O sonho de desafiar a gravidade já esteve presente em várias pessoas e começou com os chineses, que, em 1232, construíram foguetes com o auxílio da pólvora e lançaram-nos contra os inimigos na conhecida batalha de Kai-Keng.

Então, só no século XX que se começaram a fazer os objetos novamente, também com o objetivo bélico. Cientistas como Kostantin Tsiolkovsky, Robert Hutchin Goddard, Wernher Magnus Maximilian von Braun e Hermann Oberth foram os principais contribuidores para o avanço. Foram construídos o foguetes V-1, o R-2 e o R-7 até o lançamento do primeiro a sair completamente da superfície terrestre, que levou consigo o satélite Sputnik 1 em 1957.

A partir daí, uma corrida espacial, decorrente da Guerra Fria, foi protagonizada pelos Estados Unidos da América (EUA) e pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Houve um verdadeiro desespero pelo pioneirismo da exploração espacial.

Esse desespero iniciou os problemas que, posteriormente, iriam prejudicar a eles mesmos: o lixo espacial. Em virtude das disputas, vários objetos foram lançados e muitos deles falharam ou ficaram em inatividade, acumulando-se ao redor da Terra.

No entanto, mesmo que a Guerra Fria seja a introdutora dos resíduos, não é apenas ela a única responsável. Temos colisões, desativação de satélites e missões malsucedidas que contribuíram e contribuem para o acúmulo desses.

O cosmólogo Marcelo dos Santos, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, alerta:

Nós temos que monitorar todo o lixo para evitar que ele se colida com satélites artificiais e, além disso, devemos estar preparados para o que acontecer quando esses detritos readentrarem na atmosfera ou quando colidirem.

**1. A Origem do Lixo Espacial**

O lixo espacial tem diversas origens, mas quase todas elas se devem a descuidos, a faltas de tecnologias adequadas ou simplesmente à falta de consciência dos riscos dos detritos. A sua quantidade mais relevante está localizada em órbitas baixas, colocando em risco satélites e prejudicando o mapeamento, as pesquisas aeroespaciais, etc. Cita-se, abaixo, as causas do acúmulo desses materiais, em ordem de magnitude das colisões considerando uma velocidade constante.

**1.1. Ferramentas ou peças perdidas**

Quando um determinado satélite possui renomada importância, e isso ocorre geralmente quando ele é utilizado para realizar pesquisas espaciais, meteorológicas ou contribui para a comunicação no ambiente terrestre, ele precisa estar em constante manutenção. A troca ou o fortalecimento de peças são feitos tanto em veículos tripulados quanto em não tripulados, assim como é feito no telescópio Hubble.

Devido à alta velocidade que o equipamento é submetido, à falta de resistência do ar e à presença de pouca de gravidade, há uma grande facilidade de perda de peças. Além disso, a explosão de tanques pressurizados e de baterias também podem lançar materiais no espaço. Portanto, a manutenção, é essencial.

Mesmo assim, ainda pequena parte das peças perdidas é ocasionada pelo descuido dos técnicos responsáveis, mas a quantidade de lixo que iria se acumular sem fazer a manutenção é bem mais significante do que se ela não fosse realizada.

**1.2 Micrometeoros**

Micrometeoros são pequenas partes de grandes asteroides que se desintegram a partir da erosão espacial, que pode ser causada por: 1) ventos solares; 2) raios cósmicos; 3) colisão com outros objetos vagantes. Apesar de serem pequenos, a sua constituição é bastante rígida e eles são bastante numerosos, o que o torna o lixo espacial mais intrigante. Geralmente, objetos que decolam sofrem a ação dos micrometeoros antes mesmo de entrar em órbita, como aconteceu ao ônibus espacial Atlantis.

O fato desses objetos estarem presentes em todo o Sistema Solar e serem imprevisíveis é o que faz a roupa do astronauta ser tão grossa. Entretanto, como esse tipo de lixo espacial é natural e de trajetórias incertas e não pode, de forma alguma, ser evitado, ele não será abordado no restante do trabalho, que foca apenas o lixo espacial artificial (produto de ações antrópicas).

**1.3. Espaçonaves inativas**

Desde o lançamento do Sputnik 1, cerca de 5.400 satélites artificiais foram enviados para fora da Terra, e, hoje, apenas 10% estão em estado operacional, enquanto os outros 90% estão apenas ocupando espaço. Isso se deve principalmente: 1) à irrelevância da manutenção; 2) à falta de planejamento para projetar fontes de energia que durem mais tempo, 3) à dificuldade de se retirar as todas as espaçonaves inativas de órbita, já que a maioria delas está localizada a uma altura muito grande ou 4) à realização de testes de satélites militares malsucedidos.

**1.4. Colisões entre satélites**

As colisões entre satélites, que serão mais explicitadas no capítulo 2, podem liberar uma imensa quantidade de lixo espacial, assim como aconteceu entre o satélite de telecomunicações americano Iridium-33 e o satélite militar russo Kosmos-2251, liberando uma quantidade de aproximadamente 2.200 detritos.

**1.5. Lançamento de foguetes**

Um foguete é constituído de várias partes, que dependem de qual é o objetivo da missão. Porém, neste subcapítulo, iremos nos focar aos que têm como meta entrar em órbita e lançar algum satélite, denominados de foguetes auxiliares ou reforçadores.

Em geral, pouco mais da metade do foguete é a carga útil, que é a parte que deve entrar em órbita. O resto é constituído de foguetes auxiliares, conhecidos como *Boosters*, que reservam propelentes líquidos ou sólidos queimados durante o lançamento e dão um maior impulso ao objeto.

Algumas vezes, os *Boosters* são recuperados através de paraquedas acoplados a eles, no entanto, muitos deles acabam indesejadamente entrando em órbita, acumulando lixo espacial de um maior potencial de perigo - por serem maiores.

Além de tudo isso, alguns foguetes, além de descartarem os Boosters, também descartam os motores que fazem-nos funcionar, liberando óxido de alumínio ( na forma de partículas de poeira milimétricas ou com alguns centímetros.

**1.6. Militarismo**

Uma grande contribuição para o lixo espacial e para a colisão direta com satélites operacionais é o lançamento de mísseis vindos da superfície para testes anti-satélite.

Um bom exemplo disso foi a destruição do satélite chinês Feng-Yun 1C pelo seu próprio país, em 2007. Em virtude disso, o número de detritos espaciais aumentou, impressionantemente, 25%.

**1.7. Outras fontes históricas**

Na década de 80, reatores foram descartados pela companhia russa *Radar Ocean Reconnaissance Satellites*. Na ejeção, numerosas gotículas do líquido de refrigeração do reator (uma liga de sódio e potássio) foram expelidas no espaço.

Na década de 60, filamentos de cobre foram despejados no espaço, como parte de um experimento de comunicação feito pelas espaçonaves Midas 4 e Midas 6.

E por fim, não deve-se esquecer das minúsculas partículas de tinta que se descascam da superfície dos satélites em razão da incidência extremamente alta de radiação ultravioleta.

Observações com o telescópio do ESA de 1 metros de diâmetro, em Tenerife, descobriu uma população de objetos extremamente grandes, porém, de origem desconhecida. Foi-se proposto que eles foram gerados na região geoestacionária, como fonte do material de revestimento térmico de satélites descartados, mas não é uma hipótese realmente conclusiva.

**2. Os problemas das colisões**

As colisões envolvendo o lixo espacial são inúmeras, mas boa parte não ocasiona danos críticos aos equipamentos. Mesmo assim, muitos objetos operacionais são bastante danificados de forma a: 1) perderem parte dos sistemas e demorando para serem recuperados; 2) serem tirados de órbita com a força do impacto; 3) estarem constantemente em atividade de desvio de órbita para evitar colisões, o que, muitas vezes, dificulta o trabalho; 4) com a colisão, lançarem detritos em direção à superfície terrestre.

Considere um parafuso com massa de 230 gramas, ou 0,23kg, e de velocidade orbital de 7,2 km/s. Podemos comparar a massa do parafuso a um projétil de um .950 JDJ, rifle de maior calibre desenvolvido até agora.

O projétil possui 0,18 km/s de velocidade e o parafuso possui 7,2 km/s. Assim, fazendo simples cálculos, podemos ver que a força de impacto do parafuso é 40 vezes maior do que o impacto do projétil lançado pelo rifle mais potente do mundo. Isso se desprezarmos a ação de forças dissipativas.

Não podemos inferir com certeza a deformação causada pelo detrito, já que a sua forma de lançamento é diferente da do projétil. Enquanto aquele não está sofrendo praticamente nenhuma força de rotação, esse está constantemente girando, o que facilita a perfuração, já que a velocidade de rotação é grande a ponto de aquecer e fundir o objeto penetrado.

Entretanto, é coerente a admissão de um alto nível de deformação e de uma possível perfuração superficial, principalmente se o objeto indesejável atingir algum local crítico, como os painéis solares, que fornecem energia, a cabine, o radiador, a antena transmissora, etc.

Agora, conjeturemos que outro objeto de mesma velocidade do parafuso, porém, com massa de 10 kg. A força de impacto dele será de 72.000 N, que é 435 vezes maior que a do parafuso. Ou seja, a capacidade de deformação desse objeto é **enorme**, podendo até destruir um satélite por inteiro - assim como aconteceu no caso citado anteriormente, no capítulo 1, dos satélites Iridium-33 e Kosmos-2251 - e, se esse for tripulado, matar os cientistas que estão lá.

Segundo dados da ESA, 670 mil detritos com mais de 1 cm e mais de 170 milhões com mais de 1 milímetro orbitando a 15,5km/s. Ainda, existem 29 mil detritos com dimensões superiores a 10 cm, sendo 23 mil monitorizados regularmente.

Os riscos de colisão de acordo com o tamanho dos detritos está dividido em três partes:

* **Detritos com 10 cm ou mais:** colisões catastróficas.
* **Detritos com 1 a 10 cm:** colisões com esses materiais podem desabilitar um módulo de um satélite. Segundo a ESA, detritos de 1 cm podem ter a força de impacto de uma granada.
* **Detritos com menos de 1 cm:** apesar de não possuírem uma alta magnitude de danos, podem levar ao cancelamento de uma missão.

O filme *Gravidade*, 2013, relata a colisão entre vários detritos espaciais e um satélite americano e que inspirou uma iniciativa australiana para o combate do lixo espacial, que logo mais será abordado.

**3. Lidando com o problema**

Diante do problema em referência, devem-se tomar medidas a curto prazo, com vista a evitar uma maior magnitude do acúmulo. Pensando nisso, agências espaciais já desenvolvem mecanismos de eliminação do lixo espacial e de contenção no caso de alguma colisão.

**3.1. Desvio de órbita**

Essa estratégia é uma forma individual e a curto prazo de lidar com o lixo espacial. Ela é muito usada pela EEI, que têm de estar constantemente desviando de objetos indesejáveis, principalmente porque está orbitando em uma altitude considerada de grande risco.

**3.2. Uso de metais mais resistentes**

É imprescindível que o uso de ligas metálicas mais resistentes no revestimento das espaçonaves deva ser feito. Mesmo que, certamente, não seja suficiente para a cotenção do impacto dos detritos, uma constituição mais rígida pode diminuir a força de colisão, assim como impedir que o material se desintegre em minúsculas partículas contribuintes para o próprio lixo espacial.

O problema das ligas metálicas resistentes é o seu valor, porém, o investimento irá valer a pena. A prioridade dessa alternativa deve ser dada às naves tripuladas, com o objetivo de proteger os humanos que lá estão.

**3.3. Recolhimento**

A ESA está trabalhando com altos investimentos em conferências e pesquisas destinadas ao recolhimento do lixo espacial a relativamente baixa altitude. Métodos em potencial para tal realização incluem várias propostas, como o lançamento de redes ou "arpões" ou o uso de robôs gigantes, tal como cientistas suíços e italianos sugeriram.

A mais coerente de todas as propostas é o lançamento de foguetes que teriam uma espécie de cola em si, de forma a recolher todo o lixo espacial que houvesse em seu caminho.

**3.4. Lasers de desintegração**

O Filme *Gravidade*, citado no último capítulo, inspirou cientistas australianos a desenvolverem um projeto de lasers de desintegração que promete acabar com milhares de objetos indesejáveis que orbitam a Terra nos próximos 10 anos, uma alternativa bem mais viável e sensata do que destruí-los com mísseis, tal como a China fez.

O plano foi feito por pesquisadores da Universidade Nacional Australiana, foi divulgado no início do ano de 2014 e agora espera a aprovação de algumas agências espaciais importantes para ser realizado. Os seus desenvolvedores garantem que a alternativa é altamente segura, já que os cálculos não iriam fazer o laser errar o alvo e o objeto atingido não iria se despedaçar em pedaços consideráveis.

Se o acúmulo continuar, a população de lixo espacial vai se auto-regenerar, em virtude das colisões. Portanto, mesmo que haja a capacidade de proteger as superfícies dos satélites com materiais resistentes, é preciso que ele seja controlado.

**REFERÊNCIAS**

# ADAM WITHNALL. Space debris orbiting Earth to be destroyed with giant lasers fired from Australia. Disponível em: <http://www.independent.co.uk/news/science/space-debris-orbiting-earth-to-be-targeted-with-giant-lasers-fired-from-australia-9181280.html>. Acessado em 22 de Novembro de 2014.

CUARÓN, Alfonso; HEYMAN, David. *Gravidade*. Produção de David Heyman e Alfonso Cuarón, direção de Alfonso Cuarón. Filme. 2013. 91 min.. Assistido em 4 de Abril de 2013.

DONALD KESSELER. [**Sources of Orbital Debris and the Projected Environment for Future Spacecraft**](http://webpages.charter.net/dkessler/files/SourcesofOrbitalDebris.pdf)**.** *Journal of Spacecraft.* Volume 16 Number 4 (July–August 1981), pp. 357 – 360. Acessado em 14 de Novembro de 2014.

DW**. Filme "Gravidade" inspira iniciativa para combater lixo espacial**. Disponível em: <http://www.dw.de/filme-gravidade-inspira-iniciativa-para-combater-lixo-espacial/a-17481196>. Acessado em 22 de Novembro de 2014.

ESA. **Focus on growing threat of space debris**. Disponível em: <http://www.esa.int/Our\_Activities/Operations/Space\_Debris/Focus\_on\_growing\_threat\_of\_space\_debris>. Acessado em 20 de Novembro de 2014.

# ESA. Space debris. Disponível em: <http://www.esa.int/Our\_Activities/Operations/Space\_Debris/About\_space\_debris>. Acessado em 22 de Novembro de 2014.

GARY BROWN. **Altitudes dos satélites**. Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/satelites7.htm>. Acessado em 20 de Novembro de 2014

# INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Micrometeorito atingiu ônibus espacial Atlantis. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010130061009#.VG0WHfnF9rM>. Acessado em 19 de Novembro de 2014.

# NASA. Space Debris and Human Spacecraft. Disponível em: <http://www.nasa.gov/mission\_pages/station/news/orbital\_debris.html#.VGaACvnF9rN>. Acessado em 14 de Novembro de 2014.

# NASA. The Threat of Orbital Debris and Protecting NASA Space Assets from Satellite Collisions. Disponível em: <http://images.spaceref.com/news/2009/ODMediaBriefing28Apr09-1.pdf>. Acessado em 14 de Novembro de 2014.

# UNIVERSIDADE DE SOUTHAMPTON. Space debris expert warns of increasing small satellite collision risk. ScienceDaily. Disponível em: <www.sciencedaily.com/releases/2014/09/140930090447.htm>. Acessado em 14 de Novembro de 2014.

NOGUEIRA, Salvador. **Coleção explorando o Ensino: Astronáutica**. 12 ed. Brasília: MEC, 2009. 348 p.. Acessado em 14 e 15 de Novembro de 2014

# SLASH GEAR. Clean up space or suffer satellite destruction warns ESA. Disponível em: <http://www.slashgear.com/clean-up-space-or-suffer-satellite-destruction-warns-esa-25279356/>. Acessado em 22 de Novembro de 2014.

# SLASH GEAR. Grabby robot satellite could clean up space junk. Disponível em: <http://www.slashgear.com/grabby-robot-satellite-could-clean-up-space-junk 12171381/>. Acessado em 22 de Novembro de 2014.

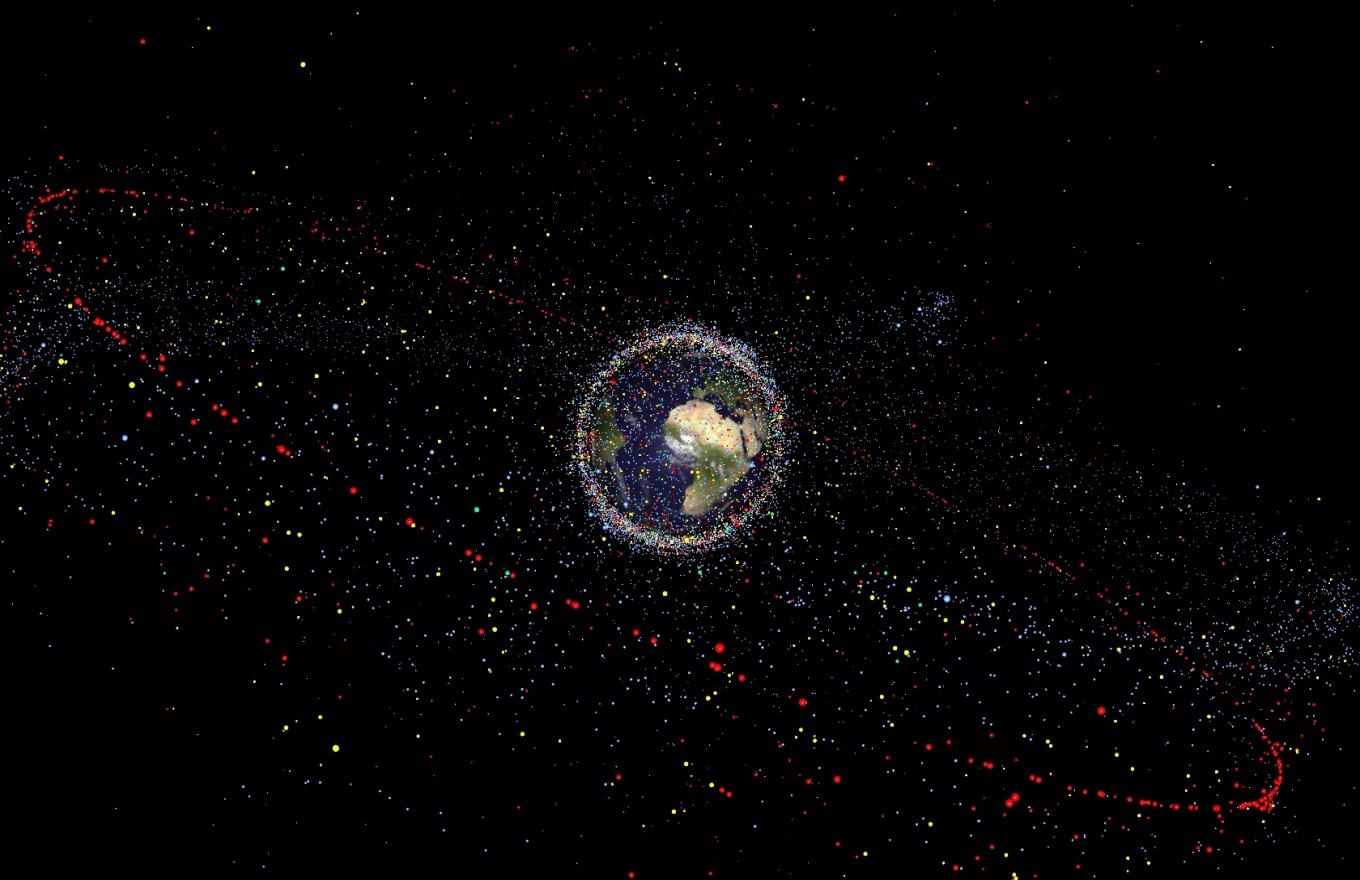
SSK INDUSTRIES. **Cartridges**. Disponível em: <http://sskindustries.com/cartridges/>. Acessado em 19 de Novembro de 2014.

TACTICAL LIFE**.** 950 JDJ | Largest Centerfire Rifle Ever Made | VIDEO**. Disponível em: <**http://www.tactical-life.com/firearms/ssk-industries-950-jdj-rifle-largest-centerfire-rifle-ever-made-video/**>.** Acessado em 19 de Novembro de 2014.

# VIRGÍLIO AZEVEDO. Estudo prevê colisões catastróficas de lixo espacial com satélites. Disponível em : <http://expresso.sapo.pt/estudo-preve-colisoes-catastroficas-de-lixo-espacial-com-satelites=f802110>. Acessado em 20 de Novembro de 2014.

# ANEXOS

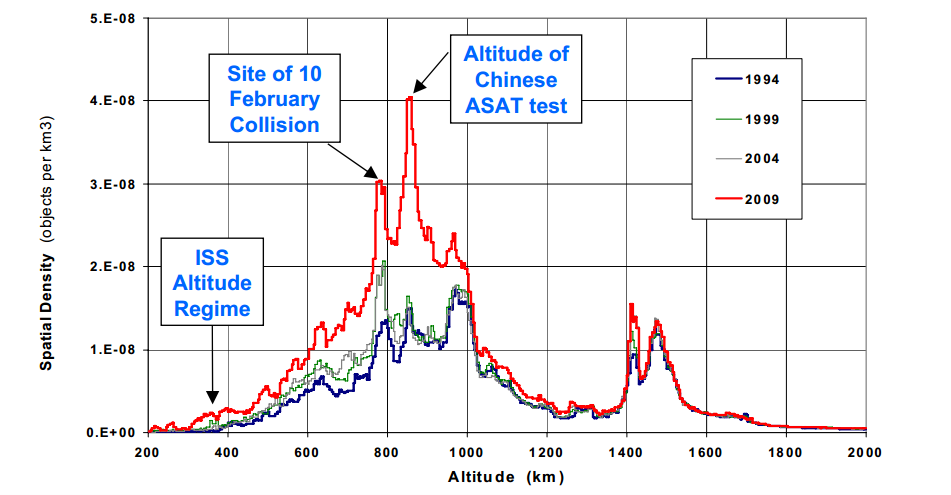
**1.** Distribuição do lixo espacial. Fonte: ESA.



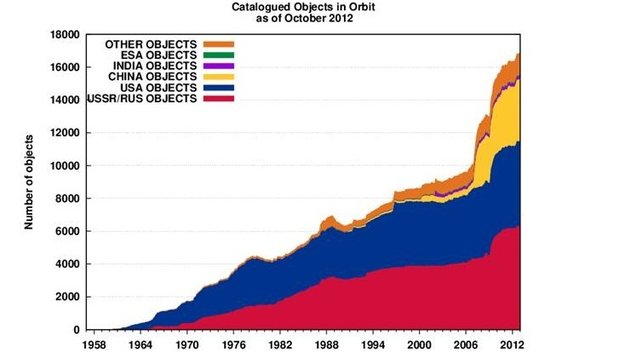
**2.** Representação artística dos satélites que orbitam na Terra. Fonte: ESA.



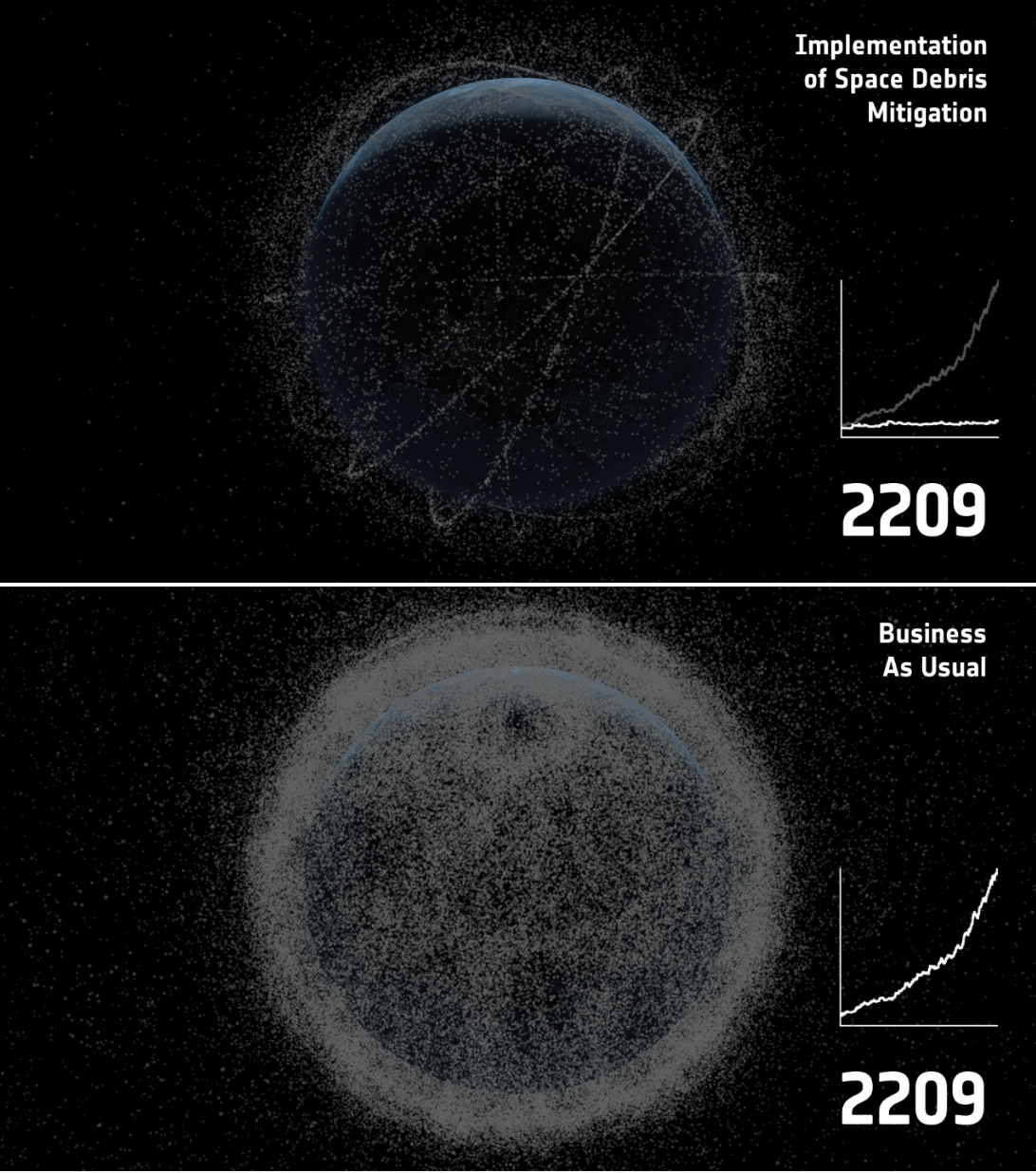
**3.** Densidade dos objetos por km³ relacionada à altitude. Fonte: NASA



**4.** Evolução da quantidade de objeto colocados em órbita de 1958 até 2012 por origem. (vermelho: objetos russos e/ou soviéticos; azul: objetos americanos; amarelo: objetos chineses; lilás: objetos indianos; verde: objetos da ESA; laranja: objetos de outras origens). Fonte: ESA.



**5.** Ilustração da distribuição do lixo espacial em 2209 caso ele seja controlado (primeira imagem) ou caso não seja (segunda imagem). Fonte: ESA.



**6.** Nuvem de destroços no filme *Gravidade*. Fonte: Veja.

