

M. J. D. Silva^{1,2}, P. H. R. de Andrade^{1,3}, e A. C. Soja^{1,4}

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Bom Jesus do Itabapoana, Brasil
² maycondelaqua46@gmail.com, ³ pedroiff0@gmail.com, ⁴ ac.soja@gmail.com
Área do Conhecimento: Ciências Exatas

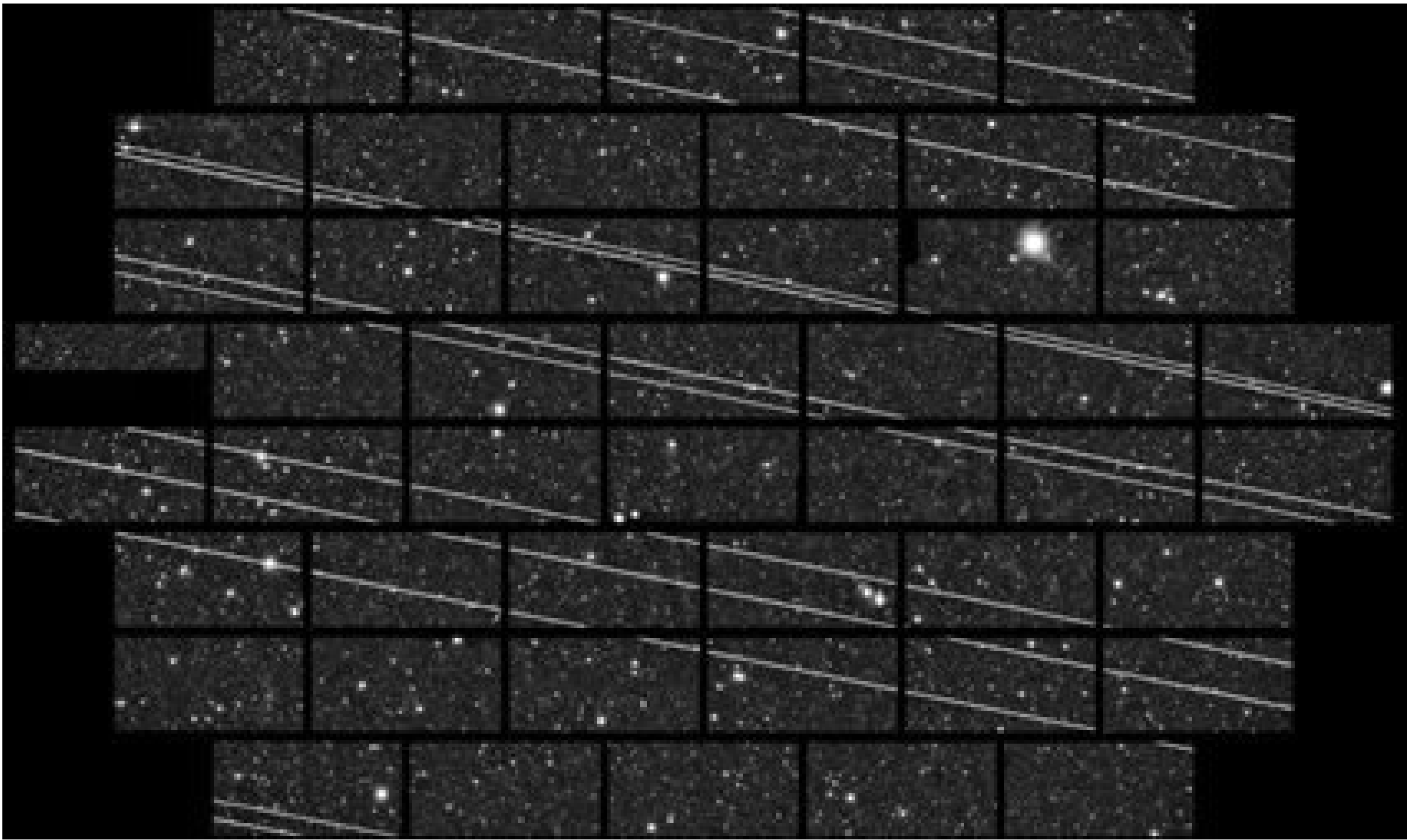
RESUMO

Por milênios, os olhos humanos foram o único instrumento para o estudo do espaço. Isso mudou em 1609, quando Galileu Galilei criou o primeiro telescópio e expandiu nosso conhecimento do céu, abrindo novos horizontes para a Astronomia. Atualmente, novos telescópios, como o *Vera Rubin*, o *GMT* e o *James Webb*, prometem revolucionar os estudos ao aumentar significativamente a quantidade de dados disponíveis. Entretanto, os avanços tecnológicos também causaram um aumento no número de satélites em órbita terrestre, os quais interferem nas observações astronômicas ao deixarem rastros ao passar diante das lentes dos telescópios. Estudos indicam que, se os lançamentos continuarem nesse ritmo, as estrelas poderão ser completamente obscurecidas em poucos anos. Este trabalho explora soluções para preservar o céu limpo e possibilitar a continuidade das descobertas astronômicas. Nosso principal resultado é o desenvolvimento de uma técnica chamada *STAR-CLEAN*, que apresenta potencial para mitigar completamente as interferências nas observações científicas.

1. INTRODUÇÃO

- Nossos olhos eram os únicos instrumentos para estudar o espaço;
- 1609: Galileu revolucionou a astronomia;
- Novos telescópios trarão grandes avanços científicos;
- Analisar grandes quantidades de dados será um grande desafio;
- Satélites criam novos obstáculos para a observação.

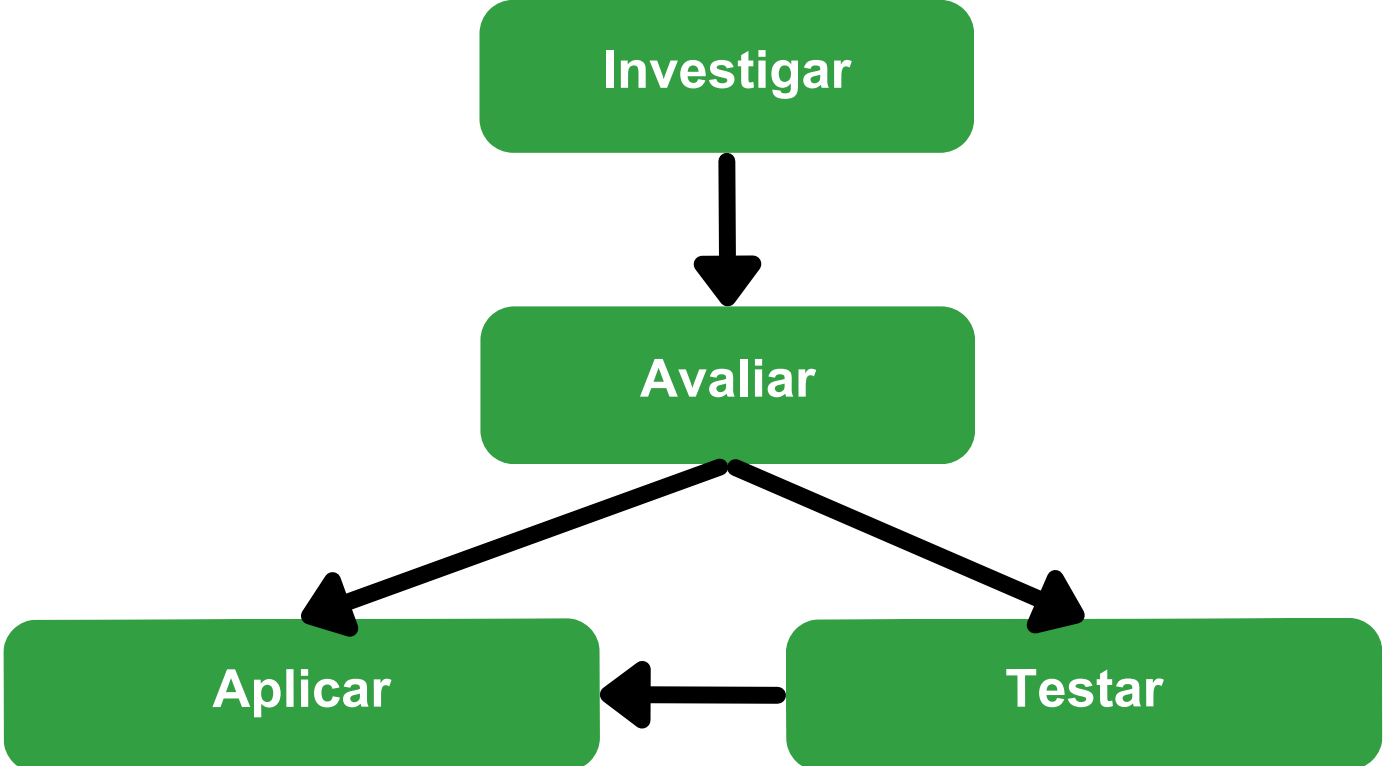
Figura 1: Rastros luminosos deixaos por satélites *Starlink* visíveis no campo de visão amplo, capturadas em *Cerro Tolo*.



Fonte: University of Illinois Grainger College of Engineering (2022).

2. METODOLOGIA

Figura 2: Etapas da Metodologia



Fonte: Os Autores (2025).

1. Foram investigadas possíveis soluções para o problema;
2. Os prós e contras de cada abordagem foram avaliados;
3. A solução mais adequada à nossa realidade foi identificada para aprofundamento do estudo.

3. RESULTADOS

As possíveis soluções são apresentadas na Tabela 1 e explicadas a seguir.

Tabela 1: Possíveis soluções

Soluções	Descrição
1	Impedir lançamentos de satélites
2	Desviar as lentes dos telescópios
3	Software para minimizar danos
4	Remoção de rastros por imagens instantâneas

Fonte: Os Autores (2025).

Solução 1: Proibir novos lançamentos ou remover satélites existentes é inviável devido ao impacto nos serviços essenciais e ao alto custo financeiro dessa medida.

Solução 2: Mover os telescópios para áreas livres de satélites é financeiramente inviável e extremamente complexo, com a dificuldade aumentando à medida que mais satélites entram em órbita (Vance & Mense, 2013).

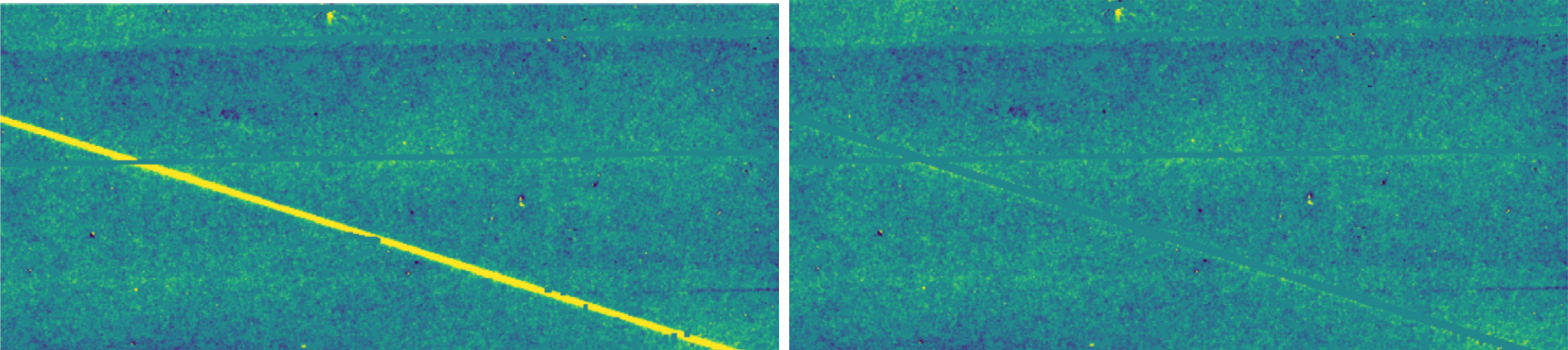
Solução 3: (Fig. 3): Uma solução viável, tanto do ponto de vista econômico quanto pela facilidade de aplicação, mas com a limitação de que todas as informações sob o rastro são perdidas (Hainaut & Williams, 2020; Tyson et al., 2020; Walker et al., 2020).

Solução 4: (STAR-Clean): A melhor solução, pois remove quase toda o rastro do satélite e garante integridade dos dados e visibilidade total durante as observações, embora não possa ser aplicada a todos os tipos de telescópios.

O método STAR-Clean é descrito em três etapas:

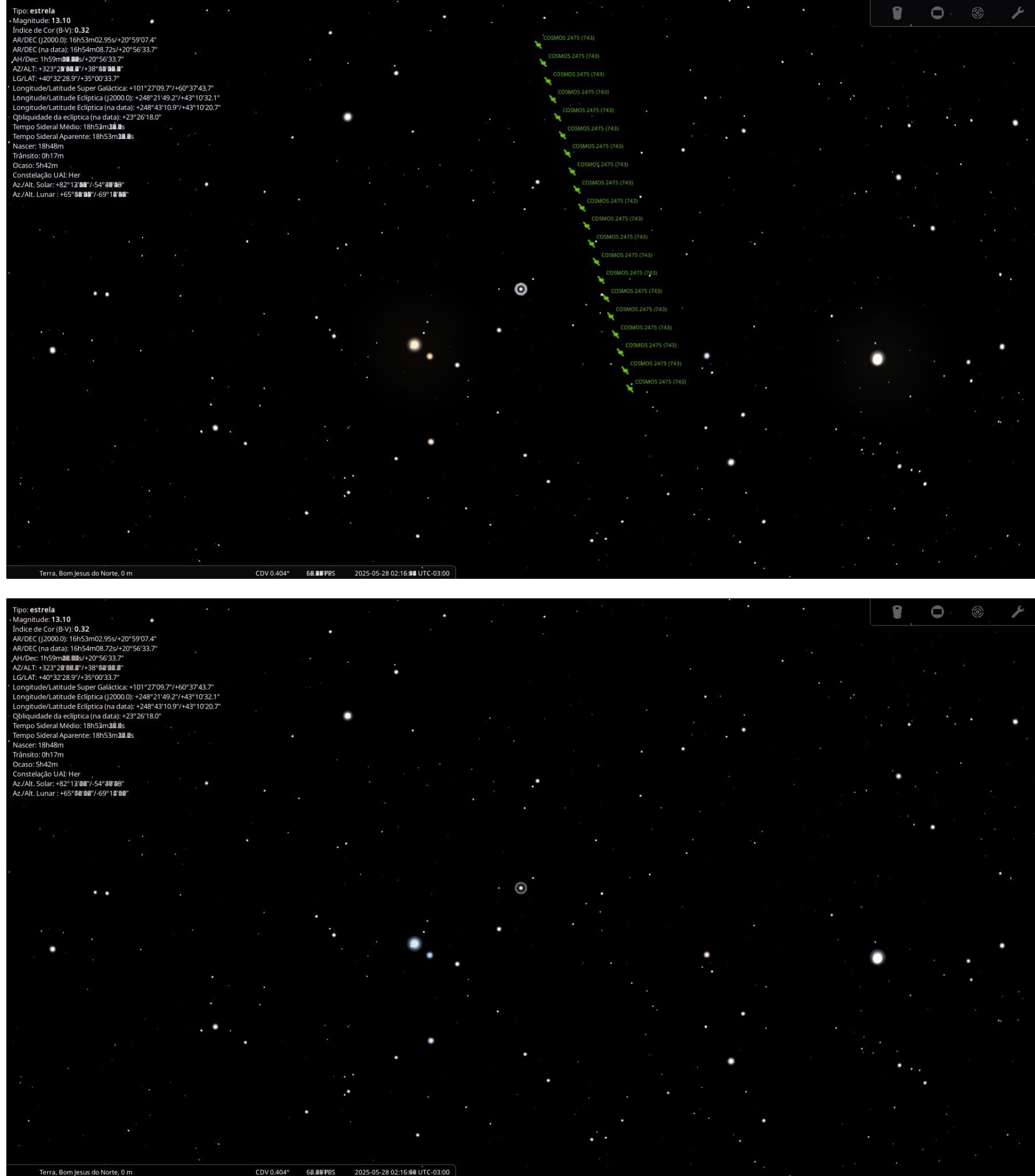
1. Criação da Imagem Contaminada com rastro de Satélite;
2. Identificação e Remoção do Rastro;
3. Mesclagem para Recuperação das Estrelas.

Figura 3: Esquerda: Rastro luminoso deixada pelo satélite. Direita: Produto final, após mascaramento.



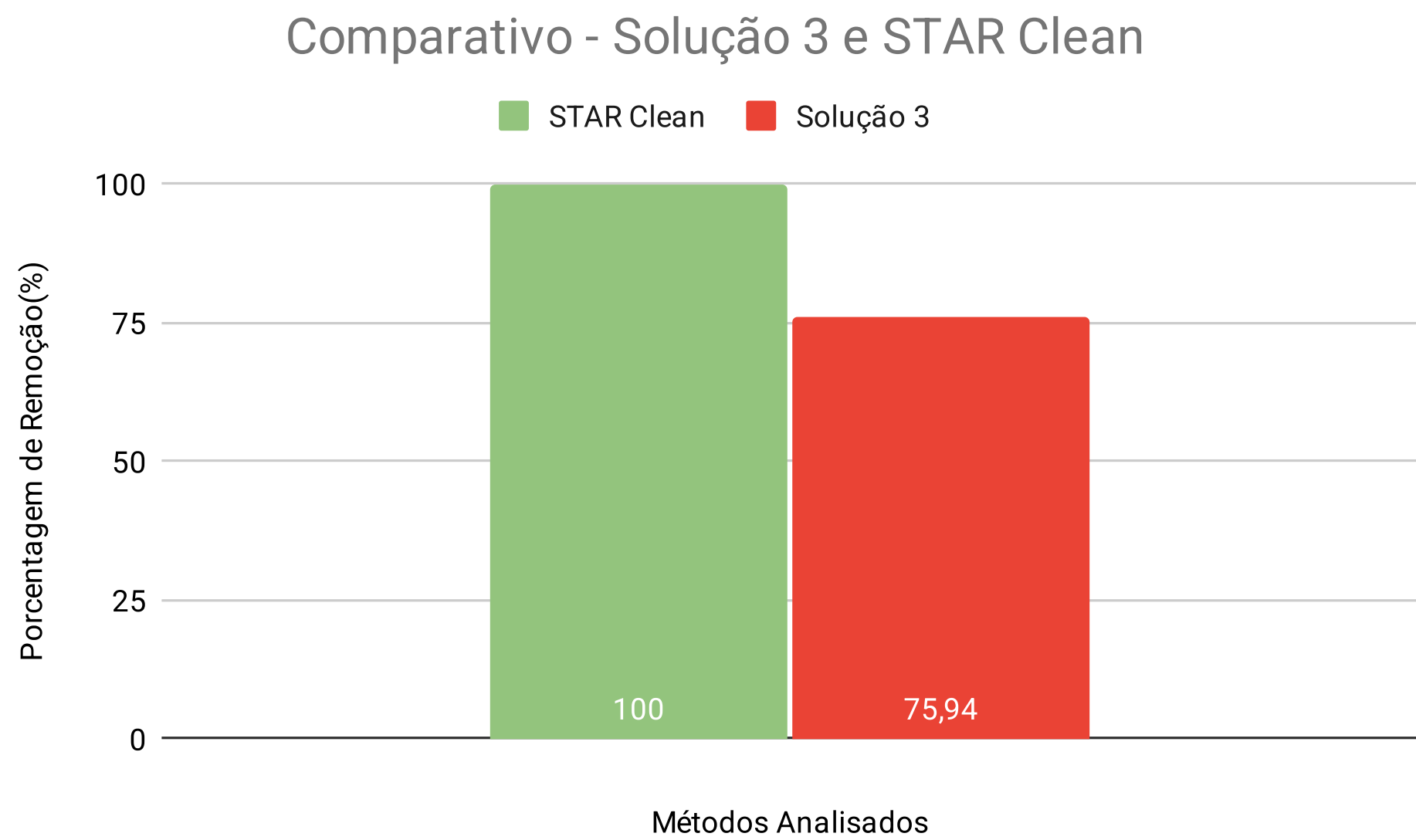
Fonte: Tyson et al. (2022).

Figura 4: Acima: Rastro completo de satélites. Abaixo: Imagem exportada pelo algoritmo STAR-Clean.



Fonte: Acima: Captura de tela do Stellarium (Zotti & Wolf, 2023); Abaixo: *STAR-Clean* (2025).

Figura 5: Gráfico comparativo entre as Soluções 3 e 4.



Fonte: Os Autores (2025).

4. CONCLUSÃO

Embora a interferência de satélites continue sendo uma limitação inviável, ela deve continuar a ser considerada como um objetivo de longo prazo. Atualmente, a **Solução 3** é a abordagem mais amplamente aplicada devido à sua praticidade e facilidade de implementação. No entanto, novas técnicas devem ser continuamente testadas para aprimorar a recuperação de dados e reduzir as perdas observacionais.

Com o desenvolvimento da **Solução 4** (*STAR-Clean*) e sua capacidade de remover quase todos os rastros de satélites, esse método mostra forte potencial para se tornar o mais adotado em um futuro próximo, especialmente em telescópios onde o rastreamento contínuo de imagens permite sua aplicação eficaz. Esses avanços são essenciais para garantir a continuidade das observações astronômicas, a integridade dos dados científicos e a proteção de longo prazo do céu noturno para futuras descobertas.

REFERÊNCIAS

Vance, L., & Mense, A. (2013). Value analysis for orbital debris removal. *AdSpR*, 52, 685–695.
Hainaut, O. R., & Williams, A. P. (2020). Impact of satellite constellations on astronomical observations with ESO telescopes in the visible and infrared domains. *A&A*, 636, A121.
Tyson, J. A., et al. (2020). Mitigation of LEO Satellite Brightness and Trail Effects on the Rubin Observatory LSST. *AJ*, 160, 226.
Walker, C., et al. (2020). Impact of Satellite Constellations on Optical Astronomy and Recommendations Toward Mitigations. *BAAS*, 52.
Tyson, J. A., et al. (2022). Mitigating satellite trails: A study of residual light after masking. *A&C*, 39, 100584.
University of Illinois Grainger College of Engineering. (2022). Protecting dark and quiet skies from satellite constellation interference.
Zotti, G., & Wolf, A. (2023). Stellarium: Finally at Version 1.0! And Beyond. *Journal of Skyscape Archaeology*, 8(2), 332–334.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos financiamentos do IFF e do CNPq. Esta pesquisa fez uso do planetário Stellarium.

VERSÃO DIGITAL

