

REGISTRO FOTOGRÁFICO E RECONSTRUÇÃO ORBITAL PRELIMINAR

Possível trem Starlink V3 — Grupo 2026-225 / Starlink 31-1

Mirante Ufológico • São Sebastião da Aldeia • Abaeté, Minas Gerais



Figura 1 — Fotografia original do registro de 29/09/2026 às 19h37. Exposição de 15 s, Sony NEX-C3, 20 mm, f/3.5, ISO 800, filtro IR. A imagem é mantida sem tratamento para fins documentais.

STATUS ATUAL DA ANÁLISE: forte concordância orbital preliminar

Foto e observação: Wilson Geraldo de Oliveira

Documento de trabalho para publicação e arquivo observacional • **30/09/2026**

1. O registro

Na noite de 29 de setembro de 2026, às 19h37, um registro fotográfico feito a partir do Mirante Ufológico, em São Sebastião da Aldeia, Abaeté, Minas Gerais, revelou um conjunto compacto de pontos luminosos deslocando-se por uma pequena faixa do horizonte oeste.

A fotografia foi obtida com uma Sony NEX-C3, lente Sony E 18–55 mm F3.5–5.6 OSS ajustada em 20 mm, filtro IR, exposição de 15 segundos, abertura f/3.5 e ISO 800. O fenômeno permaneceu visível por aproximadamente 30 segundos; desse intervalo, 15 segundos ficaram registrados em uma única exposição.

O conjunto não foi acompanhado antes de aparecer naquela faixa do céu e também não permaneceu visível depois de ultrapassá-la. Surgiu já agrupado, deslocou-se em formação e desapareceu ainda no mesmo setor. Visualmente, o comportamento lembrou o conhecido “trem” ou “carreirão” de satélites Starlink.

A coincidência temporal motivou a investigação: no dia anterior, 28 de setembro de 2026, haviam sido colocados em órbita 26 satélites Starlink V3 associados ao lançamento 2026-225 / Starlink Group 31-1. A questão central passou a ser: o conjunto registrado às 19h37 poderia corresponder especificamente a esse grupo recém-lançado?

2. Uma série de observações iniciada em 2023

O registro não surgiu de uma observação ocasional. Desde 15 de dezembro de 2023, o observador vem acompanhando sistematicamente objetos semelhantes a satélites no horizonte oeste a partir do mesmo ponto. Em algumas noites, foram observados e registrados cerca de 50 pontos luminosos individuais, cada um seguindo sua própria trajetória.

As primeiras passagens costumam tornar-se perceptíveis a uma elevação aproximada de 20° a 30° sobre o horizonte oeste. Ao longo de aproximadamente uma hora, novas passagens surgem progressivamente mais baixas, até que os últimos objetos aparecem próximos à linha do horizonte e deixam de ser visíveis a partir do Mirante.

Esse padrão não deve ser atribuído apenas à rotação terrestre. A visibilidade resulta da combinação entre a órbita dos satélites, a rotação da Terra, a posição do observador e a geometria Sol–satélite–observador. Ao longo das estações, muda também a região do horizonte em que as passagens são percebidas.

O episódio de 29 de setembro foi diferente dos anteriores porque, pela primeira vez nessa mesma região celeste, apareceu um conjunto compacto de objetos, e não apenas passagens individuais.

3. Dados observacionais consolidados

Parâmetro	Valor
Local	Mirante Ufológico — São Sebastião da Aldeia, Abaeté/MG
Latitude	–18.9802033°
Longitude	–45.2257133°

Data	29/09/2026
Hora local	19h37 BRT
Hora técnica equivalente	22h37 UTC
Tempo de exposição	15 s
Câmera	Sony NEX-C3
Lente	Sony E 18–55 mm F3.5–5.6 OSS
Distância focal registrada no EXIF	20 mm
Abertura	f/3.5
ISO	800
Filtro	IR
Resolução original informada pelo EXIF	4912 × 3264 px
Direção geral	Horizonte oeste

4. Metodologia e ferramentas

A análise foi organizada em quatro etapas complementares. A separação entre observação, calibração da imagem e propagação orbital é importante para evitar que a identificação seja inferida apenas pela aparência visual.

4.1 Preservação do registro original

A fotografia original foi mantida sem correção para a análise geométrica. Versões tratadas podem ser usadas para divulgação, mas não devem substituir o arquivo primário quando posições, formas e intensidades precisam ser medidas.

4.2 Leitura dos metadados e geometria da câmera

Os metadados fornecidos confirmam Sony NEX-C3, lente E 18–55 mm, focal de 20 mm, f/3.5, ISO 800 e exposição de 15 s. A combinação de sensor APS-C e focal de 20 mm fornece a primeira estimativa do campo de visão. A partir da fotografia e de referências celestes visíveis, foi construída uma caixa observacional preliminar de azimute 265°–273° e elevação 8°–12°, com extensão angular aproximada do rastro da ordem de 9°.

4.3 Dados orbitais SupGP / SpaceX-E

Foram utilizados os 26 conjuntos de elementos orbitais fornecidos pelo CelesTrak para o lançamento 2026-225, com fonte de dados SpaceX-E. Os registros incluem época orbital, movimento médio, excentricidade, inclinação, longitude do nó ascendente, argumento do perigeu, anomalia média e termos de arrasto. A inclinação do grupo é próxima de 30,49° e o movimento médio é de aproximadamente 16 revoluções por dia.

4.4 Propagação e transformação para o observador

Os elementos foram estruturados para propagação SGP4. As posições foram calculadas em intervalos de 1 segundo entre 22:36:30 e 22:38:30 UTC, transformadas para o referencial terrestre e depois para coordenadas topocêntricas no Mirante, resultando em azimute, elevação e distância. Em paralelo, foi estimada a condição de iluminação de cada satélite por geometria Sol–Terra–satélite, distinguindo iluminação direta, penumbra e umbra.

Nota metodológica: a propagação atual foi executada com uma implementação local das equações SGP4 e deve ser tratada como reconstrução técnica preliminar. Uma validação posterior com uma implementação de referência independente — por exemplo, `satellite.js` ou biblioteca compatível com o modelo oficial Vallado/USSF — é recomendada antes de qualificar o resultado como confirmação definitiva.

5. Resultado da propagação temporal

A reconstrução mostra o grupo deslocando-se pelo setor oeste exatamente durante o minuto registrado na fotografia. A tabela abaixo resume sete instantes da janela calculada.

UTC	Azimute do grupo	Elevação	Na caixa	Iluminados	Penumbra	Umbra
22:36:30	258,31°–262,91°	2,80°–6,74°	0	26	0	0
22:37:00	261,00°–267,37°	5,12°–9,82°	8	26	0	0
22:37:15	262,66°–270,28°	6,42°–11,63°	16	26	0	0
22:37:30	264,61°–273,84°	7,84°–13,64°	18	18	5	3
22:37:45	266,91°–278,25°	9,40°–15,90°	11	10	5	11
22:38:00	269,67°–283,77°	11,13°–18,40°	4	3	4	19
22:38:30	277,13°–299,49°	15,23°–23,78°	0	0	0	26

5.1 Entrada na caixa observacional

Às 22:37:00 UTC, oito dos 26 satélites já se encontram dentro da caixa fotográfica preliminar. Quinze segundos depois — uma duração equivalente ao tempo de exposição — 16 objetos ocupam essa região. Por volta de 22:37:30, 18 objetos atravessam simultaneamente a caixa.

5.2 Extensão angular do conjunto

A extensão calculada do grupo cresce de aproximadamente $7,1^\circ$ no início do minuto para cerca de $8,2^\circ$ aos 15 segundos e aproximadamente $9,5^\circ$ aos 30 segundos. A estimativa inicial do rastro na fotografia é da ordem de 9° . Essa concordância é relevante porque não depende apenas da direção geral do movimento, mas também do tamanho angular ocupado pela formação.

5.3 Desaparecimento e sombra da Terra

O modelo prevê o início da penumbra em torno de 22:37:16 UTC e a primeira entrada completa em umbra aproximadamente às 22:37:24 UTC. Esse comportamento coincide com a observação de que o conjunto permaneceu perceptível por apenas algumas dezenas de segundos e desapareceu ainda dentro daquela região do céu. A interpretação física mais simples é que parte da formação começou a perder iluminação solar durante a própria passagem observada.

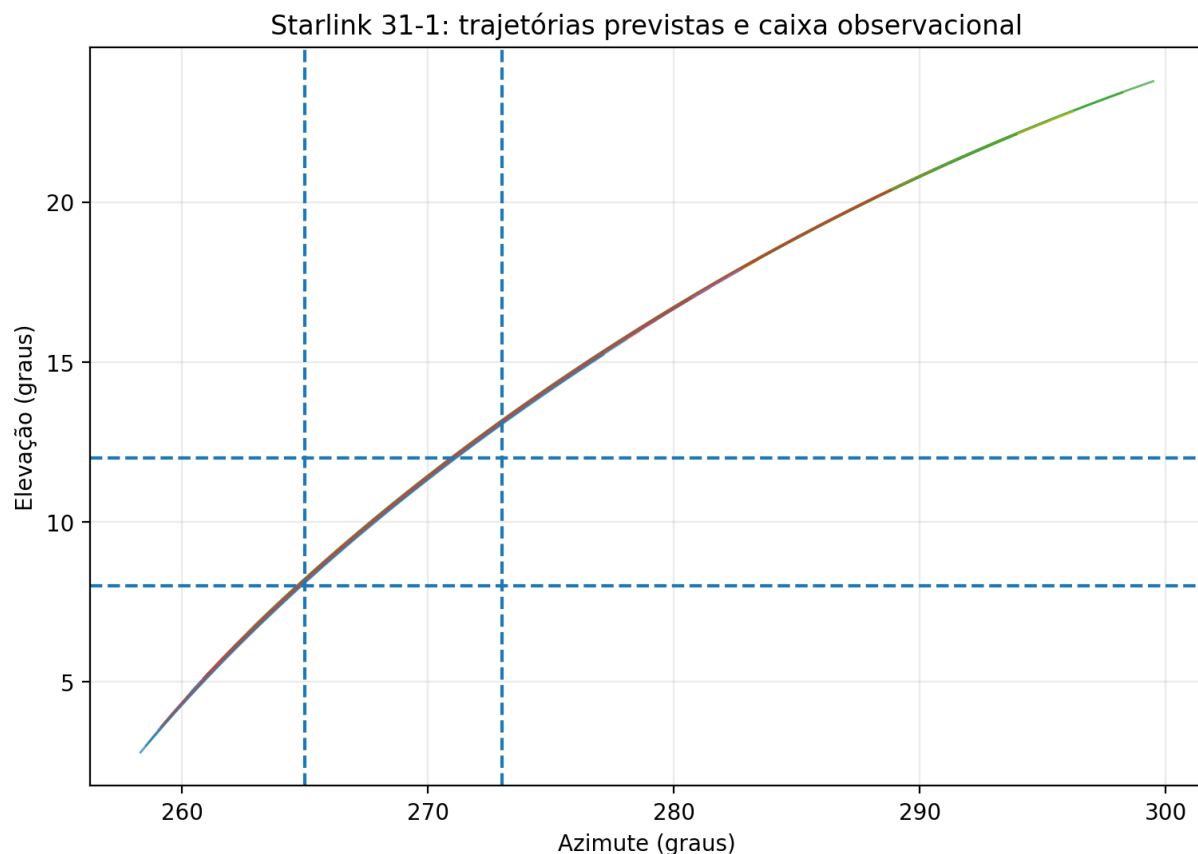


Figura 2 — Trajetórias topocêntricas previstas para os 26 Starlink V3 entre 22:36:30 e 22:38:30 UTC. As linhas tracejadas delimitam a caixa observacional preliminar da fotografia: azimute 265° – 273° e elevação 8° – 12° .

6. Interpretação dos resultados

A análise não se baseia apenas na aparência de um “trem” de satélites. A concordância ocorre em várias dimensões independentes: data, horário, plano orbital, posição topocêntrica, direção do movimento, extensão angular do conjunto e início do desaparecimento por perda de iluminação solar.

Às 19h37 locais, o grupo calculado atravessa justamente o setor oeste registrado na fotografia. A direção prevista é de menor azimute e menor elevação para maior azimute e maior elevação, reproduzindo a inclinação aparente do rastro. O conjunto ocupa uma extensão angular comparável à observada e começa a entrar na sombra terrestre durante o mesmo intervalo de dezenas de segundos relatado visualmente.

Por isso, o resultado atual ultrapassa uma simples semelhança visual e constitui uma forte correlação orbital preliminar com o Starlink Group 31-1 / lançamento 2026-225. Ainda assim, a linguagem recomendada para publicação é “forte concordância” ou “forte correlação preliminar”, até que a calibração astrométrica por estrelas e uma propagação independente de referência confirmem os valores dentro das incertezas.

7. Próximas etapas recomendadas

Etapas de validação ainda pendentes

Para transformar a forte correlação preliminar já obtida em uma identificação orbital ainda mais robusta, permanecem duas etapas principais de validação:

Etapa		Objetivo	Procedimento	Resultado esperado
1. Calibração astrométrica refinada da fotografia		Determinar com maior precisão a região exata do céu ocupada pelo rastro registrado.	Identificar estrelas de fundo e referências celestes na imagem original, corrigir orientação, escala e eventual distorção óptica, e calcular com maior precisão os azimutes e elevações das extremidades do rastro.	Redução da incerteza atual da “caixa observacional” e definição mais precisa da trajetória angular registrada.
		Confirmar que os resultados orbitais obtidos não dependem de uma única implementação de cálculo.	Repetir a propagação dos 26 satélites, usando os mesmos elementos OMM/SupGP, em uma implementação SGP4 independente e reconhecida, comparando azimute, elevação, posição temporal e entrada em penumbra/umbra.	Confirmação independente da trajetória prevista e da coincidência temporal e espacial com a fotografia.

Critério de confirmação: se a trajetória astrométrica medida diretamente na fotografia coincidir, dentro das respectivas margens de erro, com a trajetória produzida por uma segunda propagação SGP4 independente, a associação do registro ao grupo **Starlink 31-1 / 2026-225** poderá ser considerada tecnicamente muito mais robusta.

Situação atual: os cálculos já realizados mostram forte concordância entre horário, posição aparente, direção do movimento, extensão angular do grupo e início da entrada dos satélites na sombra da Terra. As etapas acima destinam-se a **refinar e validar independentemente** essa correlação, e não a substituir os resultados já obtidos.

3 Procedimentos complementares

- refinar o segundo exato do início da exposição;
- comparar a estrutura de brilho com a sequência calculada de penumbra/umbra;
- preservar fotografia original, elementos orbitais, tabelas e gráficos como conjunto documental reproduzível.

8. Fontes e ferramentas técnicas

- CelesTrak — Supplemental GP (SupGP) data for Starlink / SpaceX ephemerides. Dados orbitais do lançamento 2026-225 fornecidos em formato CSV pelo observador para esta análise.
- SpaceX-E — identificação da fonte de efemérides indicada nos registros SupGP utilizados.
- Modelo SGP4 — propagação orbital de satélites artificiais a partir de elementos orbitais médios; implementação local utilizada nesta reconstrução preliminar.
- Transformações ECI/ECEF e coordenadas topocêntricas — conversão das posições propagadas para azimute, elevação e distância vistos do Mirante.
- Geometria Sol–Terra–satélite — estimativa da condição de iluminação direta, penumbra e umbra.
- Fotografia original e metadados EXIF — base documental e geométrica do registro.

Apêndice A — Resumo temporal dos 26 objetos

Posição às 22:37:00 UTC, intervalo em que cada satélite atravessa a caixa observacional preliminar e início das condições de penumbra e umbra. Horários arredondados ao segundo.

Objeto	ID	Az (°)	El (°)	Dist. (km)	Entrada caixa	Saída caixa	Penumbra	Umbra
STARLINK-40087	2026-225N	267.37	9.82	1071	22:36:46	22:37:17	22:37:16	22:37:24
STARLINK-40077	2026-225Q	267.04	9.60	1083	22:36:48	22:37:19	22:37:18	22:37:26
STARLINK-40094	2026-225C	266.50	9.24	1104	22:36:51	22:37:23	22:37:21	22:37:30
STARLINK-40080	2026-225R	266.24	9.07	1115	22:36:52	22:37:24	22:37:23	22:37:31
STARLINK-40099	2026-225D	265.89	8.82	1130	22:36:55	22:37:27	22:37:25	22:37:34
STARLINK-40079	2026-225S	265.64	8.65	1141	22:36:56	22:37:28	22:37:27	22:37:35
STARLINK-40093	2026-225E	265.45	8.54	1149	22:36:57	22:37:29	22:37:28	22:37:37
STARLINK-40081	2026-225T	265.22	8.37	1160	22:36:59	22:37:31	22:37:30	22:37:38
STARLINK-40098	2026-225F	264.95	8.18	1172	22:37:01	22:37:33	22:37:32	22:37:40
STARLINK-40088	2026-225U	264.69	7.99	1184	22:37:03	22:37:35	22:37:34	22:37:42
STARLINK-40100	2026-225G	264.49	7.85	1194	22:37:04	22:37:36	22:37:35	22:37:44
STARLINK-40078	2026-225V	264.23	7.65	1207	22:37:06	22:37:38	22:37:37	22:37:46
STARLINK-40075	2026-225H	263.98	7.47	1220	22:37:08	22:37:40	22:37:39	22:37:48
STARLINK-40084	2026-225B	263.80	7.36	1229	22:37:09	22:37:41	22:37:41	22:37:49
STARLINK-40085	2026-225J	263.56	7.17	1242	22:37:11	22:37:43	22:37:43	22:37:51
STARLINK-40083	2026-225A	263.28	6.96	1257	22:37:13	22:37:45	22:37:45	22:37:53
STARLINK-40086	2026-225K	262.94	6.68	1276	22:37:16	22:37:48	22:37:48	22:37:56
STARLINK-40101	2026-225X	262.74	6.53	1288	22:37:17	22:37:50	22:37:50	22:37:58
STARLINK-40090	2026-225L	262.56	6.40	1298	22:37:19	22:37:51	22:37:51	22:38:00
STARLINK-40091	2026-225M	262.35	6.23	1311	22:37:21	22:37:53	22:37:53	22:38:01
STARLINK-40103	2026-225W	262.12	6.05	1325	22:37:23	22:37:55	22:37:55	22:38:03
STARLINK-40082	2026-225Y	261.97	5.94	1335	22:37:24	22:37:57	22:37:57	22:38:05
STARLINK-40092	2026-225P	261.68	5.69	1353	22:37:27	22:38:00	22:37:59	22:38:08
STARLINK-40076	2026-225Z	261.47	5.51	1367	22:37:29	22:38:02	22:38:01	22:38:10
STARLINK-40095	2026-225AA	261.30	5.37	1379	22:37:30	22:38:03	22:38:03	22:38:12
STARLINK-40097	2026-225AB	261.00	5.12	1399	22:37:33	22:38:06	22:38:06	22:38:14

Apêndice B — Critérios de interpretação

Coincidência temporal: O grupo recém-lançado é propagado para o mesmo minuto do registro fotográfico.

Coincidência espacial: As posições calculadas atravessam a caixa preliminar de azimute e elevação derivada da fotografia.

Direção do deslocamento: Azimute e elevação aumentam durante a passagem, reproduzindo a inclinação aparente do traço.

Extensão angular: A formação calculada ocupa aproximadamente 7° – 10° no intervalo principal, compatível com a estimativa fotográfica de cerca de 9° .

Iluminação: A transição para penumbra e umbra começa durante o mesmo intervalo de dezenas de segundos em que o conjunto desaparece visualmente.

Limitação atual: A caixa fotográfica ainda é preliminar e a propagação deve ser validada por uma implementação SGP4 independente antes de se usar linguagem de confirmação definitiva.