeções: espelhos com 0,16 metros, piso com 0,28 metros e largura de 0,9 metros. A utilização desses materiais se justifica pela abundância de rochas na área do parque, e a grande quantidade da espécie arbórea Uva Japão (*Hovenia dulcis*) que podem ser utilizadas na confecção devido sua condição exótica invasora no local sendo uma alternativa para manejo nessa área. Sua estruturação se dará com troncos de madeira sendo os espelhos e rochas e terra batida no piso. Para que não haja deslocamento dos espelhos

deverá estar “amarrados” com piquetes em suas extremidades com um comprimento de 0,4 metros e um diâmetro de 0,05 metros.

Figura 28 - Exemplificação de um modelo de escada utilizando madeira, rochas e terra batida



Fonte: ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F. (2008).

Como o percurso da trilha apresenta alguns trechos com altos riscos de quedas, como proposta, será a implantação de guardas-corpos nesses pontos, bem como onde estão projetadas as escadas. Foram determinados 11 trechos que necessitam desses facilitadores, e serão utilizados tanto materiais sintéticos como naturais.

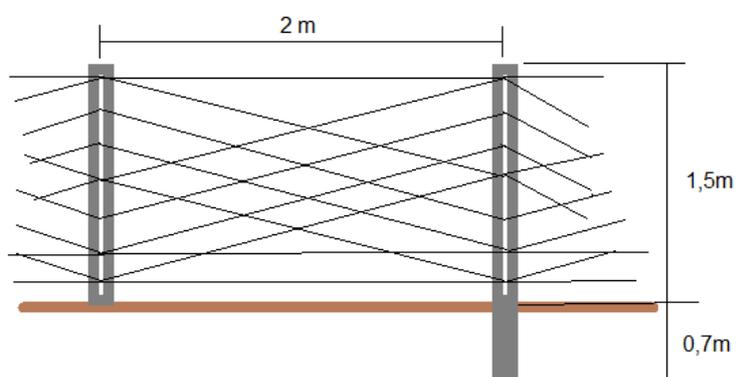
Como na entrada principal da trilha apresenta uma grande diferença de elevação do local do corredor e do rio, sendo uma diferença de aproximadamente 3,5 metros de altitude, como já apresenta uma antiga estrutura de guarda-corpo, serão utilizados mourões de concreto (Figura 29). Para isso, serão retirados os mourões presentes no local e analisados se ainda estão viáveis a serem utilizados, caso contrário serão utilizados novos mourões, alocados a cada 2 metros de distância e fechado com grades em arame liso em modelo cruzado (Figura 30). As dimensões deverão seguir no mínimo as atribuídas pela ABNT - NBR 14718/01.

Figura 29 - Estrutura do guarda-corpo em mourão de concreto



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 30 - Exemplificação de modelo de guarda-corpo feito com mourões e arame liso cruzado



Fonte: Autoria própria (2022).

Os guarda-corpos nas escadarias (Figura 31) poderão ser feitos de madeira que apresentem propriedades físicas desejáveis, pois esses estarão expostos diretamente a fatores bióticos e abióticos. Estes também deverão seguir as especificações da ABNT - NBR 14718/01.

Figura 31 - Exemplificação de modelo de guarda-corpo utilizado em escadarias



Fonte: FARIA, H.H., PIRES, A.S. (2013).

Como no percurso da trilha apresenta dois pontos de vazão de água da nascente que deságua no rio Jirau Alto, a proposta será implantar pontes para a travessia desses cursos, bem como uma passarela no local onde ocorre o escoamento superficial da encosta. Essas travessias terão um comprimento de 1,5 metros e serão acompanhadas de guarda-corpos. O modelo da ponte sugerido é o estilo japonês (Figura 32).

Figura 32 - Exemplificação de modelo de pontes para travessias. A – Ponte modelo japonês; B – Ponte reta



Fonte: (A) Site Decoração de interiores, (2015); (B) FARIA, H.H., PIRES, A.S. (2013).

5.4.2 Sinalizações

As sinalizações em trilhas são formas de passar informações aos visitantes sobre riscos, atratividades e situação do percurso. Essas sinalizações são partes fundamentais em implantações de trilhas ecológicas, e para uma efetiva revitalização é extremamente necessário a utilização de placas para que os visitantes aproveitem ao máximo a experiência no local.

Como proposta, serão recomendadas placas sinalizadoras na entrada e saída da trilha informando a distância do percurso, classificação da trilha, informações de riscos e segurança, bem como informações sobre a UC's. Na figura 33 está exposto um modelo de placa de entrada/saída da trilha contendo todas as informações já citadas e um mapa temático do local.

Figura 33 - Modelo de placa de Sinalização informativa na entrada da trilha



Fonte: ARAÚJO, F.F. et al. (2019).

Nas sinalizações de percurso estão expostas informações quanto à metragem do percurso, sendo colocada a cada 200 metros nos locais cujo o acesso não é permitido e locais de pontos de descanso.

As sinalizações educacionais (Figura 34) serão espalhadas em pontos estratégicos informando ao visitante boas condutas na área, sendo essas proibições de lançar lixo no chão, vandalismo, respeitar placas de perigo e não realizar queimadas.

Figura 34 - Modelo de placas de sinalização educacionais



Fonte: ARAÚJO, F.F. et al. (2019).

As sinalizações interpretativas (Figura 35) estarão em locais com características cênicas e até mesmo em pontos onde apresentam alguma relevância informacional, como é o caso de placas informando espécies arbóreas na trilha.

Figura 35 - Modelo de placa de sinalização interpretativa



Fonte: ARAÚJO, F.F. et al. (2019).

As sinalizações emergenciais (Figura 36) são propostas em locais cujo necessite informar algum perigo ao visitante, como é o caso em áreas de deslizamento e

desmoronamento de terra, áreas úmidas com risco de escorregões e em locais de quedas em altura.

Figura 36 - Modelo de placa de sinalização emergenciais



Fonte: ION DAVID. Blog - Travessia Ecoturismo (2021).

5.4.3 Mobiliários

Os mobiliários propostos para inserir na trilha serão bancos, mesa e lixeiras. Os bancos estarão distribuídos em toda a extensão da trilha, em locais sombreados e que apresentam grande área de corredor. As locações dos mesmos se darão para descanso e também contemplação da paisagem. Será proposto 10 bancos, sendo esses, de madeira e concreto (pés em concreto armado e assento e encosto em madeira) com suas dimensões de 1,5x0,52x0,75 metros (Figura 37).

Figura 37 - Modelo de banco a ser utilizado tanto para descanso como contemplação da paisagem



Fonte: AGLOBAL DISTRIBUIDORA (2022).

A mesa acompanhada de bancos será implantada apenas em um ponto do percurso da trilha, sendo este, com uma grande área limpa para circulação, onde nota-se que os visitantes utilizam esse espaço para recreação. A mesa terá as seguintes dimensões: 0,75 metros de altura e 0,70x0,70 metros de superfície, construída com toda estrutura de madeira bem como os bancos de entorno (Figura 38).

Figura 38 - Modelo de mesa conjunta com bancos para descanso



Fonte: SPYD-PARQUES & SUPER PARQUES Y DIVERSIONES (2022).

Já as lixeiras serão instaladas nas entradas/saídas da trilha, bem como a no interior do parque, totalizando 4 lixeiras no percurso e 1 em cada entrada. A proposta das lixeiras é utilizar modelos sustentáveis como forma de conscientizar a população em práticas de reciclagem de objetos (Figura 39).

Figura 39 - Modelo de lixeira ecológica

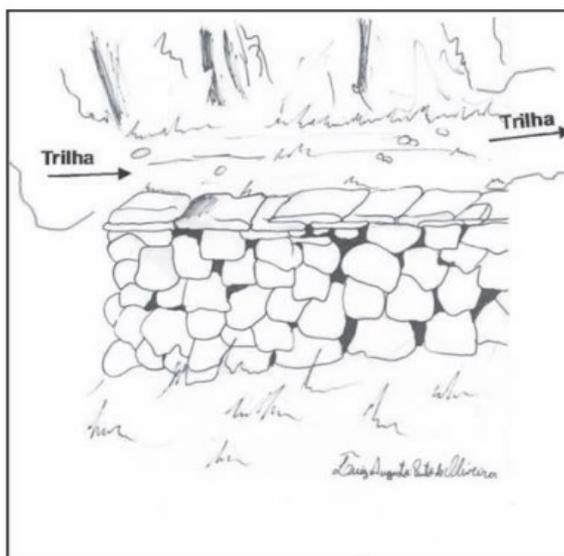


Fonte: BRANDÃO, L. (2014).

5.4.4 Controle erosivo

Para corrigir problemas relacionados à erosão nos trechos críticos de desbarrancamento, a alternativa proposta é a utilização de rochas para erguer uma barreira física, diminuindo o atrito entre a água do rio com o barranco (Figura 40). Já para as erosões ocorridas do escoamento da rede pluvial, deverá ser implantada manilhas de concreto e rotacionadas para que o escoamento seja direcionado a rede de esgoto da cidade e não lançada diretamente nos afluentes hídricos.

Figura 40 - Modelo de contenção a erosão utilizando rochas



Fonte: ANDRADE, W. J.; ROCHA, R. F. (2008).

6 CONCLUSÃO

A implantação de Unidades de Conservação apresenta grandes vantagens sociais, além de promoverem a conservação e preservação dos recursos naturais elas proporcionam uma interação do homem com a natureza criando assim uma melhora na qualidade de vida, como é o caso de recreação, lazer, ecoturismos e educação ambiental. São as trilhas ecológicas nessas UC's, responsáveis por proporcionar esse contato direto com a natureza criando inter-relações e estimulando e conscientizando da grande necessidade de conservar o meio ambiente.

Com esse estudo pode-se ver a grande necessidade do poder público em monitorar essas áreas naturais de forma a evitar o uso indevido, como é o caso da grande quantidade de despojamento de lixos de natureza humana lançados de forma errada nesses locais, bem como de redes sanitárias que proporcionam doenças infecciosas. Também proporciona um incentivo ao poder público em englobar na área do parque, os locais que não foram anexados como foi apresentado.

Portanto, conclui-se que com esses levantamentos feitos notou-se que não são necessárias grandes mudanças para uma revitalização da trilha, apenas com a utilização de equipamentos facilitadores como salva-corpos, placas sinalizadoras e mobiliário o local estará apto para receber a população para visitação, além é claro, de um bom monitoramento e manejo pelo poder público, os resultados poderão ser alcançados, visto que o local apresenta uma trilha com seu traçado em um bom estado.

REFERÊNCIAS

5 DICAS PARA EVITAR ERRO NO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE DRONES.

MAPPA, Florianópolis – SC, 18 de set. 2019. Disponível em: <https://mappa.ag/blog/5-dicas-para-evitar-erro-no-processamento-de-imagens-de-drones/>. Acesso em: 10 de mar. 2021.

ANAC – Agencia Nacional de Aviação Civil. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf. Acesso em: 11 de mar. 2021.

ANDRADE, W. J.; ROCHA, R.F. **Manejo de trilhas**: um manual para gestores. IF, Série Registros, São Paulo, n. 35, p. 1-74, mai. 2008. Disponível em: <http://www.quoos.com.br/condutor/manual%20de%20producao%20de%20trilhas.pdf>. Acesso: 10 de set. 2021.

ARAÚJO, N.M., BARRETO, C.G. **Parques Urbanos**: O Caso do Parque de uso Múltiplo da Asa Sul – Distrito Federal. IX Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente – SNCMA, III CIPEEX, Distrito Federal, v.2. 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/3115/1231>. Acesso: 14 de mar. 2021.

Araújo, F.F. et al. **Manual de sinalização de trilhas**. 2. ed.- Brasília: ICMBIO / IBAMA. Brasília – DF. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/Us-publico/manual_de_sinalizacao_de_trilhas_sinalizacao_rustica.pdf. Acesso em: 20 de out. 2022.

ARCHELA, R.S., THÉRY, H. **Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos**. Confins, n. 3, 2008. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.3483>. Disponível em: <http://confins.revues.org/index3483.html>. Acesso em: 13 de mar. 2021.

ASPRS - American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. 1989, p 979 - 984. Disponível em: https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1989journal/jul/1989_jul_979-984.pdf. Acesso em: 12 de mar. 2021.

Bancos de Madeira/Concreto. Aglobal distribuidora. 2022. Disponível em: <https://cestosdelixoelixeiras.com.br/bancos-de-madeira-concreto/bancos-de-madeira-concreto/banco-de-madeira-modelo-americano>. Acesso em: 20 out. 2022.

BARBOSA, L.C.; LUCENA, Y.L.M.; CANDEIAS, A.L.B. **Desenvolvimento de um aplicativo computacional para mosaicagem de imagens digitais utilizando Matlab**. Revista brasileira de Geomática, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 472-483, out/dez. 2017. DOI: 10.3895/rbgeo. v5n4.5516. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/5516>. Acesso em 04 de mar. 2021.

BEIDOU.GOV - **Sistema de Navegação por Satélite Beidou**. Introdução do Sistema de Navegação por Satélite Beidou. Disponível em: <http://www.beidou.gov.cn/xt/xtjs/>. Acesso em: 04 de mar. 2021.

BEIROZ, H. **Zonas de amortecimento de unidades de conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios.** Desenvolvimento Meio Ambiente, v. 35, p. 275-286, dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/38253>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

BETTIATO, G. **O Parque Ecológico Jirau Alto, Município de Dois Vizinhos – PR: Espaço de Preservação Ambiental e de Lazer?** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2019. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4397#preview-link0>. Acesso: 15 de mar. 2021

BEZERRA, G. S. C. L.; CARVALHO, R. M. C. M. D. O.; LYRA, M. R. C. C.; FRUTUOSO, M. N. M. de A.; RODRIGUES, S. S. F. B. **Política pública, participação social e gestão de unidades de conservação: novos caminhos para antigos desafios.** HOLOS, [S. l.], v. 6, p. 117–129, 2018. DOI: 10.15628/holos.2018.4486. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/4486>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BORGES, R.O.; FAZAN, A.J.; SOBRAL, L.T.; RIBEIRO, R.F.; LANZA, D.S. **Utilização de drones de pequeno porte como alternativa de baixo custo para caracterização topográfica da infraestrutura de transportes no brasil.** XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326449933_utilizacao_de_drones_de_pequeno_porte_como_alternativa_de_baixo_custo_para_caracterizacao_topografica_da_infraestrutura_de_transportes_no_brasil. Acesso: 15 de mar. 2021.

BRANDÃO, L. **Tambor da máquina de lavar roupas pode virar um luxo de lixeira.** Atitude Sustentável, 15 de fev. 2014. Disponível em: <http://atitudesustentavel.com.br/blog/2014/02/15/tambor-da-maquina-de-lavar-pode- virar-um-luxo-de-lixeira/>. Acesso em: 20 de out. 2022.

BRASIL. Lei número 12.651 de 25 de maio de 2012. **Novo Código Brasileiro.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 de mar. 2021.

_____. Lei número 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 15 de mar. 2021.

_____. Lei número 9.985 de 18 de julho de 2000. **Estabelece o sistema nacional de unidades de conservação da natureza.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 15 de mar. 2021.

_____. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. **CONAMA – Conselho Nacional do Meio-ambiente.** 2006, Seção 1, páginas 150 – 151. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_12_2013_15.00.37.7bd8d431d55dcfcfee40314c9c495266.pdf. Acesso em: 15 de mar. 2021.

BRITO, J.L.N.S.; FILHO, L.C.T.C. **Fotogrametria digital.** Executiva, Rio de Janeiro, EdUERJ, p.196. 2007. Disponível em: http://www.efoto.eng.uerj.br/images/Documentos/fotogrametria_digital_revisado.pdf. Acesso em: 10 de mar. 2021.

Como faço para usar pontos de controle de solo? Um guia para usar pontos de controle de solo com software de mapeamento de drones. DroneDeploy, 2017.

Disponível em: <https://www.dronedeploy.com/blog/what-are-ground-control-points-gcps/>. Acesso em: 10 de mar. 2021.

Como funciona o Sistema Global de Navegação por Satélite? SANTIAGO E CINTRA: GEO-TECNOLOGIAS, 2018. Disponível em: <https://www.santiagoecintra.com.br/blog/geo-tecnologias/como-funciona-o-sistema-global-de-navegacao-por-satelitey>. Acesso em: 04 de mar. 2021.

CÔRTEZ, J.B.R. **Análise da estabilidade geométrica de câmeras digitais de baixo custo com diferentes métodos de calibração**. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24923/final_quin_ficha.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 14 de mar. 2021.

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **UAS / Drone**. Força Aérea Brasileira. 2021. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/?i=utilidades&p=rpa-drone>. Acesso em: 11 de mar. 2021.

DENT, B. D. **CARTOGRAPHY Thematic Map Design**. WCB McGraw-Hill. Nova York, EUA. 1999. 5ª ed. 417p.

DIAS, A.C.; NETTO, B.V.M; MARCONDES, M.A.P. **Trilha interpretativa do rio Taquaral – Parque Estadual de Carlos Botelho**. Boletim Técnico IF. 1º Ed. v. 40-A. p. 11-32. 1986.

DOIS VIZINHOS. Prefeitura Municipal. **O Município**. 2021. Disponível em: <https://www.doisvizinhos.pr.gov.br/p/o-municipio>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

_____. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Municipal do município de Dois Vizinhos**: LEI Nº. 687/1995, 1995. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-dois-vizinhos-pr>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

_____. Prefeitura Municipal. **Criação do Parque Natural Municipal Dois Vizinhos**. LEI N.º 2441/2020. Disponível em: <https://www.cmdv.pr.gov.br/upload/proposicoes/5611.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

ELING, C.; WIELAND, M.; HESS, C.; KLINGBEIL, L.; KUHLMANN, H. **Development and evaluation of a uav based mapping system for remote sensing and surveying applications**. **International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics**, Vol. XL-1/W430, Aug - Sep, Toronto, 2015. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-1-W4/233/2015/isprsarchives-XL-1-W4-233-2015.pdf>. Acesso em: 10 de mar. 2021.

EL-MEWAFI, M. I.; BESHAR, A.A.; ZAHER, I. **Assessment Accuracy of Static Relative Positioning Using Single Frequency GPS Receivers**. International Journal of Scientific & Engineering Research, v. 6, Issue 8, August, 2015. Disponível em: <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?Assessment-Accuracy-of-Static-Relative-Positioning-Using-Single-Frequency-GPS-Receivers.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

ERICKSON, C. **GPS POSITIONING GUIDE**. Minister of Supply and Services Canada, p.45-47. 1995. Disponível em:

http://www.ceri.memphis.edu/people/rsmalley/ESCI7355/GPS_Guide_e.pdf. Acesso em: 06 de mar. 2021.

FARIA, H.H., PIRES, A.S. **Revitalização da trilha 'morro do diabo', no parque estadual do morro do diabo, São Paulo, Brasil**. Anais do 2 Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas / I Colóquio Brasileiro para a Red Latinoamericana de Senderismo, 16 a 18 de out. de 2013. Rio de Janeiro. 1290 p. Rede Sirius-Rede de Bibliotec., 2013. ISBN 978-85-88769-56-4. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/Anais%20do%20%20Congresso%20Nacional%20de%20Planejamento%20e%20Manejo%20de%20Trilhas%20-%20%20Colquio%20Brasileiro%20para%20a%20Red%20Latinoamericana%20de%20Senderismo%20GT%2002.pdf#page=52>. Acesso em: 20 de out. 2022.

FEMERJ - FEDERAÇÃO DE MONTANHISMO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Metodologia de Classificação de Trilhas**. Vº6. jun. de 2016. Disponível em: <http://www.femerj.org/wp-content/uploads/FEMERJ-STM-2015-01-metodologia-de-classificacao-de-trilhas.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.

FERREIRA, A.M.R. **Avaliação de câmara de pequeno formato transportada por veículo aéreo não tripulado – VANT, para uso em aerolevantamentos**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Brasília, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/33549802.pdf>. Acesso em: 14 de mar. 2021.

FIGUEIREDO, E.O.; D'OLIVEIRA, M.V.N.; FIGUEIREDO, S.M.M. **Uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) no Planejamento Florestal**. Anais de palestras. VIII Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. 6 - 8 de out. Sinop. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1056303/1/26199.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 2021.

FIGUEIREDO, E.O.; FIGUEIREDO, S.M.M. **Planos de voo semiautônomos para fotogrametria com aeronaves remotamente pilotadas de classe 3**. EMBRAPA, Circular Técnica 7. Rio Branco, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187874/1/26750.pdf>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

GIOVANINI, A. **Posicionamento relativo?** Blog Adenilson Giovanini. 2021. Disponível em: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/posicionamento-relativo/>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

GOMES, M.A.S. **Parques urbanos, políticas públicas e sustentabilidade**. Mercator. Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 79-90, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/mercator/v13n2/1676-8329-mercator-13-02-0079.pdf>. Acesso: 14 de mar. 2021.

GUILLAUMON, J. R. **Análise das trilhas de interpretação**. São Paulo: Boletim Técnico do Instituto Florestal, 1977.

GPS.GOV. **Sistemas**: Segmento espacial. 2021. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>. Acesso em: 04 de mar. 2021.

GSC -European GNSS Agency. **Programa**: Satélites operacionais. 2021. Disponível em: <https://www.gsc-europa.eu/galileo/programme>. Acesso em: 04 de mar. 2021.

HASEGAWA, J.K.; JUNIOR, E.R.A. **Mosaico com imagens digitais**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 10, n. 1, p.31-50, 2004. Disponível em: [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/1458-3244-1-PB%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/1458-3244-1-PB%20(4).pdf). Acesso em: 04 de mar. 2021.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; WASLE, H. **GNSS**: Global Navigation Satellite Systems - GPS, GLONASS, Galileo, and more. Austria: SpringerWien, NewYork, p. 6, 309. 2008. Disponível em: <https://nguyenduyliemgis.files.wordpress.com/2014/09/gnss-global-navigation-satellite-systems-gps-glonass-galileo-and-more-2008.pdf>. Acesso em: 04 de mar. 2021.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Programa Estadual Parques Urbanos**. PORTARIA IAP Nº 280, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2019. Disponível em: http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=4315. Acesso em: 15 de mar. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Acesso e uso de dados geoespaciais**. Coordenação de Cartografia, Rio de Janeiro, p.143, Manuais técnicos em geociências, n.14. 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101675.pdf>. Acesso: 13 de mar. 2021.

_____. **Atlas Escolar**: Conceitos gerais – história da Cartografia. 2021. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/historia-da-cartografia>. Acesso: 02 abr. 2021.

_____. **GNSS**. Atlas Escolar. 2021. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-cartografia/sistema-global-de-navegac-a-o-por-sate-litess.html>. Acesso: 04 de mar. 2021.

_____. **Introdução a Cartografia**. Diretoria de Geociências, Departamento de Cartografia. 2009. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv44152_cap2.pdf. Acesso: 13 de mar. 2021.

_____. **RECOMENDAÇÕES PARA LEVANTAMENTOS RELATIVOS ESTÁTICOS – GPS**. 2008. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/recom_gps_internet.pdf. Acesso em: 13 de mar. 2021.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Manual Técnico de Posicionamento**: georreferenciamento de imóveis rurais. 1 ed., Brasília, 2013. Disponível em: https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_tecnico_posicionamento_1ed.pdf. Acesso em: 15 de mai. 2021.

Ion David. **Por que é importante seguir as placas!** Travessia Ecoturismo. Alto Paraíso – GO, 20 de jul. 2021. Disponível em: <https://travessia.tur.br/por-que-e-importante-seguir-as-placas/>. Acesso em: 20 de out. 2022.

Jardins com pontes. Decoração de interiores. 20 de fev. 2015. Disponível em: <http://www.decoracaointeriores.org/jardins-com-pontes/>. Acesso em: 20 de out. 2022.

JORGE, L.A.C.; INAMASU, R.Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão**. FERRAMENTAS PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO, Revisão Ferramentas, Cap.8, p.109-134, Embrapa Instrumentação, São Carlos – SP, 2014. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114264/1/CAP-8.pdf>. Acesso em: 11 de mar. 2021.

JÚNIOR, L.R.A. **Análise de produtos cartográficos obtidos com câmera digital não métrica acoplada a um veículo aéreo não tripulado em áreas urbanas e rurais no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4952>. Acesso em: 20 de mar. 2021.

LAZARIDOU, M.A.; PATMIOS, E. N. **Photogrammetry – remote sensing and geoinformation**. XXII ISPRS Congress, vol. XXXIX-B6, Austrália, 2012. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XXXIX-B6/69/2012/isprsarchives-XXXIX-B6-69-2012.pdf>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

LIMA, L.A. **Avaliação da técnica de georreferenciamento direto em mapeamento aerofotogramétrico**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/296884188.pdf>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

MACEDO, S.S., SAKATA, F.G. **Parques Urbanos no Brasil – Brazilian Urban Parks**. Editora da Universidade de São Paulo, Coleção Quapá, 3ª edição, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/64516738/macedo-sakata-parques-urbanos-no-brasil>. Acesso 14 de mar. 2021.

MAGANHOTTO, R.F., SANTOS, L.J.C., MIARA, M.A. **Planejamento de trilhas em áreas naturais – estudo de caso sítio da alegria, Prudentópolis/Guarapuava – Pr**. Revista Geografar www.ser.ufpr.br/geografar, Curitiba, v.4, n.2, p.143-163, jul./dez. 2009.

MALTA, L.; BARROS, J.E.; CANDEIAS, A.L.B. **Projeto aerofotogramétrico para rpa's (vant) no aterro sanitário no município de escada**. XIX Semana de Engenharia Florestal da UFRPE, Recife, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317348735_projeto_aerofotogrametrico_para_rpa%27s_vant_no_aterro_sanitario_no_municipio_de_escada. Acesso em: 12 de mar. 2021.

MELO, A.G.S. **Impactos da contaminação ambiental do rio Imbassá por lançamento de esgotos domésticos**. Monografia de especialização. Medianeira – pr. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22502>. Acesso em: 20 de set. 2022.

MENESES, L.F.; FIGUEIREDO, E.C.T.P.; LEITE, E.P.F. **Ortorretificação de fotografias aéreas de pequeno formato obtidas com câmera digital convencional**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2008. Disponível em: <https://silo.tips/download/ortorretificacao-de-fotografias-aereas-de-pequeno-formato-obtidas-com-camara-digi>. Acesso em: 20 de mai. 2021.

MONICO, J. F.G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. Editora UNESP, 2ª Edição, São Paulo, p.333, 339 e 343, 2008.

NADIR JÚNIOR, A. M.; SALM, J. F.; MENEGASSO, M. E. **Estratégias e ações para a implementação do ICMS ecológico por meio da co-produção do bem público.**

Revista de Negócios, 12(3), 62-73, 2007. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/267425996_estrategias_e_acoes_para_a_implementation_do_icms_ecologico_por_meio_da_co-producao_do_bem_publico. Acesso em: 20 de mar. 2021.

Navarro, A.P et al. **Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática.** Editorial UOC, 1ª ed, Barcelona, 2011.

NUNES, G.M.; VIEIRA, D.J.E.; CARVALHO, S.P.C. **Avaliação preliminar de dados obtidos por vant em talhão florestal clonal de Eucalyptus urograndis h13 no Estado de Mato Grosso.** SENGEF - XI Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, Cuiabá, 2014. Disponível em:

<https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/2adfeb89164b6b251be167d82a47410b.pdf>. Acesso em: 13 de mar. de 2021.

ONIGA, V.E.; BREABAN, A.L.; STATESCU, F. **Determining the Optimum Number of Ground Control Points for Obtaining High Precision Results Based on UAS Images.** Proceedings, p. 2-352, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-3900/2/7/352>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

PARANÁ. Lei complementar nº 59 de 01 de outubro de 1991. **Repartição de 5% do ICMS.** Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-complementar-n-59-1991-parana-dispoe-sobre-a-reparticao-de-5-do-icms-a-que-alude-o-art-2-da-lei-n-9491-90-aos-municipios-com-mananciais-de-abastecimento-e-unidades-de-conservcao-ambiental-assim-como-adota-outras-providencias>. Acesso em: 20 de mar. 2021.

PEREIRA, V.A.S.; CAMARGO, P.O.; TACHIBANA, V.M. **Análise multivariada aplicada no estudo dos efeitos da ionosfera, troposfera e multicaminho nos sinais gnss.** Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, n. 68/3, p. 567-580, 2014. Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44415/23490>. Acesso em: 04 de mar. 2021.

Planejamento de voo: tudo que você precisa saber. DRONENG DRONES E ENGENHARIA, 2015. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/planejamento-de-voo-tudo-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

Pontos de controle no solo: por que são importantes? Pix4D AS, 2019. Disponível em: <https://www.pix4d.com/blog/why-ground-control-points-important>. Acesso em: 10 de mar. 2021.

PRUDKIN, G.; BREUNIG, F.M. **Drones e ciência:** Teoria e aplicações metodológicas. v. 1, FACOS-UFSM, Santa Maria, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/18774>. Acesso em: 10 de mai. 2021.

ROCHA, C.H.B. et al. **Mapeamento de trilhas em parques com uso do gps: estudo de caso no circuito das águas – Ibitipoca - MG.** Juiz de Fora: COBRAC, 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/11566435/mapeamento-de-trilhas-em-parques-com-uso-do-gps-estudo-de-caso-no-circuito-das-aguas-ibitipoca-mg>. Acesso em: 12 de mai. 2021.

SAMPAIO, T.V.M., BRANDALIZE, M.C.B. **Cartografia geral, digital e temática**. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, p. 37, 39-41, Curitiba. 2018. Disponível em: https://mundogeoconnect.com/2018/wp-content/uploads/cartografia_geral_digital_e_tematica.pdf. Acesso em: 13 de mar. 2021.

SANTOS, D.R. **Fotogrametria I**. Departamento de Geomática UFPR, 1ª. Edição, Cap. 3, 2013. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~danielsantos/FS-capIII_A5.pdf Acesso em: 14 de mar. 2021.

SARAIVA, M.A. **Potencialidades e entraves na gestão dos parques municipais de Fortaleza - CE**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará. Centro de Tecnologia. Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2017. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/45553/3/2017_tcc_masaraiva.pdf. Acesso 14 de marc. 2021.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. 2017. **Manual de Construção e Manutenção de Trilhas**. 2009. Tradução, Adaptação e Ilustrações Sérgio Beck. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2017/10/ManualdasTrilhasfinal07-09.pdf>. Acesso em: 22 de set. 2022.

SEEBER, G. **Satellite geodesy: foundations, methods, and applications**. 2º ed, p. 211, 384, 393, 2003. Disponível em: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-seeber-g-satellite-geodesy-2003.pdf>. Acesso: 04 de mar. 2021.

SILVA, J.B. **Erosão e escoamento pluvial superficial: uma experiência na bacia hidrográfica do Glória em Uberlândia, Minas Gerais**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba, v. 3, n. 2, p. 419-438, jul./dec. 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5059178>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

SILVA, V.M. **Caracterização estrutural da comunidade arbórea arbustiva de um fragmento do parque municipal Jirau Alto, Dois Vizinhos, Paraná**. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. Dois Vizinhos – Pr. 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10971>. Acesso em: 16 de jul. 2021.

Sobreposição de imagens: por que ela é importante? MAPPA, Florianópolis – SC, 10 de nov. 2020. Disponível em: <https://mappa.ag/blog/sobreposicao-de-imagens-por-que-ela-e-importante/>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

SOUZA, G.V.; MITISHITA E.A.; MACHADO, A.M.L. **Uso de dados LIDAR na calibração de câmeras de baixo custo**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p. 1881-1887, Natal, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.13.56/doc/1881-1887.pdf>. Acesso em: 14 de mar. 2021.

Spyd-Parques & Super Parques Y Diversiones. 2022. Disponível em: <https://spyd-parques.wixsite.com/spyd-parques>. Acesso em: 20 de out. 2022.

Tipos de missão / Que tipo de missão escolher. Pix4D. 2021. Disponível em: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/209960726-Types-of-mission-Which-type-of-mission-to-choose>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

TORRES, R.; YAMAFUNE, K.; CASTRO, F.; FERREIRA, S. **Mapeando em profundidade**: a integração de técnicas digitais para a pesquisa arqueológica de sítios de naufrágios históricos. VESTÍGIOS - Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica, v. 11, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/vestigios/article/view/11798/8535>. Acesso em: 13 de mar. 2021.

TURIÑO, C. E. **Desarrollo de nuevos algoritmos para el cálculo de la proyección gauss-krüger**. Tesis propuesta para el doctorado - geodesia y geomática. Universidad Politécnica de Madrid. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/43307283_Desarrollo_de_nuevos_algoritmos_para_el_calculo_de_la_proyeccion_Gauss-Kruger. Acesso em: 20 de mai. 2021.

UTM - Universal Transversa de Mercator. Laboratório de cartografia – UFSM. 2022. Disponível em: http://coral.ufsm.br/cartografia/index.php?option=com_content&view=article&id=26:utm-universal-transversa-de-mercator&catid=14:basico&Itemid=30. Acesso em: 21 de set. 2022.

VASCONCELOS, J. **Avaliação da visita pública e da eficiência de diferentes tipos de trilhas interpretativas no Parque Estadual Pico do Marumbi e Reserva Natural Salto Morato –PR**. Tese de doutorado apresentada no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 1998. 139p. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/25417>. Acesso em: 13 de mar. 2021.

VIEIRA, A.J.B., SLUTER, C.R., FIRKOWSKI, H., DELAZARI, L.S. **Cartografia**. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra - Departamento de Geomática, Curitiba, 2004. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~aberutti/recursos_didaticos/textos/cartografia_apostila.pdf. Acesso em: 13 de mar. 2021.

WOLF, P.R.; DEWITT, B.A.; WILKINSON, B.E. **Elements of Photogrammetry with Applications in GIS**. Fourth Edition, [e-Book], McGraw-Hill Education, New York, 2014.

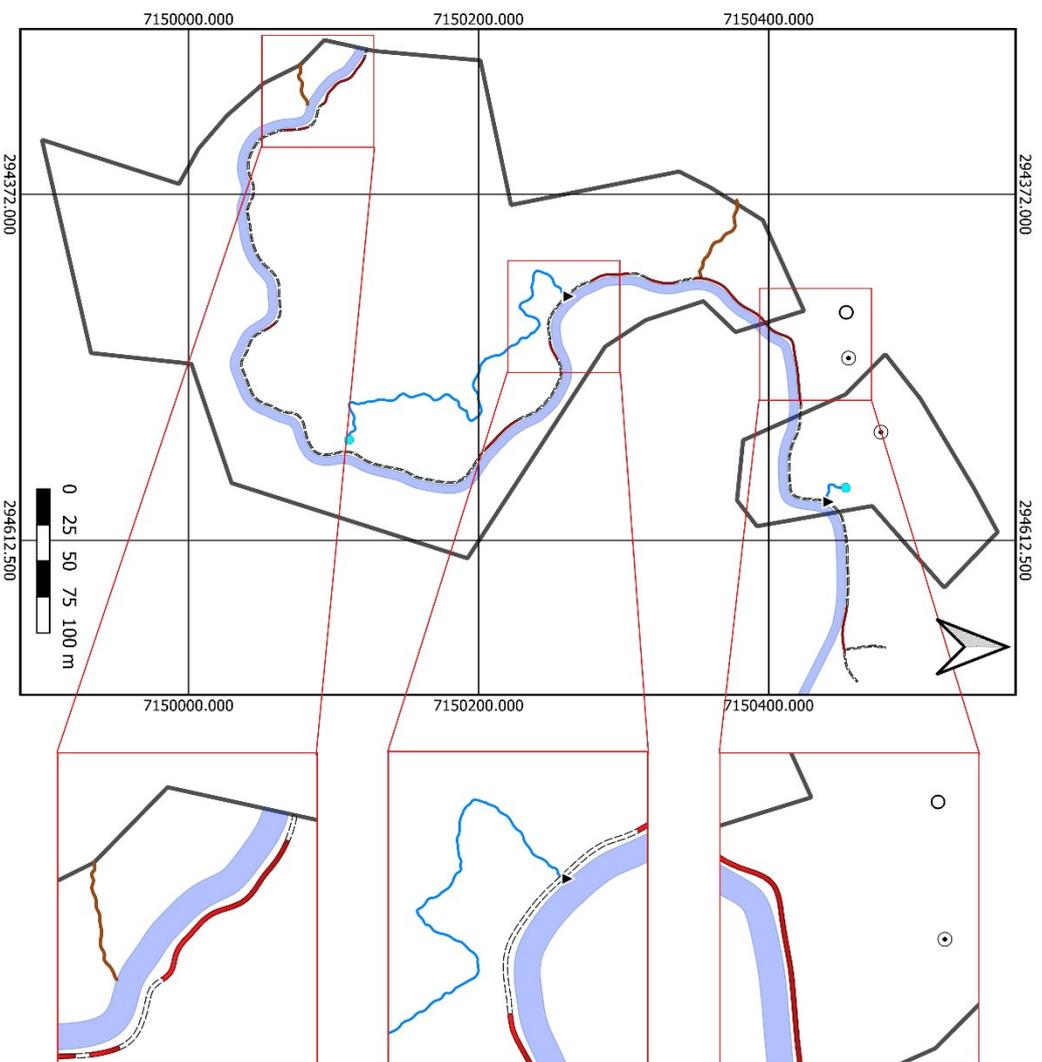
ZANETTI, J.; JUNIOR, J.G.; SANTOS, A. P. **Influência do número e distribuição de pontos de controle em ortofotos geradas a partir de um levantamento por vant**. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 69, n. 2, p. 263-277, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44016>. Acesso em: 13 de mar. 2021.

ZANETTI, M.A.Z. **Sistema de coordenadas universal transversa de mercator - sistema UTM**. Universidade Federal do Paraná Departamento de Geomática, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~felipe/CARTOGRAFIA%202017.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 2021.

WWF. WWF- BRASIL. **Unidades de conservação no Brasil**: Quanto o Brasil tem em unidades de conservação? 2019. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_uc_tema03_v2.pdf. Acesso em: 20 de mar. 2021.

APÊNDICE A – Mapa da Situação Atual do Parque

MAPA DA SITUAÇÃO ATUAL DO NÚCLEO DO PARQUE ECOLÓGICO JIRAU ALTO



Fotografias:



- 1 - Estado atual do percurso da trilha;
- 2 - Risco de acidente no percurso da trilha;
- 3 - Lixeiras na entrada principal da trilha em mal estado;
- 4 - Vazão d'água da nascente.

LEGENDA

- Nascente
- ▲ Vazão
- ⊙ Adutora (SANEPAR)
- Esgoto Doméstico
- ~ Sanga
- ~ Escoamento Pluvial
- Trilha
- Trajeto com Risco
- Delimitação do Parque
- Rio Jirau Alto

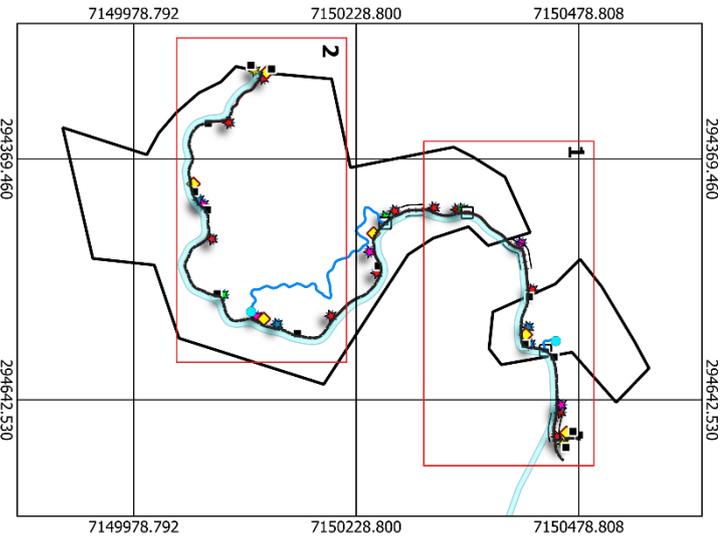
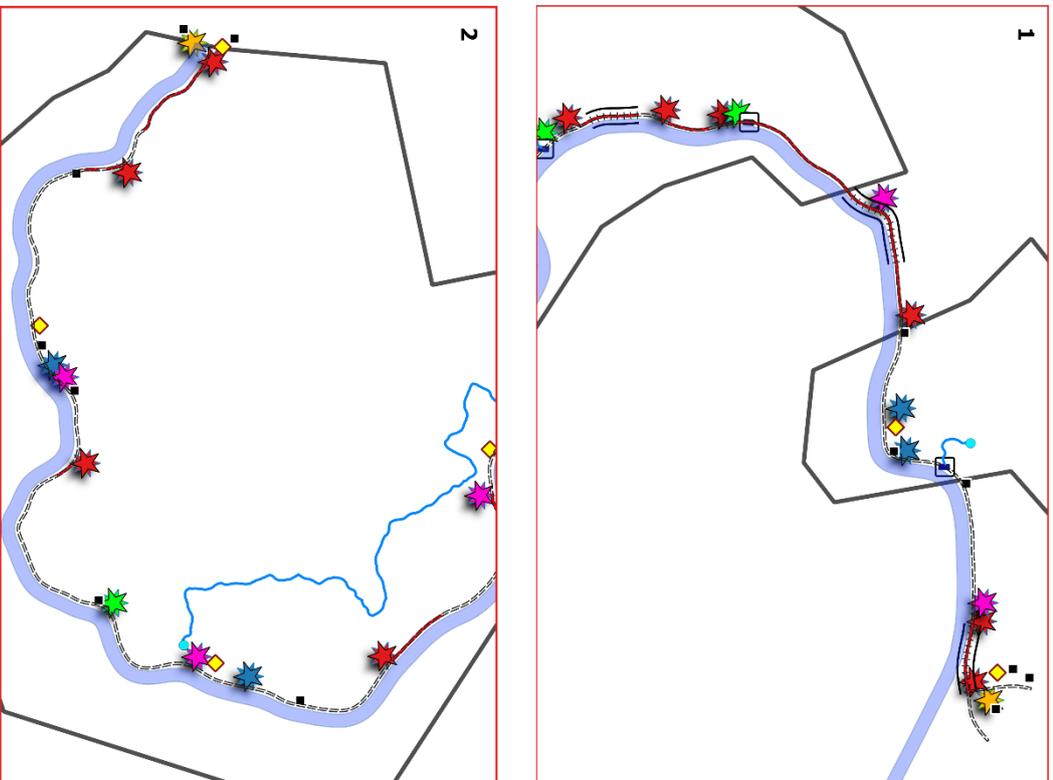
Sistema de Referência: SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM 22S

Responsável Técnico: Wanderson Rodrigues Rosa

APÊNDICE B – Mapa da Proposta de Revitalização do Parque.

MAPA DA SITUAÇÃO ATUAL DO NÚCLEO DO PARQUE ECOLÓGICO JIRAU ALTO



LEGENDA

- Nascente
- Banco
- Ponte
- ~ Sanga
- Guarda-corpo
- ||||| Escada
- ◆ Lixeira
- Trilha
- Rio Jirau Alto
- Delimitação do Parque

SINALIZAÇÕES

- ★ Apresentação
- ★ Emergencial
- ★ Interpretativa
- ★ Educacional
- ★ Metragem

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Sistema de Projção: UTM 22S
 Responsável Técnico: Wandererson Rodrigues Rosa

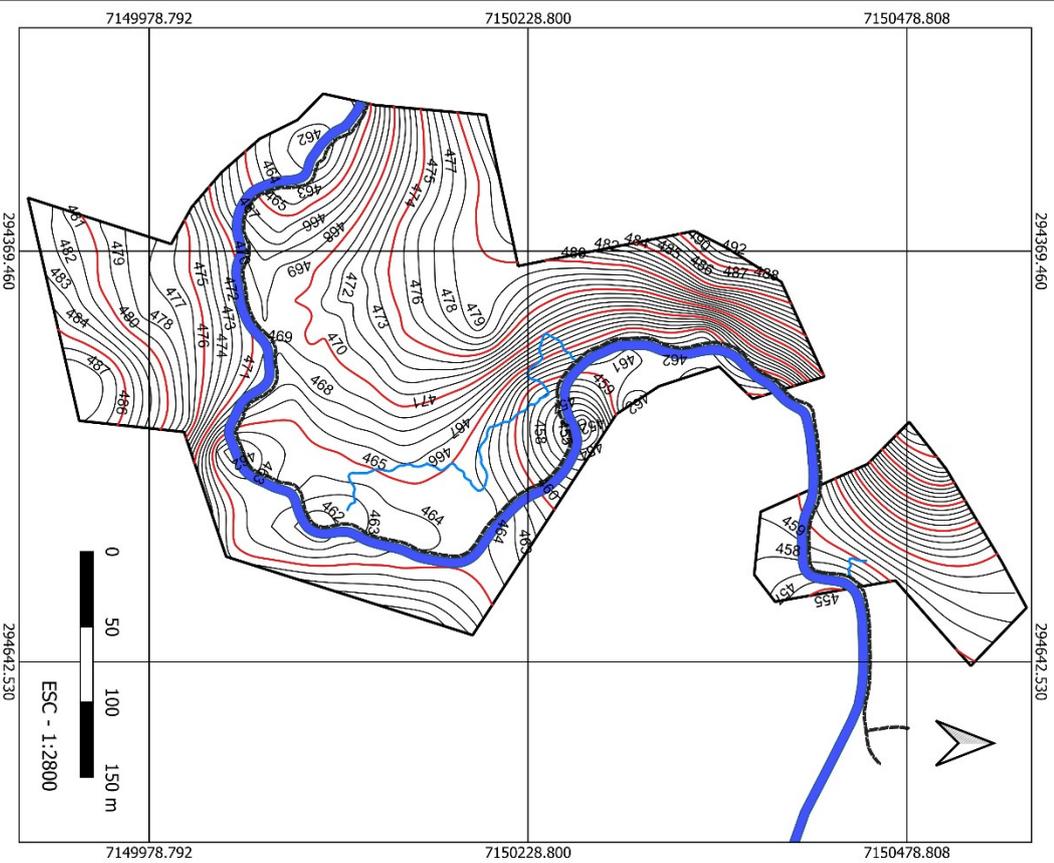


- 1 - Modelo de escada;
- 2 - Modelo de banco;
- 3 - Modelo de salva-corpo;
- 4 - Modelo de ponte;
- 5 - Modelo de lixeira;
- 6 - Placa de apresentação;
- 7 - Placa educacional;
- 8 - Placa emergencial;
- 9 - Placa interpretativa.

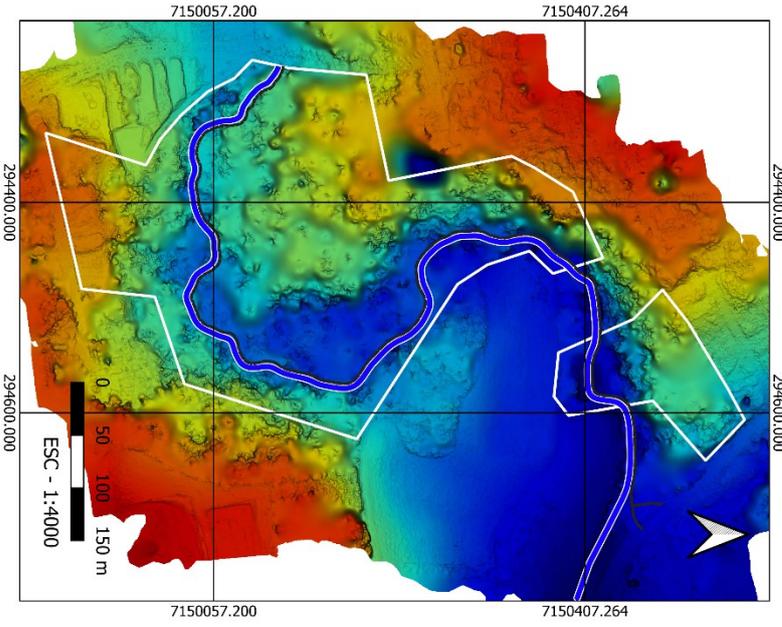
Fonte: (1) ANDRADE, W. J. (2008); (2) Site Aglobal Distribuidora (2022); (3) FARIA, H. H. (2013); (4) Site Decoração de Interiores (2015); (5) BRANDÃO, L. (2014); (6, 7 e 9) Araújo, F. F. et al. (2019); (8) Jon David (2021).

APÊNDICE C – Mapa Topográfico do Parque.

MAPA TOPOGRÁFICO DO NÚCLEO DO PARQUE ECOLÓGICO JIRAU ALTO



MAPA DO MODELO DIGITAL DE TERRENO - MDT



LEGENDA

- Curva de nível (1 metro)
- Curva de nível (5 metro)
- Sanga
- Trilha
- Rio Jirau Alto
- Delimitação do Parque

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Sistema de Projeção: UTM 22S
 Responsável Técnico: Wanderson Rodrigues Rosa