



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS DEPARTAMENTO DE  
GEOCIÊNCIAS

Alexandre Mendonça Scheidt

**Título:** Análise comparativa entre modelagens 3D de imagens de satélites e de RPA.

Florianópolis

2024

Alexandre Mendonça Scheidt

**Título:** Análise comparativa entre modelagens 3D de imagens de satélites e de RPA.

Dissertação submetida da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Graduação em Bacharel em Geografia.

Orientador(a): Prof.(a) Everton da Silva

Florianópolis

2024

Scheidt, Alexandre Mendonça

Análise comparativa entre modelagens 3D de imagens  
de satélites e de RPA. / Alexandre Mendonça Scheidt ;  
orientador, Everton da Silva, 2024.

29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Filosofia e Ciências Humanas, Graduação em Geografia,  
Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Mapeamento. 3. 3D. 4. RPA. I. da Silva, Everton. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Geografia. III.  
Título.

Alexandre Mendonça Scheidt

**Título:** Análise comparativa entre modelagens 3D de imagens de satélites e de RPA.

O presente trabalho em nível de Graduação foi avaliado e aprovado, em 13 de dezembro de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Guilherme Linheira

Instituição Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof.(a) Michele Monguilhott

Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Everton da Silva,

Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Graduado em Bacharel em Geografia

Insira neste espaço a  
assinatura digital

Coordenação do Curso de Geografia

Insira neste espaço a  
assinatura digital

Prof.(a) Everton da Silva

Orientador(a)

Florianópolis, 2024.

## RESUMO

Este estudo acadêmico teve como objetivo comparar as técnicas de mapeamento 3D utilizando RPA (Remotely Piloted Aircraft) e mapeamento 3D por satélite. O estudo avaliou os pontos fortes e as limitações de cada método, com foco em sua aplicação na captura de informações geoespaciais detalhadas. Localizado na Praia da Daniela em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. O estudo fornece informações para a melhor aplicação de técnicas de mapeamento em ambientes costeiros, abrangendo aquisição, processamento e análise de dados. Este estudo envolve pesquisa e aquisição de dados usando RPA e satélites, processamento de dados gerando um modelo 3D baseado em RPA e outro modelo 3D baseado em satélite, análise comparativa das duas representações, avaliação de pontos favoráveis e desfavoráveis, avaliação de viabilidade. Os resultados do estudo promoveram as práticas de mapeamento costeiro, melhorando a precisão dos dados e apoiando a tomada de decisões informadas no contexto da Praia Daniela.

**Palavras-chave:** Mapeamento; Análise de imagens; RPA; Florianópolis; 3D;

## ABSTRACT

This academic study aimed to compare 3D mapping techniques using RPA (Remotely Piloted Aircraft) and 3D satellite mapping. The study evaluated the strengths and limitations of each method, focusing on their application in capturing detailed geospatial information. Located at Daniela Beach in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. The study provides information for the best application of mapping techniques in coastal environments, covering data acquisition, processing, and analysis. This study involves survey and data acquisition using RPA and satellites, data processing generating an RPA-based 3D model and another satellite-based 3D model, comparative analysis of the two representations, evaluation of favorable and unfavorable points, feasibility assessment. The results of the study promoted coastal mapping practices by improving data accuracy and supporting informed decision-making in the context of Daniela Beach.

**Keywords:** Mapping; Image analysis; RPA; Florianópolis; 3D;

## SUMÁRIO

|   |                                 |    |
|---|---------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO .....                | 8  |
| 2 | OBJETIVOS .....                 | 12 |
| 3 | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO ..... | 13 |
| 4 | RESULTADOS OBTIDOS.....         | 21 |
| 5 | TABELA COMPARATIVA .....        | 25 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....      | 26 |
| 7 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 28 |

## 1. INTRODUÇÃO

As áreas costeiras são de grande importância devido às suas características ecológicas únicas, importância econômica e valor turístico. Estudos recentes destacam a importância da integração de dados obtidos por diferentes tecnologias, como RPA e satélites, para monitorar áreas costeiras de forma eficiente. Por exemplo, Falk e Schubert (2020) mostram que o uso de RPA (Remotely Piloted Aircraft) pode complementar imagens de satélite em projetos de alta resolução para monitoramento de mudanças costeiras. Além disso, Colmina, Martínez-Sánchez e Pons (2021) discutem como a combinação dessas tecnologias melhora o entendimento das dinâmicas da cobertura do solo em áreas costeiras. Tradicionalmente, o mapeamento por satélite tem sido o principal método usado para mapear áreas de grande escala, fornecendo ampla cobertura e dados históricos. No entanto, avanços recentes na tecnologia de RPA abriram novas possibilidades para mapeamento de alta resolução e modelagem 3D de áreas menores e localizadas.

Este estudo acadêmico tem como foco a Praia da Daniela, localizada em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. A Praia da Daniela é uma área costeira pouco urbanizada com características geomorfológicas e muita diversidade ambiental, tornando-se um local ideal para análises comparativas entre mapeamento 3D baseado em RPA e mapeamento 3D por satélite (Figura 1).

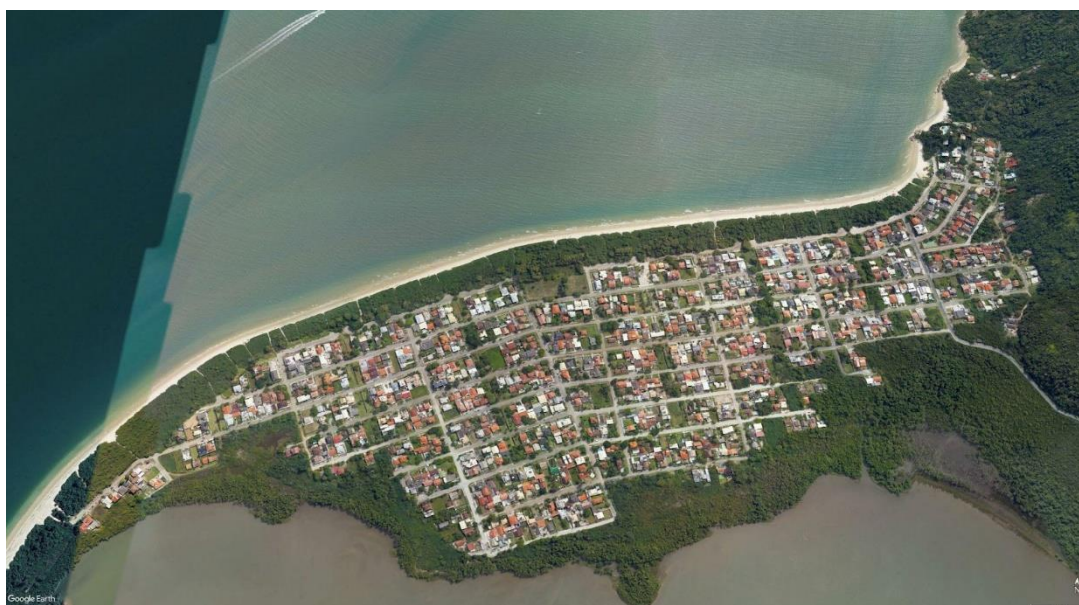


Figura 1 - Fotografia de satélite da praia da Daniela  
Fonte: Google Satélites



As áreas costeiras, como a Praia da Daniela, enfrentam desafios de gestão únicos, incluindo erosão, alterações na linha costeira, conservação do habitat e desenvolvimento urbano. O mapeamento preciso e detalhado é essencial para a tomada de decisões informadas e para a gestão da zona costeira. Ao avaliar os pontos fortes e fracos de diferentes métodos de mapeamento, este estudo fornece informações valiosas para enfrentar esses desafios de forma eficaz. Os resultados deste estudo beneficiam diretamente os tomadores de decisão locais, planejadores urbanos e gestores ambientais envolvidos na gestão da zona costeira de Florianópolis. Os conhecimentos adquiridos podem ser aplicados a regiões costeiras semelhantes que enfrentam desafios comparáveis, estendendo assim a relevância do estudo para além do seu âmbito geográfico imediato.

As zonas costeiras são dinâmicas e sujeitas a constantes alterações influenciadas por processos naturais e atividades humanas, alguns dos exemplos de alterações que encontramos na praia da Daniela são de fatores naturais como a erosão costeira que seria o movimento das marés e ação das ondas ao longo do tempo alterando o perfil da praia, fatores antrópicos pode ser dito como a expansão urbana aumentando construções próximas às faixas de areia impactando a drenagem natural, a supressão da vegetação de restinga com a retirada e degradação da vegetação costeira acaba comprometendo a barreira natural contra a erosão e a invasão do mar, esses fatores apresentam como a Praia da Daniela enfrenta desafios para manter seu equilíbrio natural, sendo muito importante a implementação de políticas e estudos voltadas para preservação do local. A capacidade de monitorar e analisar essas mudanças é vital para o monitoramento ambiental, avaliação de riscos e esforços de conservação. Ao comparar a resolução e o nível de detalhe alcançados através do mapeamento 3D baseado em RPA e mapeamento 3D por satélite, este estudo contribui para a seleção do método mais adequado para capturar as informações necessárias para o monitoramento costeiro eficaz.

O uso de tecnologias como veículos aéreos não tripulados (UAVs) permite o levantamento de ambientes, atingindo áreas de difícil acesso, e suas reconstruções digitais por fotogrametria [11]. Das fotografias captadas com VANTs e o processamento de imagens em software baseado em estrutura de movimento (SfM) e técnicas estéreo multiview (MVS), é possível reconstruir cenários reais e modelos tridimensionais. (JOFRÉ-BRICEÑO 2023).

A técnica Structure from Motion (SfM) é um método usado para criar modelos tridimensionais (3D) a partir de uma série de imagens bidimensionais (2D). Funciona capturando múltiplas fotografias de um objeto ou área, tiradas de diferentes ângulos. O software então identifica pontos em comum entre essas imagens e, com base na diferença de perspectiva, calcula as posições espaciais desses pontos.

Esses cálculos permitem reconstruir a forma e a estrutura do ambiente em um modelo 3D detalhado, utilizando apenas as imagens e as informações associadas, como a posição da câmera. É como montar um quebra-cabeça em 3D a partir de várias fotos, sem necessidade de equipamentos adicionais como sensores a laser. Essa técnica é amplamente utilizada por ser eficiente e acessível, especialmente em aplicações com RPA para mapeamento de terrenos (Jofré-Briceño et al., 2021).

Além disso, sua integração com softwares como o Agisoft Metashape que é um programa que desempenha um papel crucial na construção de imagens 3D para a modelagem de regiões costeiras devido às suas capacidades avançadas de fotogrametria e processamento de dados geoespaciais, ajuda a aprimorar o processo de reconstrução, permitindo renderizações de alta precisão e a criação de ortomosaicos detalhados. Essas características fazem do SfM uma ferramenta essencial em projetos de levantamento geoespacial e monitoramento ambiental.

Avanços recentes na tecnologia de RPA revolucionaram o campo de mapeamento e coleta de dados geoespaciais. O mapeamento 3D baseado em RPA oferece imagens de alta resolução, dados topográficos precisos e a capacidade de capturar recursos em escala fina com maior qualidade visual. Ao comparar esta tecnologia emergente com o mapeamento tradicional por satélite, este estudo contribuirá para a compreensão dos benefícios e limitações destas técnicas de mapeamento em ambientes costeiros.

A possibilidade da potencialidade do uso dessas ferramentas atualmente e com a popularização das ferramentas segue uma tendência nesta direção aumentando cada vez mais o nível de precisão dos dados, tanto com a melhoria e estabilidade dos RPA aos quais os fabricantes se direcionam, podendo futuramente novos dados serem gerados com maior excelência no qual diferenciaria da conclusão atual. (DE DEUS, 2017, p81).

Em conclusão, este estudo acadêmico é justificado pela necessidade de melhorar as capacidades de mapeamento costeiro, abordar os desafios de gestão, otimizar a alocação de recursos, permitir o monitoramento costeiro detalhado e contribuir para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Ao contrapor as técnicas de mapeamento 3D baseadas em RPA e mapeamento 3D por satélite para a Praia da Daniela, o estudo fornece informações muito importantes para os processos de tomada de decisão na gestão da zona costeira, beneficiando tanto as partes interessadas locais em Florianópolis quanto regiões costeiras semelhantes que enfrentam desafios comparáveis.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade gráfica da modelagem 3D baseada em RPA para o mapeamento da Praia de Daniela em relação a modelagem 3D obtida através de satélites, buscando capturar com alta qualidade visual ou gráfica as feições como morfologia da praia, cobertura vegetal e infraestrutura costeira.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- 2.2.1 Analisar a eficácia e a qualidade visual do mapeamento por RPA e mapeamento por satélite na geração de modelos 3D da Praia de Daniela.
- 2.2.2 Comparar a qualidade visual ou gráfica e o nível de detalhe alcançados por meio de mapeamento 3D baseado em RPA e de mapeamento 3D por satélite.
- 2.2.3 Avaliar as aplicações potenciais do modelo 3D gerado para a gestão da zona costeira, monitoramento ambiental e planejamento do turismo.

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

O primeiro passo foi coletar dados usando mapeamento 3D baseado em RPA e técnicas de mapeamento 3D por satélite. Um RPA equipado com câmera de alta resolução foi utilizado para capturar imagens aéreas e gerar uma nuvem de pontos 3D da Praia da Daniela. O RPA escolhido inicialmente para o mapeamento foi o modelo DJI Mini 2, com características simples comparadas com outros RPA's da área, pesando apenas 249g, com estabilização em 3 eixos (inclinação, rotação, panorâmica), tendo a capacidade de fazer vídeos em até 4K de resolução, ISO de 100 até 3200 e capacidade da bateria de 5200 mAh tendo em média 25 minutos de voo em condições sem vento.

Com auxílio de um aplicativo livre para o RPA chamado Map Pilot Pro, foi possível planejar e executar uma rota de voo (Figura 2 e Figura 3), onde apenas selecionando a área de interesse se mostra todas especificações, tamanho da área, distância que será percorrida, velocidade média atingida, duração total, número de baterias utilizadas, quantas imagens foram capturadas ao longo do percurso, tamanho do arquivo, assim como também pode ser configurado altura máxima e mínima, velocidade máxima, ângulo de rotação da câmera, porcentagem da sobreposição de imagens, entre outras características, podendo ajustar o voo para melhores resultados.

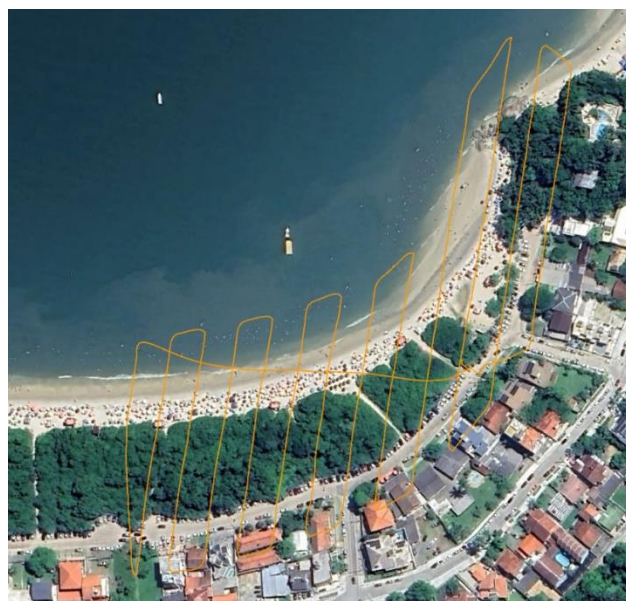


Figura 2 - Plano de voo gerado pelo Map Pilot Pro do primeiro levantamento



Figura 3 - Plano de voo gerado pelo Map Pilot Pro do segundo levantamento

Essa abordagem, fundamentada em técnicas automatizadas de fotogrametria, reflete os avanços descritos por Westoby et al. (2012), que introduziram o conceito de "Structure from Motion" (SfM) como uma ferramenta eficaz e de baixo custo para a reconstrução 3D em aplicações geocientíficas. Além disso, Turner, Lucieer e Watson (2014) destacam como a automação desses processos, combinada com a precisão das imagens de RPA, pode gerar Modelos Digitais de Elevação (MDEs) de alta resolução.

O levantamento com o RPA inicialmente foi dado pelo acesso da rua Recanto das Papoulas, no bairro Daniela na cidade de Florianópolis, por volta das 10 horas da manhã, a luminosidade estava ideal e vento ameno, fazendo um ótimo ambiente para captura das imagens. A área foi dividida pela quantidade de baterias, sendo utilizado uma bateria para cada levantamento, o primeiro levantamento foi dado pela parte mais ao nordeste da praia, também sendo a parte mais ocupada pelos banhistas no verão. Foi configurado no aplicativo para o RPA ter uma velocidade máxima de 3m/s, chegar na altitude máxima de 65m e capturar as fotos com ângulo de 90° do solo, ter uma sobreposição de imagem de 80%, assim selecionando a área de interesse o RPA realizou o voo sem complicações e finalizou da maneira e no local esperado, com o tempo de voo aproximado de 20 minutos e capturando cerca de 150 fotos, tendo tamanho total das imagens de 2.58Gb.

O resultado pode ser visto na figura 4, onde observamos o número de sobreposições de acordo com a legenda da imagem. No segundo voo foi mantida as configurações do RPA e do aplicativo de voo, sendo capturadas cerca de 130 fotografias tendo o tamanho total de 2.24Gb. Da mesma forma, o resultado pode ser observado na figura 5.

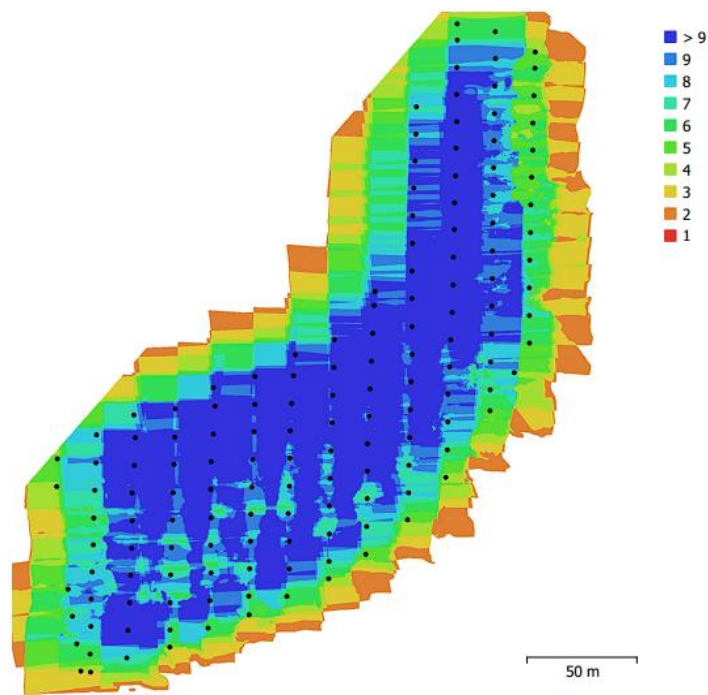


Figura 4 - Números de sobreposições de imagem Levantamento 1

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Número de imagens   | 150                    |
| Altitude            | 50.8m                  |
| Resolução terrestre | 1.68cm/pix             |
| Área coberta        | 0.0451 km <sup>2</sup> |
| Modelo de câmera    | FC7303 (4.49mm)        |
| Resolução da câmera | 4000 x 2250            |

Tabela 1 - Dados do levantamento 1

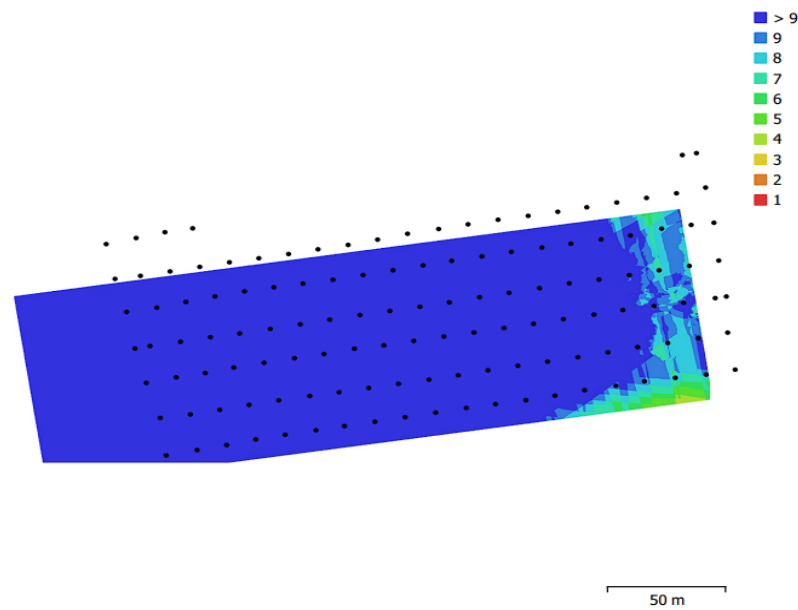


Figura 5 - Números de sobreposições de imagem Levantamento 2

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Número de imagens   | 130                    |
| Altitude            | 60m                    |
| Resolução terrestre | 2.42cm/pix             |
| Área coberta        | 0.0263 km <sup>2</sup> |
| Modelo de câmera    | FC7303 (4.49mm)        |
| Resolução da câmera | 4000 x 2250            |

Tabela 2 - Dados do levantamento 2

Devido ao horário próximo do meio-dia foi encerrado o levantamento, pois além do calor sob a aeronave que pode danificar alguma peça ou até mesmo o sistema operacional, também fica inadequado de capturar as imagens por ter pouca sombra com o sol a pino dificultando a qualidade da fotogrametria. Isso mostra que as condições climáticas devem ser consideradas ao utilizar RPA's no processo de captura de imagens. Em seguida partimos para modelagem 3D, utilizando o software da fabricante Agisoft chamado Metashape (a figura 6 e figura 7 ilustra o funcionamento do programa), exportamos as imagens e alinhamos de acordo com o sistema de coordenadas WGS84 / UTM zone 22S, zona onde fica a respectiva área de interesse.



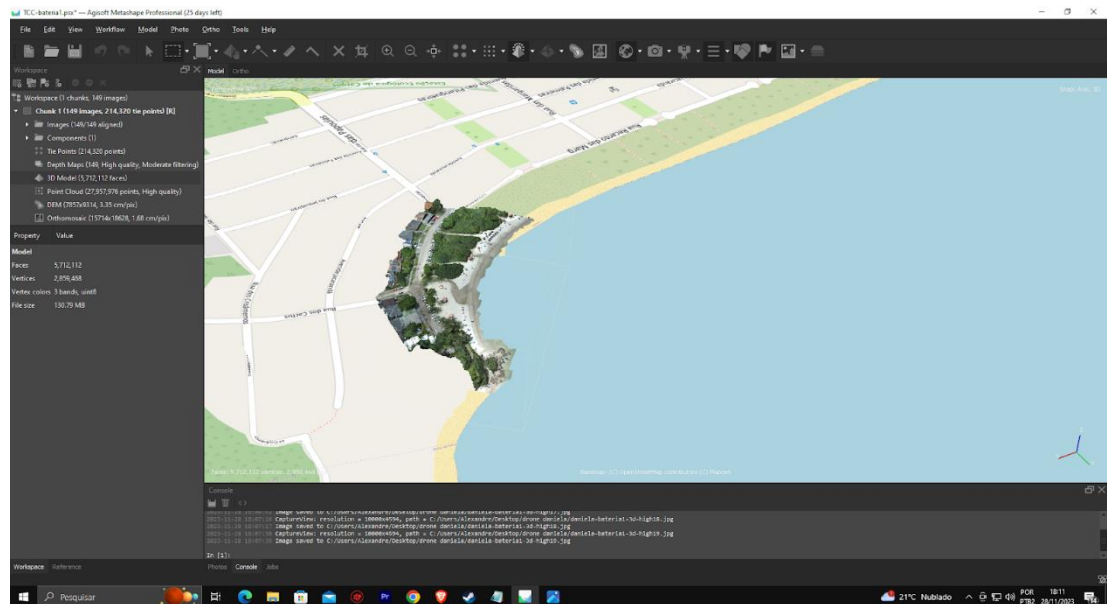


Figura 6 - Ilustração do programa Metashape

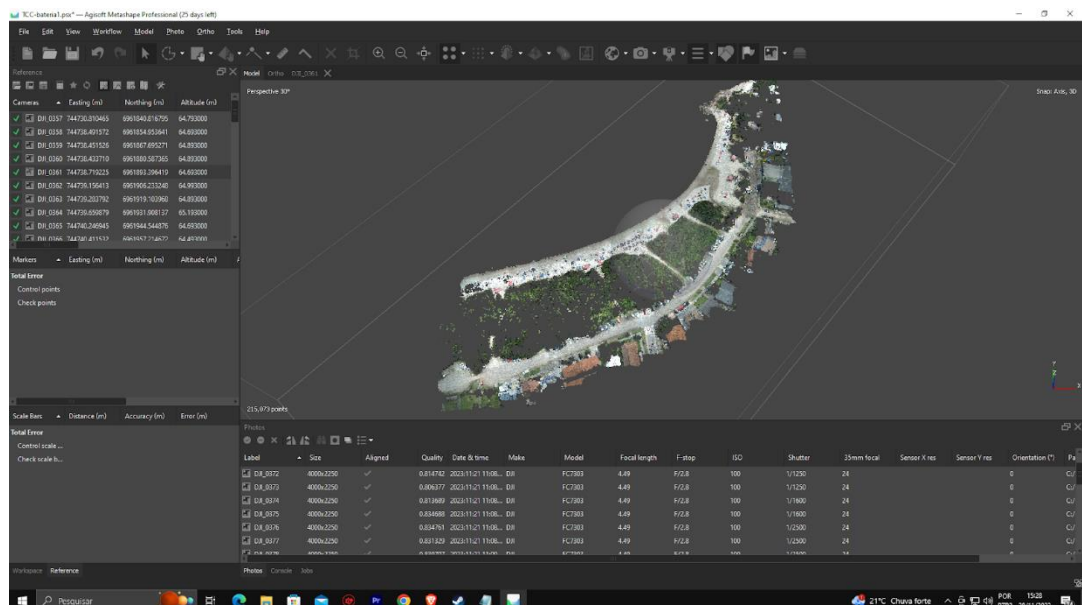


Figura 7 - Ilustração do programa Metashape

Após o alinhamento e verificação da qualidade das fotos é possível construir uma nuvem de pontos, que gerou cerca de 27 milhões de pontos em cada levantamento feito, em seguida fazer uma filtragem em pontos incorretos, mal capturados ou com baixa qualidade, posteriormente é possível reproduzir um MDE (Modelo Digital de Elevação) em que junto com a nuvem de pontos são renderizados e formado um ortomosaico, todos os dados foram renderizados na qualidade alta, isto

pode ser visto nas figuras 8 e 9 para cada um dos levantamentos. Com a nuvem de pontos, MDE e o ortomosaico é gerado o modelo tridimensional da área, em que cada levantamento demorou cerca de 20 minutos de renderização para gerar o modelo 3D.

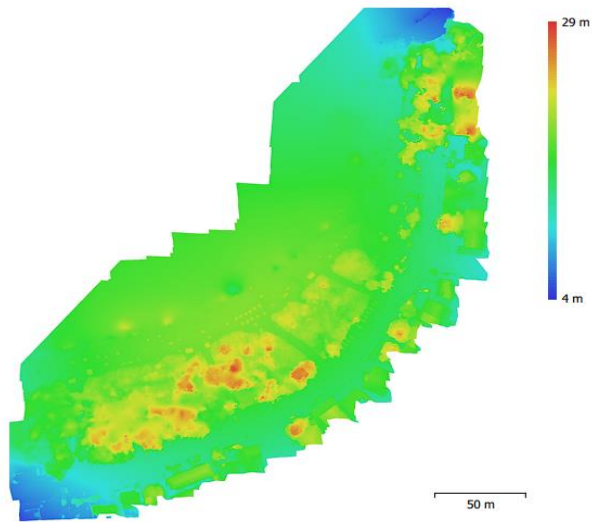


Figura 8 - MDE do Levantamento 1  
Resolução: 3.35 cm/pix  
Densidade de pontos: 889 pontos/m<sup>2</sup>

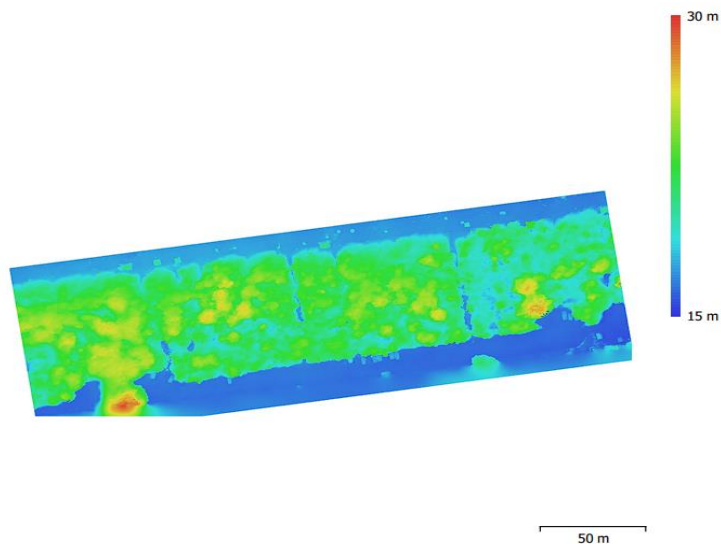


Figura 9 - MDE do Levantamento 2  
Resolução: 9.69 cm/pix  
Densidade de pontos: 107 pontos/m<sup>2</sup>

Para gerar um modelo tridimensional a partir de imagens de satélite é necessário um MDE (Figura 10) da área de interesse, que é disponibilizado por diversas fontes, neste caso foi usado o da Secretaria de Desenvolvimento do Estado. Para processar esta parte do trabalho foi utilizado o software QGIS (Figura 11), que consegue fazer através de uma ferramenta uma sobreposição (Ctrl+Alt+M) da camada

MDE com as imagens de satélite cedidas pelo Google Satellite, obtendo um modelo 3D.



Figura 10 - Modelo Digital de Elevação cedido pela Secretaria de Desenvolvimento do Estado

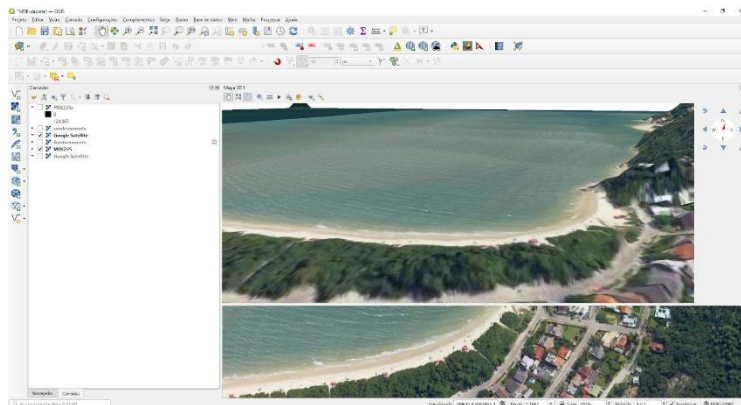


Figura 11 - Ilustração do programa QGIS

O modelo 3D baseado em RPA e o modelo 3D fundamentado em imagens de satélite foram comparados em termos de nível de detalhe. A análise envolve inspecionar visualmente e comparar as duas representações da Praia de Daniela. Características específicas e áreas de interesse, como morfologia de praia, cobertura vegetal e infraestrutura costeira, foram examinadas em busca de semelhanças e diferenças entre os dois conjuntos de dados.

A análise comparativa identificou os pontos fortes e as limitações do mapeamento 3D baseado em RPA e técnicas de mapeamento 3D por satélite para ambientes costeiros, os fatores a serem considerados incluem a precisão da

representação de recursos, nível de detalhe capturado, adequação para análise em escala fina e capacidade de capturar mudanças temporais ao longo do tempo. Essa análise está alinhada com os achados de Jofré-Briceño et al. (2021), que destacam como a integração de RPA's e dados satelitais pode oferecer uma visão holística em projetos de infraestrutura e conservação ambiental. Além disso, Colmina et al. (2021) ressaltam que essa complementaridade permite superar limitações individuais das tecnologias, ampliando a precisão e o alcance das análises geoespaciais. Essa avaliação considera fatores como disponibilidade e acessibilidade de dados, equipamentos e requisitos de software, tempo e mão de obra envolvidos. O objetivo é determinar a praticidade e acessibilidade de cada método para projetos de mapeamento.

Com base na análise comparativa e avaliação, o estudo obteve conclusões sobre a eficácia do mapeamento 3D baseado em RPA's e mapeamento 3D por satélite para a Praia da Daniela. Fornecendo recomendações para o uso otimizado de cada técnica de mapeamento, considerando seus aspectos positivos e negativos.



#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

A partir do processamento das imagens obtidas com o RPA foi feito um relatório para cada levantamento, neste relatório é possível verificar localização das câmeras e sobreposição das imagens como vemos nas figuras 4 e 5 (exibidas anteriormente), o Modelo Digital de Elevação (MDE) nas figuras 8 e 9 (exibidas anteriormente), e Ortomosaicos nas figuras 12 e 13 abaixo.



Figura 12 - Ortomosaico do levantamento 1



Figura 13 - Ortomosaico do levantamento 2

Os primeiros modelos 3D obtidos nos levantamentos feitos com o RPA, como observamos na figura 14 e figura 15 abaixo, tiveram um ótimo resultado comparado com o modelo gerado a partir de imagens de satélite, figura 16 e figura 17, inicialmente de como era de se esperar a qualidade visual do modelo realizado com o RPA é bem melhor que a qualidade visual do modelo gerado pelas imagens de satélite. Conforme discutido por Verhoeven (2011), a resolução superior obtida por RPA's deve-se à capacidade de capturar imagens em ângulos variados, otimizando a criação de modelos tridimensionais detalhados. No entanto, Falk e Schubert (2020) apontam que as imagens de satélite permanecem insubstituíveis para análises em larga escala devido à sua ampla cobertura e disponibilidade histórica.

Pela análise das imagens notamos que o modelo produzido pelo RPA é capaz de um nível de detalhe muito maior podendo diagnosticar diferentes tipos de vegetação, assoreamento da praia, diferentes níveis de ocupação humana, monitorar o tamanho da restinga, tendo um resultado muito mais preciso e assim tendo uma preservação maior das áreas protegidas. Embora o RPA apresenta maior qualidade gráfica, sua área de cobertura é limitada, pois exige muitos voos, aumentando o tempo de levantamento e o custo operacional.





Figura 14 - Modelo 3D obtidos com RPA do levantamento 1



Figura 15 - Modelo 3D obtido com RPA do levantamento 2

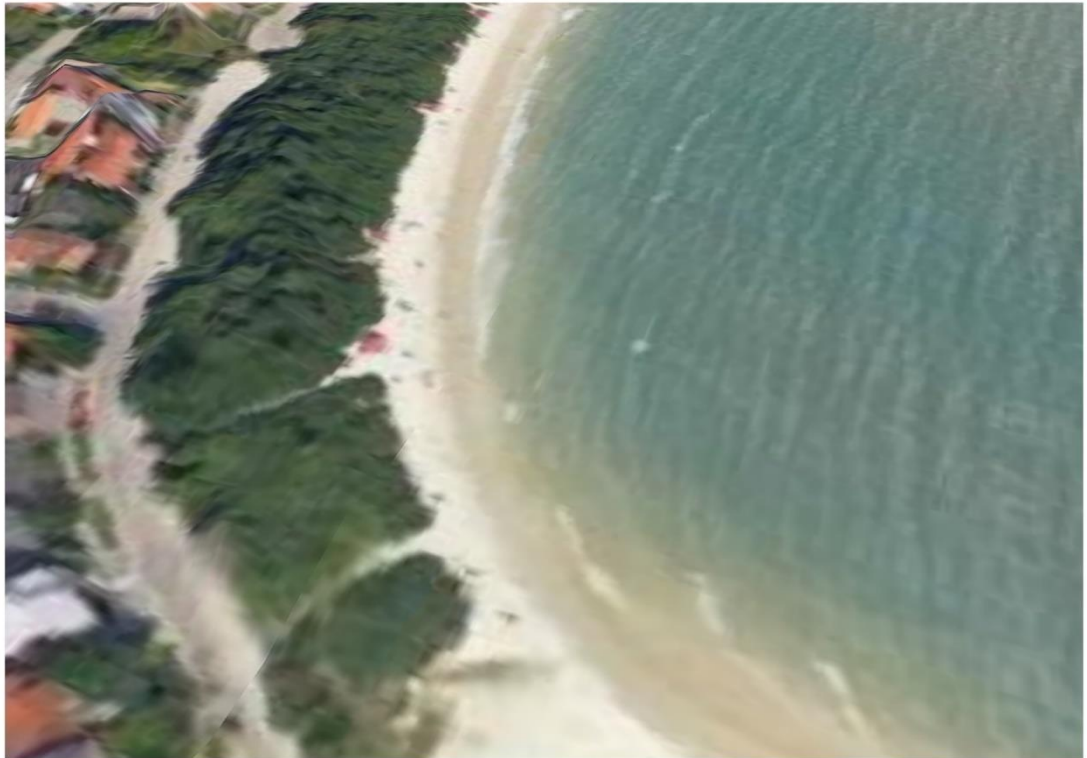


Figura 16 - Modelo 3D obtidos com satélite do levantamento 1

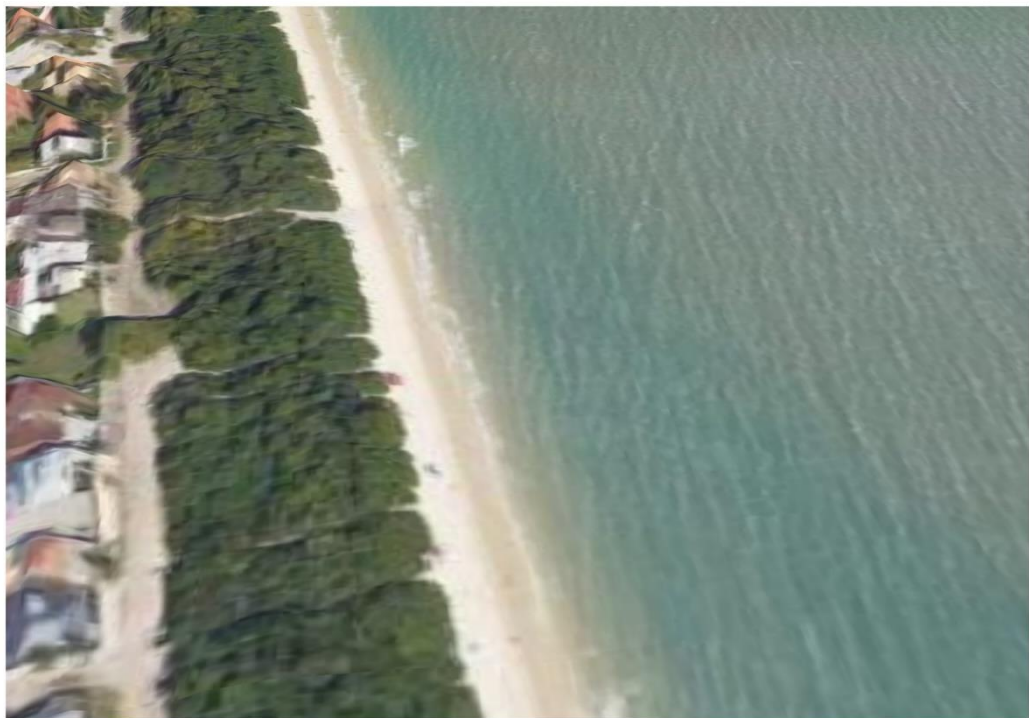


Figura 17 - Modelo 3D obtidos com satélite do levantamento 2



## 5. TABELA COMPARATIVA

A partir das análises feitas foi desenvolvido uma tabela comparativa com as diferenças dos dois métodos de captura de imagem para modelagem 3D, abaixo podemos observá-la.

| <b>Critério</b>               | <b>Imagens de RPA (Remotely Piloted Aircraft)</b>                                           | <b>Imagens de satélite</b>                                                                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Resolução Espacial</b>     | Alta, permite capturar feições em escala fina, por exemplo: vegetação, infraestrutura.      | Média a baixa, dependendo do satélite, por exemplo Landsat tem menor resolução que Sentinel.          |
| <b>Cobertura de Área</b>      | Limitada, ideal para áreas pequenas e específicas.                                          | Ampla, cobre grandes extensões em uma única captura.                                                  |
| <b>Custo</b>                  | Equipamento inicial mais barato, mas custos operacionais podem ser elevados.                | Custos iniciais altos (imagens de alta resolução são caras), mas cobrem grandes áreas.                |
| <b>Acessibilidade</b>         | Dependente de condições climáticas favoráveis e da área ser acessível para o piloto do RPA. | Disponível independentemente das condições locais; sujeito a cobertura de nuvens.                     |
| <b>Tempo de Processamento</b> | Rápido, especialmente para áreas pequenas.                                                  | Pode ser mais demorado devido ao tamanho dos dados e às necessidades de análises complexas.           |
| <b>Histórico de Dados</b>     | Não fornece dados históricos; coleta apenas no momento do voo.                              | Disponível em séries temporais, com dados acumulados por décadas.                                     |
| <b>Aplicações Ideais</b>      | Monitoramento detalhado, estudos locais e levantamento de áreas específicas.                | Monitoramento de larga escala, mudança ao longo do tempo e contextos regionais.                       |
| <b>Limitações</b>             | Curta duração de voo, alcance limitado e dependência de um piloto.                          | Menor qualidade gráfica em áreas de alta complexidade, como zonas costeiras e densamente urbanizadas. |

Tabela 3 - Tabela comparativa entre uso de RPA's e satélites

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo explorou a comparação entre o mapeamento 3D baseado em RPA's e imagens de satélite, com foco na área costeira da Praia da Daniela, em Florianópolis, Santa Catarina. As análises realizadas demonstraram que ambas as técnicas possuem aplicações relevantes, mas apresentam características distintas que influenciam a escolha do método mais adequado dependendo do contexto e dos objetivos do levantamento.

O mapeamento com RPA mostrou-se superior em termos de resolução espacial e nível de detalhe, permitindo capturar feições em escala fina, como variações na cobertura vegetal, infraestrutura costeira e alterações geomorfológicas da praia. Essa precisão é essencial para monitoramento ambiental detalhado, gestão de áreas protegidas e planejamento urbano em escala local. No entanto, a aplicação de RPA é limitada por fatores como tempo de voo, cobertura de área reduzida e maior dependência de condições climáticas favoráveis.

Por outro lado, o uso de imagens de satélite oferece vantagens significativas em projetos de maior escala, devido à sua ampla cobertura e disponibilidade de dados históricos. Essa abordagem é particularmente útil para análises que demandam monitoramento de longo prazo e observação de tendências regionais, mas apresenta limitações em termos de resolução e detalhamento, especialmente em áreas de alta complexidade como zonas costeiras.

Ao avaliar a viabilidade de ambas as metodologias, concluiu-se que o uso combinado dessas tecnologias pode ser altamente eficiente. RPA's podem ser empregados para detalhamento de áreas críticas e complementação de dados obtidos via satélite, otimizando recursos e fornecendo um panorama abrangente para a tomada de decisões informadas.

Os resultados reforçam a relevância das contribuições de Turner et al. (2014) e Westoby et al. (2012), que destacam como a inovação nas técnicas de fotogrametria, combinada ao uso de UAVs, aprimora significativamente o monitoramento ambiental. Da mesma forma, os estudos de Falk e Schubert (2020) apontam que a integração de múltiplas tecnologias geoespaciais é essencial para enfrentar os desafios das regiões

costeiras em um contexto de mudanças climáticas e urbanização acelerada, reforçando a importância de selecionar ferramentas tecnológicas alinhadas aos objetivos específicos de cada projeto. Além disso, as conclusões aqui apresentadas podem ser extrapoladas para outras regiões costeiras que enfrentam desafios semelhantes, ampliando o impacto deste estudo.

Futuras pesquisas poderiam explorar novas tecnologias emergentes, como satélites de alta resolução e RPA com maior autonomia, além de integrar análises automatizadas com inteligência artificial para melhorar a eficiência e a qualidade gráfica dos levantamentos geoespaciais.

É importante observar que as técnicas e ferramentas de análise específicas empregadas dependem dos recursos disponíveis, experiência em software e acessibilidade dos dados. A análise envolve inspeção visual, medições quantitativas, análise espacial e comparações estatísticas, conforme apropriado para os objetivos específicos do estudo.

## REFERÊNCIAS

- AGISOFT. Metashape. Disponível em: <https://www.agisoft.com>. Acesso em: 18 mar. 2023.
- COELHO, L.; BRITO, J. Fotogrametria digital. 2. ed. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2007. 196 p.
- COLMINA, D.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.; PONS, X. Integration of UAV and satellite imagery for monitoring land cover dynamics in coastal areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 176, p. 128-140, 2021.
- DALMOLIN, Jorge Augusto. Avaliação do uso da fotogrametria digital em levantamentos topográficos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2018.
- DE DEUS, Bell Rodrigo Brito da Silva. Mapeamento 3D com drone para suporte ao BIM aplicado à arquitetura. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- DRONES MADE EASY. Disponível em: <https://dronesmadeeasy.com>. Acesso em: 01 fev. 2023.
- FALK, A.; SCHUBERT, J. High-resolution coastal monitoring using UAVs – a comparison to satellite data. *Remote Sensing*, v. 12, n. 6, p. 1025, 2020.
- GROETELAARS, N. Criação de Modelos BIM a partir de “nuvens de pontos”: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- JOFRÉ-BRICEÑO, C.; MUÑOZ LA RIVERA, F.; ATENCIO, E.; HERRERA, R. F. Implementation of facility management for port infrastructure through the use of UAVs, photogrammetry, and BIM. *Sensors (Basel)*, 2021.
- QGIS. Disponível em: <https://www.qgis.org>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- SIGSC – Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.sigsc.sc.gov.br>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- TURNER, D.; LUCIEER, A.; WATSON, C. An automated technique for generating high-resolution DEMs from UAV imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 92, p. 67-77, 2014.
- VERHOEVEN, G. J. Taking computer vision aloft – archaeological three-dimensional reconstructions from aerial photographs with photo-based modeling software. *Journal of Archaeological Science*, v. 38, n. 11, p. 2741-2752, 2011.

WESTOBY, M. J.; BRASINGTON, J.; GLASSER, N. F.; HAMBREY, M. J.; REYNOLDS, J. M. 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, v. 179, p. 300-314, 2012.