

StarRoad: resumo executivo

StarRoad é um conceito de corredor eletromagnético superpesado entre a Terra e o espaço. A ideia é simples: em vez de transportar propelente de lançamento a bordo de um foguete, uma nave reutilizável é acelerada até aproximadamente 11 km/s dentro de um túnel subterrâneo evacuado **de levitação** magnética, com cerca de **2.050 km** de extensão. Em seguida, a pesada AstroLiner atravessa a atmosfera por inércia em 50–60 segundos e ingressa em trajetórias de alta energia sem usar a órbita terrestre baixa como escala intermediária. Para a StarRoad, a massa é uma vantagem, não um problema.

O projeto não se destina a lançamentos recordistas ocasionais, mas a um fluxo contínuo de carga: usinas orbitais, centros de dados, rebocadores interorbitais, estaleiros, infraestrutura lunar, mineração de asteroides e grandes complexos industriais.

Parâmetros principais

- Comprimento do acelerador: **~2.050 km**.
- Seção transversal do túnel de aceleração: **~17,5 × 12,5 m (elíptica)**.
- Profundidade máxima do túnel evacuado: **5–8 km**.
- Portal de saída: aproximadamente **3.400 m** acima do nível do mar.
- Velocidade de saída: **~11 km/s**.
- Dimensões e geometria da AstroLiner: comprimento **~150 m**; **seção elíptica ~10 × 15 m**; **forma de cunha hipersônica**.
- Massa de lançamento da AstroLiner: **~15.000 t**.
- Carga útil de referência: até **~10.000 t**.
- Operação inicial: 12–24 **lançamentos por ano**.
- Operação madura: mais de **1.000 lançamentos por ano e**, posteriormente, mais **de 1.500**.
- Custo de lançamento na fase-piloto: **US\$ 80–120/kg**.
- Meta de custo na fase madura: **US\$ 1–10/kg**, com **possibilidade** de redução adicional à medida que a rede se expanda.
- CAPEX estimado: aproximadamente **US\$ 300 bilhões**.

A principal diferença em relação aos foguetes é que a StarRoad é infraestrutura, e não um “foguetes grande”. Como uma ferrovia ou uma rede elétrica, é cara de construir, mas foi concebida para operar repetidamente e aumentar sua capacidade.

O que a StarRoad resolve

A principal restrição da economia espacial não é apenas o custo por quilograma, mas a **capacidade de transporte**. Os foguetes podem ficar mais baratos, porém continuam sendo lançamentos isolados, com carga útil limitada, preparação complexa e dependência de propelente, bases de lançamento e logística.

A StarRoad enfrenta vários problemas ao mesmo tempo:

1. **Fluxo de carga em grande escala** — milhares de toneladas por viagem, em vez de dezenas ou centenas.
2. **Sem propelente de lançamento a bordo** — a energia de aceleração permanece em terra.
3. **Acesso direto a órbitas altas** — **sem** reabastecimento, acoplamento ou reboque a partir da órbita terrestre baixa.
4. **Retorno baseado em infraestrutura** — o projeto não precisa depender exclusivamente do mercado de lançamentos.
5. **Realismo tecnológico** — baseado em soluções tecnológicas existentes.

Autossuficiência apoiada pela energia

A StarRoad inclui o SATEG — Sistema Autônomo Termoenergético Geotérmico. Ele resfria simultaneamente o túnel profundo, estabiliza seu regime térmico e gera eletricidade. Quarenta terminais de cerca de 2,5 GW cada **poderiam**

fornecer aproximadamente 100 GW no **total**. A venda dessa energia a tarifas de infraestrutura criaria uma fonte de receita independente, de **dezenas de bilhões de dólares por ano**.

O segundo circuito energético é formado por usinas solares espaciais. Um único lançamento poderia colocar em órbita uma usina da classe **de ~2 GW** que, com alta disponibilidade, geraria cerca de **17,5 TWh por ano**. **Isso** cria um mercado para os próprios lançamentos e uma fonte adicional de receita energética.

Comparação com alternativas

Conceito	Problema central	O que a StarRoad muda
Foguetes químicos / Starship	Consumo de propelente, estágios, reabastecimento, capacidade limitada e logística cara além da órbita terrestre baixa	A aceleração é fornecida por um sistema estacionário; cada viagem leva milhares de toneladas a órbitas altas
StarTram Gen2	Um tubo evacuado na atmosfera, uma rota suspensa, janelas de plasma e uma estrutura externa extrema	A rota principal é subterrânea; a rocha ao redor protege o vácuo; a saída ocorre por um portal terrestre em grande altitude
Launch Loop	Um circuito dinâmico ativo, estabilização contínua e risco de falha que afeta toda a estrutura	Infraestrutura subterrânea protegida passivamente; operação pulsada em vez de sustentação ativa contínua
Elevador espacial	Limites dos materiais do cabo, extensão enorme, vulnerabilidade a detritos espaciais e meteoroides e baixo fluxo de carga	Não exige supermateriais; utiliza túneis, levitação magnética, sistemas energéticos e engenharia pesada
Skyhook / cabos orbitais	Ainda são necessários foguetes para alcançar o ponto de interceptação; cadência limitada e dinâmica orbital complexa	A StarRoad cria diretamente um fluxo em grande escala de cargas pesadas para órbitas de alta energia
SpinLaunch	Cargas de aceleração enormes, cargas úteis pequenas e necessidade de um estágio-foguete superior	A StarRoad foi projetada para cargas superpesadas e grandes estruturas completas
Anel orbital	Capacidade potencialmente alta, mas exige uma indústria espacial já madura	A StarRoad pode servir de infraestrutura de transição que cria essa indústria

Principal vantagem

A principal vantagem da StarRoad é **sua capacidade escalável**. **Quase todas as** alternativas, exceto um anel orbital, perdem para a StarRoad justamente no volume de massa transportada. Mesmo que os foguetes fiquem mais baratos, dificilmente passarão de “lançamentos” individuais para um fluxo contínuo de milhões de toneladas por ano. A StarRoad foi concebida desde o início como um corredor industrial: cara na fase inicial, depois autossustentável e, na maturidade, fundamento da economia espacial.