

Correção de distorção projetiva em imagens aéreas capturadas por VANTs utilizando uma metodologia não-paramétrica

Brayan Acevedo Jaimes¹ - Frank Sill Torres² - Cristiano Leite de Castro³ - Maria Victoria Africano⁴
¹payo@ufmg.br ²franksill@ufmg.br ³crislcastro@ufmg.br ⁴mavi.africa@gmail.com

¹⁻³Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brasil

⁴ENACOM Handcrafted Technologies - Parque Tecnológico (BH-TEC) - Belo Horizonte, MG, Brasil



Introdução

Este trabalho apresenta a avaliação de uma metodologia para realizar a transformação projetiva em imagens capturadas por VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) quando a posição da câmera não é perpendicular à Terra. Isto devido ao tipo de câmera acoplado, manobras de virada ou perturbações no ambiente. De modo que, realizar correção nas imagens via transformação projetiva é condição fundamental para a estimação da posição de VANTs através da técnica de *Casamento de Imagens*. Dessa forma, para poder garantir estimações corretas é necessário que ambas imagens (capturada pelo VANT e georreferenciada) estejam com visada nadir. O método implementado é suportado principalmente na extração de pontos característicos em imagens usando o algoritmo SURF (Speeded-Up Robust Transform). O algoritmo MSAC (M-estimator SAmple and Consensus) é também utilizado para eliminar pontos característicos atípicos presentes nas imagens. Seguidamente são obtidos os parâmetros que compõem a homografia e é aplicada a transformação projetiva na imagem. A maior contribuição deste trabalho é que o método proposto não precisa de um conhecimento prévio de ângulos de inclinação do VANT. Os resultados obtidos mostram que o método realiza de forma correta a transformação projetiva da imagem e exige curto tempo de processamento.

Objetivos

- Avaliar a robustez da correção de perspectiva em Imagens aéreas capturadas por VANTs utilizando uma metodologia não-paramétrica.
- Garantir um bom casamento ou correspondência entre diferentes pontos característicos extraídos nas imagens (imagem capturada pelo VANT e imagem georreferenciada).
- Realçar as características em cada uma das imagens analisadas para dar maior robustez e precisão na correção de perspectiva.

Metodologia

Para a correção de distorção projetiva em VANTs são feitos, em cada par de imagens (aérea e georreferenciada), os passos descritos na seguinte figura. A intenção da etapa de pré-processamento que consiste no realce de bordas com a aplicação filtro Laplaciano, é aumentar o número de casamentos de pontos característicos que são extraídos por SURF quando às imagens obtidas apresentam distorções de perspectiva.

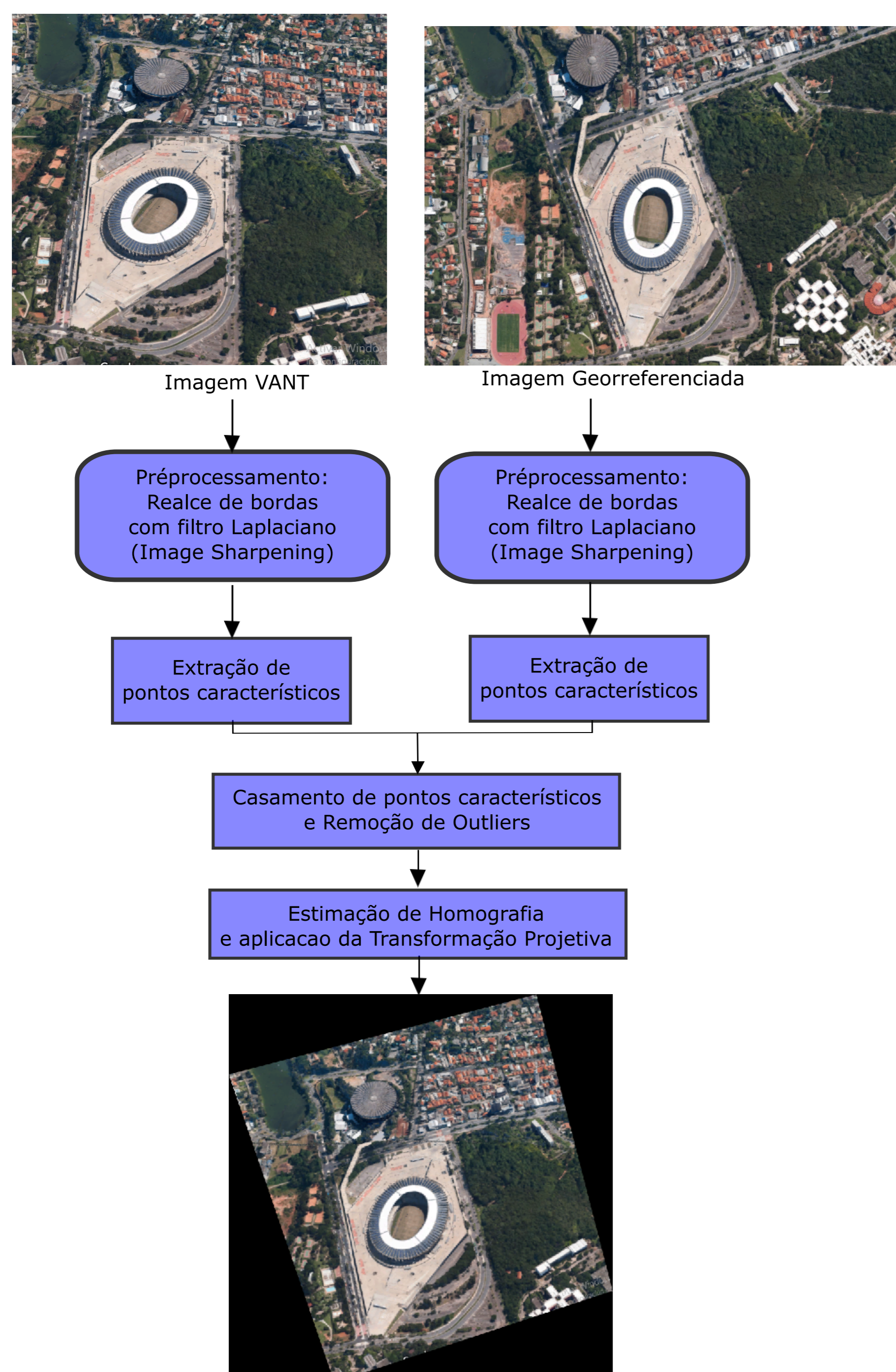


Figura 1: Metodologia para correção de distorção projetiva em imagens aéreas capturadas por VANT.

Resultados

Para cada conjunto de imagens analisado, foi implementada a metodologia não paramétrica sem a etapa de pré-processamento e em seguida comparada com a metodologia toda, incluindo o pré-processamento. Tudo isto tem a finalidade de observar e ressaltar as vantagens que este pré-processamento oferece, e como ele melhora a qualidade no casamento de pontos característicos. Foram testadas imagens em diferentes ambientes e diferentes tipos de áreas sobrevoadas; principalmente áreas de tipo urbano, áreas com presença de floresta e áreas com setores semi-urbanos.

Como análise dos resultados, na tabela são apresentados para cada par de imagens: o número de pontos característicos detectados em cada imagem, o número de casamentos estabelecidos entre pares de imagens e o tempo de processamento exigido para cada conjunto de imagens. Também são calculados a *eficiência* e *1-precisão* para avaliar a robustez do descritor.

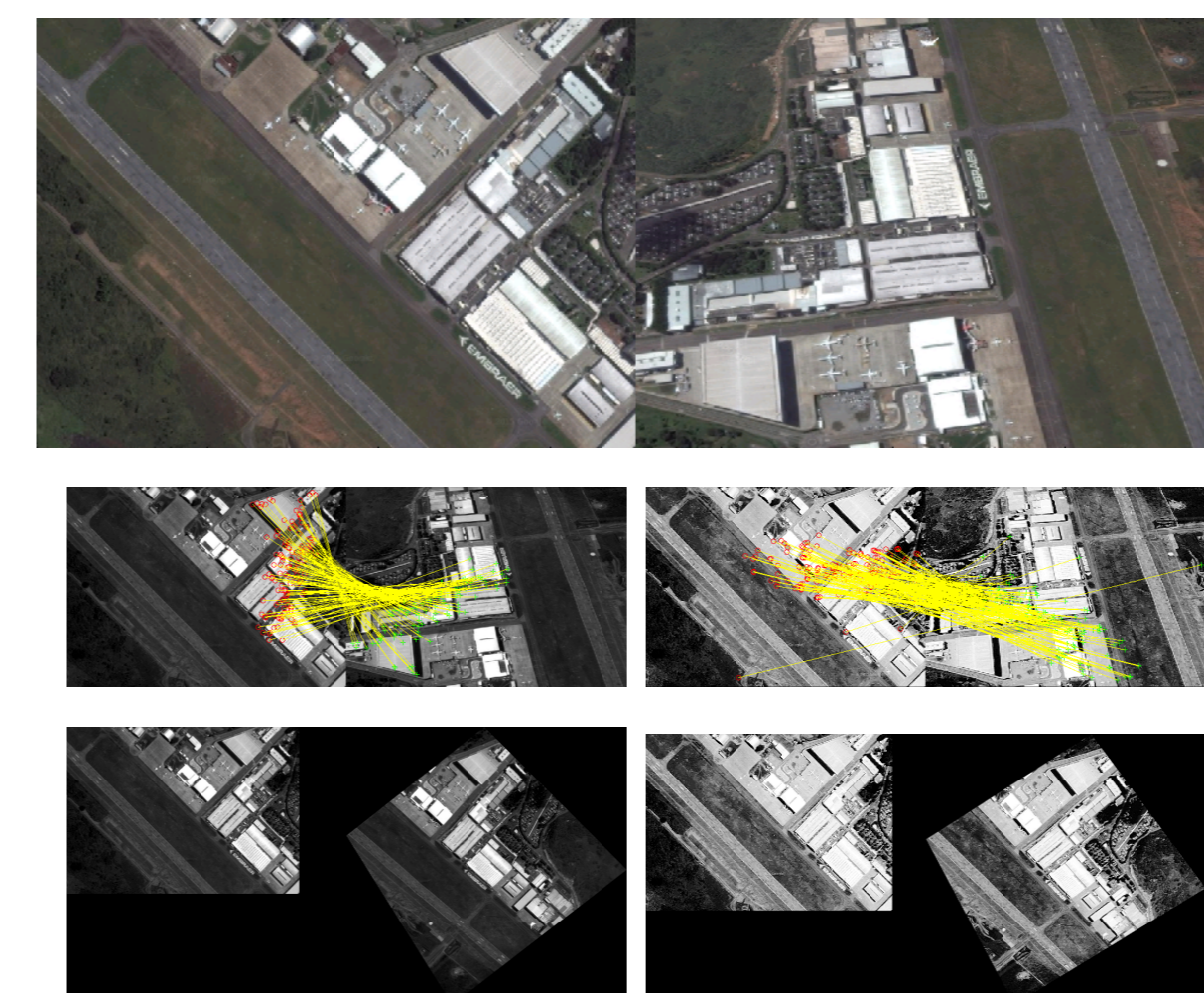


Figura 2: Urbana com rodovia.

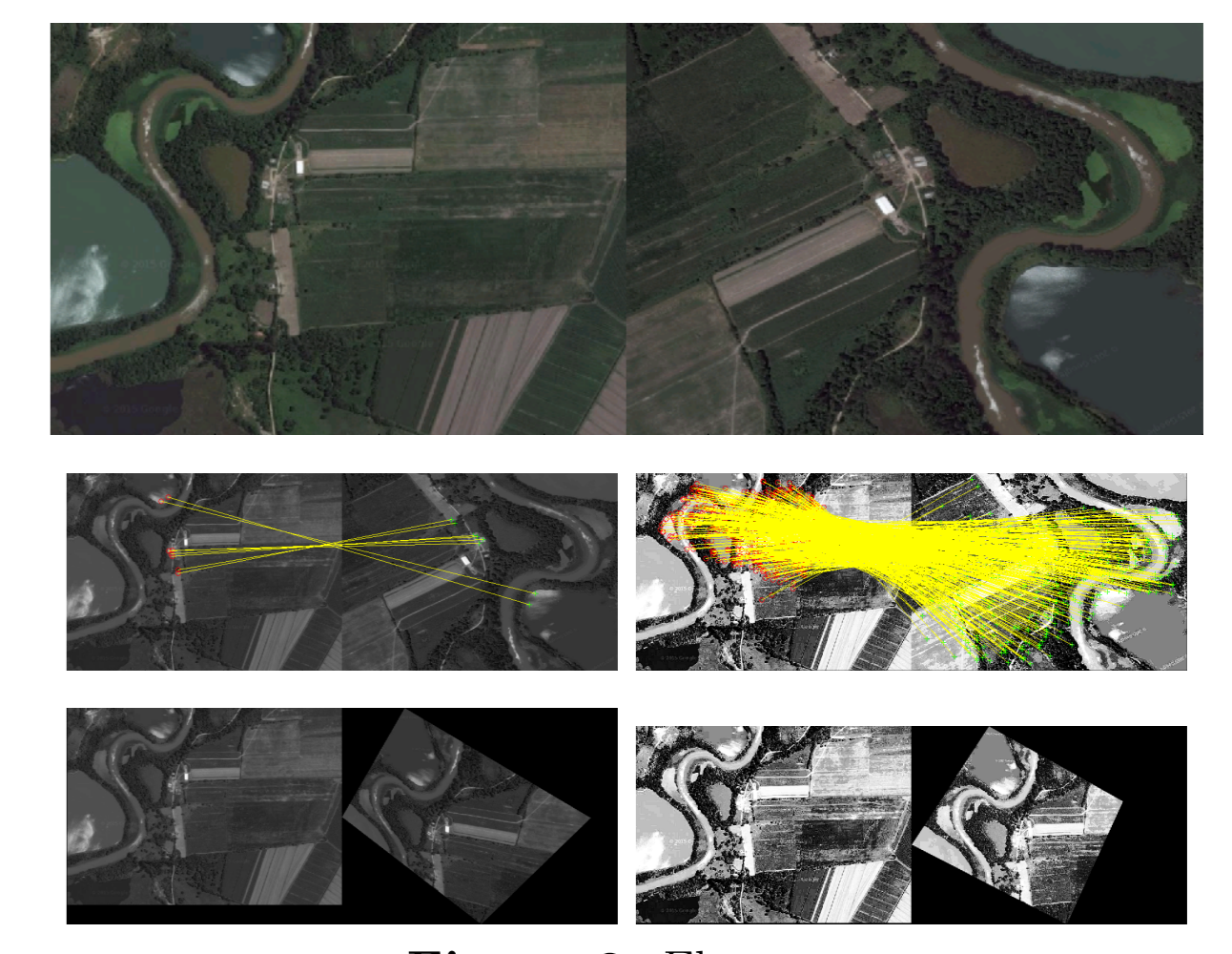


Figura 3: Floresta.

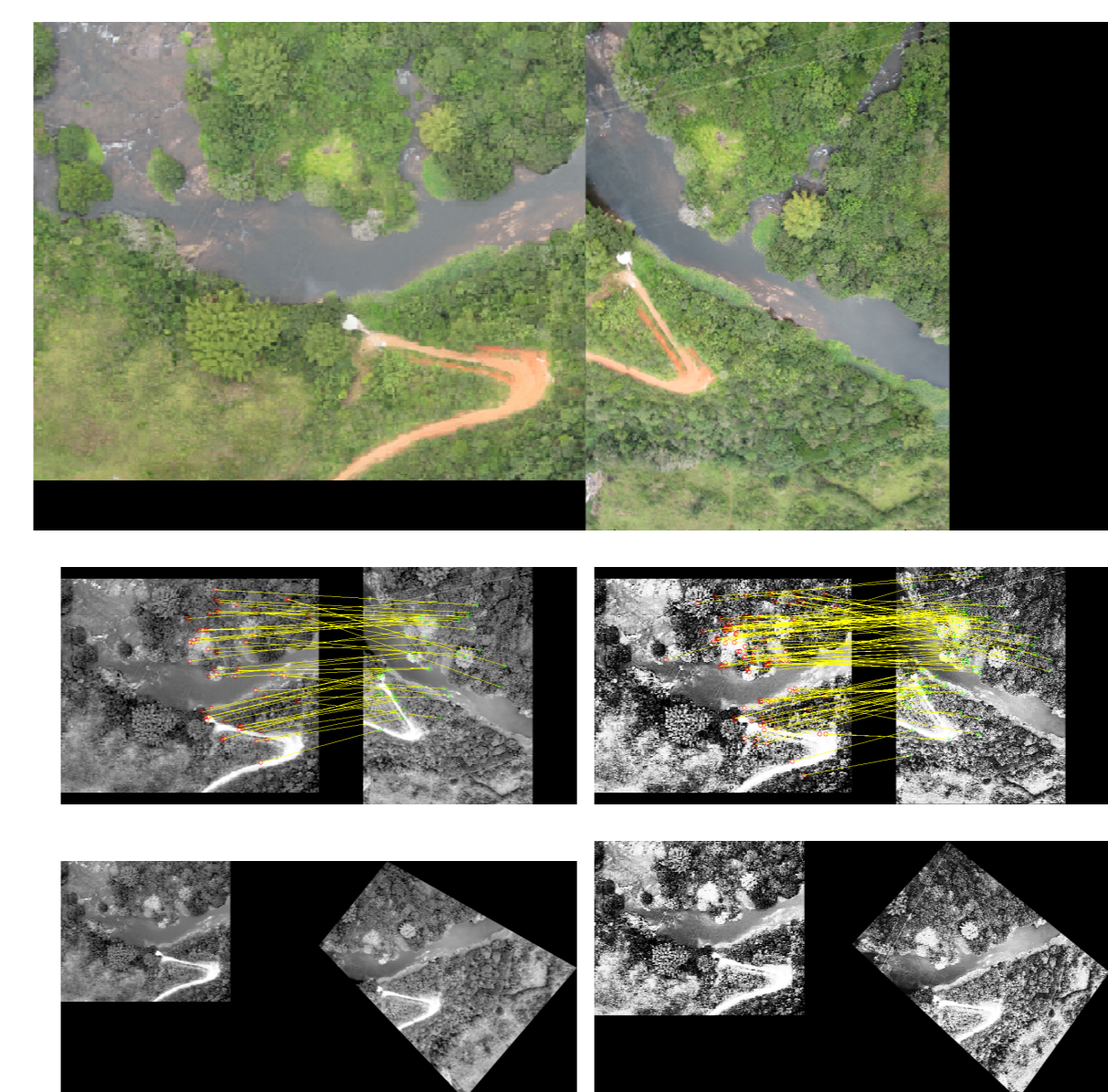


Figura 4: Floresta e rio.

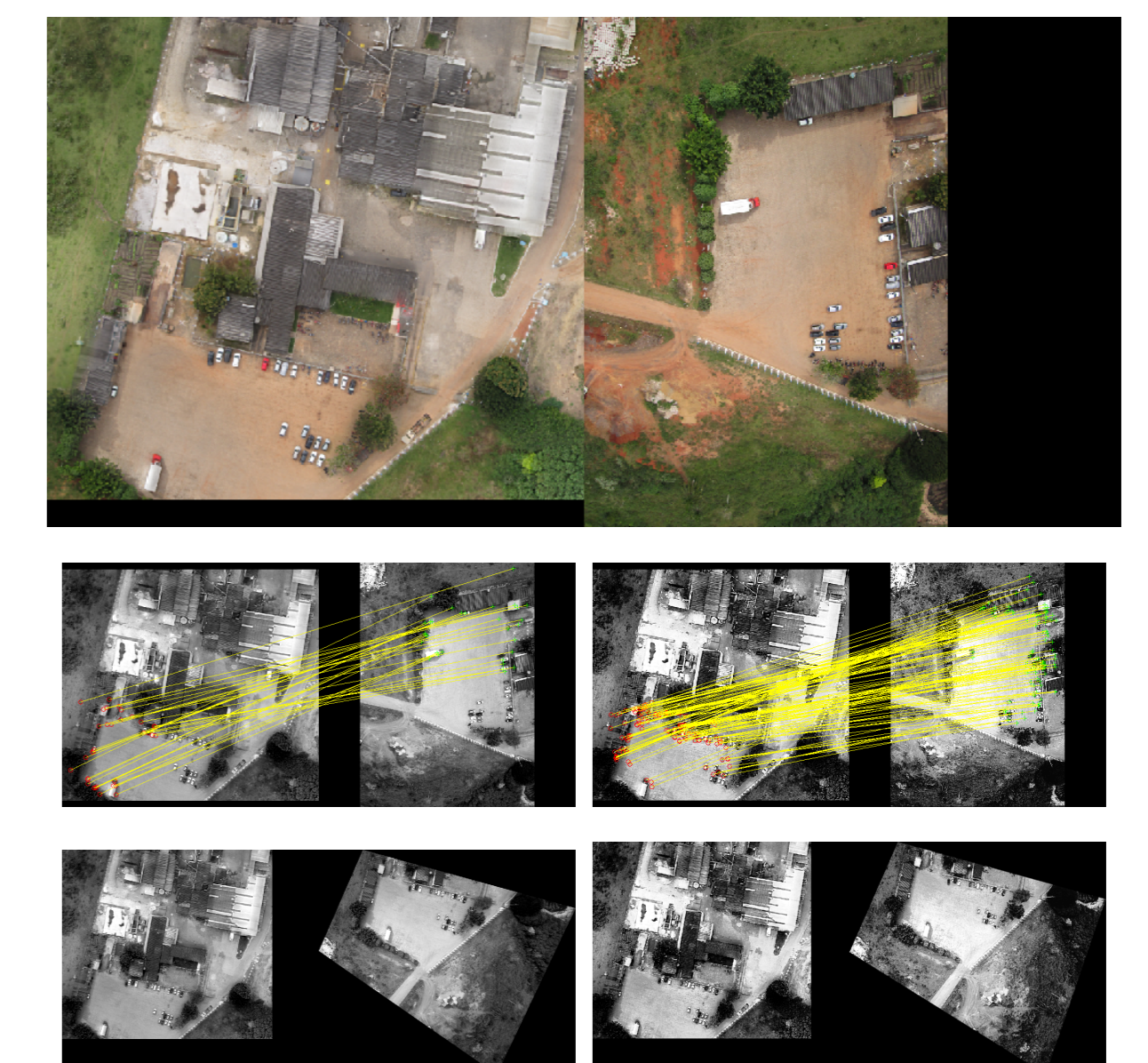


Figura 5: Fábrica.

$$eficiência = \frac{\# \text{ pontos característicos extraídos que foram casados}}{\# \text{ pontos característicos extraídos}}$$

$$1 - precisão = \frac{\# \text{ casamentos rejeitados}}{\# (\text{casamentos aceplados} + \text{casamentos rejeitados})}$$

Imagem	Método	Número de pontos característicos		Número de casamentos	Eficiência	1-precisão	Tempo de Processamento [s]
		Georreferenciada	VANT				
Mineirão	Sem Pré-processamento	2045	2117	11	0.8217	0.8877	1.3136
	Com Pré-processamento	4647	4883	270	0.9104	0.9285	1.8554
Urbana com rodovia	Sem Pré-processamento	672	868	122	0.6247	0.8067	0.9934
	Com Pré-processamento	2131	3147	177	0.7059	0.9071	1.0084
Floresta	Sem Pré-processamento	85	114	8	0.7298	0.7833	0.5921
	Com Pré-processamento	3822	4031	547	0.9028	0.8669	1.4724
Floresta e Rio	Sem Pré-processamento	1852	1673	49	0.9706	0.9717	1.2868
	Com Pré-processamento	6793	5075	100	0.9861	0.9847	3.4550
Fábrica	Sem Pré-processamento	1195	787	36	0.9474	0.9424	0.8168
	Com Pré-processamento	4064	2674	148	0.9599	0.9540	1.4289

Tabela 1: Resultados do descritor

Conclusões

- Foi apresentada uma metodologia para fazer correção de perspectiva em imagens aéreas capturadas por VANTs quando a câmera não tem visada nadir. Demonstrou-se que a inclusão da etapa de pré-processamento no análise das imagens capturadas por VANTs, melhora os resultados do descritor significativamente como foi observado nos resultados. O aumento no número de pontos característicos extraídos e no número de casamentos quando a metodologia proposta inclui a etapa de pré-processamento foi bem maior comparado com a implementação da metodologia sem pré-processamento. O aumento no tempo de pré-processamento também foi evidenciado, mas a relação de casamento versus custo computacional com pré-processamento é maior que a relação de casamento versus custo computacional sem pré-processamento. Assim, a obtenção de um maior número de casamentos sobre as imagens analisadas vai garantir um modelo mais confiável na obtenção da matriz homográfica H e por conseguinte um melhor resultado na correção da perspectiva na imagem capturada pelo VANT.
- Neste trabalho foi utilizado o algoritmo SURF como descritor e extrator de pontos característicos e para a eliminação de outliers (falsos casamentos) foi implementado o algoritmo MSAC. Isto é justificável devido a que SURF além de ser robusto, possui um custo computacional baixo, o que se ajusta a nossa metodologia pois a natureza do problema exige de rápido tempo de execução e eficiência na correção de perspectiva em imagens aéreas.

Referências

- [1] Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Gool. Speeded-up robust features (surf). *Computer vision and image understanding*, 110(3):346–359, 2008.
- [2] Gianpaolo Conte and Patrick Doherty. An integrated UAV navigation system based on aerial image matching. *Proceedings of the IEEE Aerospace Conference*, pages 1–10, 2008.
- [3] Rafael C Gonzalez and Richard E Woods. Digital image processing. *Nueva Jersey*, 2008.
- [4] Brayan Acevedo Jaimes, Cristiano Leite de Castro, and Frank Sill Torres. CORREÇÃO DE PERSPECTIVA EM IMAGENS APLICADA À NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA DE VANTs. V.1:103–110, May 2016.
- [5] Marco Túlio Alves Rodrigues, Daniel Balbino, Erickson Rangel Nascimento, and William Robson Schwartz. A non-parametric approach to detect changes in aerial images. In *Iberoamerican Congress on Pattern Recognition*, pages 116–124. Springer, 2015.

Agradecimentos

A ADVANTAGE (Monitoramento Aéreo Inteligente) pelo banco de imagens fornecido.