

DEFINIÇÃO DO USO DE UMA ORTOIMAGEM “VANT” BASEADO EM UMA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA POSICIONAL PLANIMÉTRICA

Marconi Martins Cunha¹, João Pedro Amorim Matta², Afonso de Paula dos Santos³

¹Graduando em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, UFV, Viçosa, MG, marconi.cunha@ufv.br

²Graduando em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, UFV, Viçosa, MG, joao.matta@ufv.br

³Engenheiro Agrimensor, Professor da UFV, Viçosa, MG, afonso.santos@ufv.br

RESUMO: Em ciências cartográficas, pela qualidade do produto pode-se concluir se ele atende ou não uma determinada finalidade. No presente trabalho será aplicado uma metodologia para avaliação da acurácia posicional sobre uma ortomagem VANT e com isso poder estabelecer parâmetros que guiem a destinação de um produto cartográfico. O estudo fez uso da comparação entre pontos extraídos da imagem e seus homólogos de referência levantados em campo, avaliando a tendência das discrepâncias posicionais utilizando técnicas de estatísticas espaciais, e a precisão de acordo com o Decreto-lei 89.817/ET-CQDG. A ortomagem analisada não apresentou tendência e está acurada para classe B, na escala de 1:2.000, podendo ser utilizada para trabalhos que tolerem discrepâncias de até 1 metro. Exemplos de aplicação podem ser citados, como o uso no georreferenciamento de vértices situados em limites naturais e limites inacessíveis em imóveis rurais, além do monitoramento e planejamento ambiental e urbano.

PALAVRAS-CHAVE: VANT, ortomagem, controle de qualidade cartográfica.

INTRODUÇÃO: Observa-se nos dias atuais a crescente importância das informações espaciais na sociedade. Segundo Lunardi (2012), com o aumento de usuários dessas informações, há também o crescimento do número de produtores, e então surgem duas necessidades: a padronização dos produtos gerados e a verificação de sua qualidade. No que diz respeito ao padrão dos dados espaciais, no Brasil tem-se a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), instituída pelo Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. A INDE, dentre outros mecanismos, utiliza especificações técnicas para atingir seus objetivos. Com relação à verificação da qualidade de um produto espacial, é comum utilizar o controle de qualidade cartográfica. A principal importância do controle de qualidade em cartografia é informar a qualidade e, assim, recomendar a destinação do uso da informação inerente aos dados espaciais (SANTOS, 2010). Portanto, é fundamental que a qualidade posicional seja condizente com a finalidade de uso, para que as decisões tomadas com base nessas informações espaciais tragam resultados satisfatórios. No Brasil, o Decreto-lei nº 89.817 de 1984, complementado pela Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG) da INDE, apresenta classes para o enquadramento dos produtos cartográficos de acordo a sua acurácia posicional. Dentre as novas tecnologias para a obtenção de dados espaciais, o VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) vem se destacando e gerando diversos estudos acerca de sua qualidade posicional, o que o fez ser parte do tema deste trabalho. Portanto, o objetivo deste estudo é aplicar uma metodologia baseada no Decreto-lei nº 89.817 aliada à ET-CQDG e métodos estatísticos que auxiliem na escolha da finalidade de uma ortomagem de VANT, de acordo com sua acurácia posicional.

MATERIAIS E MÉTODOS: O produto avaliado consiste numa imagem, obtida por levantamento aerofotogramétrico com VANT, ortorretificada e com resolução espacial nominal média de 10 cm, da região central do *campus* Viçosa da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais. A ortomagem foi gentilmente cedida pela empresa TECNOSAT. A região compreende uma área de aproximadamente 6,42 km². Na avaliação da qualidade posicional da ortomagem foi considerado a metodologia proposta por Santos et al. (2016) com algumas modificações. Na primeira etapa são obtidos os metadados do produto e, com isso, é feita a escolha do número amostral, que para este trabalho foram escolhidos 182

pontos bem definidos na imagem. De posse do arquivo de teste (coordenadas extraídas da imagem na etapa anterior), foram coletados em campo as coordenadas de referência, obtidas por procedimentos no mínimo 3 vezes mais acurado que o produto testado. Assim, utilizou-se um receptor GNSS *RTK*, da marca JAVAD modelo Triumph 1, com correções via *NTRIP* da base VICO da RBMC, para a coleta dos pontos de referência. O *RMS* horizontal médio do levantamento não ultrapassou 2 cm. A partir desses conjuntos de dados (coordenadas de teste e referência) são calculadas as discrepâncias da resultante posicional planimétrica para cada ponto. A fim de detectar possíveis *outliers* na amostra de discrepância posicional foi aplicado o teste 3σ . Para a avaliação da presença de efeitos sistemáticos, foram aplicados os conceitos de estatísticas inferencial e a espacial, conforme demonstrado por Santos et al. (2016). A estatística inferencial adotada foi o teste t de Student com 90% de confiança, que tem como pré-requisito a normalidade dos dados de discrepâncias posicionais. Para o teste de normalidade, foi utilizado o teste Jarque-Bera à 90% de confiança. Já para análise de tendência utilizando da estatística espacial, foram aplicados a Média Direcional e a Variância Circular. A precisão foi avaliada com base no padrão de qualidade cartográfica brasileiro proposto pelo Decreto-lei 89.817/1984 e pelas Especificações Técnicas de Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), em que são definidas as tolerâncias PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) e EP (Erro Padrão), para cada classe e escala testada. Para o produto ser classificado pelo Decreto-lei 89.817/ET-CQDG, ele deve estar de acordo com duas condições: (i) 90 % das discrepâncias devem ser menores ou iguais ao PEC e; (ii) o RMS deve ser menor ou igual ao EP. Utilizando a metodologia proposta por Santos et al. (2016), o produto será acurado para uma determinada classe e escala, se os critérios de tendência e precisão forem atendidos. Para o cálculo das estatísticas e dos resultados aqui apresentados foi utilizado o software GeoPEC, elaborado por Santos (2010). A Figura 1 mostra o produto avaliado e a disposição dos pontos de checagem utilizados.

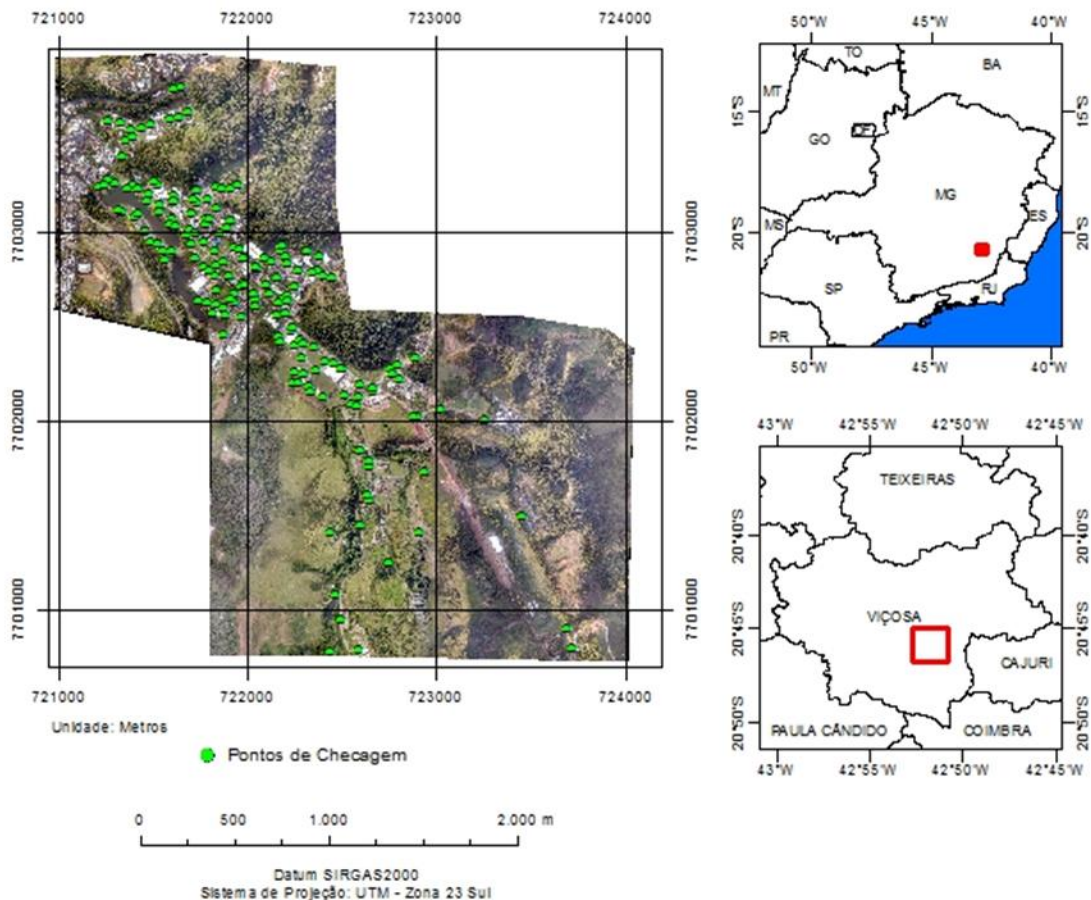


Figura 1 – Ortoimagem da região central do *campus* Viçosa, UFV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A avaliação da acurácia posicional se dá sobre a amostra de discrepâncias posicionais, obtidas pela subtração entre as coordenadas extraídas da imagem e as coordenadas levantadas em campo. Para esse conjunto amostral foram calculadas as estatísticas básicas utilizadas para a avaliação da acurácia, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados estatísticos da amostra de discrepâncias posicionais.

Estatística	E (m)	N (m)	Resultante Posicional (m)
Discrepância Média	0,10	-0,19	0,42
Desvio Padrão	0,24	0,36	0,23
RMS	0,26	0,40	0,48
Discrepância Max.	1,07	0,68	1,15

A partir do valor de 1,15 m para a discrepância máxima da resultante posicional (Tabela 1), verifica-se que o conjunto amostral não apresenta *outliers*, já que este valor é menor que o valor limite de 1,80 m dado pelo teste 3σ , considerando o valor do EP para a classe B e escala de 1:2000 (Tabela 2). Pelo teste Jarque-Bera, foi verificado que o conjunto amostral não segue distribuição normal, logo não é correto a avaliação da tendência utilizando a estatística t de Student. Porém, tem-se como alternativa, a utilização das estatísticas espaciais como a Média Direcional e a Variância Circular, que não dependem da normalidade na distribuição da amostra de discrepâncias (SANTOS, 2010). A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de tendência, bem como a classificação da ortoimagem quanto ao padrão Decreto-lei 89.817 / ET-CQDG.

Tabela 2 – Resultados da Avaliação da acurácia posicional para a escala de 1:2.000.

Classe	Teste de Precisão - Escala 1:2.000				Teste de Tendência	
	PEC (m)	EP (m)	% di > PEC	RMS > EP	Média Direcional	Variância Circular
A	0,56	0,34	69,8	Falhou	134,03°	0,60
B	1,00	0,60	97,8	Passou		
C	1,60	1,00	100,0	Passou		
D	2,00	1,20	100,0	Passou		

A Média Direcional igual à 134,03° indica a direção que prevalece no conjunto de discrepâncias, porém a Variância Circular foi de aproximadamente 0,60 o que indica uma insignificância estatística para o valor da Média Direcional, concluindo que o produto não possui efeitos sistemáticos significativos. É importante notar que esse resultado independe da escala de avaliação. Ainda na Tabela 2, o teste de precisão, considerando a escala 1:2.000, teve seu melhor resultado para classe B, que é a segunda classe mais restritiva do padrão de qualidade considerado. Para tal classe e escala as duas condições mencionadas na metodologia foram atendidas: 97,8% das discrepâncias posicionais foram menores que 1 m (PEC) e o RMS, igual à 0,48 m (Tabela 1), foi menor que 0,60 m (EP). Portanto, a ortoimagem é um produto cartográfico acurado para a classe B, na escala de 1:2.000, já que os critérios de tendência e precisão foram atendidos.

CONCLUSÃO: No presente trabalho buscou-se definir o uso de uma ortoimagem obtida por um VANT através da avaliação da sua acurácia posicional utilizando-se o Decreto-lei 89.817 aliada à ET-CQDG. Com essa avaliação, utilizando o método de feições pontuais, o produto foi enquadrado na classe B, escala 1:2.000, o que faz com que o produto testado possa ser utilizado em trabalhos que tenham tolerâncias de até 1 m para discrepâncias posicionais. Este resultado, como bem analisa Fonseca Neto (2017), possibilita o uso da ortoimagem no auxílio ao Georreferenciamento. Isso porque a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR, 2013) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em sua terceira edição, de acordo com o manual técnico de posicionamento e o manual técnico de limites e confrontantes, permite a utilização de novos métodos de posicionamento para a obtenção de vértices situados em limites naturais e vértices situados em limites

inacessíveis. Estes tipos de vértices exigem níveis de precisão igual ou superior a 3,00 m e 7,5 m, respectivamente. Além dessas aplicações, a ortoimagem pode ser utilizada com outras finalidades, por exemplo: monitoramento e planejamento ambiental; auxílio da gestão do espaço urbano; entre outros. Mesmo diante da importância da informação espacial na gestão territorial, poucos municípios brasileiros a utilizam com esta finalidade, o que acarreta em uma gestão pouco eficiente. Diante dos resultados, é possível que produtos advindos de um levantamento com VANT sejam utilizados para esse fim, desde que observada sua acurácia posicional. Para trabalhos futuros que utilizem algum produto oriundo de um VANT, apesar da grande resolução espacial dos sensores embarcados, deve-se sempre se atentar à acurácia posicional, de maneira que a informação obtida através desse produto seja confiável e condizente com a finalidade e a tomada de decisão seja bem embasada.

REFERÊNCIAS:

- BRASIL. **Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 27 nov. 2008.
- BRASIL. **Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial, Brasília, DF, 27 jul. 1984.
- DSG - Diretoria do Serviço Geográfico. **Especificação técnica para a aquisição de dados geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV): Defesa Força Terrestre, Brasil, 2016**. 2 ed. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde?id=140>, Acesso em: 25 de maio de 2017.
- DSG - Diretoria do Serviço Geográfico. **Especificação técnica para a controle de qualidade de produtos de conjuntos de dados geoespaciais (ET-CQDG): Defesa Força Terrestre, Brasil, 2016**. 1 ed. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde?id=142>, Acesso em: 25 de maio de 2017.
- FONSECA NETO, F. D et al. Avaliação da qualidade posicional de dados espaciais gerados por VANT utilizando feições pontuais e lineares para aplicações. In: **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 23, n. 1, p. 134, 2017.
- LUNARDI, O. A., PENHA, A. L. T., CERQUEIRA, R. W. O exército brasileiro e os padrões de dados geoespaciais para a INDE. In: **Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. 4, 2012, Recife. 2012. p. 001 – 008.
- NTGIR, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. Brasília, 2013. 3ª Edição.
- SANTOS, A. P. et al. **Avaliação da acurácia posicional em dados espaciais com o uso da estatística espacial**. 2010. 128 f. Dissertação – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- SANTOS, A. P. et al. Avaliação da acurácia posicional em dados espaciais utilizando técnicas de estatística espacial: proposta de método e exemplo utilizando a norma. In: **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 22, n. 4, p. 630-650, 2016.