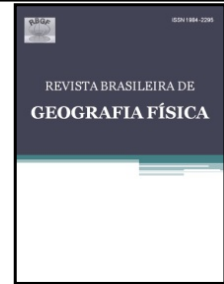




ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Avaliação da exatidão cartográfica e temática com o uso de drone

Noelto da Cruz Teixeira<sup>1</sup>, Norka da Silva Albernaz Marcílio<sup>2</sup>, Geraldo Antônio Gomes de Almeida<sup>3</sup>, Patrícia Mota Rausch<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Cuiabá, [teixeira.cruz@ifmt.edu.br](mailto:teixeira.cruz@ifmt.edu.br). <sup>2</sup>Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, doutora em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso, [norka.albernaz@ifmt.edu.br](mailto:norka.albernaz@ifmt.edu.br). <sup>3</sup>Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, [geraldo.almeida@ifmt.edu.br](mailto:geraldo.almeida@ifmt.edu.br). <sup>4</sup>Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande, [patricia.rausch@ifmt.edu.br](mailto:patricia.rausch@ifmt.edu.br).

Artigo recebido em 01/03/2023 e aceito em 01/10/2023

### RESUMO

Com o advento da tecnologia de mapeamento por sensoriamento remoto com Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) popularmente conhecidos como drones, aliada ao sistema Global Navigation Satellite System (GNSS), ferramenta utilizada para o posicionamento de pontos de apoio terrestre, georreferenciados em tempo real, tornou-se um recurso promissor na detecção do uso e cobertura do solo. Neste sentido o presente trabalho apresenta um estudo para avaliar a exatidão cartográfica para levantamentos planimétricos e cadastral do Núcleo Avançado do Pantanal (NAPAN) situado no município de Poconé - MT. Para avaliar a qualidade do mapeamento, o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) será analisado com base no Decreto-Lei 89.817, regulador das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. A exatidão temática através de análises estatísticas por meio de índices não espaciais extraídos da Matriz de Erros (ME) gerada pela classificação supervisionada da imagem. O projeto foi dividido em 5 fases: (a) Levantamento de pontos de controle de alta precisão na área de estudo com receptores GNSS, (b) Aerolevantamento com drone, (c) Geração do ortomosaico, (d) Classificação do uso e cobertura do solo e (e) Análises do PEC e dos índices de concordância temáticos Kappa e Global. Foi obtido um ortomosaico com resolução espacial de 2,12 cm/pixel, classificado na classe A e escala de 1/1000, bem como a exatidão Global do uso e ocupação do solo de 0,91 e índice Kappa de 0,88, permitindo maior qualidade posicional do ortomosaico e uma excelente acurácia na classificação do uso do solo.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto, GNSS, ArcGis, Índice Kappa.

## Evaluation of cartographic and thematic accuracy using a drone

### ABSTRACT

With the advent of remote sensing mapping technology with Remotely Piloted Aircraft (RPA) popularly known as drones, together with the Global Navigation Satellite System (GNSS), a tool used for the positioning of ground support points, georeferenced in real time, it became a promising resource for detecting land use and land cover. In this sense, the present work presents a study to evaluate the cartographic accuracy for planimetric and cadastral surveys of the Advanced Center of the Pantanal (NAPAN) located in the municipality of Poconé - MT. To assess the quality of the mapping, the Cartographic Accuracy Standard (PEC) will be analyzed based on Decree-Law 89,817, which regulates the Technical Standards of National Cartography. Thematic accuracy through statistical analysis using non-spatial indices extracted from the Error Matrix (EM) generated by supervised image classification. The project was divided into 5 phases: (a) Survey of high precision control points in the study area with GNSS receivers, (b) Aerial survey with drone, (c) Orthomosaic generation, (d) Classification of use and coverage of the soil and (e) Analysis of the PEC and the Kappa and Global thematic concordance indices. An orthomosaic was obtained with a spatial resolution of 2.12 cm/pixel, classified in class A and scale of 1/1000, as well as the Global accuracy of land use and occupation of 0.91 and Kappa index of 0.88, allowing higher positional quality of the orthomosaic and an excellent accuracy in the classification of land use.

Keywords: Remote Sensing, GNSS, ArcGIS, Kappa Index.

### Introdução

A área de mapeamento por aerofotogrametria vem sofrendo cada vez mais mudanças com o surgimento de novas tecnologias e novos equipamentos que diminuem o tempo de execução dos serviços a exemplo dos drones, abreviatura do inglês “Remotely Piloted Aircraft”, ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), aplicados para cartografar áreas menores como forma de representar feições naturais e artificiais da superfície terrestre em escalas adequadas com elevada acurácia, permitindo melhor visualização, extração e interpretação das alterações ocorridas (Silva et al., 2018).

Os drones segundo, possuem câmeras embarcadas para detectar imagens aéreas capazes de gerar dados topográficos com maiores detalhes e rapidez comparados aos levantamentos realizados com Estação Total ou GNSS.

A partir desses dados, é possível gerar produtos cartográficos tais como: Ortomosaico, Modelos Digital de Superfície (MDS) e Modelo Digital de Terreno (MDT) e através dos softwares Computer Aided Design (CAD) e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitam a elaboração de diversos mapas planialtimétricos, cadastrais e do uso e cobertura do solo, podendo serem utilizados em projetos de engenharia, cartografia, cadastro urbano e rural.

O Decreto-Lei 89.817, segundo Brasil (1984) estabelece normas que regulamentam a Cartografia Nacional e se destinam a estabelecer procedimentos e padrões mínimos a serem adotados no desenvolvimento das atividades cartográficas.

Para estabelecer o grau de confiança dos objetos mapeados é necessário avaliar a exatidão com que os objetos da imagem são classificados por meio de algoritmos automáticos, identificando a classe que maximiza a probabilidade de uma classificação correta com base nos índices extraídos de uma ME, conhecida como Matriz de Confusão.

## Material e métodos

### Área de estudo

Á área de estudo está localizada no bioma Pantanal e no município de Poconé no Estado de Mato Grosso entre as coordenadas geográficas de latitudes 16°19'13" e 16°19'32" Sul e longitudes 56°32'21" e 56°32'47" Oeste e altitude de 124,00m referenciada ao Datum SIRGAS 2000 conforme Figura 1.

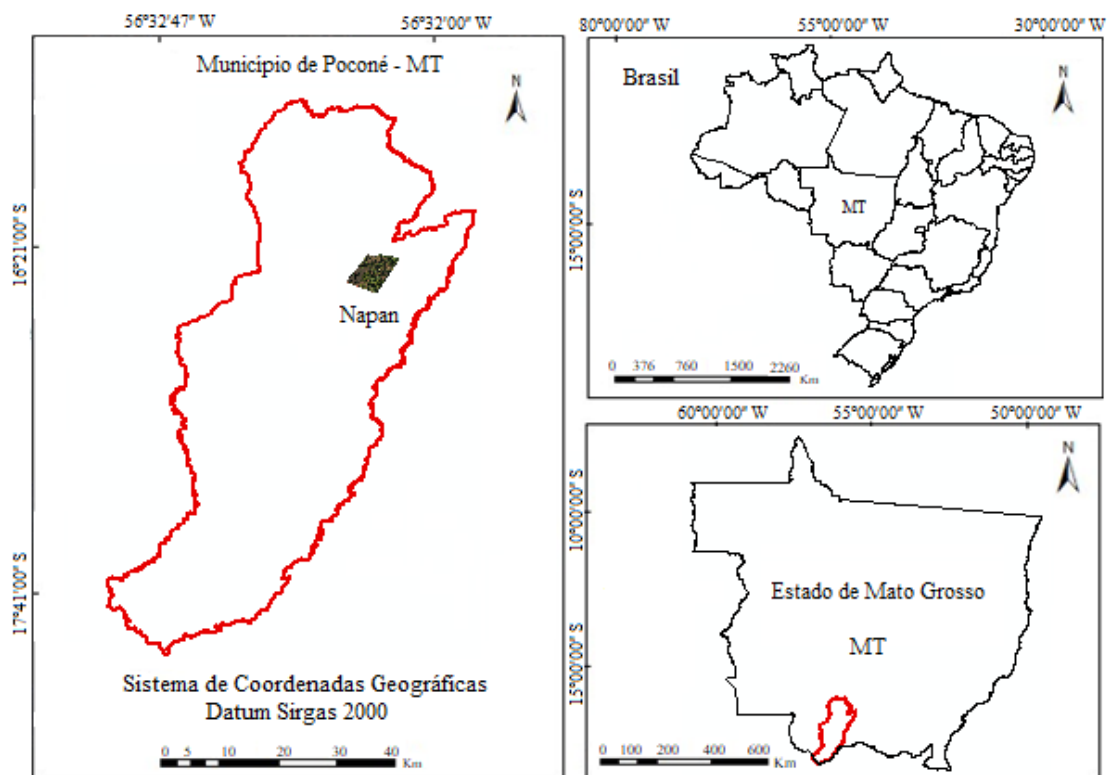


Figura 1. Localização geográfica do município de Poconé.

O NAPAN é uma área pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT). Foi escolhida para este estudo por ser um local de desenvolvimento de pesquisa, extensão e práticas de ensino referente às disciplinas técnicas oferecidas nesta instituição.

Possui clima tropical (Aw) segundo a classificação de Köppen, com dois períodos classificados entre o verão com mais pluviosidade e o inverno que normalmente costuma registrar temperaturas média anual de 26,6 °C com pluviosidade média anual de 1.361mm. Apresenta solos do tipo Planossolo Nátrico e a vegetação predominante é composta por savana arborizada (BDIA, 2020).

#### *Materiais*

Na aquisição das imagens foi utilizado um drone multirrotor, modelo Mavic 2, pesando, aproximadamente 0,907 Kg com um alcance máximo de 8 Km e embarcado com câmera RGB (Red, Green and Blue) do espaço eletromagnético do visível. No posicionamento dos pontos de controle e de checagem (verificação) em campo, utilizou-se um par de receptores GNSS RTK (Real Time Kinematic) geodésico da marca Comnav, modelo T/30 de duas frequências L1 e L2.

Os softwares utilizados neste trabalho foram: Microsoft Office Excel para organização dos dados, Agisoft Metashape no processamento das imagens aéreas, o GeoPEC 3.5, para o cálculo do PEC e o ArcGis 10.8 na classificação do uso e cobertura do solo e cálculo do Índice Kappa e Exatidão Global, respectivamente.

#### *Metodologia*

A metodologia usada para a avaliação da acurácia posicional e temática foi dividida em cinco etapas conforme o fluxograma da Figura 2: (i) definição da área de estudo e aquisição dos insumos; (ii) Levantamento de pontos de controle de alta precisão na área de estudo com receptores GNSS, (iii) planejamento e execução do voo; (iv) Processamento, classificação das imagens e análises dos índices de concordância temáticos Kappa e global pelo software ArcGis 10.8); (v) Avaliação do PEC e geração da ME.

Para a coleta dos pontos em campo, foram escolhidos vinte alvos com visibilidade clara na imagem e seu homólogo no terreno. Destes foram utilizados 9 pontos de controles e 11 pontos de checagem, sendo que os dados de checagem deverão ser três vezes mais exatos que a expectativa de exatidão do conjunto testado (Celestino; Saldanha e Rocha, 2007).



Figura 2. Fluxograma da metodologia adotada.

Assim, implantou-se uma base na área de estudo, utilizando o método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) e processados no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que serviu de ponto de apoio para o posicionamento dos pontos de controles e de checagem utilizados no processamento das imagens.

Realizou-se dois planos de voo com o aplicativo Pix4D a fim de atender a autonomia de voo referente a uma bateria com duração de aproximadamente 23 minutos que foi possível parametrizar a missão com 70 m de altura, velocidade de 6 m/s e duração de 18 minutos para cada missão.

As imagens foram processadas para a geração do ortomosaico em cinco etapas principais: o alinhamento da câmera que gera uma nuvem de pontos esparsa com a combinação de pontos homólogos nas fotografias; a geração de uma nuvem de pontos densa, após a otimização do alinhamento; criação do Modelo digital de Elevação (MDE); texturização da superfície reconstruída e a geração do ortomosaico (AGISOFT, 2018).

Para a classificação do uso e cobertura do solo foram coletadas amostras dos pixels selecionados como amostras de treinamento do ortomosaico, resultante, e aplicou-se o algoritmo MAXVER, onde foram utilizadas as classes Cerrado, Construção 1, Construção 2, Mato Ralo e Solo Exposto. Neste processo, o algoritmo pondera as distâncias entre as médias dos valores de cada pixel das classes de referência, de modo, a verificar a probabilidade de pertencer a uma determinada classe pela sua probabilidade de associação (JUNIOR, 2020).

A fim de analisar a exatidão e a validação temática da imagem classificada, ou seja, avaliar o quanto a classificação se aproxima da realidade (GRIPP, 2021), estimou-se Exatidão Global a partir da ME, segundo a metodologia proposta por Congalton (1991) e o Índice Kappa conforme o Tabela 1 e a equação 1:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \frac{n_{ji}}{n_{+j}}}{n^2 - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \frac{n_{ji}}{n_{+j}}} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

k = número de linhas da matriz de erros;

n = número total de observações (amostras);

n<sub>ii</sub> = números de observações na linha i e coluna i;

n<sub>i+</sub> = total da linha i;

n<sub>+j</sub> = total da coluna j.

Tabela 1. Representação matemática de uma Matriz de Erros

| Classificação           | 1   | 2   | 3   | Total nas Linhas Xi + |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----------------------|
| 1                       | X11 | X12 | X1c | X1 +                  |
| 2                       | X21 | X22 | X2c | X2 +                  |
| c                       | X31 | X32 | X3c | X3 +                  |
| Total nas Colunas Xi +1 | X+1 | X+2 | X+3 | n                     |

Segundo Trenea, Gallo e Da Silva (2020) o Índice Kappa divide o total de pixels classificados corretamente na diagonal da matriz pelo número total de pixels e a Exatidão Global leva em consideração toda a matriz processada. É comum para avaliar a precisão da classificação a partir da ME, segundo Cabrero (2021), é identificar o erro geral para cada categoria, os erros resultantes da confusão entre as categorias e também a classificação correta na diagonal principal da ME.

O valor de Kappa para toda área foi classificada conforme a Tabela 2, onde mostra o intervalo e o desempenho para a classificação do ortomosaico.

Tabela 2. Desempenho de classificação de acordo com o Índice Kappa. Fonte: Autores (2023).

| Índice Kappa  | Desempenho da classificação |
|---------------|-----------------------------|
| < 0,00        | Péssimo                     |
| 0,0 < K < 0,2 | Mau                         |
| 0,2 < K < 0,4 | Razoável                    |
| 0,4 < K < 0,6 | Bom                         |
| 0,6 < K < 0,8 | Muito Bom                   |
| 0,8 < K < 1,0 | Excelente                   |

A determinação da acurácia posicional do ortomosaico foi realizada através da obtenção de parâmetros estatísticos por meio do cálculo das discrepâncias das coordenadas (resíduos) obtidas entre as coordenadas dos pontos coletadas no terreno e seus homólogos no ortomosaico, ou seja, o cálculo da média e desvio padrão destas discrepâncias e análises estatísticas da precisão.

Quadro 1. Dados numéricos do PEC Planimétrico do Decreto 89.817. Fonte – Adaptado de BRASIL (2018).

Por outro lado, se o número de pontos com erro acima do tolerável ocorrer em quantidade superior ao especificado no referido Decreto-Lei, não podem ter uma classe definida.

Conforme Santos (2015), para se utilizar o padrão de acurácia posicional seguindo o Decreto-Lei os dados de discrepâncias posicionais de tal Decreto-Lei devem inicialmente atestar a normalidade da amostra. No presente trabalho foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk.

Ainda, conforme o mesmo autor é de fundamental importância a análise de tendências (efeitos sistemáticos) no controle de qualidade dos dados espaciais pois, o uso de dados tendenciosos pode gerar análises inconsistentes, influenciando negativamente os processos decisórios, gerando produtos que não condizem com a realidade de campo.

Confirmada a normalidade dos dados a distribuição t de Student ao nível de significância de 90%, testa a existência de erros sistemáticos realizada com base nas discrepâncias entre as coordenadas projetadas no sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) observadas e as coordenadas de referência de acordo com as equações 1 e 2:

$$\Delta E = E_0 - E_r \quad \text{equação 1}$$

$$\Delta N = N_0 - N_r \quad \text{equação 2}$$

Obtêm-se, a partir da equação 2 a média de acordo com as equações 3 e 4:

$$\overline{\Delta E} = (1/n) \sum_{i=1}^n \Delta E \quad \text{equação 3}$$

$$\overline{\Delta N} = (1/n) \sum_{i=1}^n \Delta N \quad \text{equação 4}$$

E o desvio padrão por meio das equações 5 e 6, sendo  $n$  o número de elementos do conjunto de dados da amostra.

$$S_{\Delta E} = \frac{1}{n-1} \sqrt{[\sum (\Delta X - \overline{\Delta X})^2]} \quad \text{equação 5}$$

$$S_{\Delta N} = \frac{1}{n-1} \sqrt{[\sum (\Delta Y - \overline{\Delta Y})^2]} \quad \text{equação 6}$$

Com o número de amostras de referência utilizadas neste trabalho, calculou-se o valor limite tabelado para a estatística t de student, ( $t_{n-1}, \alpha/2$ ).

Se t de Student calculado ( $t_E$  e  $t_N \leq t_{calc.}$ ) conforme a equação 7 for inferior ao tabelado e atendendo a equação 8 para as componentes E e N,

| Classe | PEC (mm) | EP (mm) |
|--------|----------|---------|
| A      | 0,500    | 0,300   |
| B      | 0,800    | 0,500   |
| C      | 1,000    | 0,600   |

podemos afirmar que o ortomosaico está livre de erros sistemáticos ou de tendência.

$$t_E = \frac{\overline{\Delta E}}{S_{\Delta E}} \sqrt{n} \quad \text{e} \quad t_N = \frac{\overline{\Delta N}}{S_{\Delta N}} \sqrt{n} \quad \text{equação 7}$$

$$t_{calc.} \leq (n - 1); \quad \text{equação 8}$$

Em relação à precisão, o teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi utilizado ao nível de 90% a fim de verificar se o desvio padrão dos resíduos obtidos poderá ser considerado, estatisticamente, igual ou menor que o EP assumido para uma determinada classe do PEC.

O EP esperado para o teste do Qui-quadrado, calculou-se conforme a equação 9.

$$\sigma_E = \sigma_N = \frac{EP}{\sqrt{n}} \quad \text{equação 9}$$

O teste de Qui-quadrado foi calculado de acordo com as equações 10 e 11:

$$\chi_E^2 = (n-1) \frac{S_{\Delta E}^2}{\sigma_E^2} \quad \text{equação 10}$$

$$\chi_N^2 = (n-1) \frac{S_{\Delta N}^2}{\sigma_N^2} \quad \text{equação 11}$$

Onde  $n$  é o tamanho da amostra,  $S$  o desvio padrão das discrepâncias,  $\sigma_E$  e  $\sigma_N$  são os EPs esperados para as classes do PEC.

A precisão de uma determinada classe (A, B ou C) será atendida quando o valor do teste de Quiquadrado calculado for inferior a um valor tabelado.

## Resultados e discussão

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos na aplicação da metodologia proposta, onde são expostos os resultados da

avaliação posicional e temática do ortomosaico, produto final deste trabalho, como mostra a Figura 3.

A análise da acurácia posicional do ortomosaico foi determinada a partir dos valores obtidos das discrepâncias das feições pontuais coletadas em campo (referência) e seus pontos homólogos identificados no ortomosaico conforme a Figura 4 em que pode observar que a maior diferença das discrepâncias posicionais planimétricas resultantes foi em torno de 0,303m, a menor diferença foi de 0,032 m e a média das diferenças em torno de 0,105. Após a avaliação dos dados, constatou-se que o ortomosaico gerado, enquadrou-se na classe A para escala de 1:1000, de acordo com os valores do Decreto-Lei 89.817 que regulamenta as normas cartográficas brasileiras de acordo com o Quadro 3 em comparação com os

dados de discrepância da Figura 4. Pode-se verificar que houve aprovação para a classe A em que 100% das discrepâncias calculadas entre as coordenadas Este e Norte dos pontos de referência (verificação) e de teste (pontos homólogos na imagem) conforme o Quadro 4 apresentaram valores menores que o PEC planimétrico para a classe A, de maior precisão e qualidade para o uso em projetos de engenharia, cadastro multifinalitário e uso e cobertura da Terra.

O ortomosaico classificado na Figura 5 remete a 5 classes de uso e cobertura do solo do NAPAN: Construção 1, Construção 2, Cerrado, Mato Ralo e Solo Exposto. Na Tabela 3 apresenta as classes de uso e cobertura do solo, suas áreas e seus valores em porcentagem.



Figura 3. Ortomosaico da área de estudo. O ortomosaico resultou numa imagem de resolução espacial do pixel no terreno igual a 2,12 cm/pixel. O Quadro 2 apresenta os valores das coordenadas plana UTM de referência e de checagem de entrada no GeoPEC 3.5.

Quadro 2. Coordenadas de Checagem e de Referência.

| Ponto | E (m) Checagem | N (m) Checagem | E(m)-Referência | N(m)-Referência |
|-------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1     | 548573,263673  | 8195197,524695 | 548573,243      | 8195197,596     |
| 4     | 548754,756431  | 8195160,229448 | 548754,811      | 8195160,208     |
| 6     | 548631,65031   | 8195268,550721 | 548631,581      | 8195268,59      |
| 7     | 548861,876309  | 8195270,90202  | 548861,908      | 8195270,898     |
| 9     | 549024,043952  | 8195260,0742   | 549024,312      | 8195259,934     |
| 10    | 548934,015754  | 8195430,20399  | 548934,048      | 8195430,2       |
| 11    | 548826,81701   | 8195416,634663 | 548826,848      | 8195416,626     |
| 12    | 548863,252352  | 8195359,946533 | 548863,386      | 8195359,884     |
| 13    | 548765,04895   | 8195338,859013 | 548765,126      | 8195338,814     |
| 15    | 548720,590695  | 8195421,684896 | 548720,468      | 8195421,836     |
| 16    | 548773,517186  | 8195542,169139 | 548773,416      | 8195542,218     |

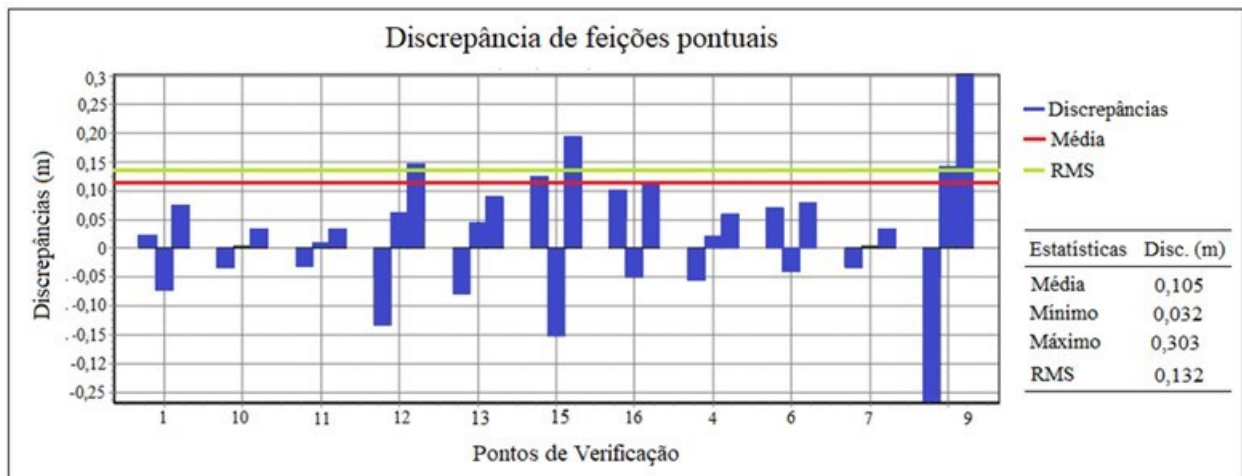


Figura 4. Discrepâncias posicional planimétrica utilizado na avaliação da acurácia posicional.

Quadro 3. Dados de saída de classificação do ortomosaico.

| Classe | % Disc. < EP | RMS<EP | Resultado |
|--------|--------------|--------|-----------|
| A      | 100,000      | Passou | Aprovado  |
| B      | 100,000      | Passou | Aprovado  |
| C      | 100,000      | Passou | Aprovado  |

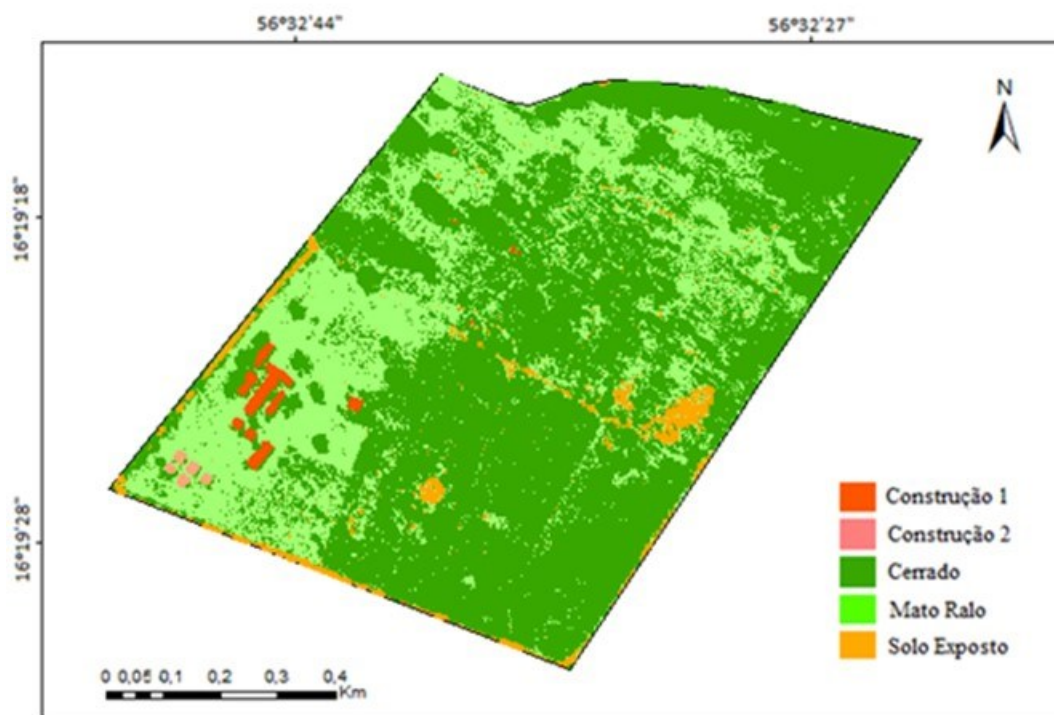


Figura 5.

Classes de uso e cobertura da Terra da área de estudo

Tabela 3. Valores de Áreas e em porcentagem das classes da área de estudo.

| Classes      | Áreas (m²) | % (classes) |
|--------------|------------|-------------|
| Construção 1 | 2151,43    | 0,90        |
| Construção 2 | 615,29     | 0,26        |
| Cerrado      | 157448,91  | 65,54       |
| Mato Ralo    | 73168,58   | 30,46       |
| Solo Exposto | 6858,80    | 2,85        |
| Total        | 240243,01  | 100,00      |

O NAPAN apresenta uma área total de 240243 m<sup>2</sup>. Dentre às classes mapeadas o Cerrado, compreendendo a área de Proteção Ambiental (APP) e Construção 2 apresentou a maior e a menor área, respectivamente, sendo Mato Ralo a segunda maior área composta de pastagem e vegetação rasteira.

No que diz respeito à qualidade da classificação realizada, procedeu-se a análise a partir do coeficiente de Exatidão Global com 0,91

e Kappa cujo valor foi de 0,88, calculado pela equação 1 de acordo com o Quadro 5.

Os índices retrataram bem o grau de concordância dos dados que conforme a Tabela 2, mostra que a classificação realizada para o uso do solo alcançou um desempenho excelente e serve para representar o trabalho realizado, conferindo um aspecto de confiabilidade e precisão dos dados classificados.

Quadro 5. ME gerada pelo classificador e organizada pelos autores.

| Classes Preditas | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 | Verdade_Campo |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| Construção 1     | 45       | 0        | 0        | 1        | 0        | 46            |
| Construção 2     | 0        | 23       | 0        | 0        | 1        | 24            |
| Cerrado          | 0        | 2        | 48       | 0        | 5        | 55            |
| Solo_Exposto     | 0        | 0        | 0        | 29       | 4        | 33            |
| Mato Ralo        | 0        | 1        | 0        | 6        | 54       | 61            |
| Total            | 45       | 26       | 48       | 30       | 64       | 219           |

Adquirida a normalidade dos dados das discrepâncias com o teste de Shapiro-Wilk os mesmos não apresentaram erros sistemáticos uma vez que os valores de t de Student, ao nível de significância de 90%, calculados  $t_{cal}$  (-0,856) foi menor que t de Student tabelado ( $t_{n-1, \alpha/2}$ ) (1,8125) referente as discrepâncias na componente Este, assim como para  $t_{calc}$  (-0,1002) e ( $t_{n-1, \alpha/2}$ ) tabelado (1,8125) para as discrepâncias das componentes Norte, caracterizando o ortomosaico como não tendencioso.

O valor esperado do teste de Qui-quadrado para EP conforme o Quadro 1 vale 0,30 e refere a classe A. O valor encontrado de 0,09 para  $\sigma_E$  e  $\sigma_N$  foram calculados pela equação 8, valor este que substituindo na equação 9 e 10 fornecem os valores para  $\chi_E^2$  e  $\chi_N^2$  igual a 14,81 e 7,41, respectivamente.

Neste sentido a precisão da classe “A” escolhida foi atendida pois,  $\chi_E^2$  (14,81) é menor que  $\chi_{n-1, \alpha}^2$  (15,98) para as discrepâncias da componente Este e  $\chi_N^2$  (7,41) é, também, menor que  $\chi_{n-1, \alpha}^2$  (14,81) para as discrepâncias da componente Norte.

## Conclusão

O uso de drone para atividades de aerolevantamento permitiu, com baixo custo operacional, a geração de ortomosaico, atendendo às especificações do Padrão de Exatidão Cartográfica e a acurácia temática em áreas de menor tamanho com a possibilidade de

imageamento destinado ao cadastro e o uso do solo em áreas rurais.

As informações geradas, no contexto do cadastro, poderão servir de base e referência espacial à gestão de parcelas do Núcleo Avançado do Pantanal e poderá auxiliar na gestão fundiária, melhorar a análise de uso e ocupação do solo e auxiliar as equipes nos serviços feitos em campo.

Este trabalho contribuiu para o aprimoramento do discente, envolvido, em relação à manipulação das ferramentas de geoprocessamento e do conhecimento metodológico em aerolevantamento e o processamento dos dados, assim como noções básicas de acurácia posicional e temática de ortomosaico.

Além disso, poderá ser útil no monitoramento de áreas de preservação, entre outras finalidades do mapeamento cartográfico onde agentes locais ou regionais possam utilizar com finalidade similar, os métodos descritos neste trabalho.

## Referências

- Agisoft. 2018. Agisoft PhotoScan User Manual, Professional Edition. Versão 1.4 (2018), 124p.. <https://www.agisoft.com>.
- Bdia. 2020. Website do BDIA – Banco de informações ambientais. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br> Acesso em nov 2021.
- Brasil. Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das

- Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d89817.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.htm)>. 2018.
- Cabrero, D. R. O. 2021. Modelagem preditiva da expansão da malha urbana na fronteira Brasil-Bolívia (1975-2060).
- Celestino, V. S.; Saldanha, D. L.; Rocha, R. S. 2007. Avaliação da qualidade de produtos gerados a partir de imagem Quickbird através do PEC – Brasileiro. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis, SC. Anais...Florianópolis: INPE, p. 507-514.
- Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, vol. 37, n.1, p. 35-46.
- Gripp, J. S. 2017. Geração de uma base cartográfica cadastral ambiental com o uso de imagem orbital de alta resolução. Dissertação (Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 86 p.
- Júnior, C. A. M. A.; VinhaL, G. P.; Xavier, L. C. M.; Martins, G. D.; Vieira, B. S. 2020. Mapeamento de nematoides na cultura cafeeira a partir de imagens multiespectrais obtidas por aeronaves remotamente pilotadas. *Revista Caminhos de Geografia*, vol. 21, n. 76, p. 72–84.
- Oliveira, U. C. Teixeira, L. F. C. Soares, F. F. Mendça, P. F. Mendes Junior, C. A. 2019. Avaliação do uso do solo e cobertura vegetal na zona de amortecimento do Parque Nacional de Ubajara, em Ubajara, Ceará. X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Fortaleza-Ce, p. 1-5.
- Perroca, M. G.; Gaidzinski, R. R. 2003. Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa. *Rev. Esc. Enferm. USP*, 37 (1): 72-80.
- Santos, A. P. 2015. Controle de Qualidade Cartográfica. Notas de aula de apoio à disciplina Tópicos Especiais em Engenharia de Agrimensura–Departamento de Engenharia Civil, Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 246 p.. <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/6463/1/texto%20completo.pdf>.
- Santos, A.P. (2018). GeoPEC. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Disponível em: <https://afonsopsantos.blogspot.com/p/software-geopec.html>, de 2018.
- Silva, B. A., Martins, V. M., Macedo, R. S., Hayakawa, E. H. 2018. Mapeamento Digital de Solos e os Atributos Topográficos das Vertentes no Alto Curso da SubBacia Hidrográfica do córrego Quatro Pontes, PR–Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 19(4), 817–886.
- Tremea, A; Gallo, J; DA Silva, A. J. F. 2020. Análise espaço-temporal do desmatamento via sensoriamento remoto no projeto de assentamento Santa Júlia, sudoeste do estado do Pará. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 9, n. 19.