

Constelações de satélites e atuais desafios da indústria espacial

Aula 11 - curso de extensão:
A engenharia das missões espaciais
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE



Jhonathan O. Murcia Piñeros

E-mail: jhonathan.pineros@inpe.br

01 de dezembro de 2021.



Curso de extensão: A engenharia das missões espaciais

- As órbitas dos satélites.
- Tipos de satélites, missões e aplicações.
- Controle de atitude.
- A viagem para a Lua.
- Missões do INPE e missões interplanetárias.
- Manobras.
- Benefícios.
- Consequências.

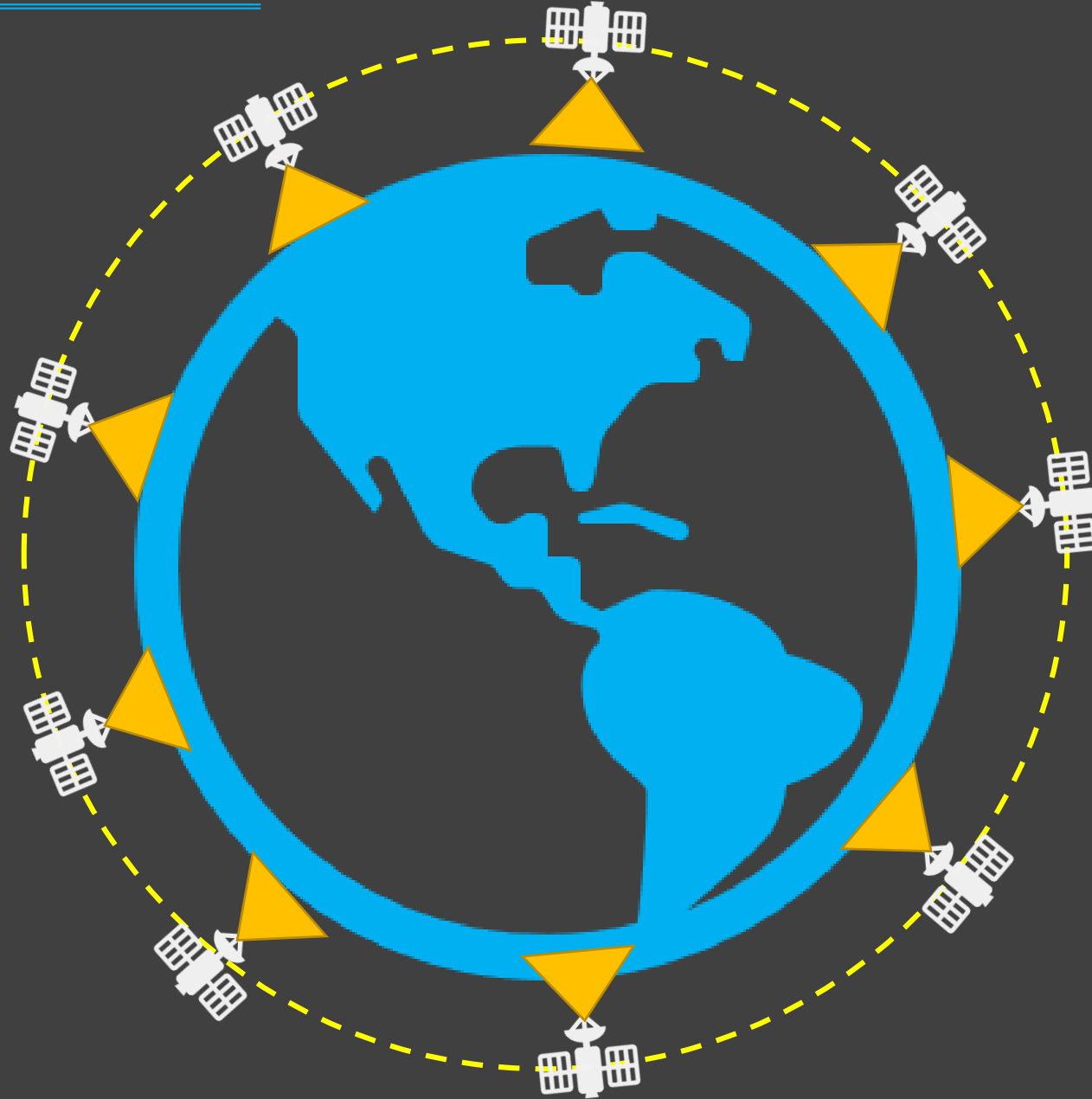


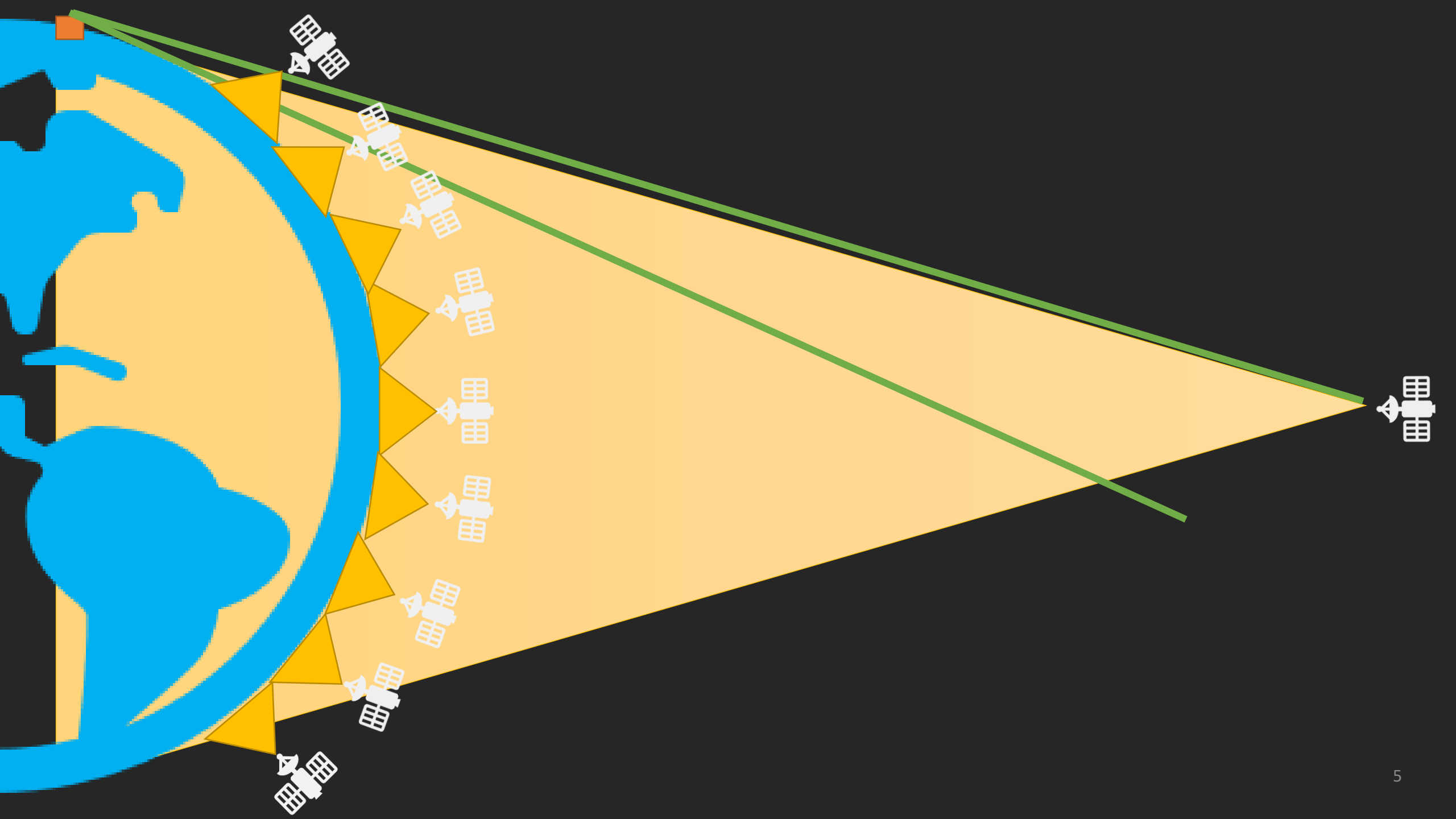
Sumário

- Constelações de satélites
- A indústria
- Desafios da indústria espacial



Constelações de satélites





Processo de seleção de órbita

1. Estabelecer os tipos de órbita.
2. Determinar os requisitos de missão relacionados à órbita.
3. Avaliar o desempenho da órbita.
 - A cobertura.
 - Órbitas específicas
 - Único satélite vs constelação
 - Outros impactos no desempenho da órbita
4. Avaliar o custo.
 1. Avaliar as opções de lançamento e custos.
 2. Manobras de fim de vida.
 3. Custo total do Delta-V.
5. Documentação e iteração

Único satélite vs. constelação

Único satélite

- Redução de custo porque minimiza as despesas gerais da missão.
- Único lançamento.

Constelação

- Melhor cobertura.
- Confiabilidade.
- Diferentes condições de iluminação para observação.
- Cobertura contínua para comunicações e navegação.

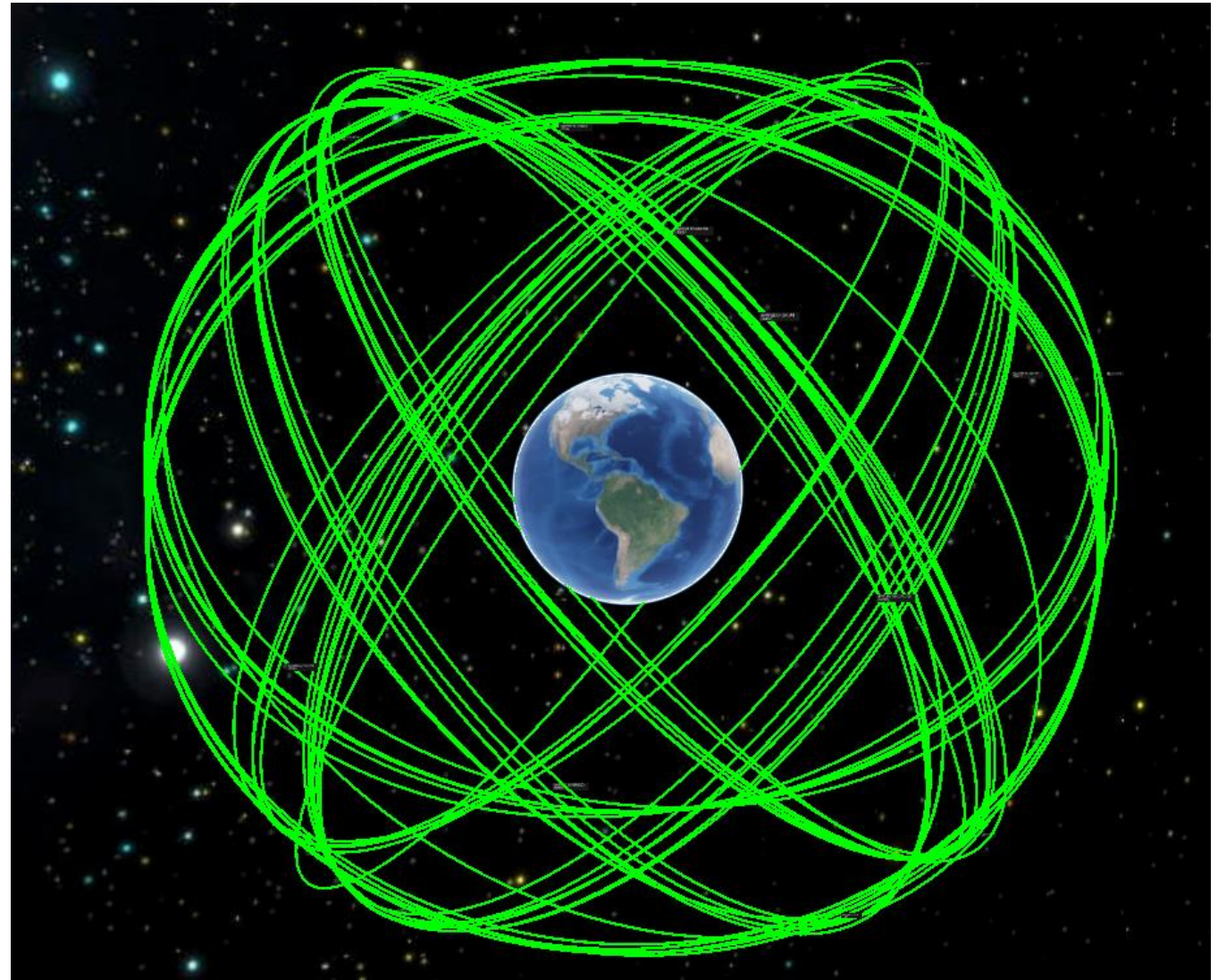
- Navegação

Global Positioning System (GPS) - 1993

O segmento espacial mais de 27 satélites em 6 planos em MEO.

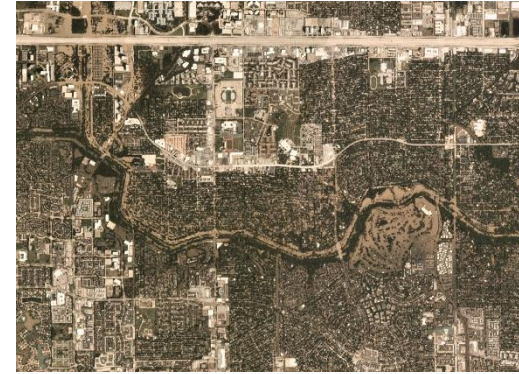
GLONASS – 1995

24 satélites em 3 planos em MEO.



planet.

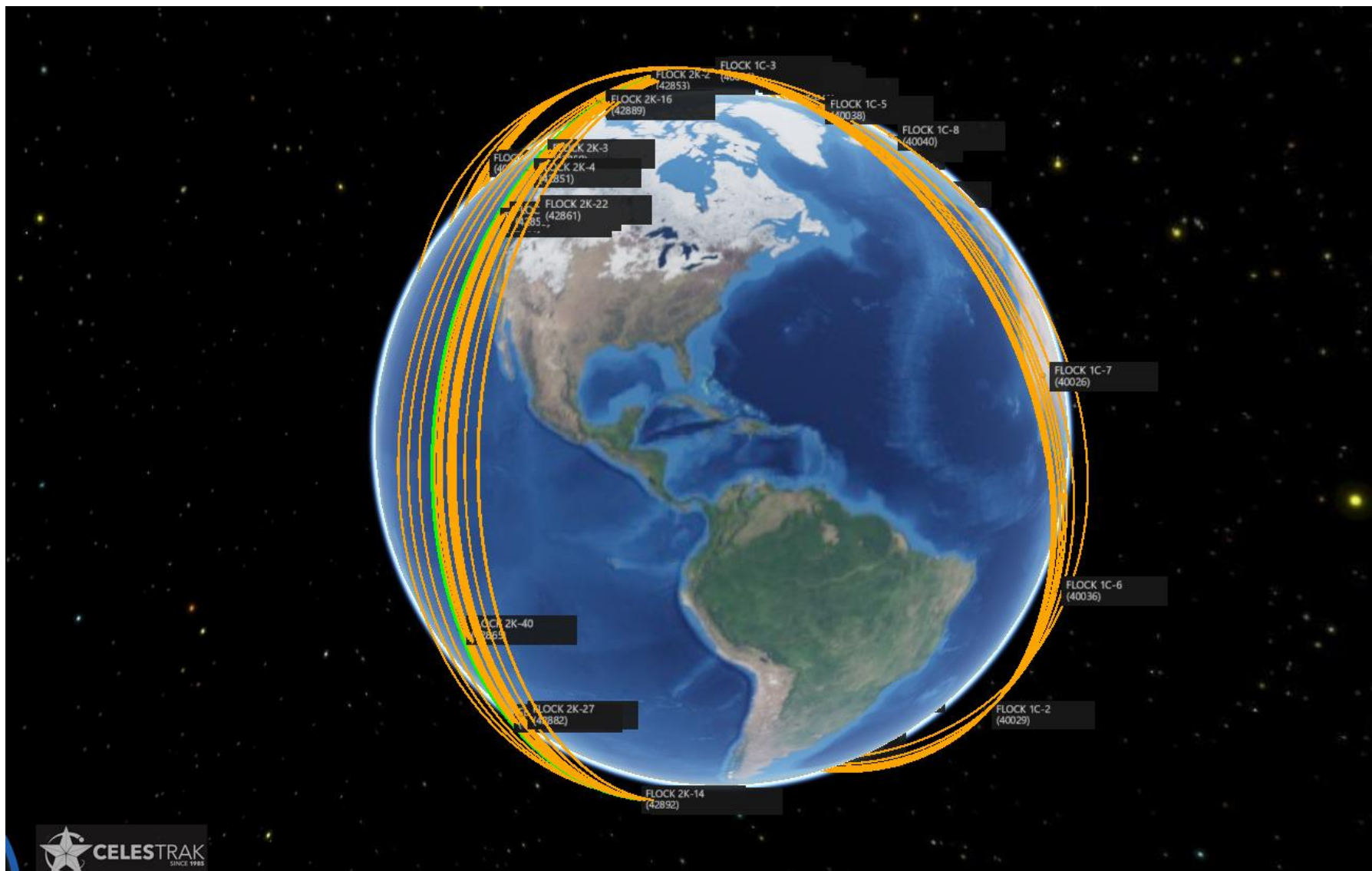
- Sensoriamento remoto.
- *SkySat Constellation*



- +180 Satélites Dove.



- Agricultura de precisão
- Governos
- Defesa
- Educação e pesquisa
- Monitoramento de desastres naturais
- Energia e infraestrutura
- Negócios
- Seguros
- Mapeamento
- Marítimo

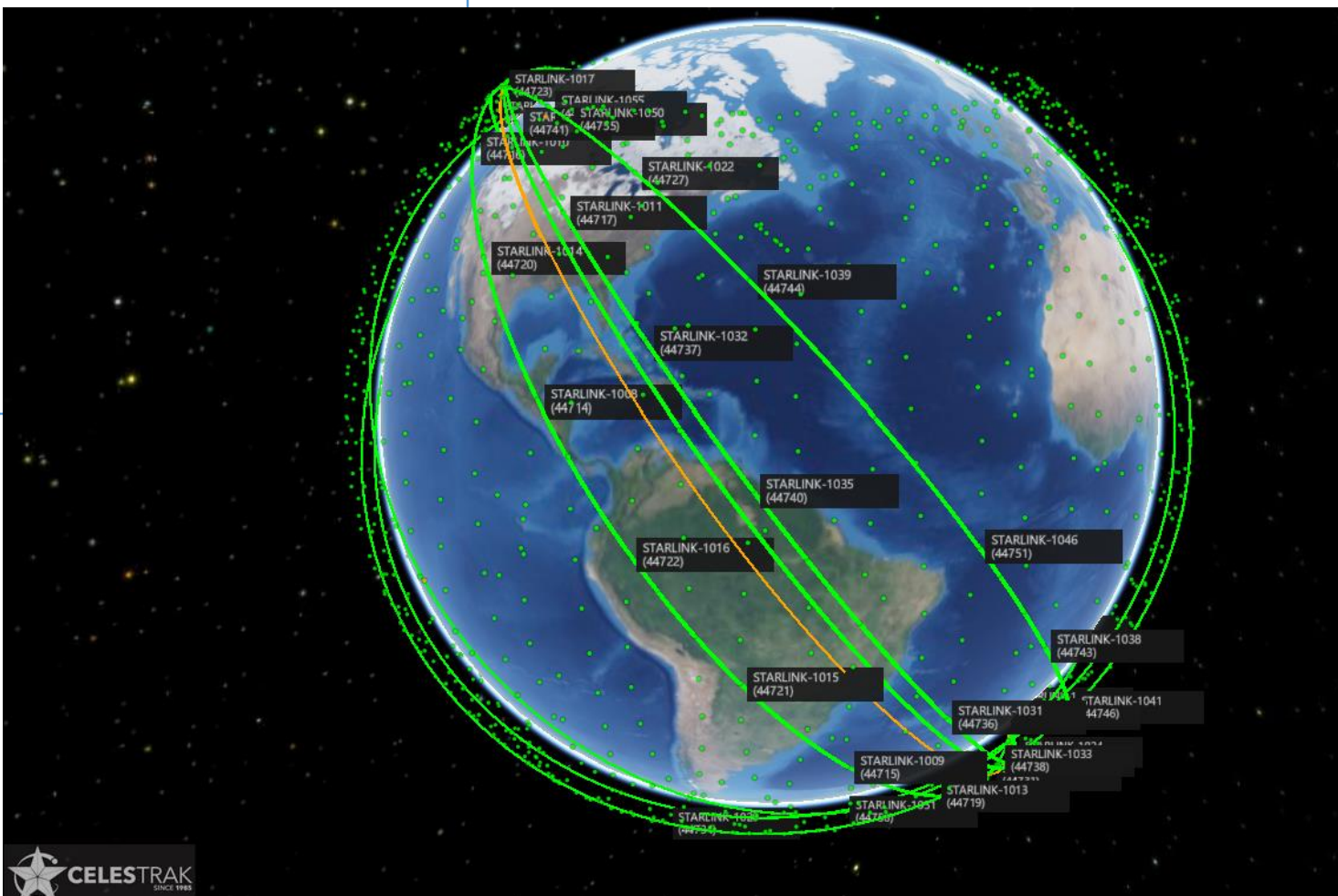


- Comunicações

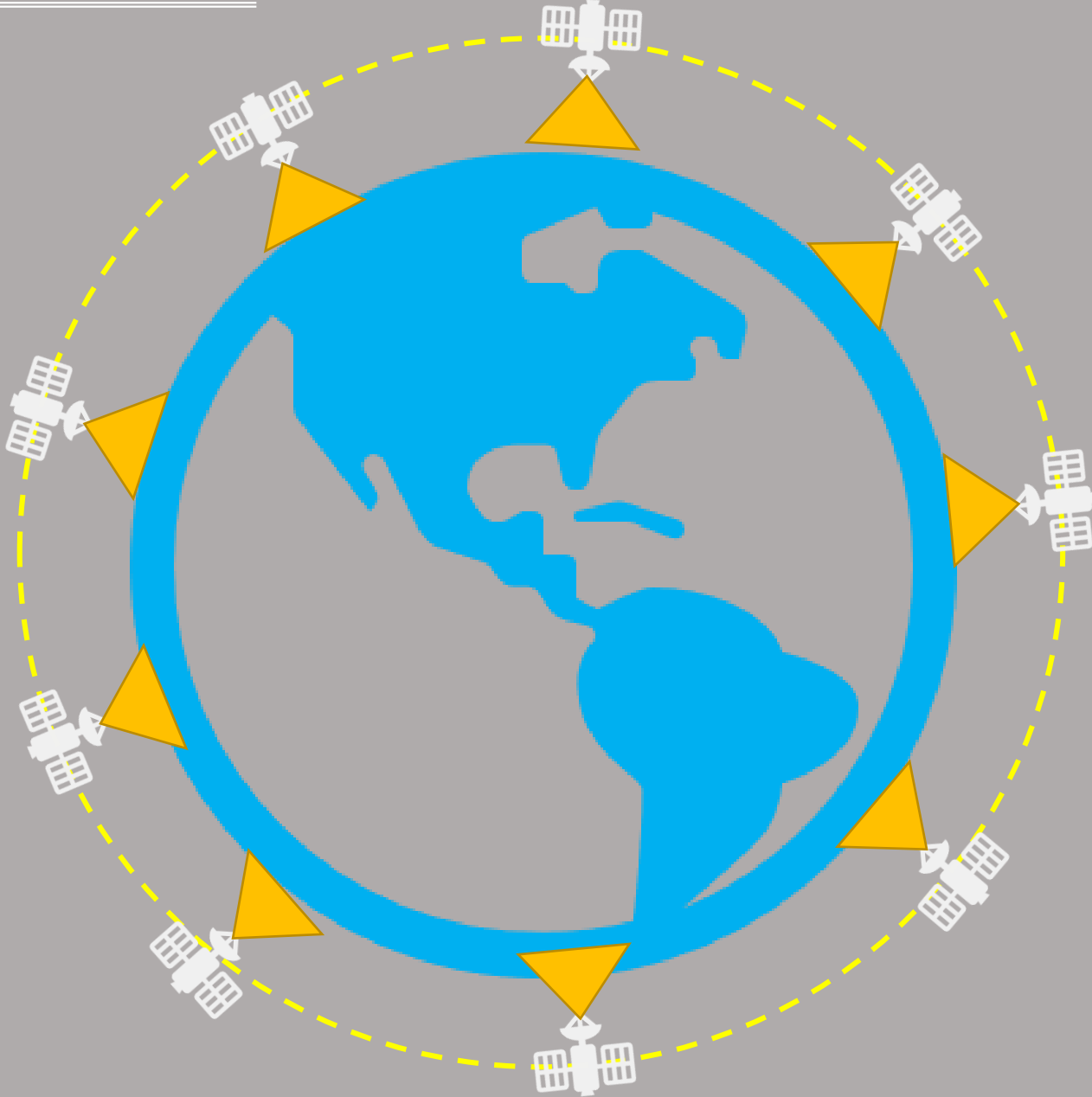
STARLINK - SPACE X

Mais de 1.600 satélites em LEO para Internet.

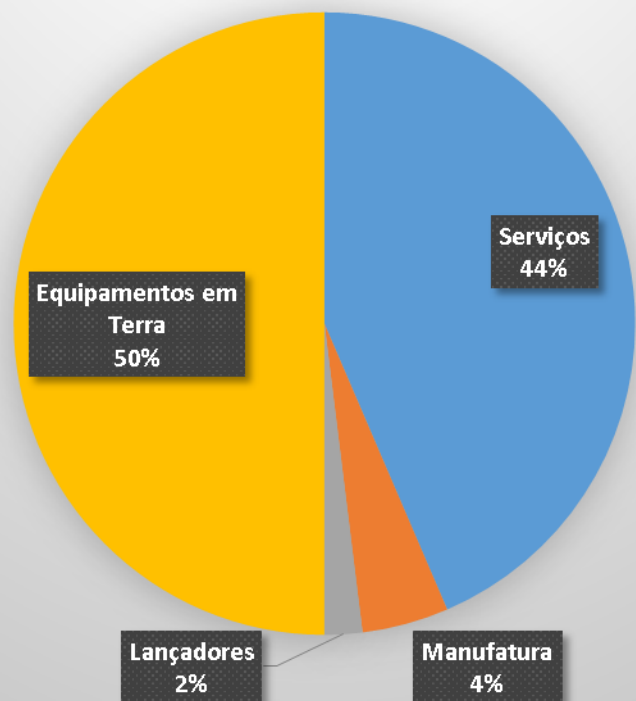
Large Scale Constellations.



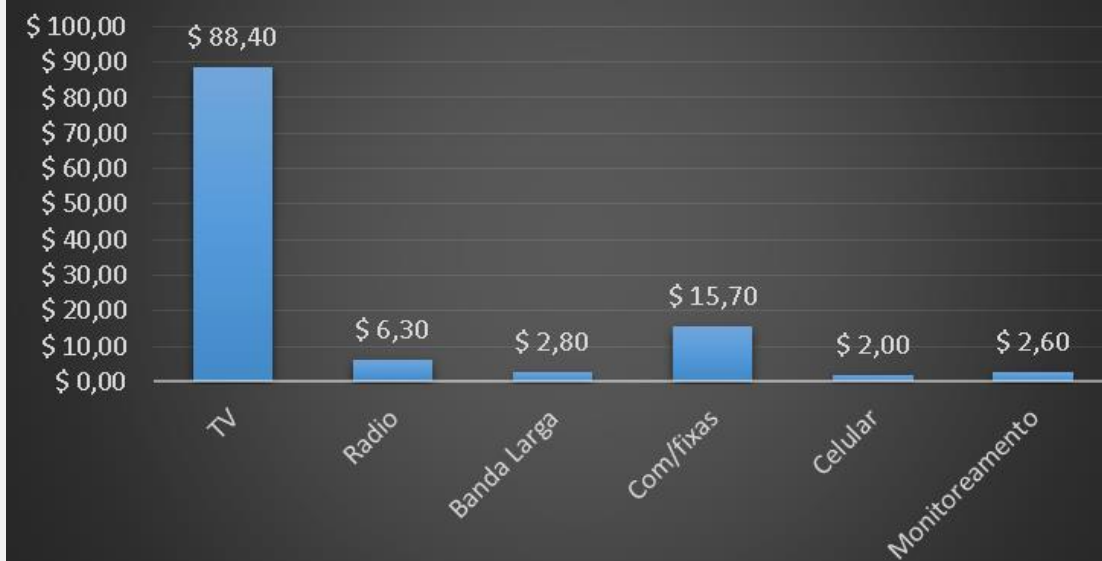
A indústria



Receita Industrial Satelital Mundial 2020 USD \$271 B



Serviços 2020 - USD\$ 117,8B



Abril de 2018, NASA *Venture Class Launch Service*



Rocket Lab, Electron (Spacenews, 2018).

Noviembre 11 de 2018,
6 SmallSats en Órbita
(CNN, 2018).



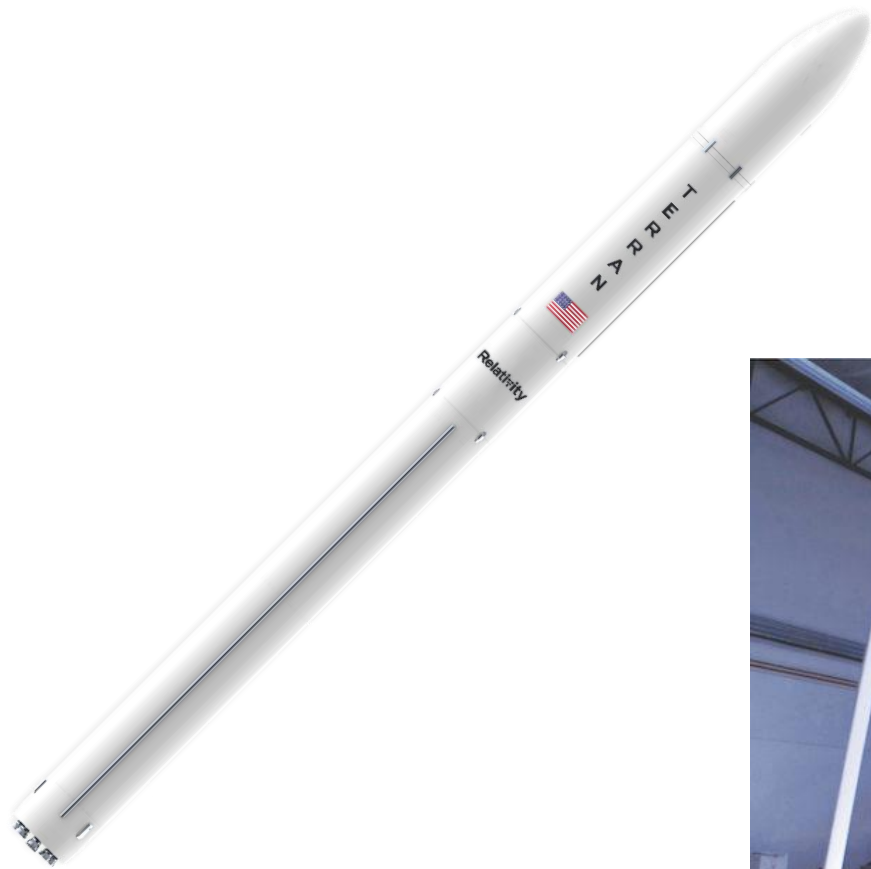
Virgin Orbit, Launcher One (Spacenews, 2018).



Miura 1 – PLD Spain (PLD, 2018).



(Copenhagen Suborbitals 2018)



Relativity Space Terran.

Estimativa 1 kg para LEO USD 8000

93% en impresora 3D



Relativity Space (Spacenews, 2018).



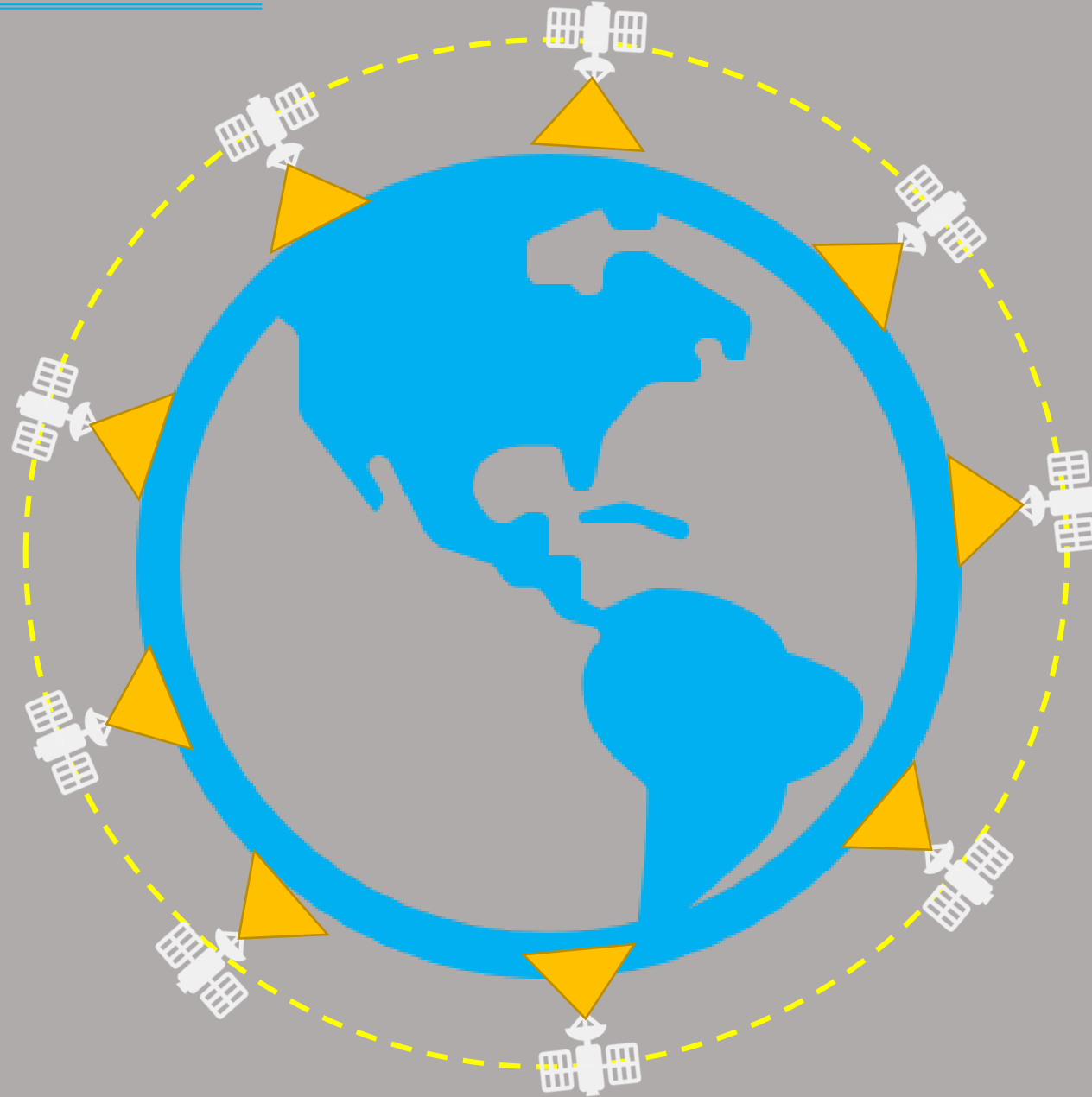
- IoT
- Dados da Terra, Oceanos, Céus 24/7
- Altimetria do mar, gelo, GNSS-R
- Dados atmosféricos para previsões
- Dados para indústrias de aviação, marítima, infraestrutura em terra e meteorologia

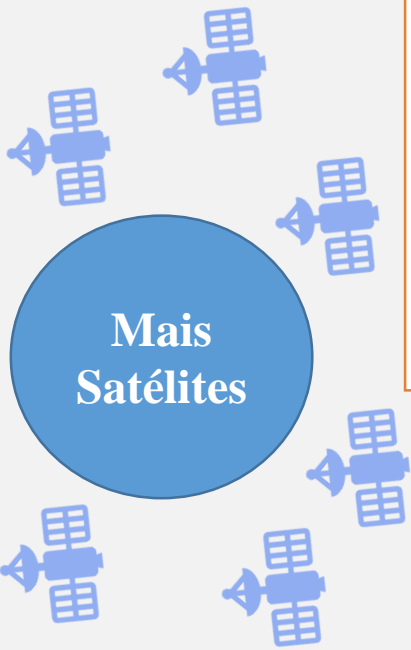


Space Resources.LU Initiative (2016)

- Pioneiro na exploração e uso de recursos espaciais.
- Investimento em pesquisa e desenvolvimento de regulamentos.
- Identificar e explorar minerais, gases e água.
- Foco de comércio espacial da Europa.

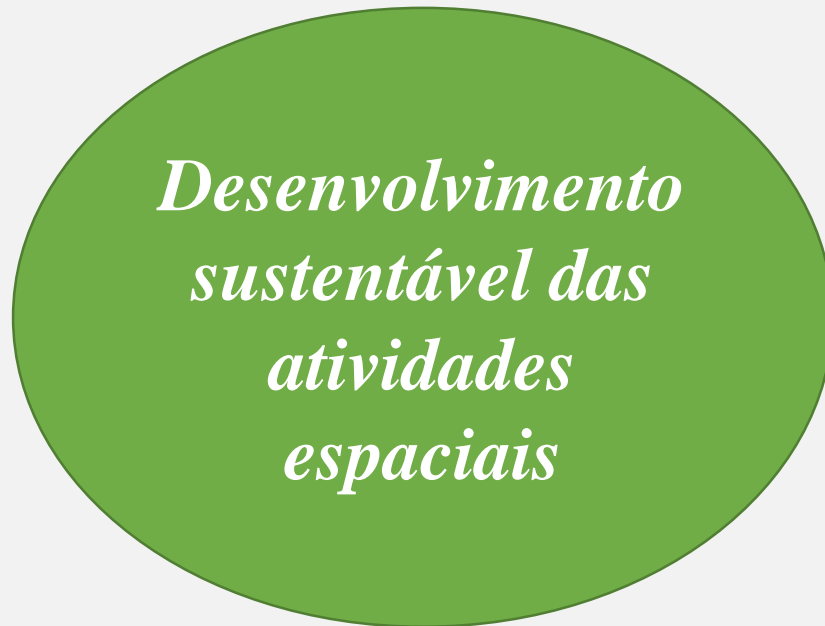
Os desafios





Pode gerar:

- Aumento das atividades espaciais.
- Aumento dos operadores.
- Aumento do tráfego espacial.
- Maior complexidade das operações espaciais.
- Aumento da população de detritos espaciais.



Soluções propostas:

- Retirar os detritos espaciais.
- Pesquisa e desenvolvimento.
- Controle de tráfego espacial.
- Sistemas autônomos para diminuir a colisão.
- Compartilhamento dos dados.
- Serviços de manutenção em órbita.
- Cooperação internacional.
- Regulamentos e leis.
- Sistemas reutilizáveis.

Outros desafios:

- Uso estratégico do espaço e infraestrutura espacial com fines geopolíticos [1].
- Defesa dos satélites no ciberespaço [2].



Estimativas [3]:

- Receita estimada da indústria espacial mundial para 2040 é maior do que US\$ 1 T.
- Crescimento da demanda por internet e vídeo, uso dos dados para veículos autônomos, internet das coisas e outros.
- Mineração espacial.

[1] Fonte: Adaptada <https://aerospace.org/SA2021/explore-issues-and-trends-shaping-future-space>

[2] Fonte: Adaptada <https://aerospace.org/article/5-key-trends-shaping-future-space-force>

[3] Fonte: Adaptada <https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>

Estimativas

Potencial para movimentar uma economia espacial de USD\$ T.

- Crescimento: Requer segurança e cooperação. Para 2030 USD \$ 1.4T
- Colapso: Instabilidade ambiental e geopolítica. 2030 USD \$500 B, 2035 USD \$ 200.
- Disciplina: Regulações para estabilidade do uso do espaço. Implementação de novas tecnologias para autonomia dos satélites e manufatura em orbita. Economia espacial regulamentada. USD \$ 900 B para 2030.
- Transformação para serviço da humanidade: Resolver problemas na Terra e aproveitar os recursos de maneira sustentável. USD \$ 5 T para 2040.

Considerações finais

- A economia espacial é movimentada pelos serviços derivados dos dados obtidos e transmitidos pelo segmento espacial.
- A estimativa é que nos próximos anos vai aumentar a demanda por internet por satélite, sistemas de posicionamento, e observação da Terra, o qual vai gerar um crescimento nas atividades espaciais, mas, ao mesmo tempo tem que ser reguladas para a sustentabilidade.

Referências

- Space Mission Engineering: The New SMAD (2011). J. wertz, D. Everett and J. Puschell. Microcosm Press, Hawthroen, CA.
- Systems Engineering Handbook Rev. 2, (2016) NASA. Disponível em: <https://www.nasa.gov/connect/ebooks/nasa-systems-engineering-handbook>
- The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018, FAA AST. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/2018_AST_Compendium.pdf





Perguntas?



Obrigado!