

SATÉLITES ARTIFICIAIS - 1ª PARTE

Texto original: [Wikipédia](#), a enciclopédia livre

Ampliação e ilustração: [Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS](#)



Satélite NAVSTAR-2

Os satélites artificiais são veículos espaciais, que são colocados em órbita de um planeta, de um satélite ou do Sol. Hoje em dia o termo **satélite** vem sendo usado praticamente como um sinônimo para "*satélite artificial*". O termo "*satélite artificial*" tem sido usado quando se quer distingui-los dos satélites naturais, como a Lua.

Atualmente estão em órbita, além dos satélites do **Sistema de Posicionamento Global**, satélites de comunicações, satélites científicos, satélites militares e uma grande quantidade de lixo espacial, ou seja, não se deve se referir à satélites apenas como um meio de transporte de dados ou apenas um meio de mapear ou espionar o sistema terrestre.

Os **satélites de comunicações** são satélites que retransmitem sinais entre pontos distantes da Terra. Estes satélites servem para retransmitir dados, sinais de televisão, rádio ou mesmo telefone. Os chamados **telefones por satélite** baseiam-se numa rede Iridium, uma rede de satélites de baixa altitude.



Satelite de comunicação Molniya

Os **satélites científicos** são utilizados para observar a Terra ou o espaço ou para realizar experiências em microgravidade. Os satélites de observação da Terra permitem estudar as mudanças climáticas, os recursos naturais, observar fenômenos naturais, elaborar mapeamento de cidades e até para a espionagem (*alguns foto-satélites tem o poder de aproximação de 1m de dimensão mas existem especulações de satélites secretos com maior poder de aproximação*).



Satélite Científico 'Mars Global Surveyor'

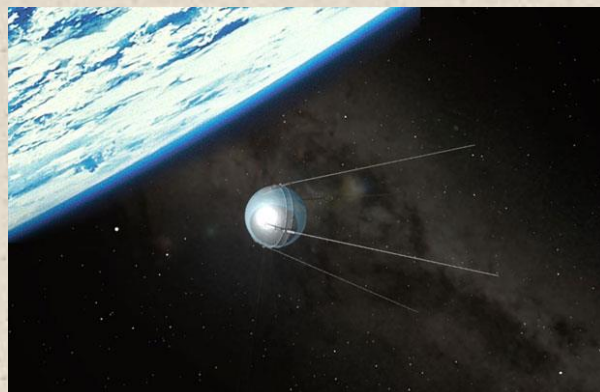
O Espaço é o local ideal para a realização de observações astronômicas já que a luz emitida pelas estrelas não é perturbada pela atmosfera terrestre. Por este motivo é que os cientistas optaram por colocar o **telescópio Hubble** em órbita junto à outros que utilizam ondas de radar para fazer o mapeamento do espaço.

O espaço é também o local ideal para se realizarem experiências em condições de **microgravidade**. Estas experiências são realizadas a bordo do módulo orbital do **Vaivém Espacial** e a bordo da **Estação Espacial Internacional**.



Estação espacial Internacional

Não há estatísticas oficiais, mas estima-se que já foram lançados aproximadamente 4.600 satélites, e que apenas cerca de 500 deles continuam em funcionamento. A União Soviética foi o primeiro país a colocar um satélite no espaço, o **Sputnik**, em 1957.



O Satélite Sputnik

Em primeira aproximação, o satélite é afetado por uma única força, a força gravitacional exercida no satélite pela Terra. A intensidade desta força é determinada pela Lei da Atração Universal e pela 2ª lei de Newton.

Experiência pensada de Newton

Um satélite sofre uma determinada aceleração que é independente da sua massa mas depende da altitude a que o satélite se encontra. A trajetória do satélite vai depender da sua aceleração e das suas condições iniciais: a posição inicial e a velocidade inicial.

A **experiência pensada de Newton** explica porque é que os satélites não caem para a Terra, apesar de serem constantemente puxados pela força gravitacional para o centro da Terra.

Newton imaginou um canhão muito poderoso capaz de lançar projéteis a grandes distâncias. Imaginou este canhão colocado a uma altitude elevada. Se a altitude for suficientemente elevada, o canhão está fora da atmosfera terrestre e a resistência do ar é desprezável. Se o canhão disparar um projétil com uma velocidade baixa, o projétil perderá altitude até cair na Terra. Mas se a velocidade do projétil ultrapassar um determinado valor, o projétil quando cai já vai cair "*fora da Terra*". Se a velocidade inicial do projétil for suficientemente elevada, o projétil cai continuamente sem nunca atingir a Terra.

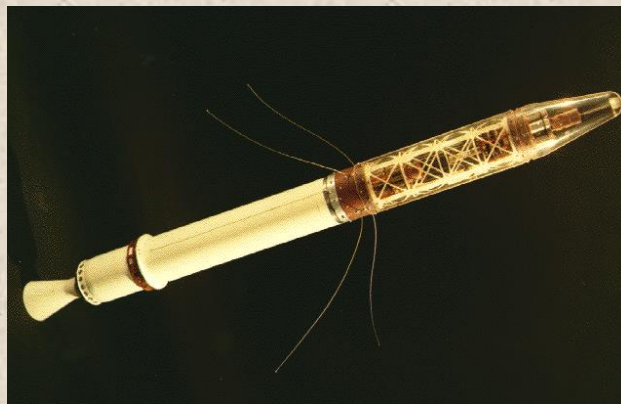
Aumentando a velocidade consegue-se que o projétil percorra cada vez distâncias maiores, até que o projétil circundará a Terra numa órbita aproximadamente circular. Neste movimento não atua outra força além da força gravitacional e o projétil continuará em órbita em torno da Terra, mas qual a velocidade horizontal de lançamento necessária para colocar um objeto em órbita circular? Para responder a esta questão é necessário estudar um outro

movimento - **o movimento circular uniforme**. Trata-se do movimento de uma partícula com velocidade inicial, atuada por uma força de intensidade constante cuja direção varia continuamente, sendo, em cada instante perpendicular à velocidade.

História

O primeiro satélite artificial foi o **Sputnik**, lançado pela União Soviética em 4 de outubro de 1957. O lançamento colocou a URSS na frente da corrida espacial, uma das competições mais acirradas da Guerra Fria.

Pesando cerca de 84 kg foi feito pelos soviéticos e emitia sons em determinadas frequências. Meses depois os americanos lançaram seu primeiro satélite, o **Explorer 1**, que só pesava 14 kg e foi capaz de descobrir o Cinturão de Van Allen, um cinturão magnético que protege a Terra da radiação solar.



Satélite Explorer 1

Tipos de satélites



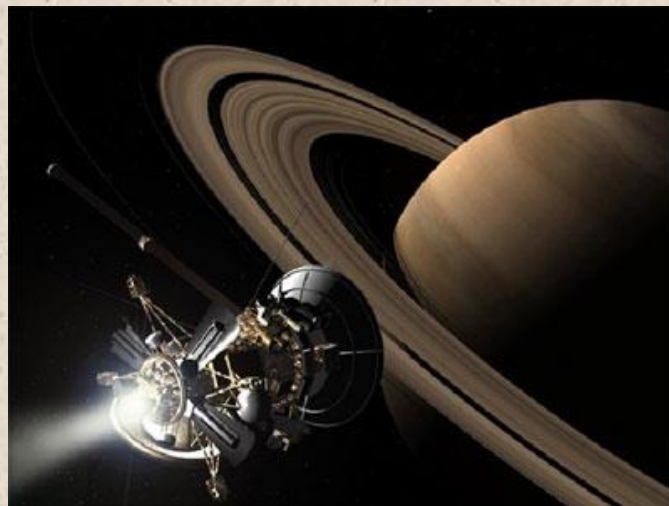
MILSTAR: Satélite militar de comunicação

Biosatélites: são satélites projetados para levar ao espaço organismos vivos para experimentação científica.



Biosatélite

Satélites miniaturizados: são satélites com dimensões e massas reduzidas. Hoje, esses satélites são categorizados como **minisatélites** (500–200 kg), **microsatélites** (menos de 200 kg) e **nanosatélites** (menos de 10 kg).



Microsatélite ST5 da NASA

Satélites de energia solar: são satélites que usam células solares para captar a energia solar e a convertem em um feixe de microondas, transmitido para grandes antenas na Terra por potentes transmissores a bordo do satélite. A energia captada pela antena pode então ser usada como uma fonte alternativa de energia.



Satélite de Energia Solar

Estações espaciais: são estruturas fabricadas pelo homem e projetadas para permitir que seres humanos possam viver no espaço exterior. Ao contrário das espaçonaves, as estações espaciais não possuem capacidade de propulsão nem de aterrissagem. Por outro lado as **estações espaciais** são projetadas para permitir a permanência humana por médios períodos de tempo, que variam de semanas até alguns anos.

Tipos de satélites por função

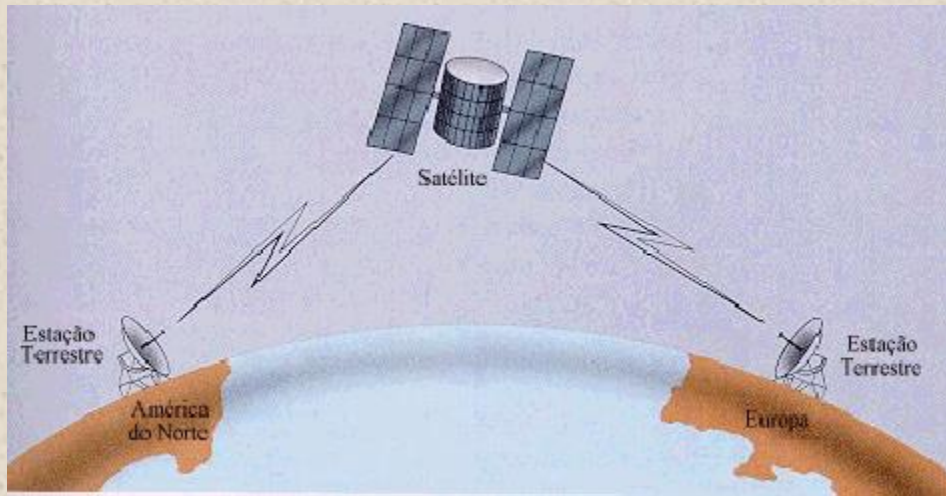
Armas anti-satélites: por vezes chamados de **satélites assassinos**, são satélites projetados para destruir satélites "inimigos" e outros tipos de alvos em órbita. Tanto os Estados Unidos quanto a Rússia têm esses tipos de satélites.

Satélites astronômicos: são satélites usados para observações astronômicas, tanto no óptico, quanto em outras bandas do espectro eletromagnético.



Satélite Astronômico – Telescópio Hubble

Satélites de comunicação: são satélites estacionários utilizados em telecomunicação.



Satélite de Comunicação

Satélites do Sistema Global de Navegação (GPS): são satélites que enviam sinais de rádio a receptores móveis na Terra possibilitando a determinação precisa de sua localização geográfica. A recepção direta do sinal dos satélites GPS, combinada com uma eletrônica cada vez melhor, permite que o sistema GPS determine a posição com um erro de poucos metros, em tempo real.



Satélite do Sistema Global de Navegação (GPS)

Satélites de reconhecimento: são satélites projetados para observação da Terra ou antigos satélites de comunicação

utilizados para fins militares ou de espionagem. Pouco se sabe sobre a capacidade real desses satélites, pois os países que os desenvolvem geralmente não divulgam informações sobre eles.



Satélite de Reconhecimento

Satélites de observação da Terra: são satélites projetados para uso não-militar, tais como, monitoramento ambiental, meteorologia, mapeamento geográfico, mapeamento geológico, etc.



Satélite de Observação da Terra

Satélites meteorológicos: são satélites projetados essencialmente para monitorar o tempo e o clima na Terra.



Satélite Meteorológico

Órbitas

Os satélites artificiais ocupam diferentes órbitas, que possuem diferentes características. Normalmente essas rotas são definidas em relação à Terra.

A maioria dos satélites de telecomunicações são satélites geoestacionários, ou seja, eles ocupam uma órbita geoestacionária.

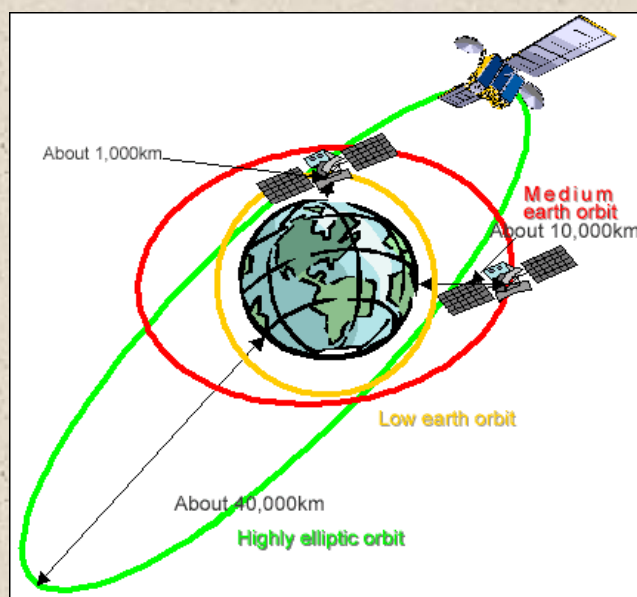
Outras órbitas possíveis são:

Órbita terrestre baixa

Uma **órbita terrestre baixa** (*LEO*, do inglês *Low Earth Orbit*) é uma órbita em que os objetos, como satélites, se encontram abaixo da órbita circular intermédia (*ICO*) e substancialmente abaixo da órbita geoestacionária, mas geralmente entre 350 e os 1400 km acima da superfície da Terra. As órbitas inferiores a esta não são estáveis, e serão alvo de arrastamento atmosférico. Os satélites numa LEO viajam a cerca de 27.400 km/h (8 km/s), o que representa uma revolução de cerca de 90 minutos.

Os objetos em **órbita terrestre baixa** encontram gases atmosféricos na termosfera (*aproximadamente 80-500 km*

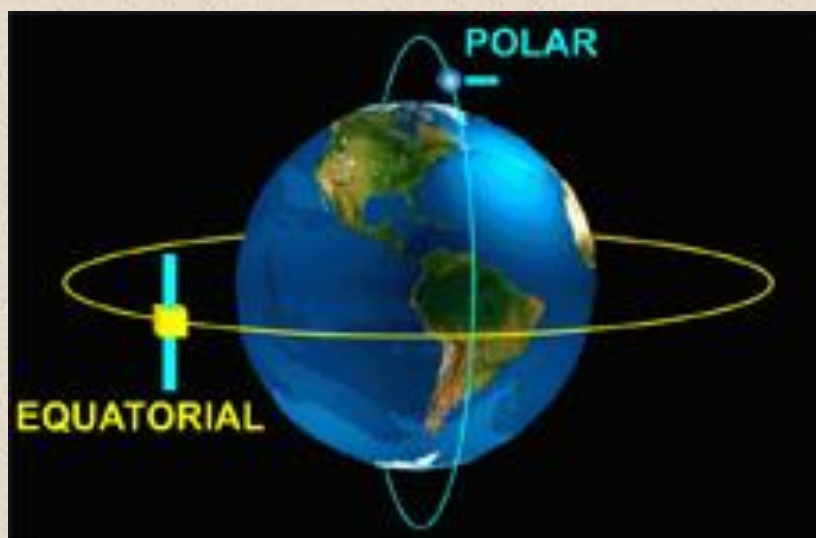
acima da superfície) ou exosfera (aproximadamente 500 km acima), dependendo do comprimento da órbita.



Órbita polar

Um satélite em **órbita polar** passa sobre (ou quase sobre) ambos os pólos do planeta (ou outro corpo celestial) em cada uma de suas revoluções. Dessa forma, essa órbita tem uma inclinação igual ou próxima a 90 graus em relação ao equador.

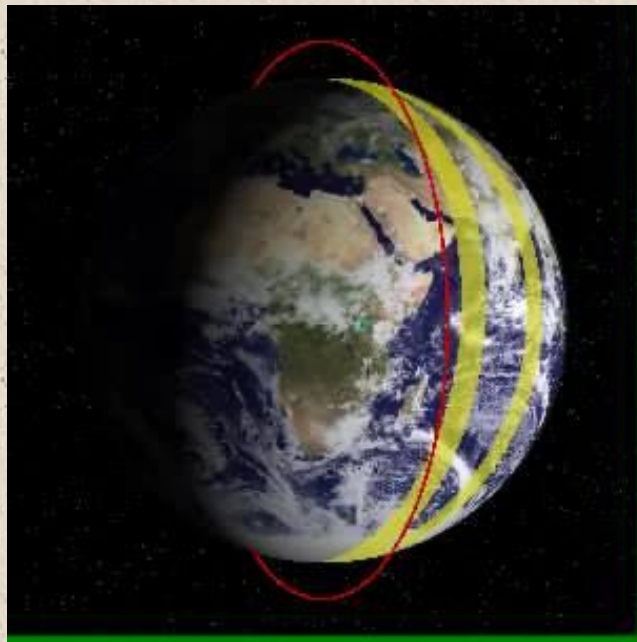
Como o satélite tem o plano orbital fixo e perpendicular a rotação do planeta, ele vai passar sobre uma região com longitude diferente a cada uma de suas órbitas.



Órbitas Polar e Equatorial

Órbitas polares são geralmente usadas para satélites de mapeamento geográfico e geológico, observação ou reconhecimento, inclusive satélites espiões, assim como alguns satélites meteorológicos.

Para ficar sobre uma área polar uma grande parte do tempo, apesar da distância, é usada uma órbita elíptica com grande excentricidade e com apogeu sobre essa área, conhecida como **órbita de Molniya**

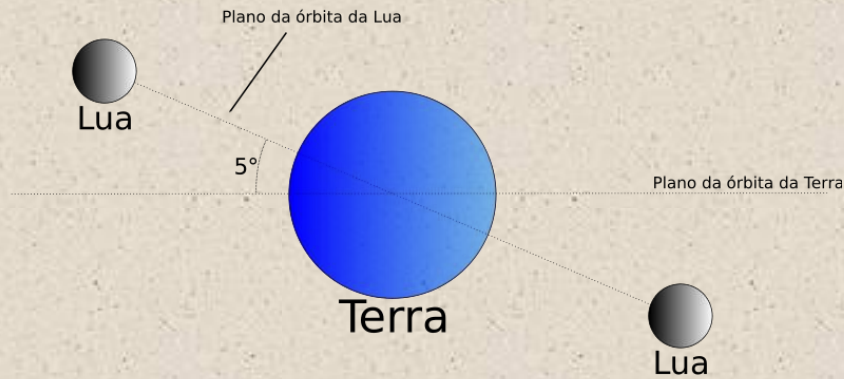


Exemplo de órbita polar

Órbita geossíncrona

Uma órbita é considerada **geossíncrona** quando a sua rotação acompanha exatamente a rotação da Terra. Ao contrário da órbita geoestacionária, a órbita pode ter inclinação e excentricidade diferentes de zero.

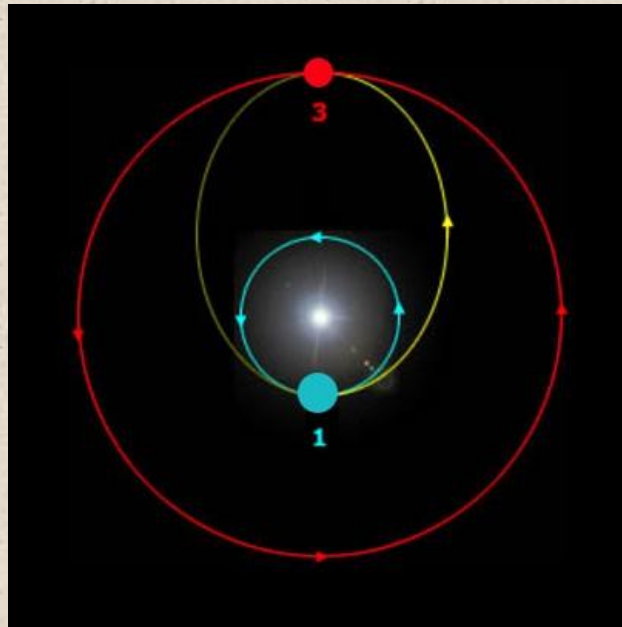
Quando o combustível de um satélite artificial de comunicações está acabando, costuma-se deixar de controlar a sua inclinação orbital, de forma que sua órbita se torna geossíncrona.



A órbita lunar em volta da Terra.

Órbita de transferência de Hohmann

Em astronáutica, a **órbita de transferência de Hohmann** é uma órbita intermediária que o satélite deve percorrer para passar de uma órbita circular para outra. Foi calculada pela primeira vez pelo engenheiro alemão Walter Hohmann em 1925.



Órbita de transferência de Hohmann (amarelo): Terra -> Marte.
(1) = Terra, (3) = Marte

Órbita heliosíncrona

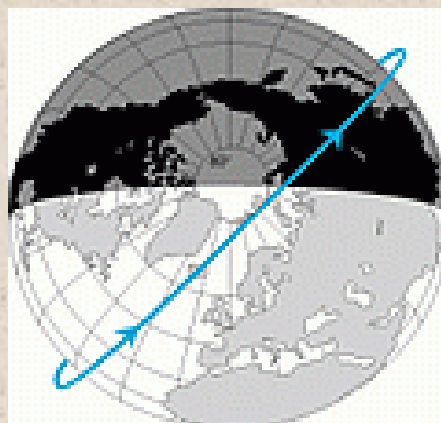
A **órbita heliosíncrona** é um caso particular de uma quase órbita polar. O satélite viaja do pólo norte para o pólo sul e vice-versa, mas o seu plano de órbita é sempre fixo para

um observador que esteja postado no Sol. Assim o satélite sempre passa aproximadamente sobre o mesmo ponto da superfície da Terra todos os dias na mesma hora. Desta forma ele pode transmitir todos os dados coletados para uma antena fixa terrestre, durante suas órbitas.

Geralmente os satélites **heliossíncronos** são satélites de média e baixa órbita, com altitudes variando de 550 até 850 km. Orbitam com uma inclinação em relação ao equador de 97° a 98° .

Como a Terra se move em torno do Sol, para manter seu plano de órbita constante, os satélites de **órbita heliossíncrona** devem rotacionar aproximadamente 1° para o leste a cada dia.

Mas como a Terra não é exatamente uma esfera, os satélites de órbita polar podem ser afetados por uma força adicional da gravidade, cuja componente principal é causada pelo achatamento da Terra. A altura do satélite, quando viajando sobre os pólos, está abaixo de 1.000 km e deverão ser afetados pela assimetria da Terra, quando transitando sobre o equador, onde a altitude do satélite será menor. Esta assimetria atua como uma força que lentamente roda o plano de órbita do satélite em torno do eixo da Terra. Se a órbita for exatamente polar (*inclinação de 90°*), o plano da órbita não rodará. Se a inclinação for em torno de 8° do eixo polar (*ou seja, uma inclinação de 98° , levemente retrógrada*), o plano da órbita executará uma rotação completa em torno do eixo da Terra em um ano.



Órbita Heliossíncrona

O efeito do achatamento sobre o modo ascendente da órbita se expressa por:

$$\Delta\Omega = -2\pi \frac{J_2 R^2}{a^2 (1 - e^2)^2} \cos(Inc) \text{ (rad/órbita) sendo:}$$

- Ω - ascensão reta do nodo ascendente da órbita
- J_2 - achatamento terrestre dinâmico
- R - raio da Terra
- a - semi-eixo maior da órbita
- e - excentricidade orbital
- Inc - inclinação orbital

Existe um tipo especial de **órbita heliosíncrona** que é aquela em que o satélite sempre recebe a luz do Sol. O satélite orbita de um lado da Terra quando é o seu amanhecer e o outro lado da Terra, quando é o seu pôr do Sol.

A tabela abaixo se refere às características orbitais do satélite brasileiro **CBERS**, que apresenta órbita heliosíncrona.

Tipo de órbita	Heliosíncrona
Altitude	778 km
Inclinação	98,5 graus
Cruzamento com o Equador	10:30 h (nó descendente)
Ciclo orbital	26 dias
Órbitas por dia	14,35
Duração de cada órbita	100,26 min.

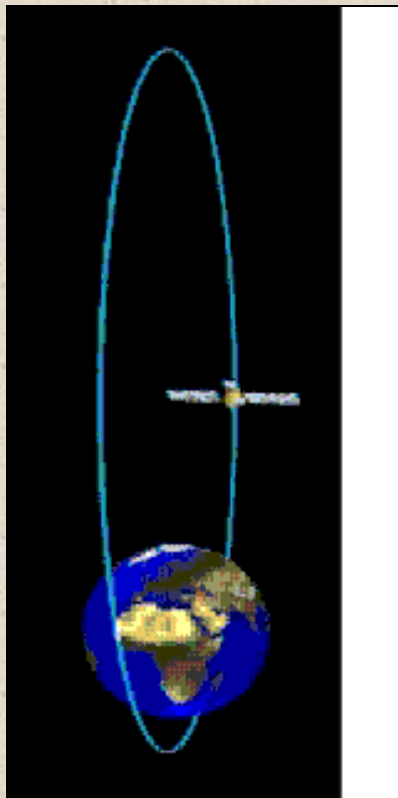
Órbita de transferência lunar

Os satélites artificiais são caracterizados por circularem na órbita terrestre. Eles são colocados na ponta de um foguete e são lançados "outside". Quando eles saem da zona de gravidade da Terra eles ficam parados ali.

Órbita elíptica

Um satélite em **órbita elíptica** tem caminho oval. Uma parte da órbita está mais próxima da Terra (*Perigeo*) e a outra parte é mais distante (*Apogeu*).

Um satélite com este tipo de órbita leva quase 12 horas para circular o planeta. Como a órbita Polar, a órbita elíptica também tem um movimento de Norte-Sul.



Órbita Elíptica

Satélite geostacionário



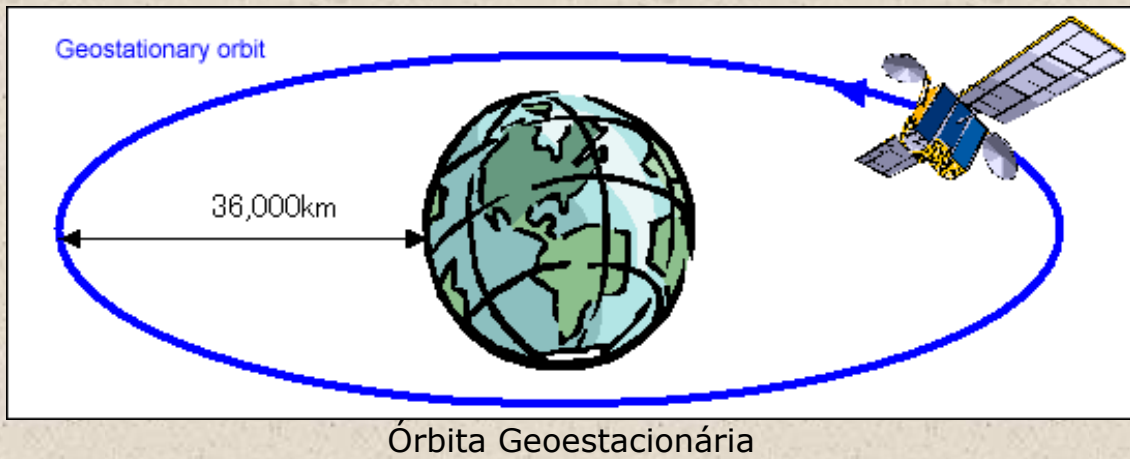
Satélite geostacionário - GOES-8

Os **satélites geoestacionários** são satélites que se encontram parados relativamente a um ponto fixo sobre a Terra, geralmente sobre a linha do equador. Como se encontram sempre sobre o mesmo ponto da Terra, os satélites geoestacionários são utilizados como satélites de comunicações e de observação de regiões específicas da Terra. Note-se que um satélite que não é **geoestacionário** nunca está sobre a mesma zona da Terra e por isso não pode ser utilizado para observar em permanência a mesma região.

Um ponto qualquer sobre a superfície da Terra move-se continuamente em torno do eixo da Terra com uma frequência de uma volta por dia. Isto significa que um **satélite geoestacionário** tem que se mover com a mesma velocidade angular. Os satélites artificiais existentes descrevem as mais diversas órbitas. Grande parte dos satélites não são geoestacionários e descrevem várias órbitas por dia. Como é que é possível colocar satélites em órbita com velocidades orbitais distintas? A resposta está na altitude a que os satélites são colocados e na velocidade inicial que lhes é imprimida. Quanto mais alta for a órbita de um satélite menor é a sua velocidade angular.

A altitude para se colocar o satélite é de 35.786 km, onde a força centrífuga e a força centrípeta do planeta se anulam. Se a Terra fosse perfeitamente esférica, a única posição geoestacionária seria sobre o equador. No caso real, a assimetria na distribuição das massas entre os hemisférios faz com que os **satélites geoestacionários** devam ser posicionados fora do equador.

Além disso, a irregularidade do campo gravitacional terrestre, junto com perturbações orbitais (*tanto gravitacionais, como as atrações da Lua e do Sol, quanto forças não-inerciais, como a pressão da radiação solar*) obrigam que a posição seja periodicamente corrigida, através de manobras orbitais.



Curiosidade

A posição na linha do Equador ao qual os satélites artificiais se encontram recebe o nome de **Anel de Clarke** em homenagem ao escritor de ficção científica Arthur C. Clarke.

Cronologia dos satélites artificiais e sondas espaciais

- 1957 - União Soviética - É lançado o Sputnik 1, o primeiro satélite a orbitar a Terra
- 1957 - União Soviética - É lançado o Sputnik 2, o primeiro satélite a orbitar a Terra com um animal (Laika)
- 1958 - EUA - Terra - Explorer 1
- 1958 - EUA - Terra - Vanguard 1
- 1958 - EUA - Lua - Falhou - Orbitador Pioneer 0
- 1958 - EUA - Lua - Falhou - Orbitador Pioneer 1
- 1958 - EUA - Lua - Falhou - Sonda Pioneer 3
- 1959 - União Soviética - Lua - Lançada a sonda Luna 1, descobriu o vento solar
- 1959 - EUA - Lua - Sonda Pioneer 4
- 1959 - União Soviética - Lua - Lançada a cápsula Luna 2, foi o primeiro veículo a colidir com a superfície da Lua.
- 1959 - União Soviética - Lua - Lançada a sonda Luna 3, enviou para a Terra a primeira imagem do lado escondido da Lua.

Satélites - Aplicação civil

As principais aplicações civis dos satélites artificiais se dividem em:

Testes biológicos

Era muito comum, no início da Era Espacial, o uso de satélites ou mesmo de cápsulas espaciais carregados de pulgas, aranhas, girinos e outros representantes de uma fauna menos "nobre". Não se tinha nenhuma idéia de quais poderiam ser os efeitos que um voo espacial poderia ter sobre os animais.

Após os testes iniciais bem sucedidos, começaram a serem enviados animais mais "nobres", como cães (*preferidos pelos soviéticos, como ocorreu com a famosa cadelinha "Laika", a bordo do Sputnik 2, em 3 de novembro de 1957, e com outros caninos, nem sempre sobreviventes, em alguns satélites da série Kosmos e mesmo em naves Zond*) e macacos (*preferidos pelos americanos, como foi o caso de um chimpanzé de 17 quilos chamado Ham, lançado a bordo do Mercury Redstone 2, em 31 de janeiro de 1961*).

Com o advento das estações espaciais, os testes biológicos deixaram os apertados satélites e foram transferidos para laboratórios espaciais tripulados, com melhores condições de controle das experiências.

Pesquisa de recursos naturais

As aplicações dos satélites de pesquisa de recursos naturais englobam uma série muito grande de possibilidades, tais como:

1. Detecção e estudo dos cinturões radioativos de Van Allen, geodésia, pesquisa do geomagnetismo, atmosfera superior, ionosfera, micrometeoritos e ambiente

interplanetário próximo (*Vanguard, Sputnik 3, satélites da série Explorer, Prognoz e dezenas de outros projetos de diversos países*);

2. Mapeamento de recursos minerais via fotografia, radar, gravimetria, raios infravermelhos e outros (*Landsat*);



Imagem Landsat do rio Negro-Amazonia

3. Pesquisa de recursos biológicos, terrestres, atmosféricos, oceanográficos (*Geosat, Radarsat, Seasat*).

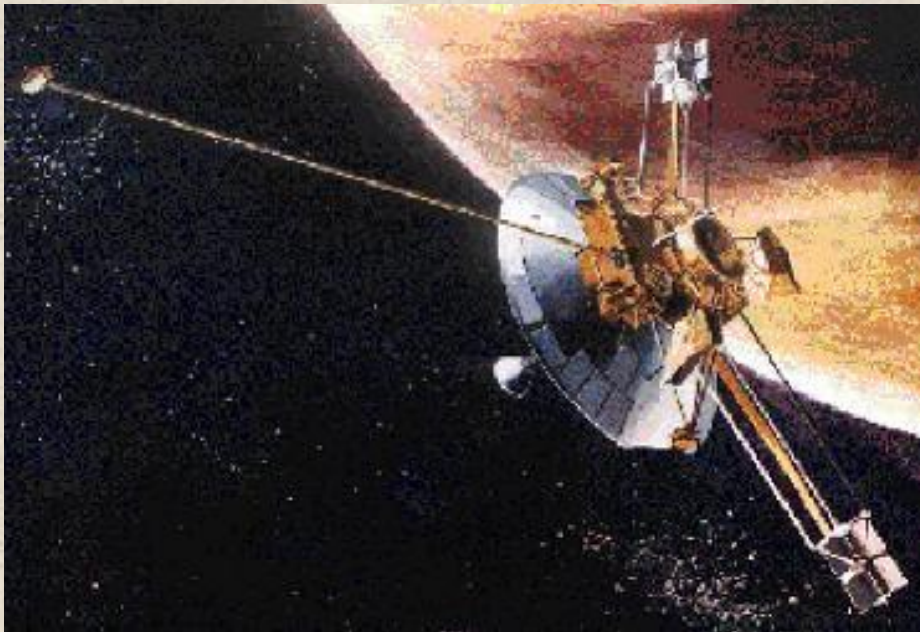


Imagem SAR do delta do rio Kuskokwim, oeste do Alasca. Obtida em 13/07/1978. Os padrões observados são formados pelo fluxo das águas do rio em torno dos bancos de areia. Vista do Seasat 1.

Sondas planetárias

Sem dúvida, as sondas planetárias são os satélites que mais atenção provoca no público em geral. As sondas podem ser divididas em 3 tipos:

1. **Sonda passiva** - sonda que apenas cumpre uma trajetória balística, em condições de interferir no seu voo. São, via de regra, as sondas mais antigas, como as primeiras Luna e as primeiras Pioneer, cujo objetivo era entrar em órbita da Lua ou chocar-se contra ela;



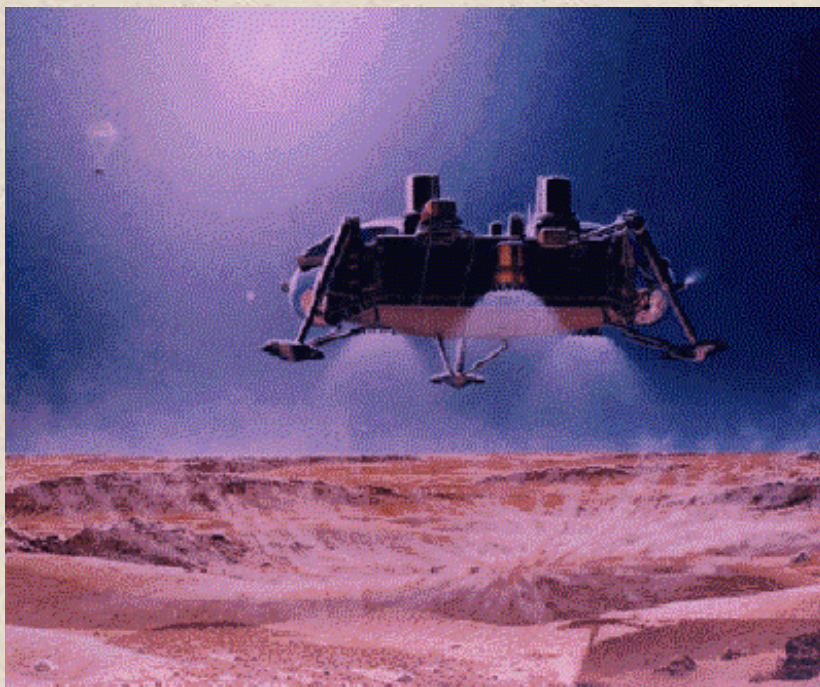
Sonda Pioneer 10

2. **Sonda controlada** - sonda com algum tipo de controle, que lhe permite mudanças orbitais controladas, às vezes visando um choque contra o alvo; tipicamente as sondas Ranger e algumas Luna, bem como as séries Lunar Orbiter, Mariner, Voyager, as sondas européias Giotto e Ulysses e as japonesas Sakigake e Suisei;



Sonda Voyager 2

3. **Sonda com módulo de pouso** - sondas capazes de entrar em órbita e liberar um módulo de pouso suave (*sondas Surveyor, Viking, Luna 9 e outras, Mars, Venera, VeGa, Phobos, Galileo*). Em alguns casos, este módulo de pouso era capaz de retornar à Terra com amostras de solo (*lunar, no caso da Luna 16 e outras*);



Pouso da Sonda Viking

4. **Sonda com robô móvel** - sondas capazes de entrar em órbita e liberar um módulo de pouso suave, o qual contém um veículo tele-guiado. É o caso clássico dos robôs soviéticos Lunokhod 1 (*Luna 17*) e Lunokhod 2 (*Luna 21*), bem como o robô Sojourner (*Mars Pathfinder*).



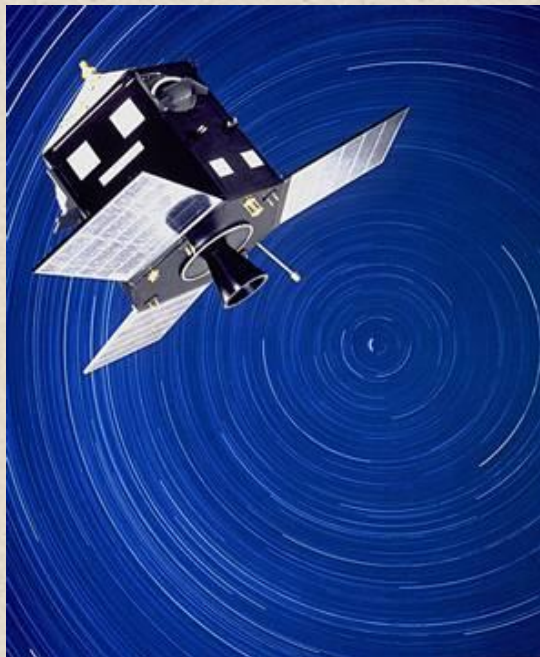
Robô Sojourner próximo da Mermaid Dune (Duna Sereia) em Marte. (NASA)

As sondas planetárias também podem ser divididas quanto ao seu destino: Sol (*Prognoz, Ulysses*), Lua (*Luna, Lunar Orbiter, Pioneer*), Marte (*Mars, Mariner*), Vênus (*Venera, Pioneer 12, Pioneer 13*), Mercúrio (*Mariner 10*), Júpiter e Saturno (*Voyager*), cometas (*Sakigake e Suisei, VeGa*) e espaço profundo (*Voyager*).

Astronomia e observatórios orbitais

Por causa da interferência da atmosfera, sujeita a ventos, umidade, nuvens e chuvas, a utilização de observatórios astronômicos na Terra sempre apresentou problemas de indisponibilidade, distorção, etc. A captação de radiação infravermelha, especificamente, enfrenta limitações muito sérias.

Por este motivo, foi praticamente inevitável a construção de observatórios orbitais e satélites com outras finalidades astronômicas. Como exemplo, cite-se: Hipparcos (*raios infravermelhos*), Hubble (*telescópio óptico*), Chandra (*raios-X*).



Satélite Hipparcos

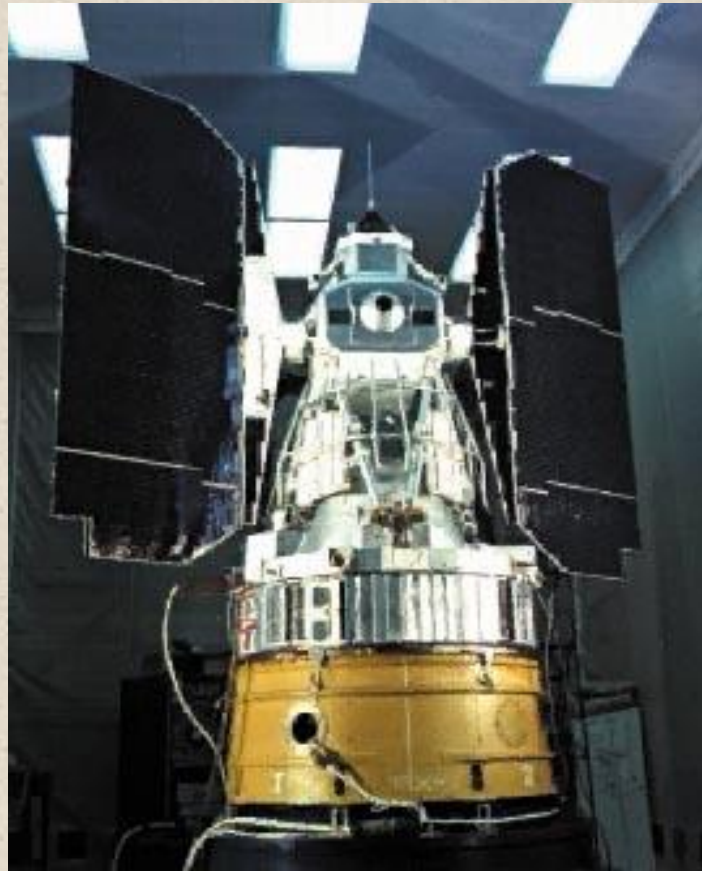
Meteorológicos

A previsão meteorológica sempre foi fundamental para a humanidade: desde a agricultura até as invasões militares, passando por atividades bem mais amenas, como a marcação do melhor período de férias.

Somente a partir do espaço é possível observar, de forma regular e sistemática, a maior parte da superfície do nosso planeta. Os complexos e sofisticados sensores dos satélites meteorológicos atuais permitem estabelecer um panorama geral da distribuição das nuvens, estudar as correntes marítimas nos oceanos, acompanhar os principais processos atmosféricos, verificar o nível da irradiação térmica da Terra para o espaço, detectar a formação de furacões, etc.

Já no início dos anos 60, estavam operacionais os primeiros satélites meteorológicos, tais como as séries TIROS, Meteor e Nimbus.

Devido a um acordo internacional firmado em 26 de março de 1969, data do lançamento do satélite soviético Meteor 1, todas as nações trocam entre si os dados obtidos dos satélites meteorológicos (*para uso civil*)

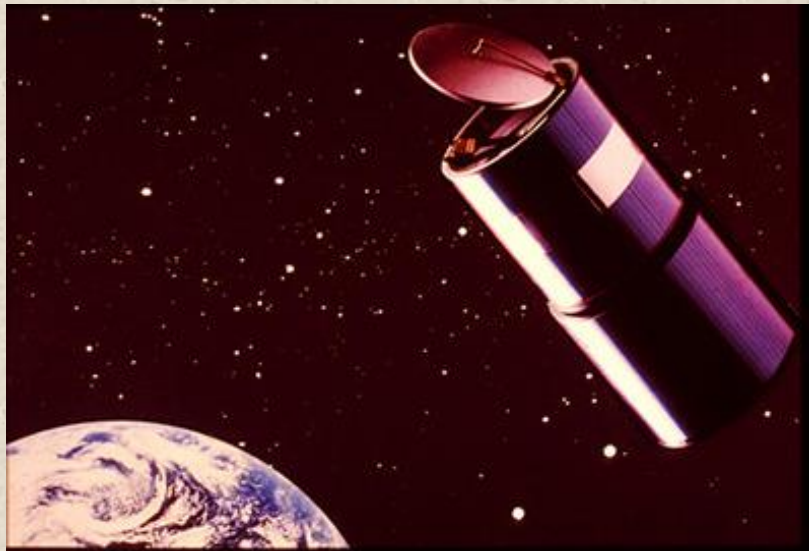


Satélite Meteorológico Nimbus

Telecomunicação

Outra aplicação fundamental, tanto para uso civil quanto militar, são as **telecomunicações**. As primeiras tentativas foram realizadas com satélites passivos, como o norte-americano Echo (1960), que nada mais era do que um balão de plástico e alumínio, de 30 metros de diâmetro, lançado numa órbita circular de baixa altitude.

Seguiram-se projetos mais elaborados (os *norte-americanos Telstar, Relay, Intelsat, Syncom e outros, e os russos da série Molniya e Gorizont*). Muitos países desenvolveram e lançaram seus próprios satélites de telecomunicações, inclusive o Brasil, com o Brasilsat.



Satélite de Telecomunicações Brasilsat

Dentro das telecomunicações encontram-se, igualmente, os satélites destinados à telefonia celular. Diversos projetos foram e estão sendo elaborados com este objetivo, como o Globalstar (48 satélites), o Spaceway, o Teledisc (840 satélites) e o falido Iridium (66 satélites).



Satélite de Telecomunicações Globalsat

Também há outras aplicações, dentro das telecomunicações, como os satélites para radioamadorismo (por exemplo, o Oscar).



Satélite de Radioamadorismo Oscar

Navegação

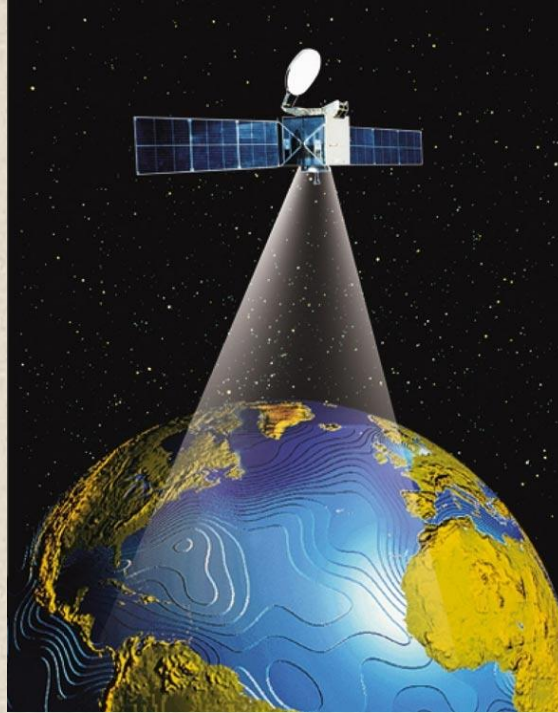
O objetivo dos satélites de navegação é fornecer, com grande precisão, a posição (*coordenadas*) de equipamentos móveis (*instalados em navios, aviões, carros ou mesmo computadores portáteis*). É óbvio que esta é uma aplicação primordialmente militar, mas que acabou se estendendo à vida civil por absoluta necessidade e pela grande oportunidade de negócio.

Existem dois tipos de satélites de navegação: os de **localização** (*mais antigos, exigem que o usuário emita um sinal, que pode ser detectado por qualquer dispositivo espião - portanto, inútil para aplicações militares*), e os de **posicionamento** (*permitem que o usuário, situado em qualquer ponto do planeta, defina sua posição sem a necessidade de emitir qualquer sinal, o que é adequado para aplicações militares*).

O primeiro projeto de navegação operacional foi o norte-americano Transit, utilizado inicialmente para fins exclusivamente militares, e posteriormente liberado para fins civis.

Atualmente, tanto o americano GPS quanto o soviético Glonass - *Global Navigation Satellite System*, ambos sistemas

de posicionamento, estão operacionais e disponíveis para uso civil.



Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)

Experimentais

Uma aplicação interessante para os satélites é a experimentação de novas tecnologias. Os soviéticos usaram e abusaram da série Kosmos com esta finalidade.

Recentemente, os americanos lançaram as duas sondas Deep Space, cujo objetivo mais importante era justamente o teste de novas tecnologias.



Sonda Deep Space

Outros usos

Existe uma grande quantidade de outras aplicações para os satélites civis, tais como salvamento, teledetecção, rastreamento, etc. Há mesmo um uso que pode ser considerado, no mínimo, exótico: satélites fúnebres, que carregam as cinzas de pessoas cremadas (ex.: Celestis).



Satélite Celestis

Satélites - Aplicação Militar

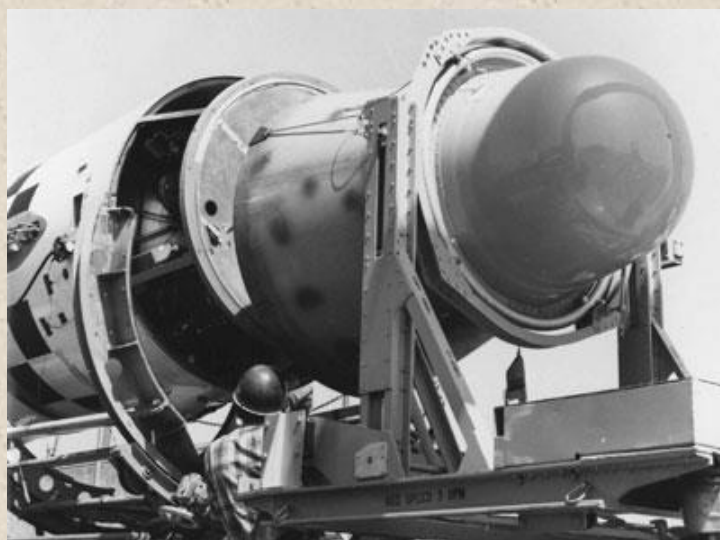
Vigilância

O desejo de espionar o inimigo é anterior ao vôo do primeiro Sputnik. A Guerra Fria serviu de pretexto para os Estados Unidos desenvolverem aviões espiões, como o U-2 (1956) e, posteriormente, o SR-71 (1965), bem como satélites espiões.



Avião espião SR71

Em 28 de fevereiro de 1959 os Estados Unidos inauguraram o uso militar do espaço, com o lançamento do satélite espião de reconhecimento fotográfico Discoverer 1, dentro do Programa Key Hole. O satélite descrevia uma órbita polar, o que lhe permitia investigar toda a superfície da Terra. Tinha impressionantes 618 quilos, um peso absurdo se comparado com os outros satélites e sondas americanos da época. Foi utilizada a Base Militar de Vandenberg (*somente empregada com fins militares*). Outros satélites espiões foram se juntar aos muitos Discoverer neste início da militarização do espaço: Samos (*câmaras de televisão*), Midas (*sensores de raios infravermelhos*) e Vela (*detecção de explosões nucleares*).



Satélite Discoverer 2

Os soviéticos respondiam com o Programa Zenit, que utilizou naves modificadas (*não tripuladas*) das séries Vostok e Voskhod, inseridas dentro da série Kosmos. No total, a série Zenit foi responsável por 660 lançamentos, sendo 614 bem sucedidos.

Ao longo do tempo, também foram utilizados satélites Tsyklon e outros.

Convém lembrar ainda o Programa Almaz, que foi uma sofisticada iniciativa soviética de vigilância militar, envolvendo missões tripuladas Soyuz em estações espaciais da série Salyut.

Genericamente, os satélites militares de vigilância podem ser divididos em:

1. Satélites de **Foto reconhecimento e Mapeamento Topográfico**
2. Satélites de **Inteligência Eletrônica (ELINT)**
3. Satélites de **Reconhecimento Oceânico** (*detecção de submarinos*)
4. Satélites de **Alerta Antecipado** (*detecção do disparo de mísseis com intenções bélicas*)

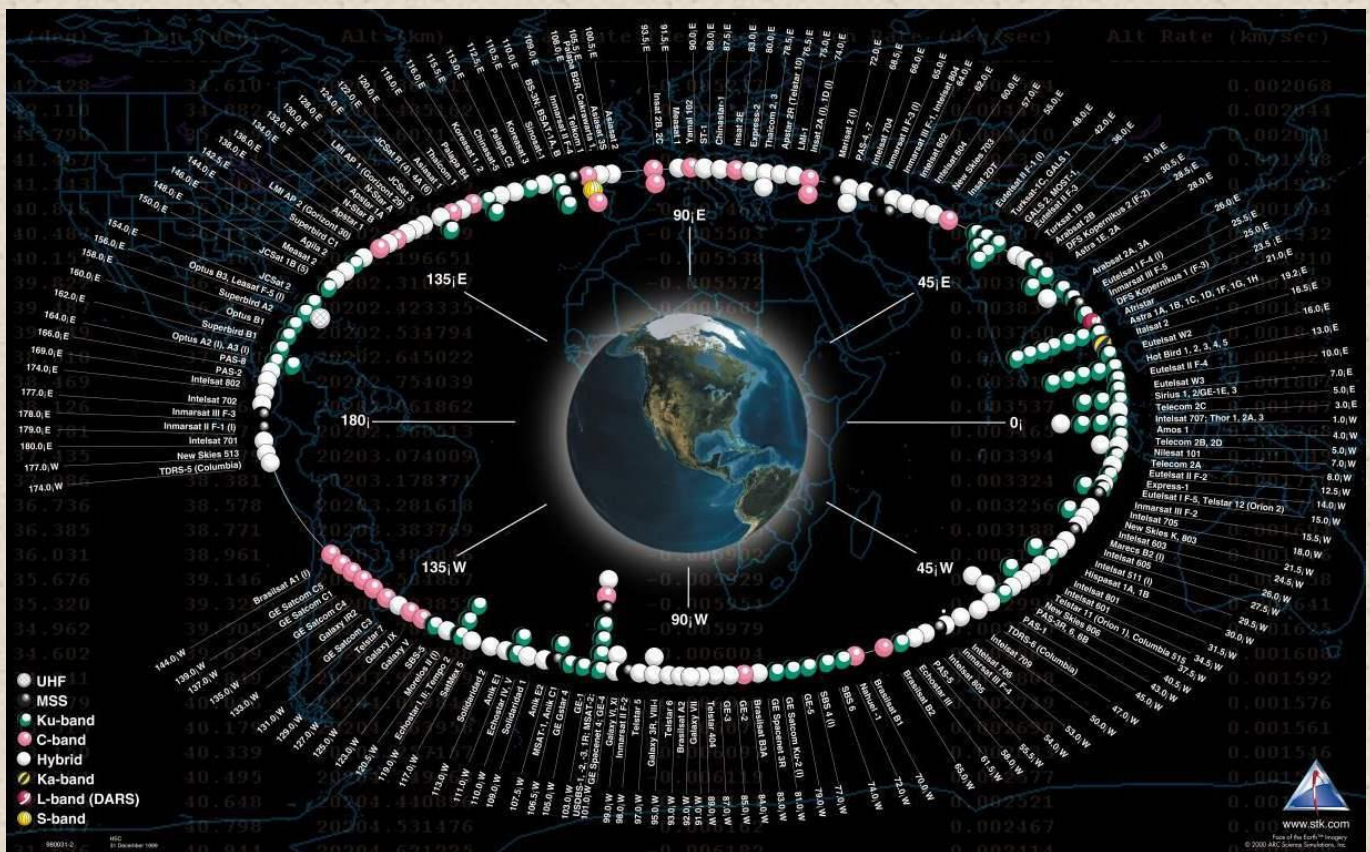
Ataque contra alvos orbitais, aéreos e terrestres

Tanto soviéticos quanto americanos, durante a Guerra Fria, levaram muito a sério a possibilidade de um ataque nuclear vindo do espaço. Ainda nos anos 60 e 70, o esforço no projeto de naves de ataque foi relevante. Para tanto, foram projetados (*e, em parte, construídos*) **satélites** e **naves** capazes de atacar alvos orbitais ou terrestres (*basta ver o projeto Istrebitel Sputnik, o ASAT soviético, de meados dos anos 60*).

Mesmo em tempos mais recentes, os soviéticos, por exemplo, sempre encararam o ônibus espacial norte-americano como uma ameaça militar, no que não estavam totalmente errados.

Em meados dos anos 80 o governo norte-americano criou a paranóia militar chamada "**Star Wars**", que deveria ser um escudo de proteção contra mísseis lançados de qualquer parte do mundo. É óbvio que os soviéticos perceberam que este projeto não visava apenas a construção de armamento defensivo, mas também tinha intenções ofensivas.

Assim, enquanto a diplomacia soviética exigia um tratado proibindo a militarização do espaço, os projetistas não perdiam tempo, e elaboraram um "Star Wars" soviético, com naves de ataque capazes de lançar mísseis inteligentes ou raios laser de alta potência. Chegaram a realizar, em 1987, um teste de uma nave de combate dotada de um canhão para autodefesa e capaz de lançar minas nucleares, chamada de Polyus. Felizmente o teste foi mal sucedido, e a nave repousa calmamente sob as águas do Pacífico.



Lista dos Principais Satélites Artificiais

Doze mil Satélites Artificiais Congestionam o Espaço

As imagens impressionam. São partes de uma simulação da ESA (Agência Espacial Européia) para mostrar onde estão os mais de 12 mil satélites artificiais da Terra, colocados em órbita por foguetes nos últimos 50 anos. Olhando para elas, fica mais fácil entender como, apesar de todo o esforço de rastreamento por agências espaciais ao redor do mundo, dois satélites, um russo e um americano, colidiram no espaço, sobre a Sibéria.



SIMULAÇÃO

Imagem da Agência Espacial Européia mostrando o "congestionamento"

Nas imagens, há um exagero, claro: os satélites na verdade são bem menores do que parecem na simulação, em comparação com o tamanho da Terra. Por isso, ao tirar fotos de nosso planeta, as sondas espaciais não revelam a montanha de metal, lixo e painéis fotovoltaicos que gira o tempo todo sobre nossas cabeças. Ainda assim, está tudo lá.

As preocupações de segurança são maiores para missões tripuladas. Em caso de uma colisão de algum desses satélites com a Estação Espacial Internacional, é improvável que os tripulantes do complexo orbital pudessem sobreviver. Daí a necessidade de monitorar de perto tudo que é colocado em órbita da Terra.



Em órbitas mais distantes, o tráfego também é intenso