

SBSR

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
SENSORIAMENTO REMOTO

25 a 29 de abril de 2015
João Pessoa - PB
Centro de Congressos de João Pessoa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO

VALIDAÇÃO DE ORTOMOSAICOS E MODELOS DIGITAIS DE SUPERFÍCIE UTILIZANDO FOTOGRAFIAS OBTIDAS COM CÂMERA DIGITAL NÃO MÉTRICA ACOPLADA A UM VANT

Leomar Rufino Alves Júnior
João Batista Ramos Côrtes
Manuel Eduardo Ferreira
Janete Rêgo Silva



OBJETIVO

O referido trabalho teve por objetivo avaliar a precisão e acurácia de ortomosaicos e de MDS gerados com fotografias aéreas tomadas com câmera digital não-métrica acoplada a um VANT, comparando entre si dois níveis de processamentos, com e sem a utilização de pontos de apoio no campo.

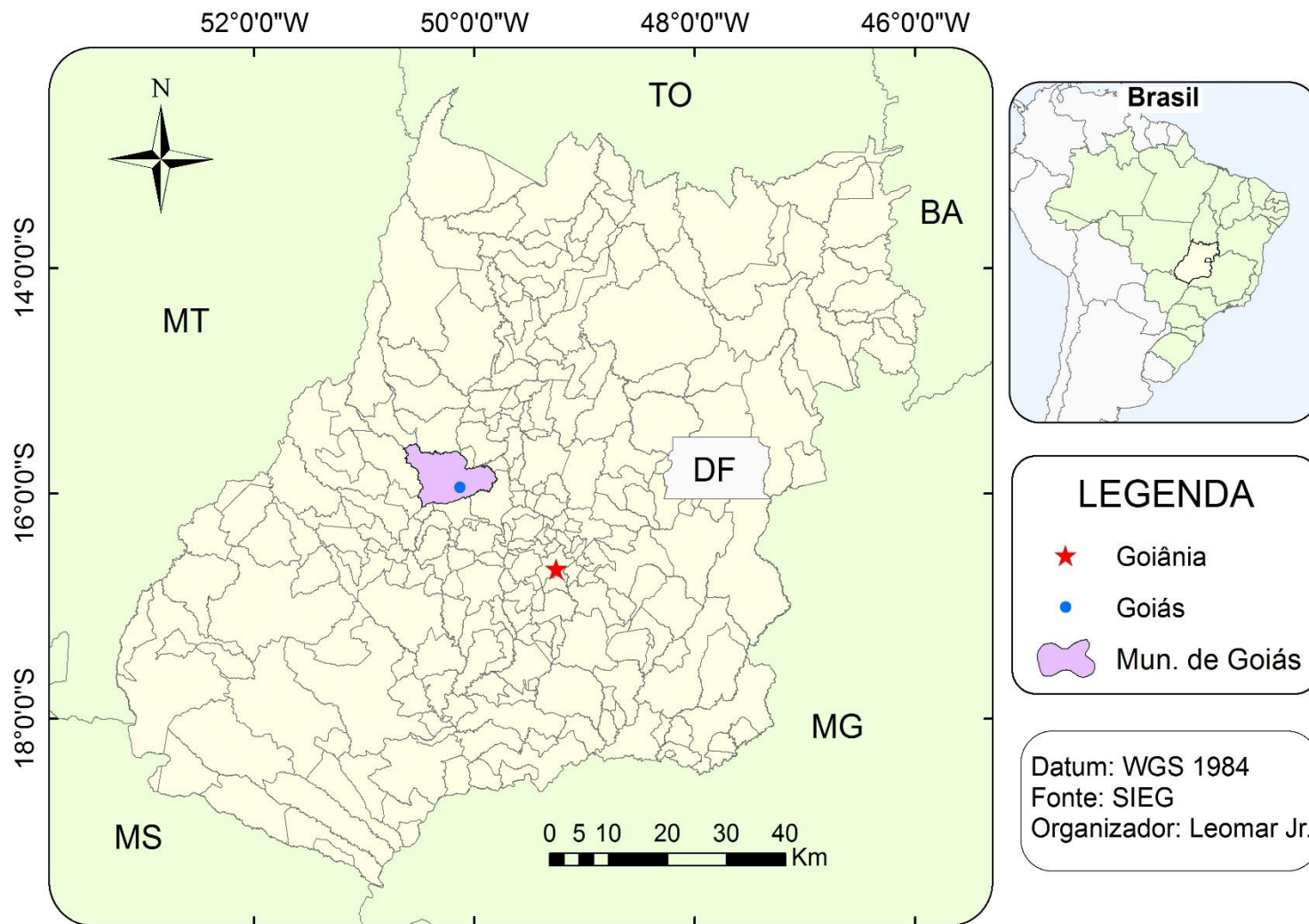
→ No primeiro caso, sem pontos de apoio, os parâmetros de atitude e posição da câmera, foram obtidos de forma direta pelo sistema inercial e GPS instalados a bordo do VANT.

→ O segundo ortomosaico e MDS, foram gerados com parâmetros de georreferenciamento direto, somados a oito pontos de apoio pré-sinalizados no terreno.

MATERIAIS E MÉTODOS

• Área de estudo

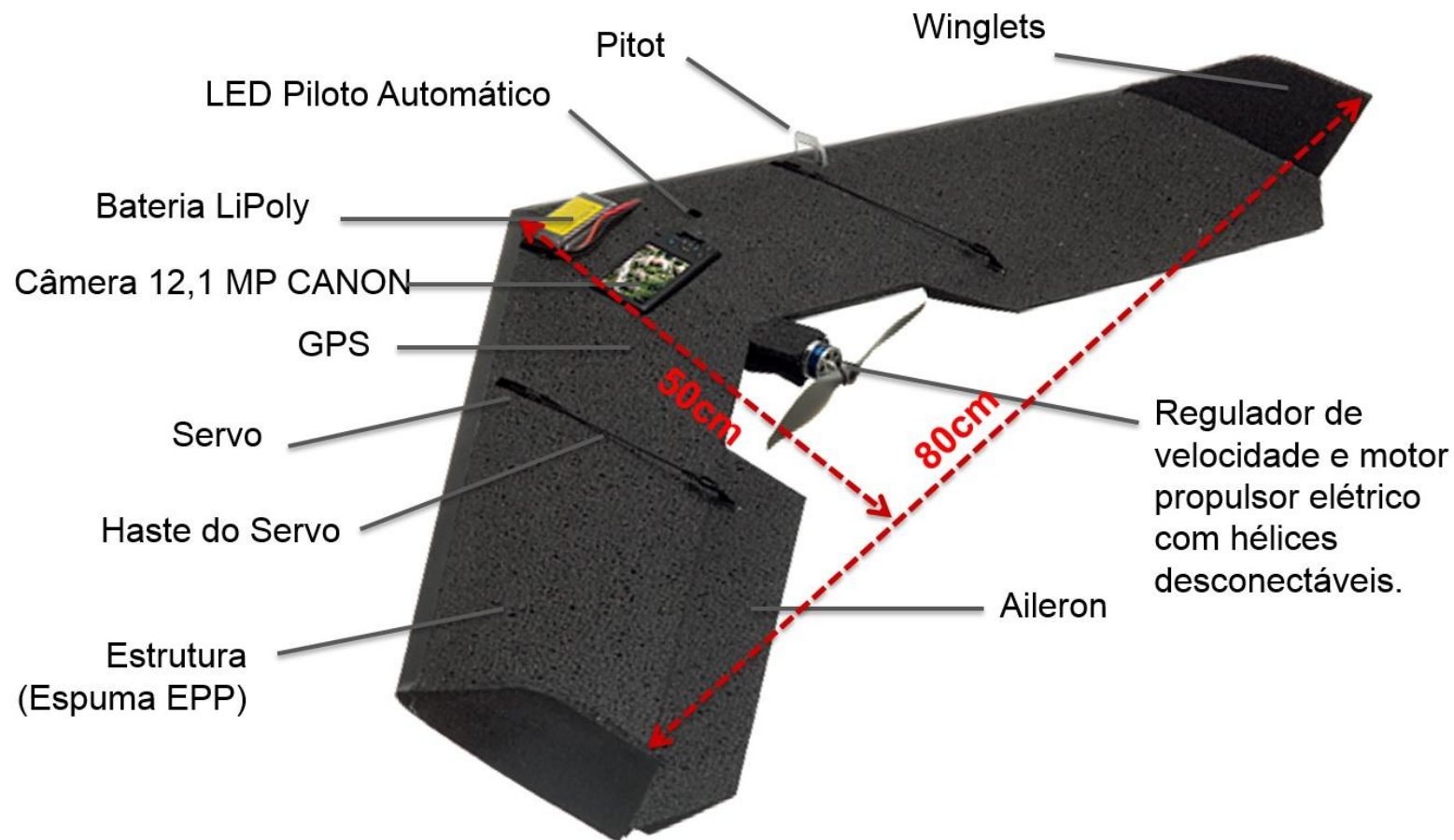
- Cidade de Goiás, situada a 142 km da capital Goiânia.
- Localizada na Região Noroeste do estado de Goiás, fundada em 1727 pelo bandeirante Bartolomeu Bueno da Silva Filho.
- A cidade de Goiás foi a capital do estado por 189 anos. Em 1937 a capital foi transferida para a cidade de Goiânia.



MATERIAIS E MÉTODOS

- Ferramentas

- VANT (Swinglet CAM – SenseFly)



MATERIAIS E MÉTODOS

- CÂMERA



- **Marca/Modelo:** Canon/IXUS 220 HS ultra compacta;
- **Sensor de Imagem:** CMOS 1/2,3" (6,17 x 4,55 mm);
- **Tamanho Elemento Sensor:** 1,5 μm ;
- **Resolução Máxima:** 4000 x 3000;
- **Distância Focal:** 24 - 120 mm;
- **Velocidade Máxima de Abertura do Obturador:** 1/2000 s;
- **Formato da Fotografia:** 4:3.

MATERIAIS E MÉTODOS

- RECEPTOR GNSS



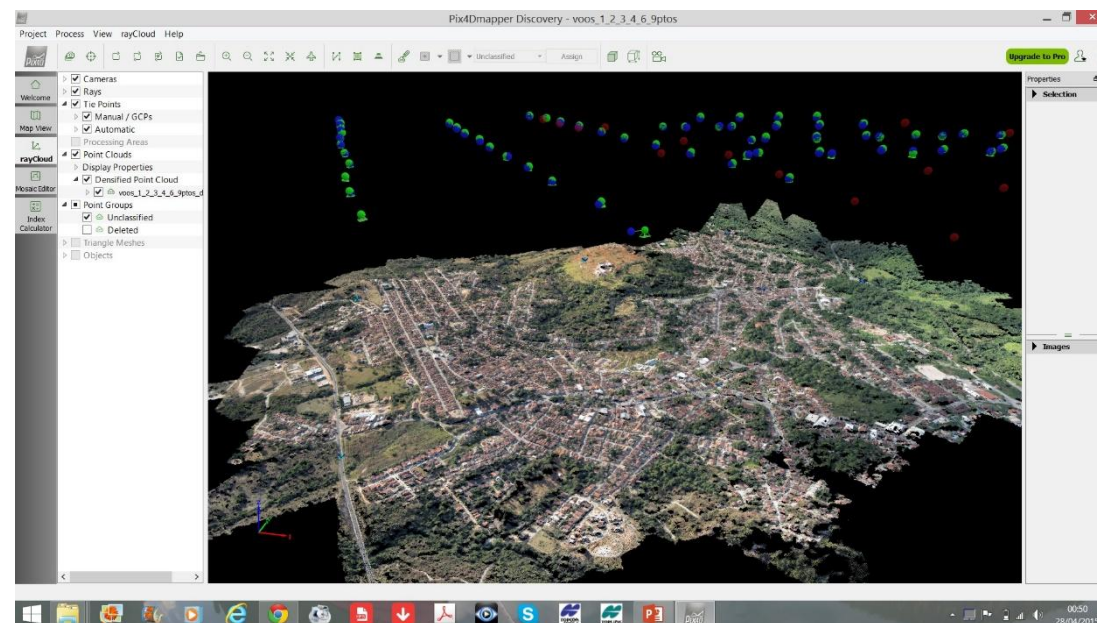
- **Marca/Modelo:** Topcon/Hiper Lite +;
- **Dupla Frequência:** L1, L2;
- **RTK (Real Time Kinematic):** Rádio Interno 2Km.

MATERIAIS E MÉTODOS

- PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

→ O plano de voo foi realizado nos programas **Swimu** (*Swinglet simulator*) e **E-mo-tion** (*Electronic MOnitoring staTION*);

→ Os ortomosaicos e os MDS foram confeccionados no programa **Pix4D mapper** (versão 1.2.82).



- TRABALHO DE CAMPO

1ª etapa: implantação dos alvos pré-sinalizados usados como pontos de apoio e de verificação, segundo o Manual de Aerotriangulação do Ministério do Exército (1984) e Wolf (2004);

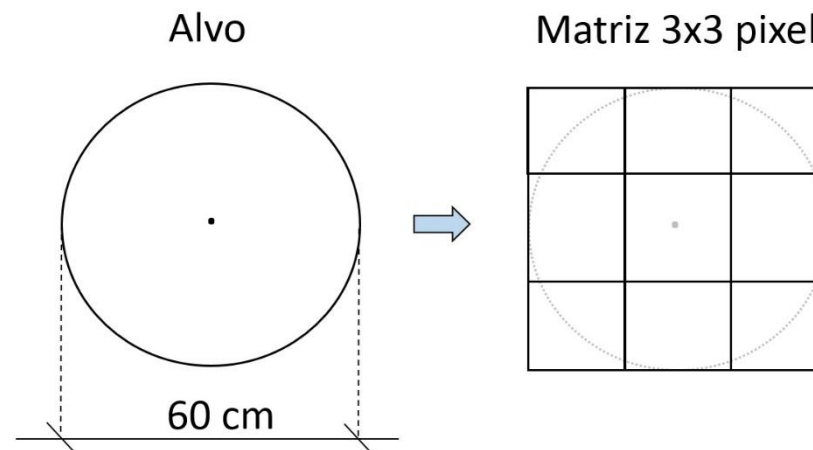
2ª etapa: determinação das coordenadas tridimensionais dos pontos de apoio ou verificação utilizando receptores de sinais GNSS (método de rastreo estático rápido);

3ª etapa: execução do voo fotogramétrico.

→ A avaliação dos mosaicos foi realizada pela verificação da acurácia e das precisões planimétrica e altimétrica em função do PEC, classificando-os quanto à exatidão e precisão.

MATERIAIS E MÉTODOS

- No terreno o alvo foi representado por uma circunferência com valor do diâmetro de 3 vezes o tamanho do GSD. Na imagem o alvo foi representado por uma matriz de 3x3 *pixel*.



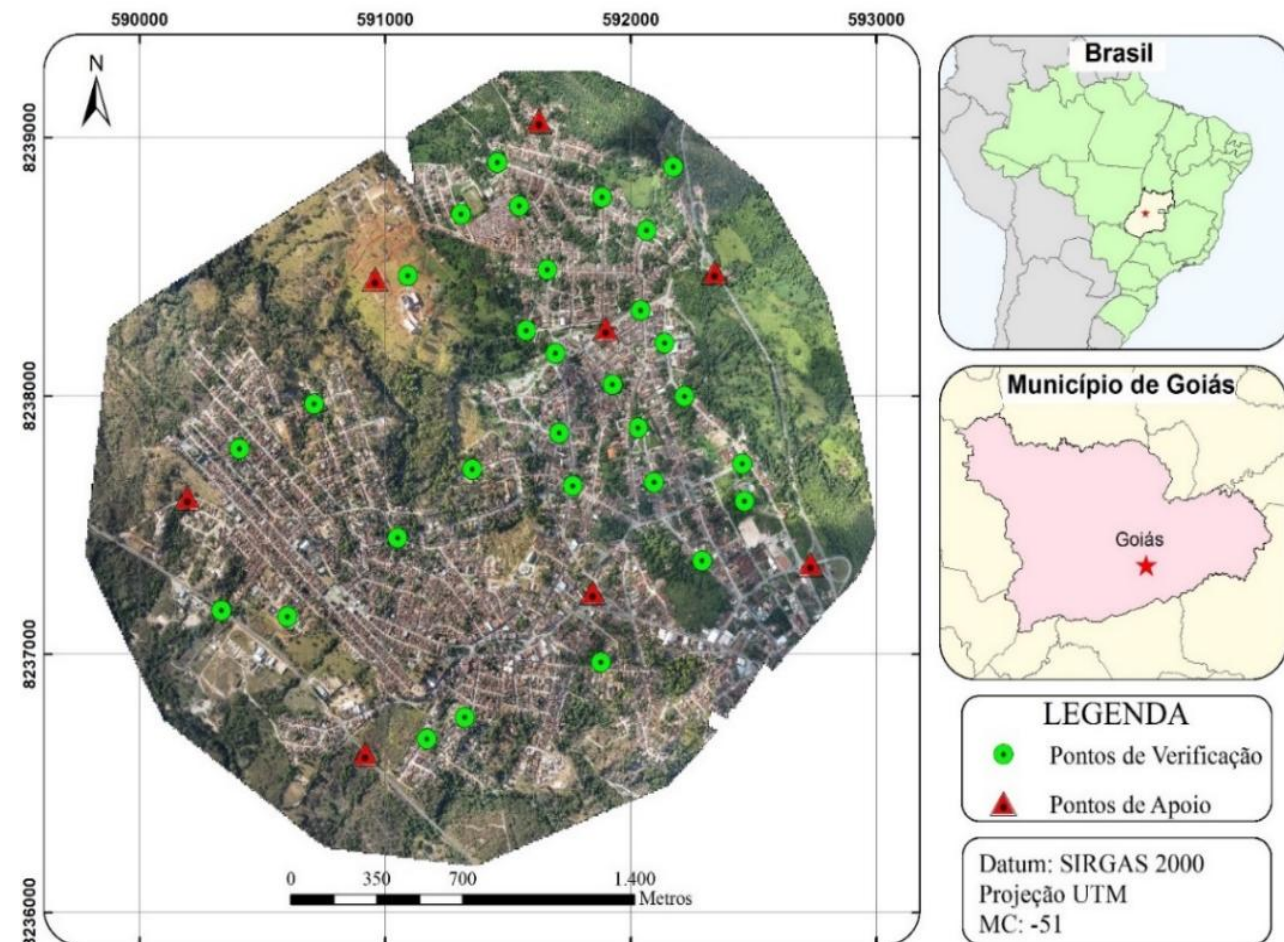
MATERIAIS E MÉTODOS

- A formulação empregada para avaliar a precisão e a tendenciosidade dos ortomosaicos e MDS utiliza-se o teste **t de Student** para verificar a tendenciosidade e o **qui-quadrado** para avaliar a precisão.
- Os ortomosaicos e MDS foram avaliados para terem uma escala compatível com uma carta com Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) **Classe A**, conforme os padrões instituídos pelo Decreto Federal 89.817 de 20 de junho de 1984.

MATERIAIS E MÉTODOS

Características do Voo:

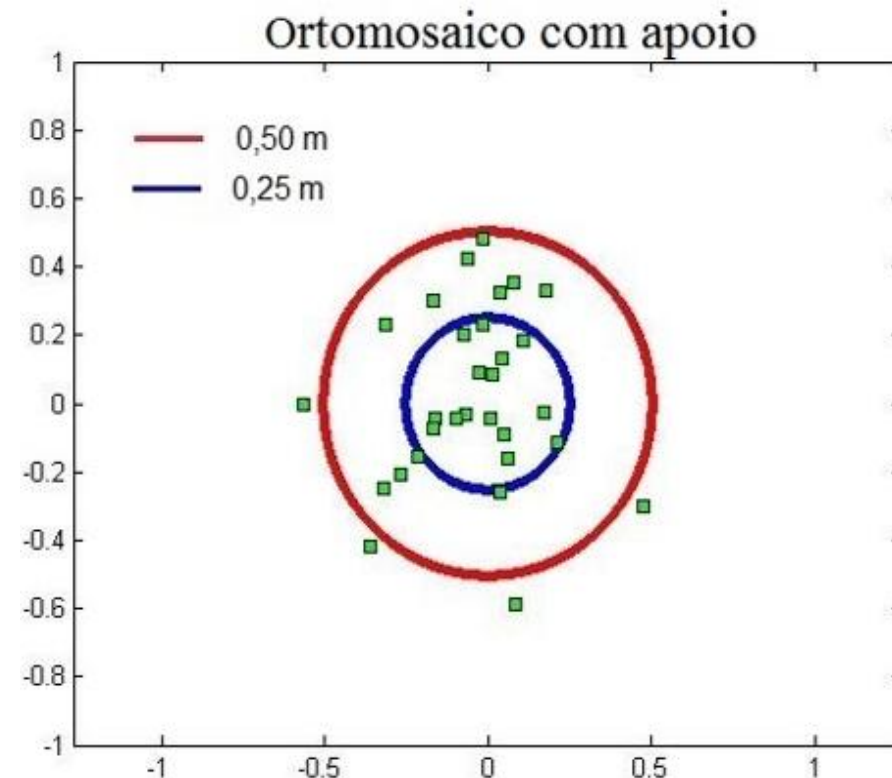
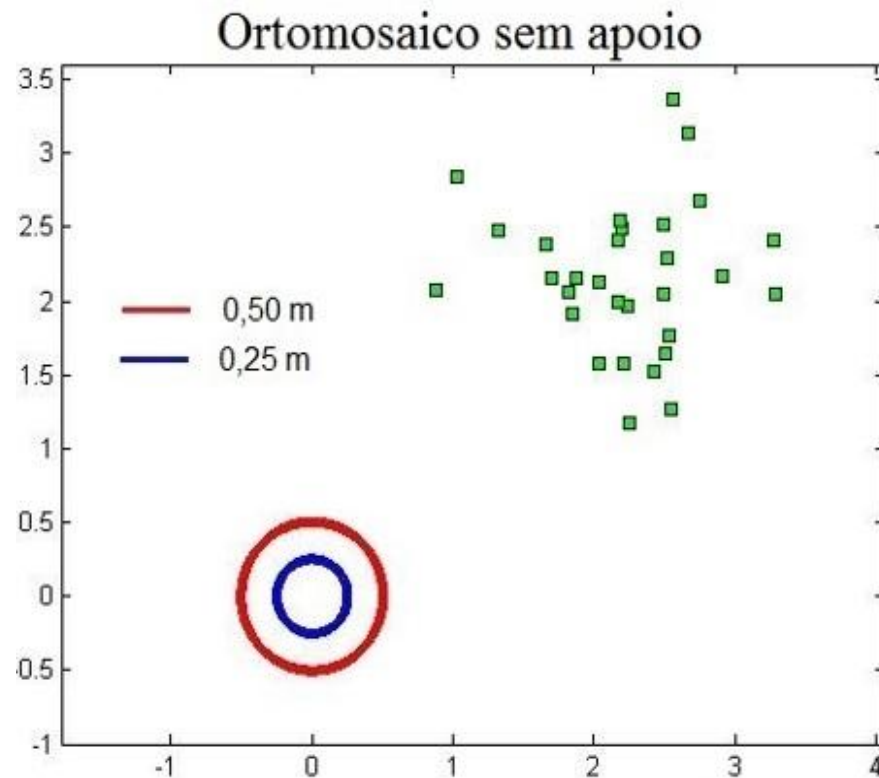
- Tamanho do pixel no terreno (GSD): 20cm
- Altura de voo: 662m
- Recobrimento lateral: 40%
- Recobrimento Longitudinal: 70%
- Área total imageada: 889,390 há
- 9 faixas, com 62 fotografias



38 alvos (8 de controle e 30 de verificação)

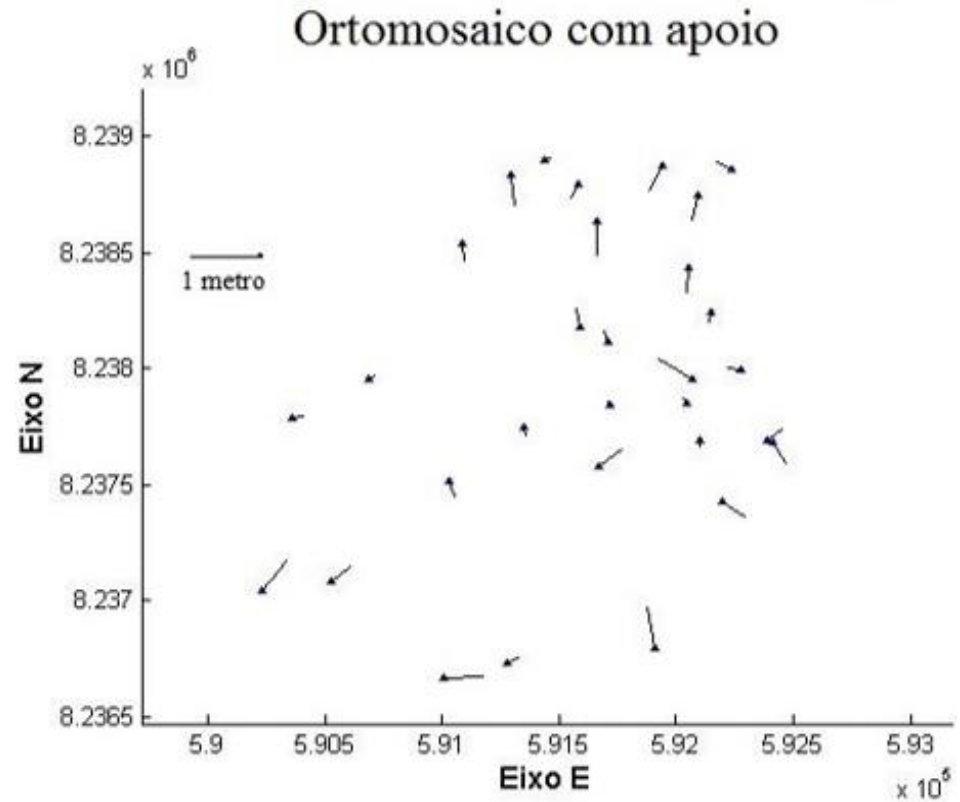
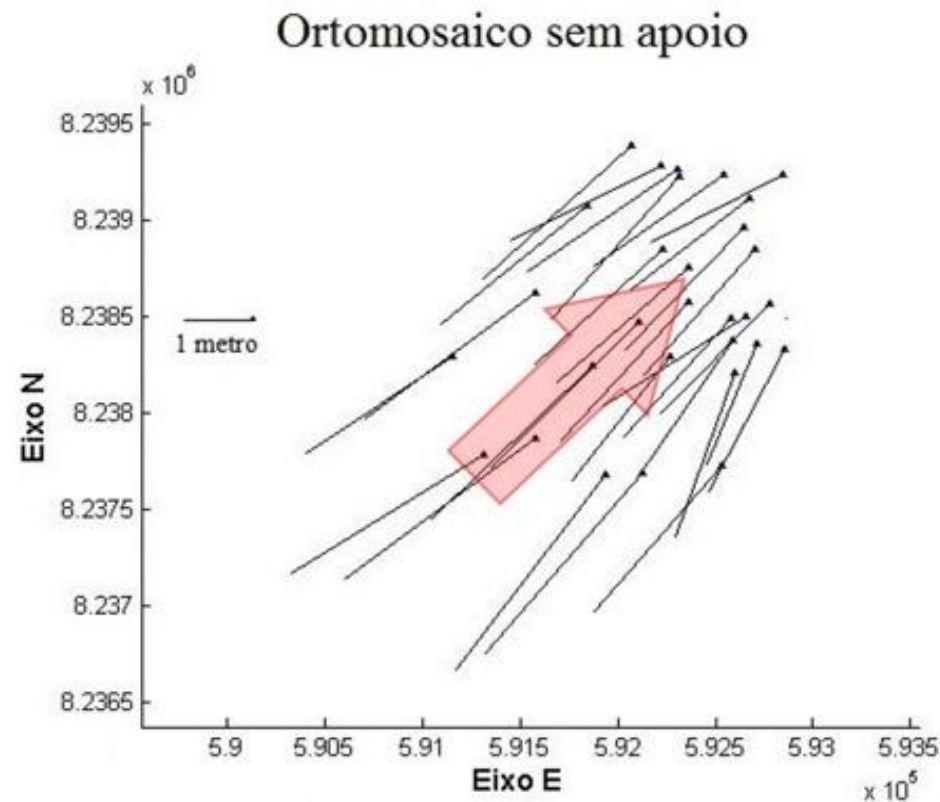
RESULTADOS

Diminuição das discrepâncias planimétricas em função do aumento dos pontos de apoio.



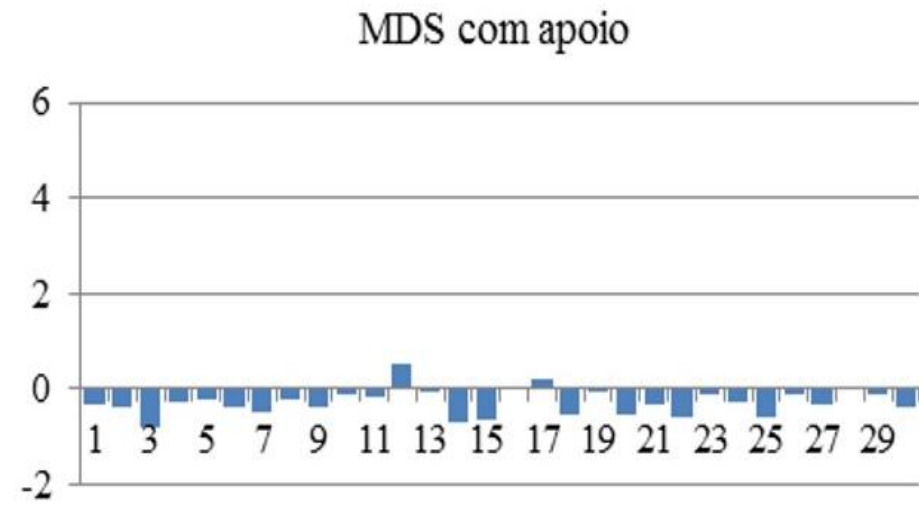
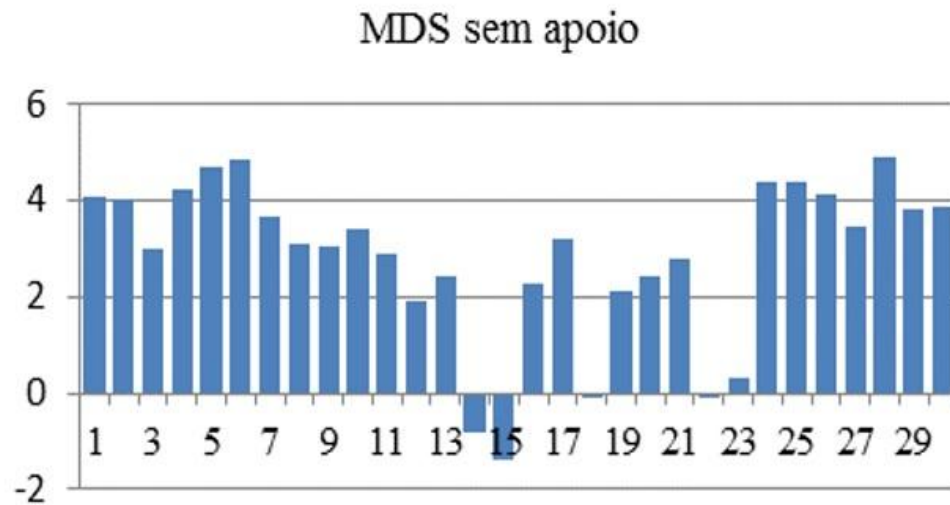
RESULTADOS

Diminuição da tendenciosidade em função do aumento dos pontos de apoio.



RESULTADOS

Diminuição da discrepância altimétrica em função do aumento dos pontos de apoio.

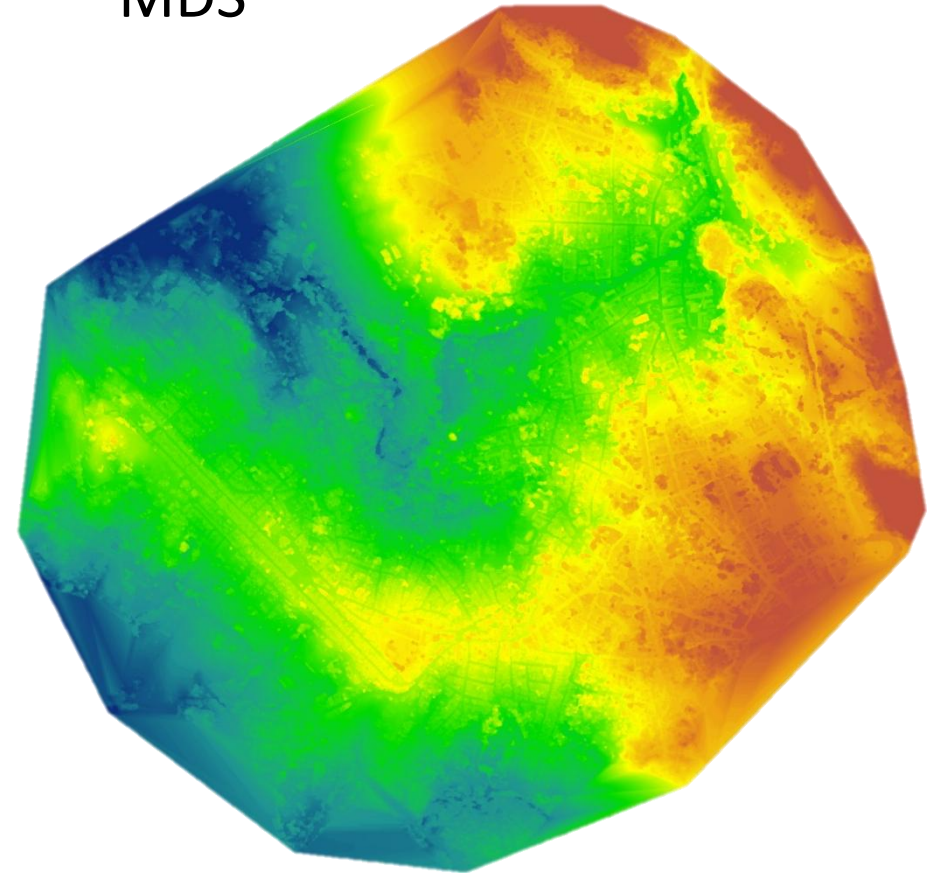


RESULTADOS

Mosaico
GSD: 20 cm



MDS



RESULTADOS

Qui-amostrais calculados para os eixos E, N e Z e qui-quadrado tabelado
($\alpha = 90\%$, $\nu = 29$)

Ortomosaico	$\hat{\chi}^2 \Delta E$	$\hat{\chi}^2 \Delta N$	$\hat{\chi}^2 \Delta h$	ν	$\chi^2_{\alpha}^{(n-1)}$	Classificação Planimétrica	Escala
Sem apoio	34,63	28,99	204,39	29	39,09	Classe A	1/2.500
Com apoio	20,64	33,53	21,35	29	39,09	Classe A	1/1.125

Cálculo dos valores da distribuição do teste t de Student para cada ortomosaico
($\alpha = 90\%$, $\nu = 29$)

Ortomosaico	$\hat{t}_{\alpha}^{(n-1)} \Delta E$	$\hat{t}_{\alpha}^{(n-1)} \Delta N$	$\hat{t}_{\alpha}^{(n-1)} \Delta h$	ν	$t_{\alpha}^{(n-1)}$	Classificação Planimétrica
Sem apoio	20,73	21,94	8,37	29	1,70	Com tendência
Com apoio	1,18	0,39	5,14	29	1,70	Sem tendência

RESULTADOS

Coordenadas GNSS - Projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, MC -51				Mosaico e MDS sem pontos de apoio						Mosaico e MDS com pontos de apoio					
Alvo	h	N	E	h	N	E	Δh	ΔN	ΔE	h	N	E	Δh	ΔN	ΔE
01	494,70	8238489,19	591662,58	490,61	8238486,70	591660,38	4,09	2,49	2,20	495,03	8238488,70	591662,60	-0,33	0,48	-0,02
02	510,36	8238736,72	591546,98	506,31	8238734,95	591544,45	4,05	1,76	2,53	510,73	8238736,53	591546,87	-0,38	0,18	0,11
03	514,96	8238703,69	591311,33	511,96	8238701,40	591308,81	3,00	2,29	2,52	515,77	8238703,26	591311,39	-0,81	0,43	-0,06
:															
28	492,48	8238465,42	591093,94	489,29	8238463,37	591091,45	3,19	2,05	2,49	492,25	8238465,19	591093,96	0,23	0,23	-0,02
29	475,56	8237144,87	590604,11	475,64	8237142,45	590600,84	-0,08	2,41	3,27	476,08	8237145,07	590604,37	-0,52	-0,21	-0,26
30	465,57	8237450,90	591053,19	463,47	8237448,22	591050,44	2,10	2,67	2,75	465,61	8237450,70	591053,27	-0,04	0,20	-0,08

Parâmetros	Sem pontos de apoio			Com 8 pontos de apoio		
	ΔN	ΔE	Δh	ΔN	ΔE	Δh
Média	2,22	2,16	2,83	0,02	-0,04	-0,27
Desvio Padrão	0,56	0,50	1,70	0,26	0,20	0,28
Valor Máximo	3,28	3,37	4,91	0,48	0,48	0,53
Valor Mínimo	0,87	1,17	-1,40	-0,59	-0,56	-0,81

RESULTADOS

Coordenadas GNSS - Projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, MC -51				Mosaico e MDS sem pontos de apoio						Mosaico e MDS com pontos de apoio					
Alvo	h	N	E	h	N	E	Δh	ΔN	ΔE	h	N	E	Δh	ΔN	ΔE
01	494,70	8238489,19	591662,58	490,61	8238486,70	591660,38	4,09	2,49	2,20	495,03	8238488,70	591662,60	-0,33	0,48	-0,02
02	510,36	8238736,72	591546,98	506,31	8238734,95	591544,45	4,05	1,76	2,53	510,73	8238736,53	591546,87	-0,38	0,18	0,11
03	514,96	8238703,69	591311,33	511,96	8238701,40	591308,81	3,00	2,29	2,52	515,77	8238703,26	591311,39	-0,81	0,43	-0,06
⋮															
28	492,48	8238465,42	591093,94	489,29	8238463,37	591091,45	3,19	2,05	2,49	492,25	8238465,19	591093,96	0,23	0,23	-0,02
29	475,56	8237144,87	590604,11	475,64	8237142,45	590600,84	-0,08	2,41	3,27	476,08	8237145,07	590604,37	-0,52	-0,21	-0,26
30	465,57	8237450,90	591053,19	463,47	8237448,22	591050,44	2,10	2,67	2,75	465,61	8237450,70	591053,27	-0,04	0,20	-0,08

Parâmetros	Sem pontos de apoio			Com 8 pontos de apoio		
	ΔN	ΔE	Δh	ΔN	ΔE	Δh
Média	2,22	2,16	2,83	0,02	-0,04	-0,27
Desvio Padrão	0,56	0,50	1,70	0,26	0,20	0,28
Valor Máximo	3,28	3,37	4,91	0,48	0,48	0,53
Valor Mínimo	0,87	1,17	-1,40	-0,59	-0,56	-0,81

RESULTADOS

Coordenadas GNSS - Projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, MC -51				Mosaico e MDS sem pontos de apoio						Mosaico e MDS com pontos de apoio					
Alvo	h	N	E	h	N	E	Δh	ΔN	ΔE	h	N	E	Δh	ΔN	ΔE
01	494,70	8238489,19	591662,58	490,61	8238486,70	591660,38	4,09	2,49	2,20	495,03	8238488,70	591662,60	-0,33	0,48	-0,02
02	510,36	8238736,72	591546,98	506,31	8238734,95	591544,45	4,05	1,76	2,53	510,73	8238736,53	591546,87	-0,38	0,18	0,11
03	514,96	8238703,69	591311,33	511,96	8238701,40	591308,81	3,00	2,29	2,52	515,77	8238703,26	591311,39	-0,81	0,43	-0,06
:															
28	492,48	8238465,42	591093,94	489,29	8238463,37	591091,45	3,19	2,05	2,49	492,25	8238465,19	591093,96	0,23	0,23	-0,02
29	475,56	8237144,87	590604,11	475,64	8237142,45	590600,84	-0,08	2,41	3,27	476,08	8237145,07	590604,37	-0,52	-0,21	-0,26
30	465,57	8237450,90	591053,19	463,47	8237448,22	591050,44	2,10	2,67	2,75	465,61	8237450,70	591053,27	-0,04	0,20	-0,08

Parâmetros	Sem pontos de apoio			Com 8 pontos de apoio		
	ΔN	ΔE	Δh	ΔN	ΔE	Δh
Média	2,22	2,16	2,83	0,02	-0,04	-0,27
Desvio Padrão	0,56	0,50	1,70	0,26	0,20	0,28
Valor Máximo	3,28	3,37	4,91	0,48	0,48	0,53
Valor Mínimo	0,87	1,17	-1,40	-0,59	-0,56	-0,81

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram observados os seguintes problemas na obtenção das fotografias com o VANT:

1. As fotografias aéreas não foram verticais;
2. Tanto a superposição longitudinal como a lateral não obedeceram as especificações do plano de voo;
3. A trajetória do VANT nas linhas de voo não foi retilínea;
4. Todas as fotografias apresentaram *crab*; e
5. Houve variação na altura de voo em relação ao solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou comprovado que:

- Ortomosaicos gerados com VANT, **sem pontos de apoio** em solo, apresentam **maior tendência** nas discrepâncias planimétricas e altimétricas em relação àqueles com pontos de apoio.
- Há necessidade de se utilizar pontos de apoio para a geração de produtos cartográficos a partir de fotografias aéreas obtidas com VANT, quer sejam na forma de ortomosaicos ou MDS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se, assim, que os futuros trabalhos verifiquem:

1. se ao aumentar o número de fotografias no bloco os resultados são conservados;
2. problemas de estabilidade com VANTs maiores e mais pesados, com os quais pode-se reduzir os problemas com os parâmetros de atitude da aeronave;
3. se os resultados auferidos com programas de fotogrametria automatizados são compatíveis com aqueles obtidos na fotogrametria convencional;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se, assim, que os futuros trabalhos verifiquem:

4. a influência nos produtos gerados em programas de fotogrametria automatizados com parâmetros de posição da câmera determinados por pós-processamento dos dados GPS ou GNSS;

5. se os resultados obtidos são iguais em outros programas de processamento utilizados para a geração de produtos cartográficos oriundos de fotografias aéreas tomadas com VANT;

OBRIGADO!

Leomar Rufino Alves Júnior

leomar_jr@hotmail.com

Agradecimentos:

