

# **AVALIAÇÃO DE MODELOS 3D PARA A REPRESENTAÇÃO DE ÁREAS URBANAS: UM ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE NITERÓI/RJ**

**Rafael Alves Esteves Julio<sup>1</sup>**

**Vandré Soares Viegas<sup>2</sup>**

**Elizabeth Maria Feitosa da Rocha de Souza<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia -  
(rafael.alves.esteves, v.vegas18, elizabethmfr@gmail.com)

## **ABSTRACT**

The 3D representation of urban areas presents a wide range of applications in geographic studies. This type of representation forces and aggregates different potentials of urban space analysis. The present work sought the choice of three-dimensional management models from high-resolution images of WorldView-3, in order to validate the best model and application potential for a Geography. The methodology consisted of the following stages; purchase, processing and preparation of images; selection of control points for GNSS field data collection; generation of three-dimensional representation, extraction of buildings and a validation based on the Cartographic Accuracy Standard of Digital Cartographic Products (PEC-PCD).

**Keywords:** Three-Dimensional Representation, Worldview-3, Urban Areas

## **INTRODUÇÃO**

A representação espacial de áreas urbanas, por meio da visualização bidimensional de objetos e feições é uma prática consolidada que vem agregando novas técnicas e métodos a partir de insumos (como novos sensores orbitais, VANT, por exemplo). Torna-se cada vez mais eminente a necessidade de aperfeiçoamento de modelos de cidades para uma perspectiva tridimensional (3D), visto que esse tipo de representação ganha força e agrega diferentes potenciais de análise do espaço urbano.

O espaço urbano é heterogêneo e fragmentado (CORREA, 1989), e sua análise pode ser aperfeiçoada com o emprego de técnicas que proporcionem representações cada vez mais detalhadas e capazes de colaborar com a compreensão das formas, funções, estruturas e processos que ocorrem nas áreas urbanas. Devido ao avanço de novas tecnologias, com emprego cada vez maior da

modelagem tridimensional, é importante ampliar a discussão sobre os insumos e adequações necessárias. Segundo Viegas (2018) os métodos tradicionais para a geração de modelos 3D estão em constante evolução, com a adoção de novos insumos (imagens orbitais, novas câmeras fotogramétricas e/ou o uso de Drones).

A representação 3D das áreas urbanas apresenta também uma vasta gama de aplicações nos estudos geográficos, como por exemplo, nas simulações de inundações e poluição atmosférica, escorregamentos, escoamento hídrico, deslocamento origem e destino para transporte público, entre outros. Nesse contexto, o presente trabalho buscou avaliar diferentes modelos de representação tridimensional gerados a partir de imagens de alta resolução do WorldView-3, visando validar o melhor modelo para a visualização de edificações em áreas construídas.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Niterói (Figura 1), na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (RMRJ). Possui cerca de 60 km<sup>2</sup> e a principal motivação para sua escolha deve-se pela disponibilidade de imagens do satélite Worldview-3, cedidas pela empresa DigitalGlobe, com boa variação altimétrica entre as edificações, morros e arruamentos. Esse aspecto permite uma análise mais equilibrada quanto à representação de edificações com variação na elevação.

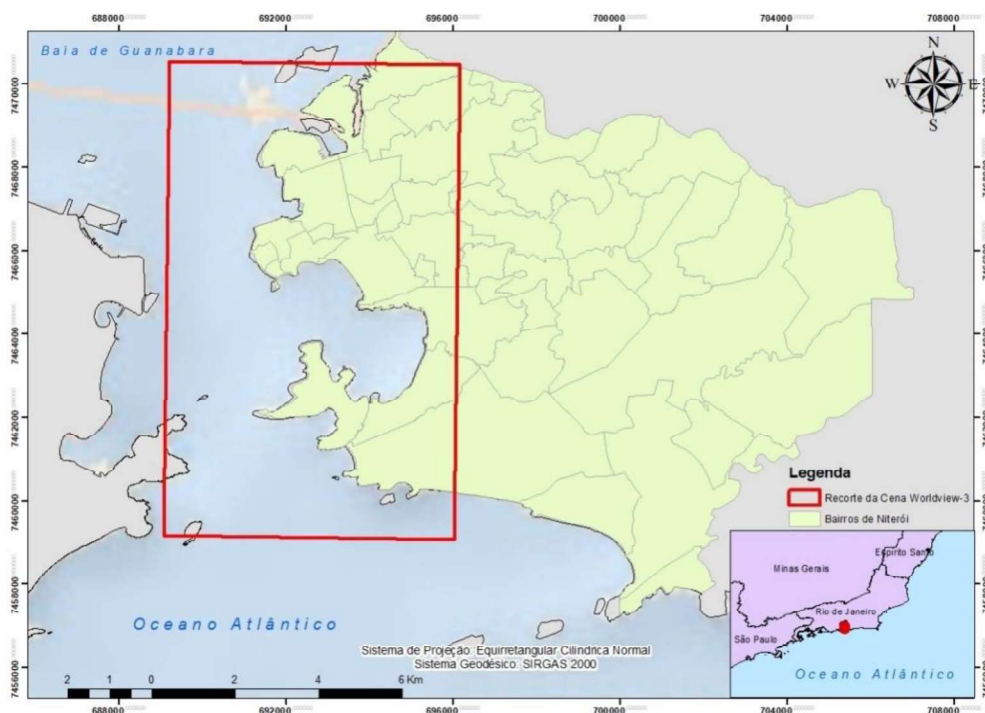


Figura 1 – Área de Estudo

A maior concentração de edificações em Niterói está presente na região Norte e Centro. Essa característica é importante para a análise do Modelo Digital de Elevação - MDE proposto para o desenvolvimento da presente pesquisa. Os edifícios com maior elevação estão concentrados nos bairros de Icaraí, Centro e São Francisco. Nos demais bairros há uma marcante divisão entre edificações do tipo casa até dois pavimentos e prédios com mais de 10 andares.

## METODOLOGIA

A metodologia consistiu nas seguintes etapas; aquisição, processamento e preparo das imagens; seleção de pontos de controle para a realização de coleta com aparelho GNSS em campo; geração de representação tridimensional, extração edificações e validação com base no Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD). A metodologia resumida pode ser observada no fluxograma da Figura 2.

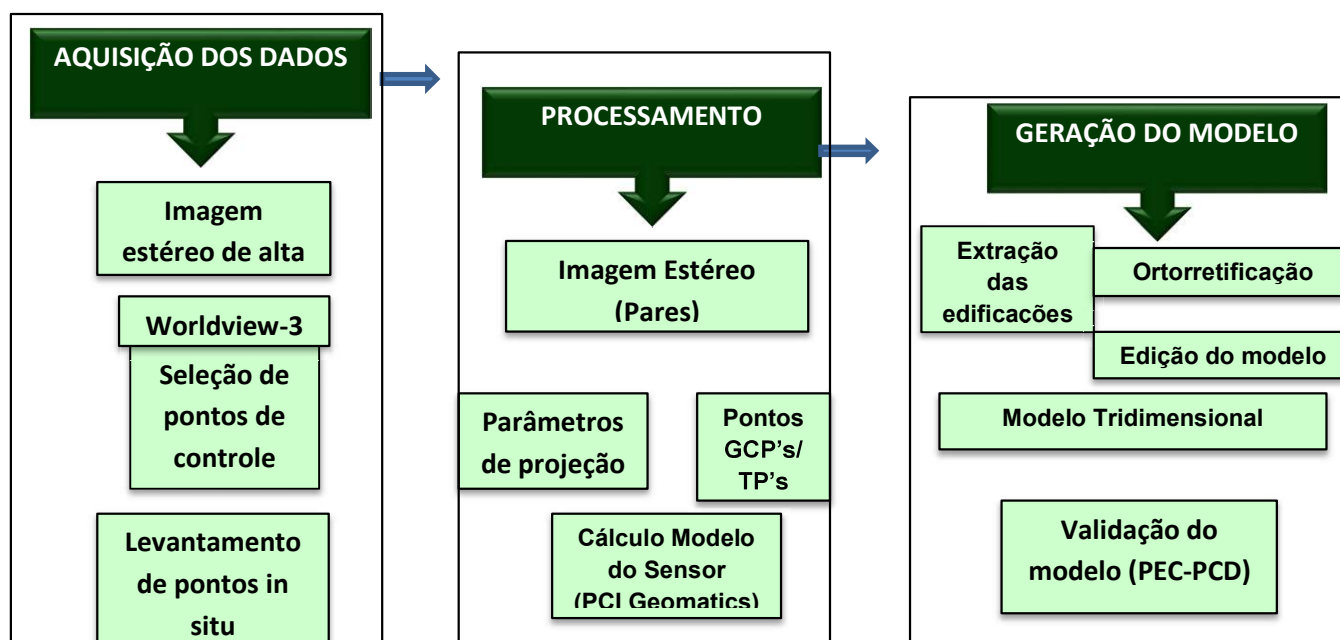


Figura 2: Fluxograma de trabalho.

### Aquisição de Dados

No vigente trabalho, para a geração dos modelos tridimensionais foi utilizada uma imagem estéreo do satélite com alta resolução espacial Worldview-3. A Tabela 1, resume as características da cena escolhida de acordo com os metadados da imagem.

**Tabela 1 – Características do Par Estéreo**

Sensor	Worldview-3
IDs da cena na DigitalGlobe	1040010016A72100, 10400100176F5500
IDs dos pares	16JAN23133046-P2AS- 057131994010_01_P001.TIF; 16JAN23133135-P2AS-057131994010_01_P001
Data de aquisição das imagens	23 de janeiro de 2016
Porcentagem de nuvens	15% (ID 1) e 22% (ID 2)
Área de Interesse	63 km <sup>2</sup>

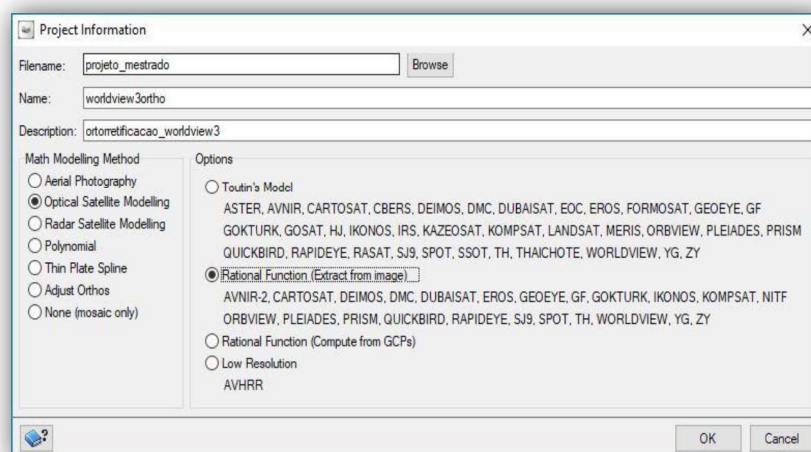
A geração a partir de pares estéreos de alta resolução proporciona, devido aos ângulos de aquisição, uma menor propagação de erros, diferenciando-se de outros modos de exibição tridimensional tradicionais, buscando uma representação com a maior precisão possível (BOETERS 2013). As imagens devem ser escolhidas visando abranger a área de estudo sem a presença de nuvens e buscando dados atualizados, porque mudanças podem acontecer rapidamente nas áreas urbanas.

#### **Processamento de Dados**

Os arquivos e softwares que estão sendo utilizados nas etapas do pré-processamento e geração dos modelos são:

- a) Software PCI - Geomatics
- b) Coeficientes Polinomiais Racionais (RPC) – Fornecidos pela DigitalGlobe
- c) Modelo Digital de Elevação – Quadrícula SF-23-Z-B (SRTM) (Obtidos pela Embrapa)
- d) Pontos de ligação (*Tie-Points*)

O *PCI OrthoEngine* pode processar os produtos básicos de dados Worldview – e o módulo *Geomatica OrthoEngine* para correção e geração do MDE, como demonstrado na figura 3.

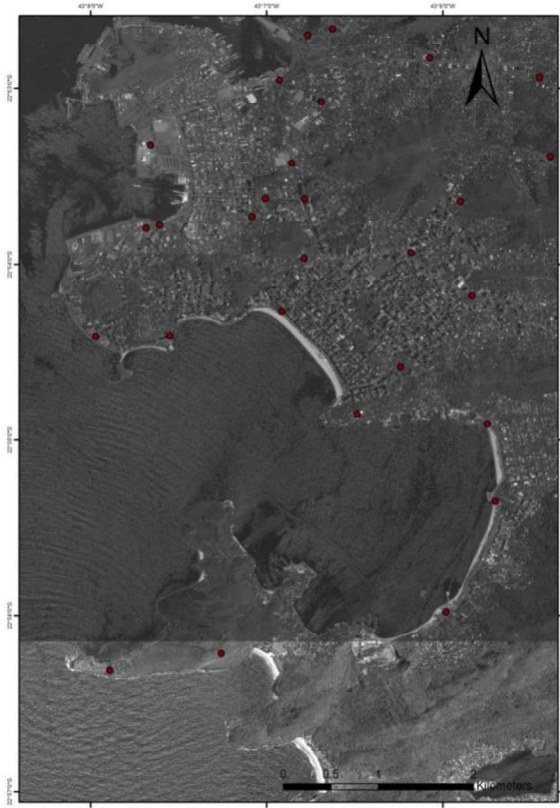


**Figura 3** – Modelos de correção do PCI Geomatics

As etapas seguintes foram: a) *criação do Projeto*; b) *inserção das imagens*; c) *inserção de pontos de ligação automaticamente e/ou manualmente*; d) *geração da ortomagem*.

Posteriormente foi realizada a seleção dos pontos de controle para a realização dos trabalhos de campo e levantamento das coordenadas com equipamento GNSS.

Vale citar que a inserção de pontos de ligação automáticos, num total de **37 pontos**, e a ausência de pontos de controle, se dão como forma de teste de qualidade para o modelo digital de elevação inicial, de forma que se possa avaliar o nível da necessidade de coleta de pontos em trabalho de campo, uma etapa fundamental ao projeto. No processo de levantamento dos pontos, as escolhas foram pautadas principalmente na facilidade de acesso, presença de áreas abertas para evitar interferências de sinal no aparelho GNSS e por localidades facilmente identificadas na imagem de satélite. No presente estudo outras características também foram consideradas, como a escolha por pontos em diferentes níveis de altitude, prédios e em áreas planas. Foram coletados 30 pontos como destaca a figura 4.



**Figura 4:** Pontos coletados na região de Niterói na imagem pancromática do Worldview-3.

A coleta de pontos foi realizada durante 1 semana para o registro das coordenadas e posterior geração do MDE. A Figura 5 destaca a base para implantação de equipamento GNSS R6 e posterior coleta dos pontos com equipamento complementar em modo *ROVERr*.



**Figura 4:** Base para coleta e ajuste dos pontos de controle.



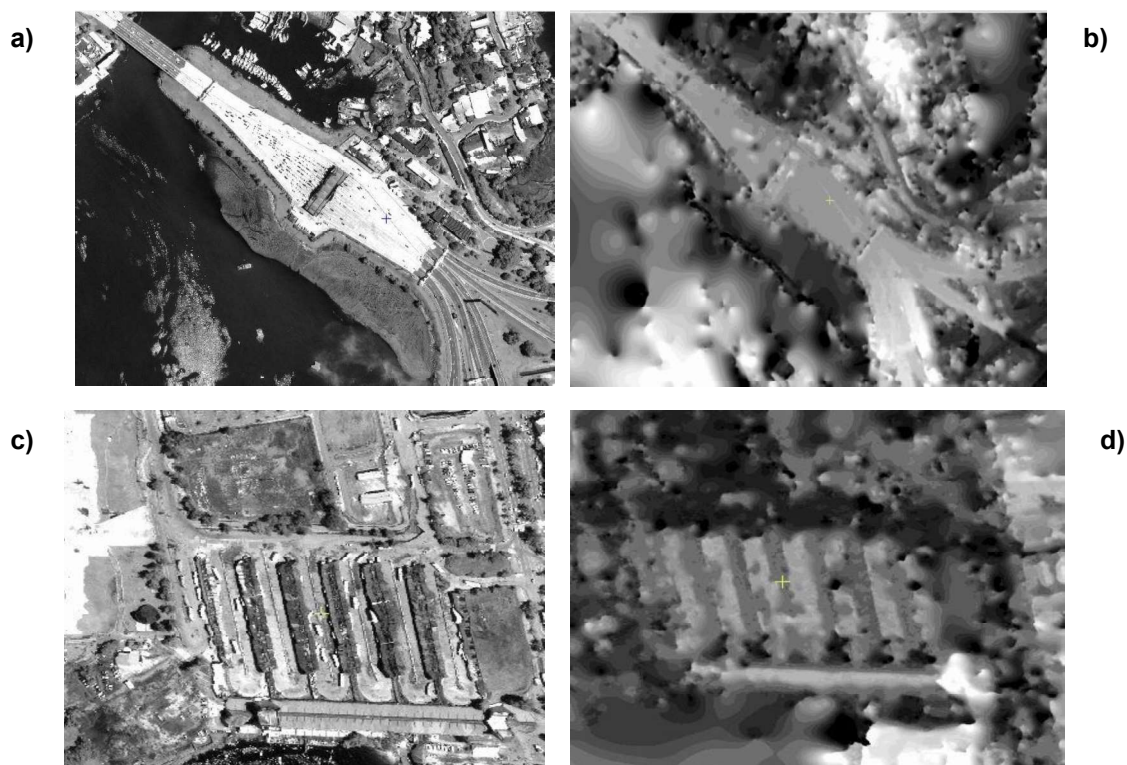
No processamento das imagens, para que seja realizado o cálculo do modelo matemático é necessário passar pelas etapas de seleção de GCP's e Tie Points e do parâmetro de projeção. O cálculo permite que as informações da posição e a orientação do sensor, câmera ou satélite no momento que a imagem foi capturada passem a ser conhecidas.

### **Geração do Modelo 3D, comparação e validação**

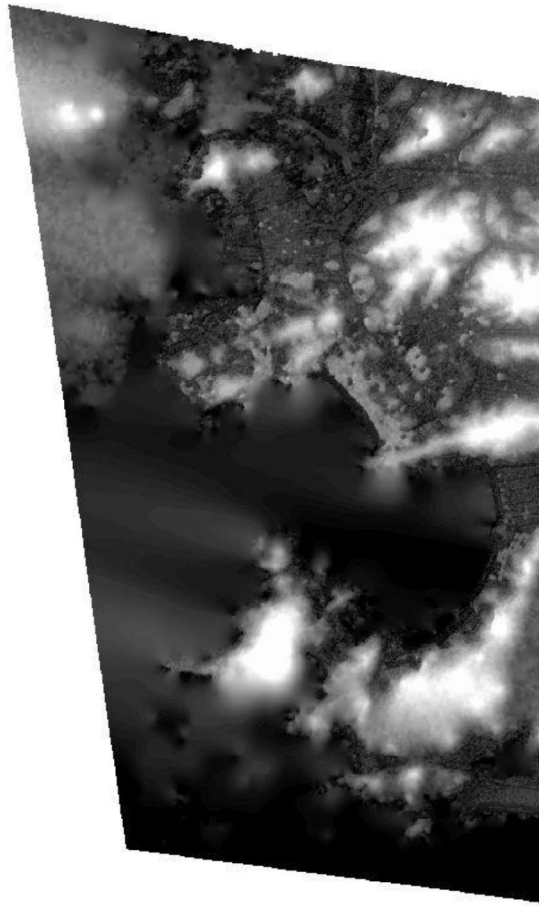
Por fim, torna-se necessário, para validar os modelos, a adoção do Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD), extraídos da Especificação Técnica dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG), com o objetivo de avaliar o erro de posicionamento das feições gráficas geradas e controlar a qualidade do trabalho, ou seja, dos modelos gerados. A geração do MDE foi feita considerando a ausência de pontos de controle, e uma modelagem com os pontos de controle coletados durante os trabalhos de campo (seleção de todos os pontos, e seleção de alguns com menor erro.) Para a avaliação foi feita a análise do PEC-PCD.

### **RESULTADOS PRELIMINARES**

Como resultado preliminar, foi gerado o modelo sem pontos de controle como destacam as figuras 5 e 6.



**Figura 5** – Exemplos de alvos relativos ao MDE. a) Praça do Pedágio Ponte Rio-Niterói b) Modelo da Praça do Pedágio c) Terminal Rodoviário de Niterói d) Modelo referente ao Terminal Rodoviário



**Figura 6:** Modelo Digital de Elevação para a área de estudo

O modelo gerado apresentou enorme potencial sem o uso dos pontos de controle. Espera-se que após o processamento dos pontos de controle seja possível obter um modelo com melhor resolução e acurácia.

O processamento está em fase final e a modelagem deve indicar o potencial de uso das imagens para a geração de dados 3D em áreas urbanas.

## **CONCLUSÕES**

O potencial de replicação deverá ser avaliado considerando o custo e dificuldades enfrentadas para a geração do modelo. O modelo final poderá representar as características do solo urbano, com a indicação dos prédios, rodovias, e outras estruturas. Espera-se que o presente trabalho contribua para



o aperfeiçoamento de métodos que permitam construir cenários 3D e modelos de representação tridimensional em áreas urbanas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BOETERS.R. Automatic enhancement of CityGML LoD2 models with interiors and its usability for net internal area determination. (2013) Department of GIS Technology, OTB Research Institute for the Built Environment.

CORRÊA, R.L. – O Espaço Urbano. São Paulo, Editora Ática, Série Princípios, 1989.

VIEGAS, V.S., BARROS, R.S., SOUZA, E.M.F.R., Geração de Modelo Digital de Elevação com Uso de Imagens Worldview III, em Apoio à Representação Tridimensional de Áreas Urbanas (2018). Exame de Qualificação de Mestrado - PPGG UFRJ