



Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe

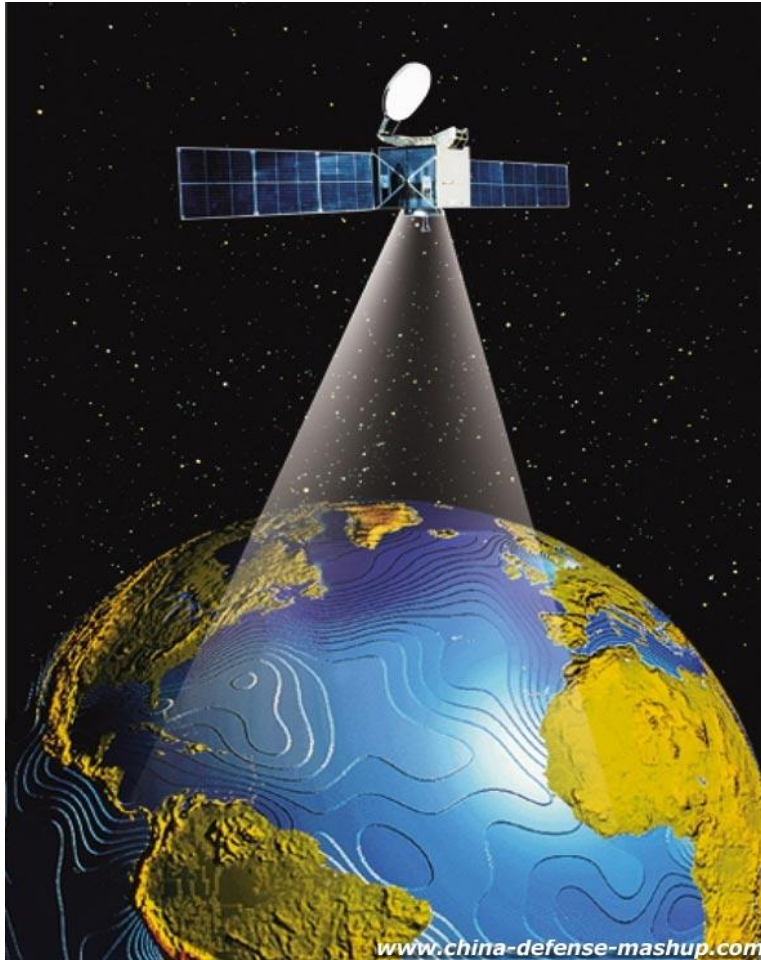
Exposição



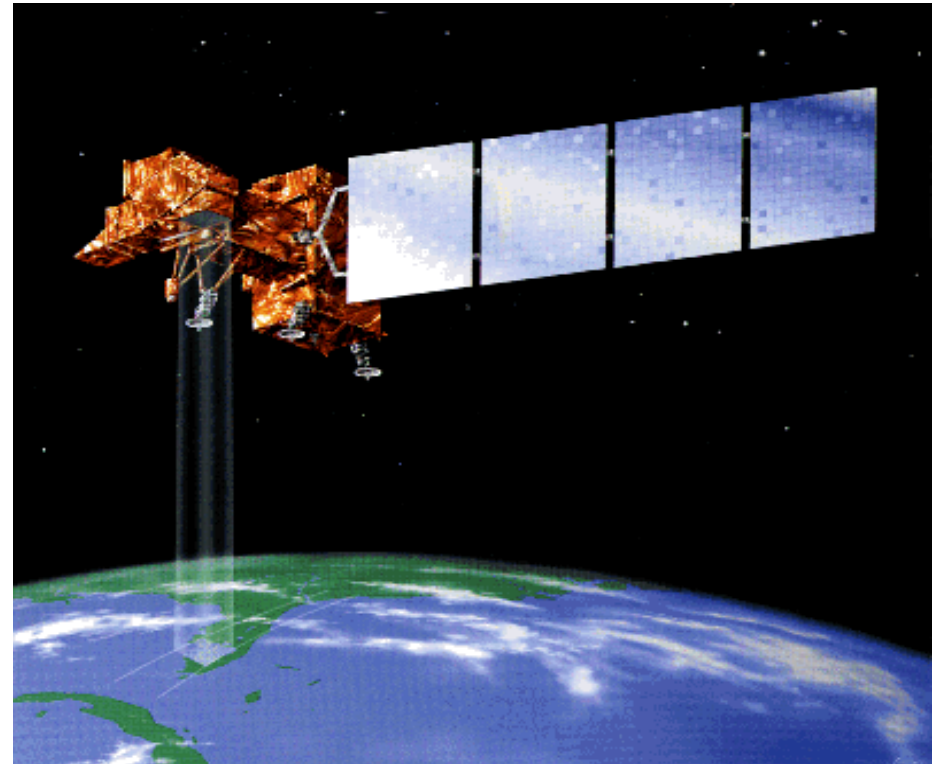
Ministério
da Cultura



Satélites Artificiais



Sistema de Satélite de Navegação Global



Sistema Landsat 7

Período:

01/10/2010 a 30/11/2010

Departamento de Geodésia

Instituto de Geociências

UFRGS

Realização

Museu de Topografia

Prof. Laureano Ibrahim Chaffe

Departamento de Geodésia

Instituto de Geociências

UFRGS



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

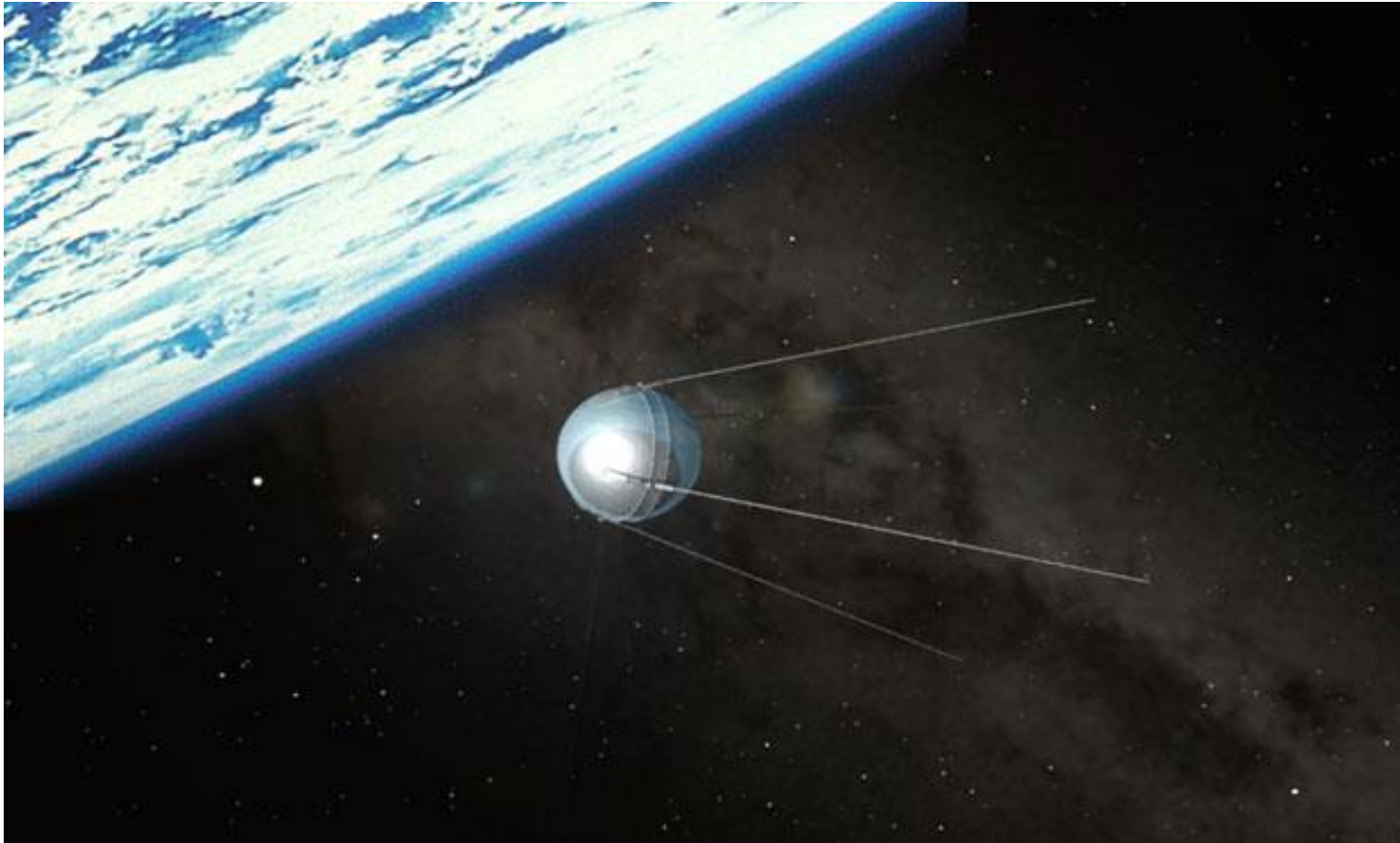
Satélite de comunicação Molniya

Os **satélites científicos** são utilizados para observar a Terra ou o espaço ou para realizar experiências em micro gravidade. 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



Satélite Científico "Mars Global Surveyor"

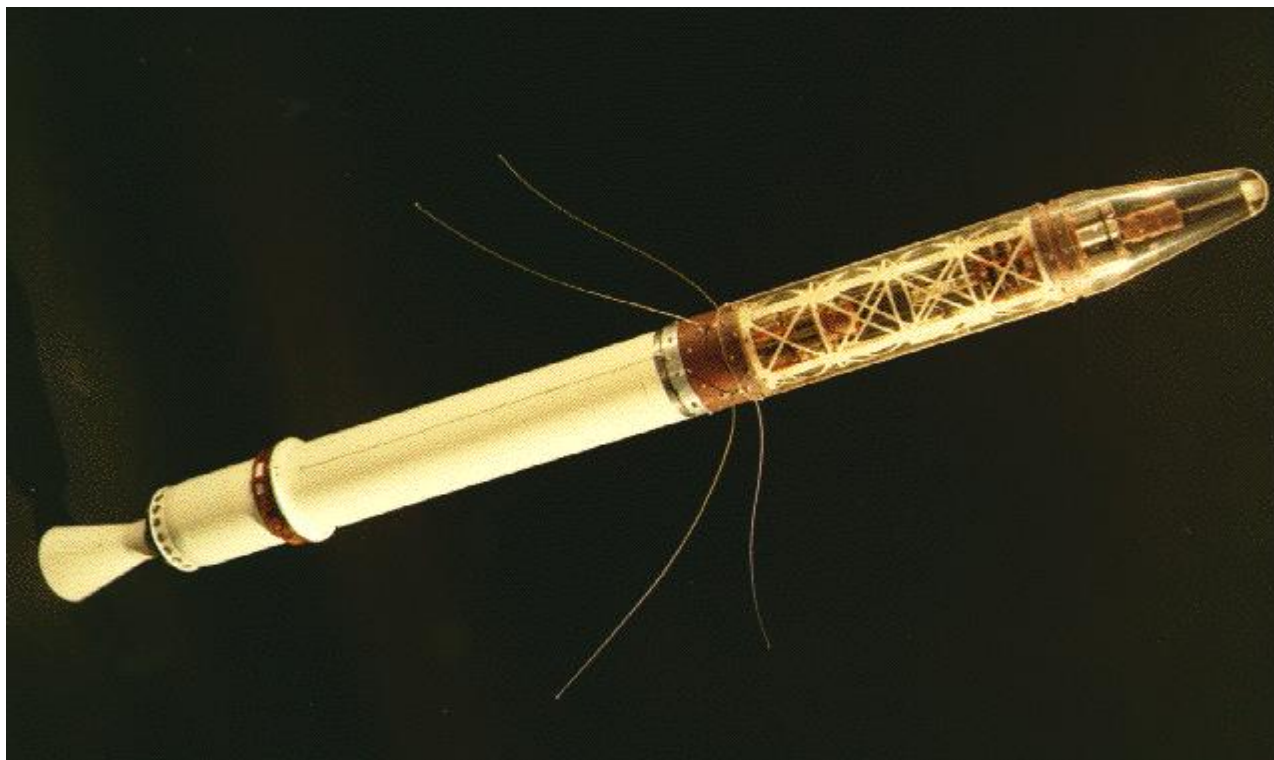
Não há estatísticas oficiais, mas estima-se que já foram lançados mais de 5.000 satélites, e que apenas cerca de 500 deles continuam em funcionamento. A União Soviética foi o primeiro país a colocar um satélite no espaço, o **Sputnik**, em 1957.



O Satélite Sputnik

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



Biosatélites: são satélites projetados para levar ao espaço organismos vivos para experimentos científicos.

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



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.

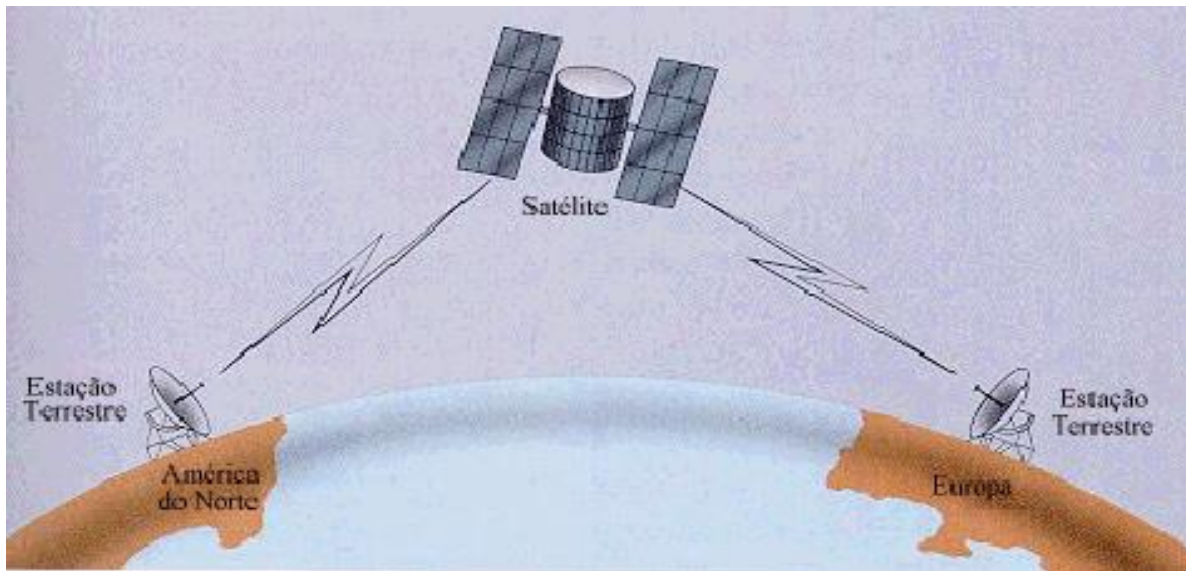


Estações Espaciais: são estruturas projetadas para permitir que seres humanos possam viver no espaço exterior. Ao contrário das espaçonaves, as estações espaciais não possuem capacidade de propulsão nem de aterrissagem. As **estações espaciais** são projetadas para permitir a permanência humana por médios períodos de tempo.

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.

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



Satélites de Comunicação: são satélites estacionários utilizados em telecomunicação

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, permite que o sistema GPS determine a posição com um erro de poucos metros, em tempo real.



Satélite 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.

Satélites de Observação da Terra:

são satélites projetados para uso não-militar, tais como, monitoramento ambiental, meteorologia, mapeamento geográfico, mapeamento geológico, etc.

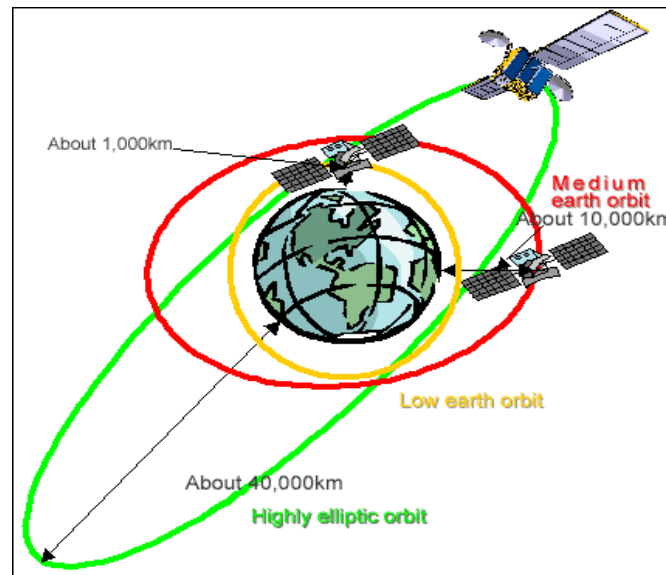


Satélites Meteorológicos: são satélites projetados essencialmente para monitorar o tempo e o clima na Terra.

Órbita Terrestre Baixa

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

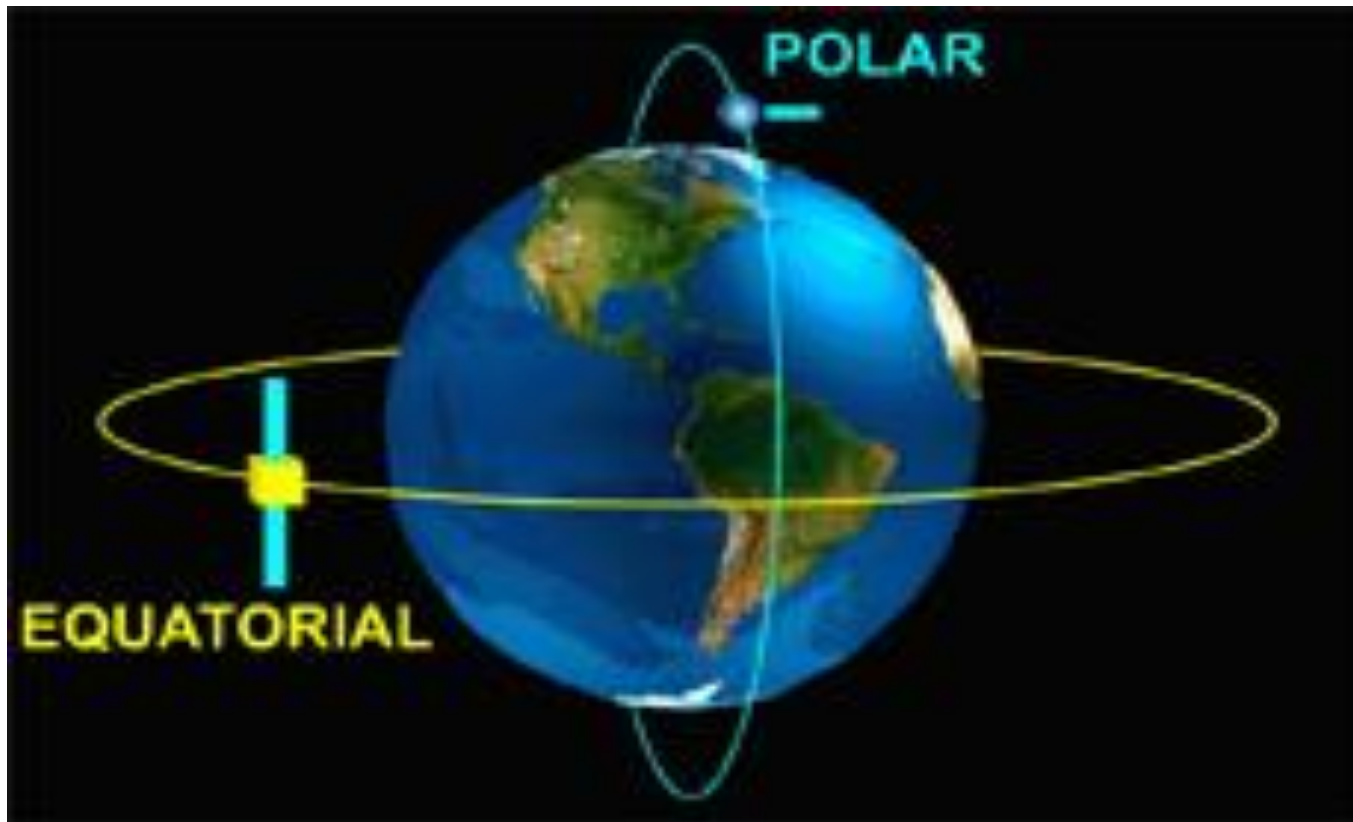
Os objetos em **órbita terrestre baixa** encontram gases atmosféricos na termosfera (*aproximadamente 80-500 km acima da superfície*) ou exosfera (*aproximadamente 500 km acima*), dependendo do comprimento da órbita.



Órbita Polar

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

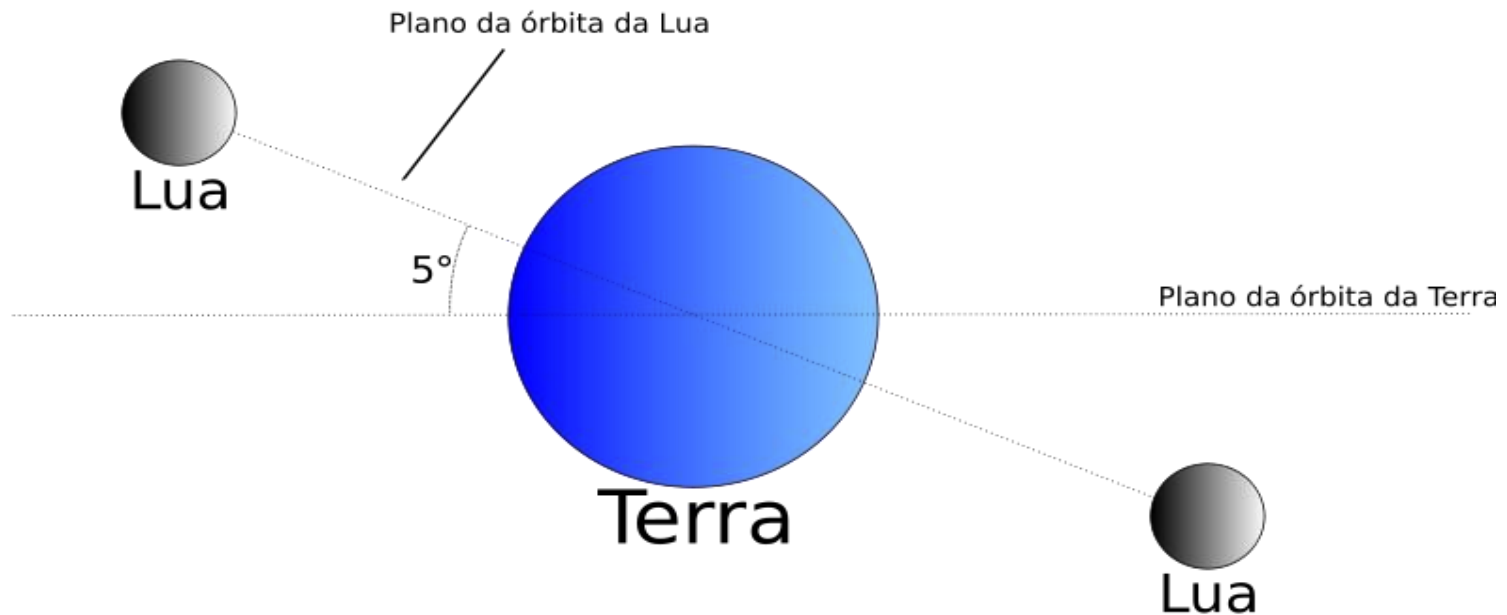
Como o satélite tem o plano orbital fixo e perpendicular a rotação do planeta, ele vai passar sobre uma região com longitude diferente a cada uma de suas órbitas.



Órbita Geossíncrona

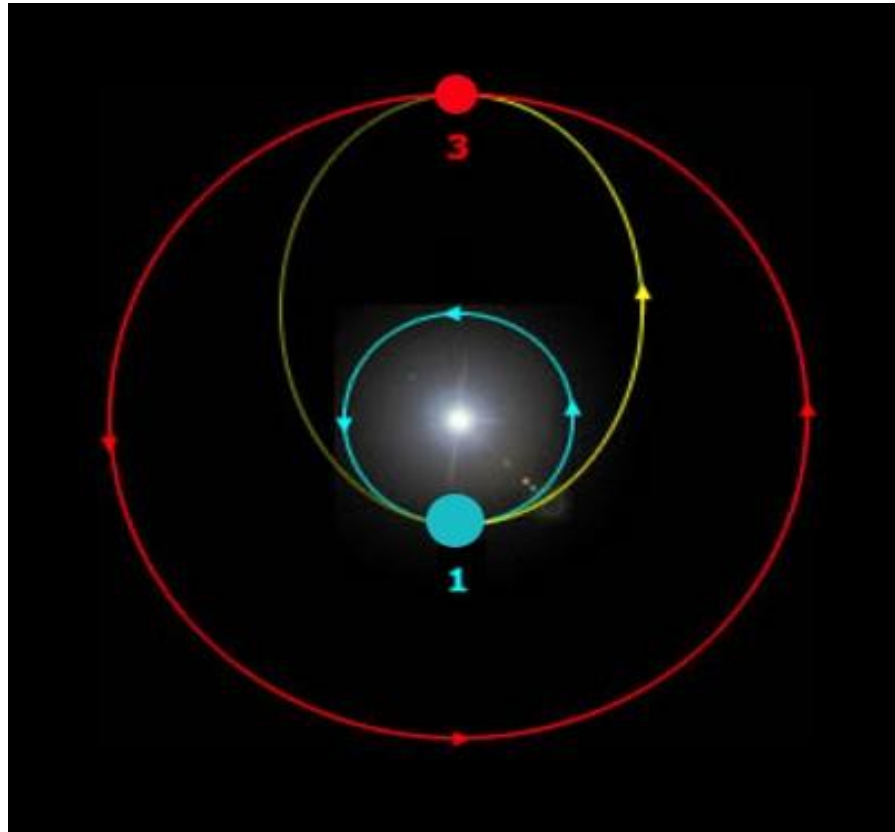
Uma órbita é considerada **geossíncrona** quando a sua rotação acompanha exatamente a rotação da Terra. Ao contrário da órbita **geoestacionária**, a órbita pode ter inclinação e excentricidade diferentes de zero.

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**.



Órbita de Transferência de Hohmann

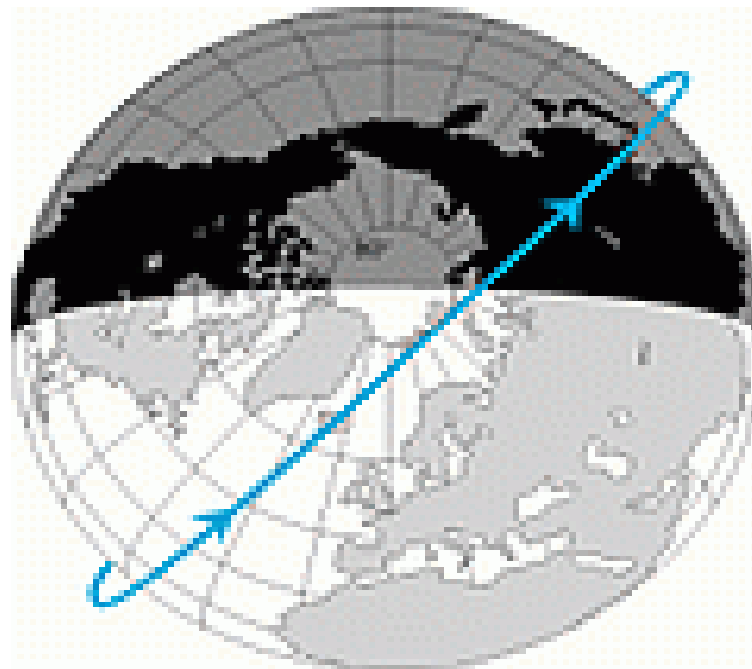
Em astronáutica, a **órbita de transferência de Hohmann** é uma órbita intermediária que o satélite deve percorrer para passar de uma órbita circular para outra. Foi calculada pela primeira vez pelo engenheiro alemão Walter Hohmann em 1925.



Órbita Heliosíncrona

A **órbita heliosíncrona** é um caso particular de uma quase órbita polar. O satélite viaja do polo norte para o polo 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.

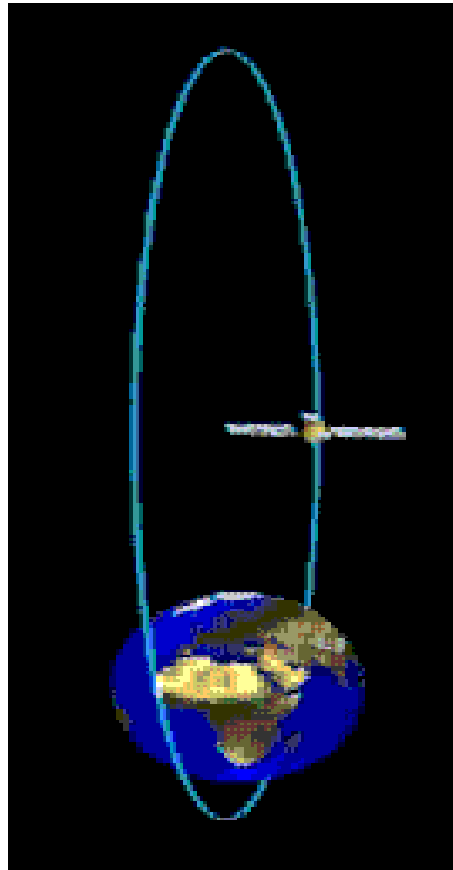
Geralmente os satélites **heliosíncronos** são satélites de média e baixa órbita, com altitudes variando de 550 até 850 km. Orbitam com uma inclinação em relação ao equador de 97° a 98° .



Órbita Elíptica

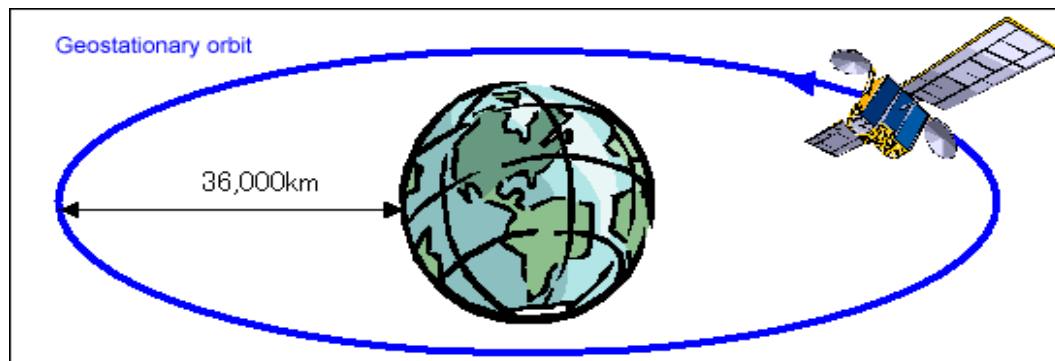
Um satélite em **órbita elíptica** tem caminho oval. Uma parte da órbita está mais próxima da Terra (*Perigeo*) e a outra parte é mais distante (*Apogeu*).

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.



SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO

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.



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 do chimpanzé 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-Amazônia

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

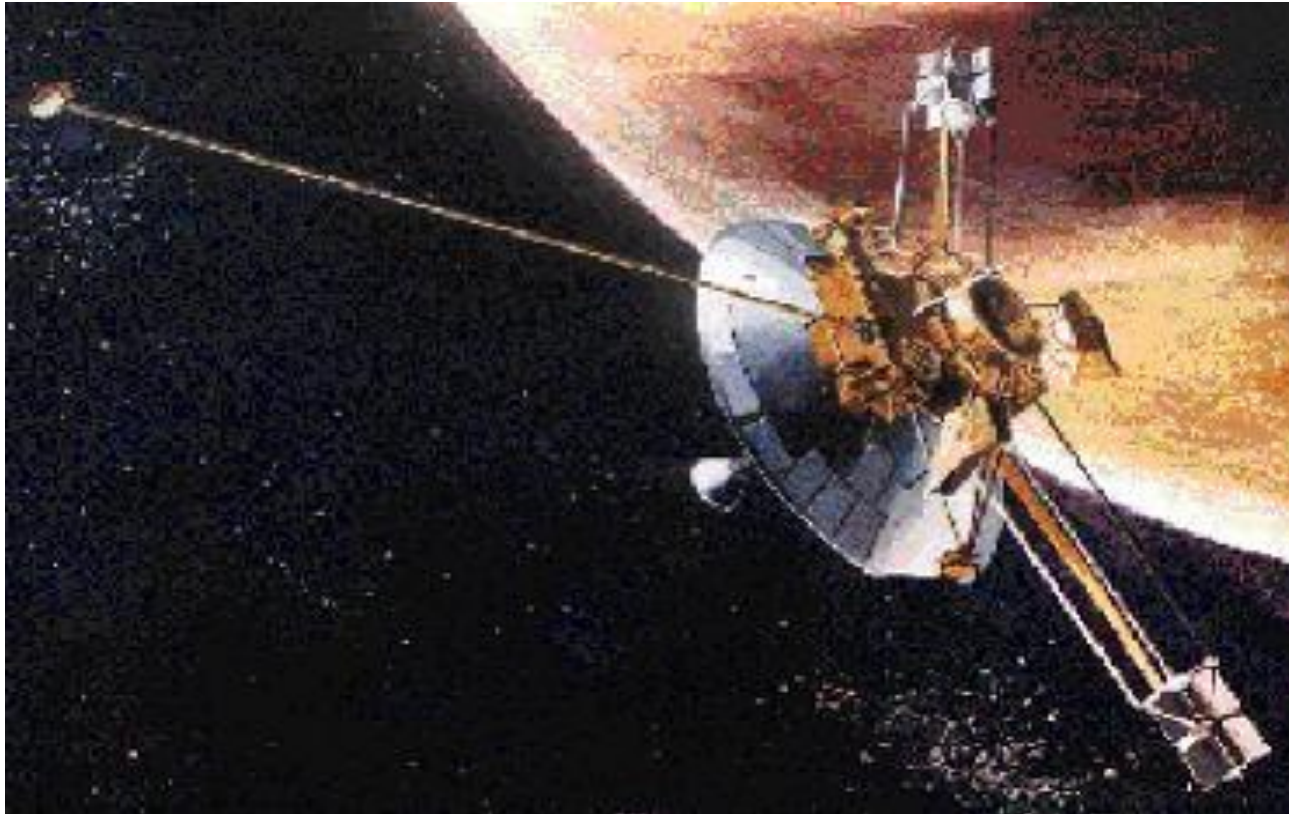


Imagem SAR do delta do rio Kuskokwim, oeste do Alasca. Obtida em 13/07/1978. Os padrões observados são formados pelo fluxo das águas do rio em torno dos bancos de areia. Vista do Seasat 1.

Sondas Planetárias

Sem dúvida, as sondas planetárias são os satélites que mais atenção provoca no público em geral. As sondas podem ser divididas em 4 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;



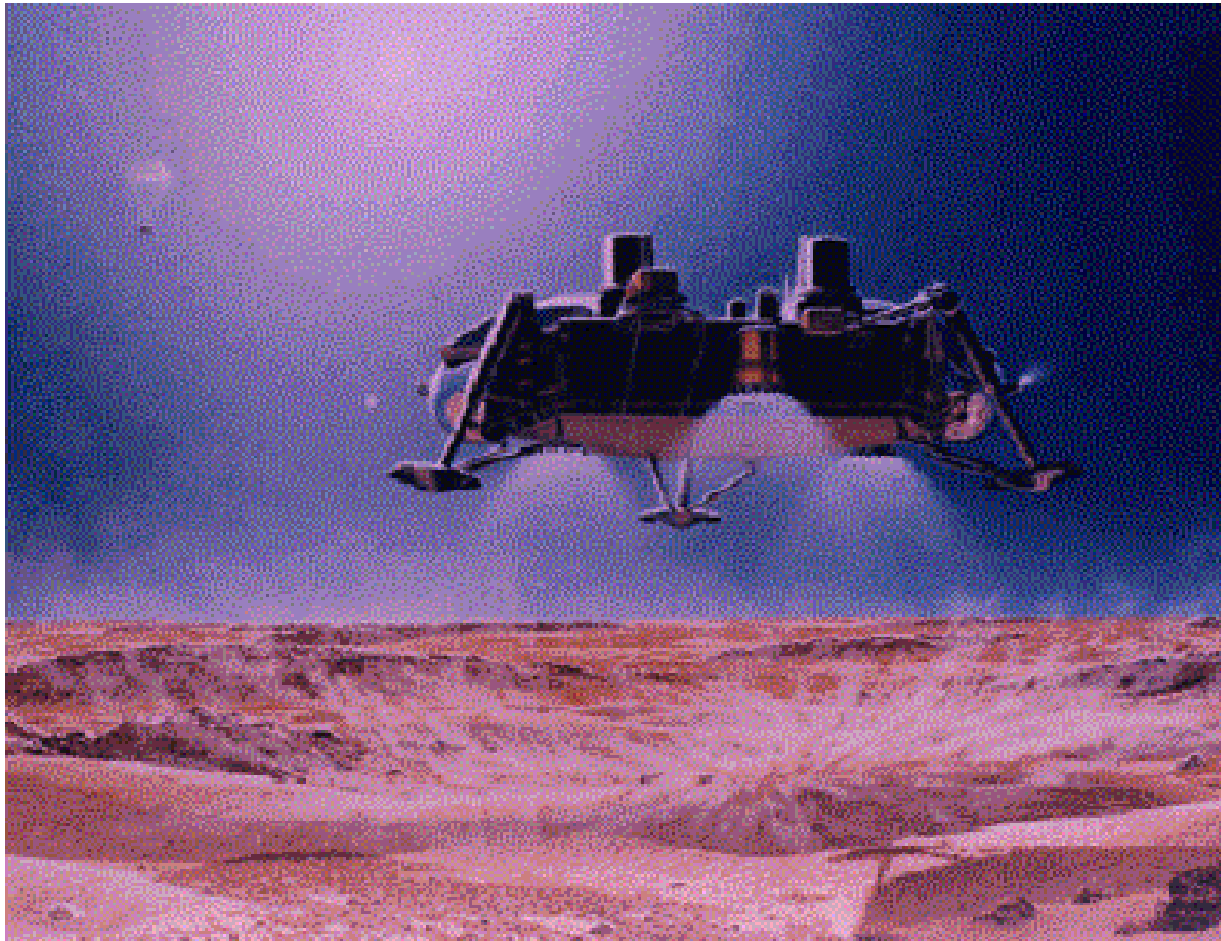
Sonda Pioneer 10

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)

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

Satélites Meteorológicos

A previsão meteorológica sempre foi fundamental para a humanidade: desde a agricultura até as invasões militares, passando por atividades bem mais amenas.

Somente a partir do espaço é possível observar 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**.



Satélite Meteorológico Nimbus

Satélites de Telecomunicações

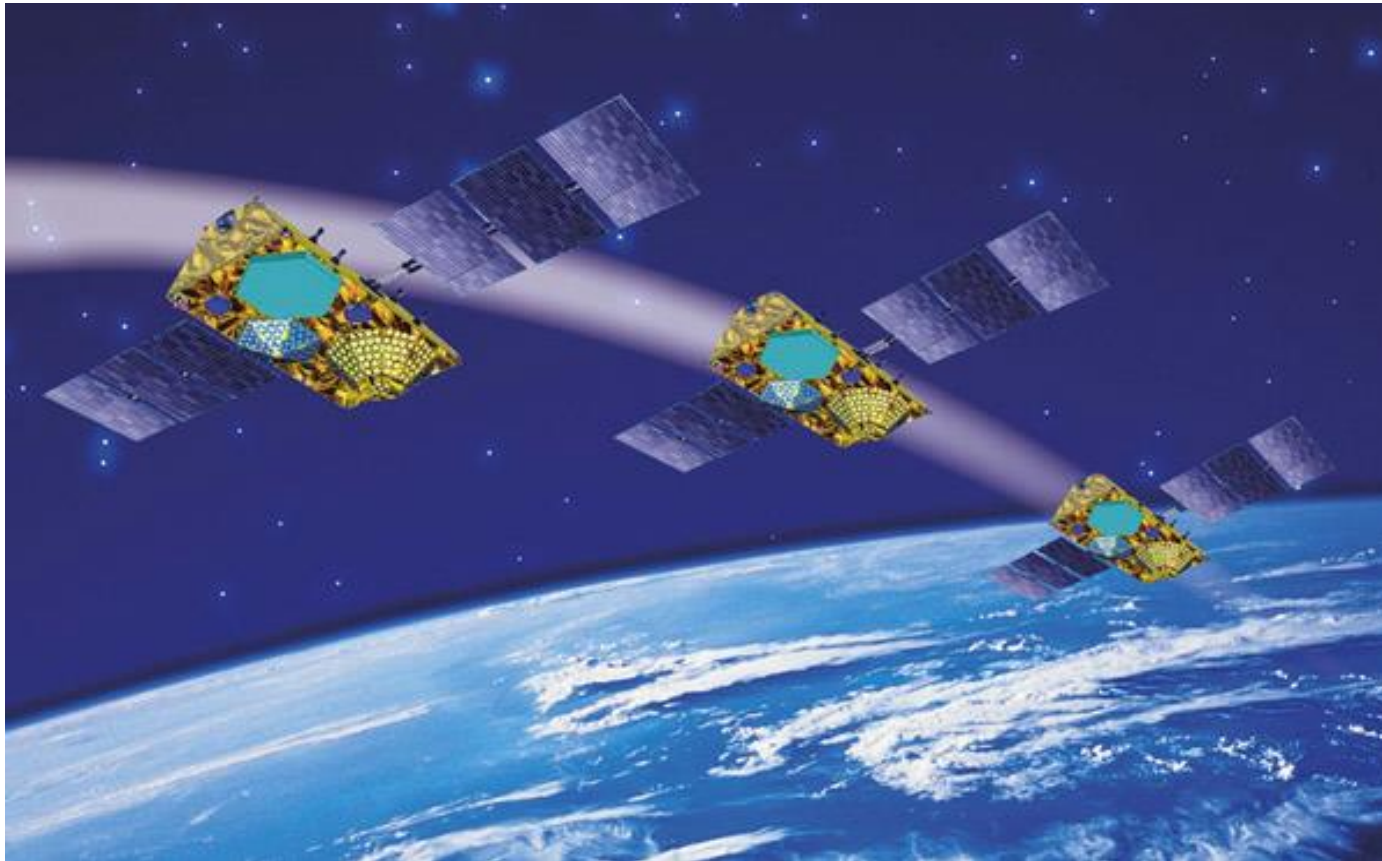
Outra aplicação fundamental, tanto para uso civil quanto militar, são as **telecomunicações**. As primeiras tentativas foram realizadas com satélites passivos, como o norte-americano Echo (1960), que nada mais era do que um balão de plástico e alumínio, de 30 metros de diâmetro, lançado numa órbita circular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

Seguiram-se projetos mais elaborados (*os norte-americanos Telstar, Relay, Intelsat, Syncom e outros, e os russos da série Molniva 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**).



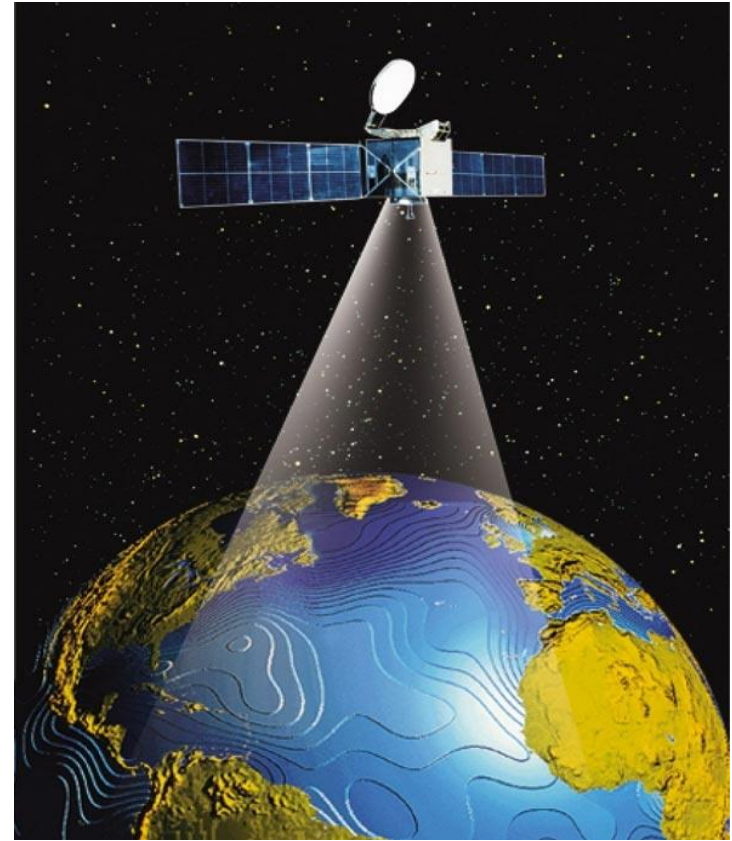
**Satélite de
Radioamadorismo
Oscar**

Satélite de 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*).

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)

Satélites 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

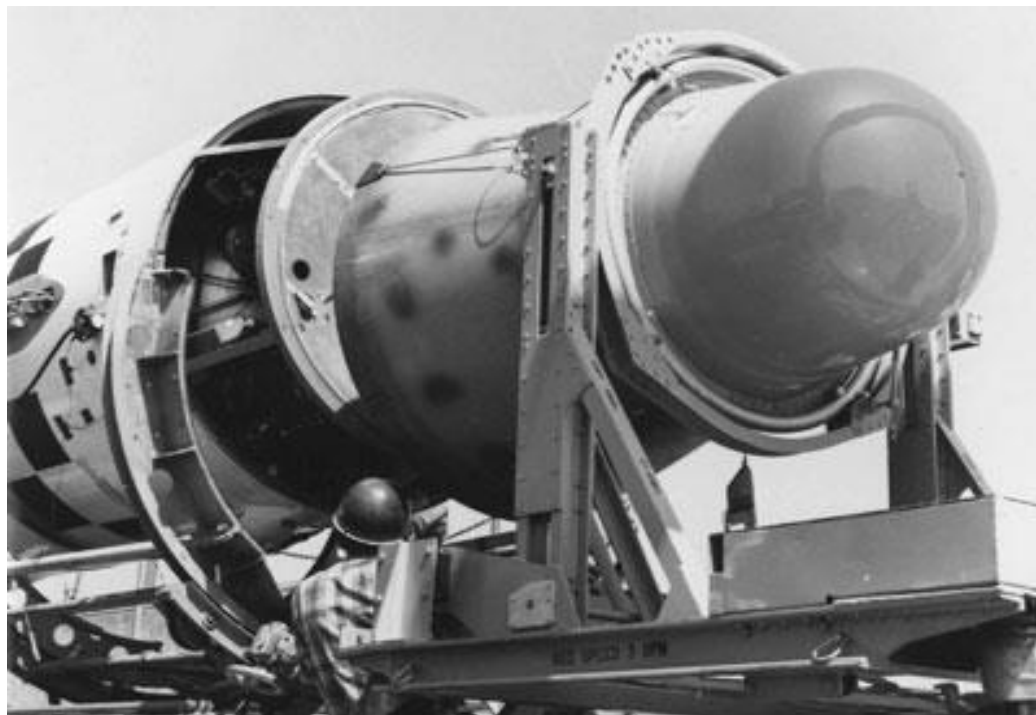
Vigilância

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 SR-71

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

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 feito 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"***

Série de Satélites usados nas Geociências

LANDSAT

A série **LANDSAT** foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela NASA dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. O primeiro satélite da série operou em 1972 e a última atualização ocorreu em 1999 com o lançamento do **LANDSAT-7**.

Atualmente o único satélite em operação é o **LANDSAT-5**, que leva a bordo o sensor **TM** e contribui para o mapeamento temático da superfície terrestre. O **LANDSAT-7** iniciou suas atividades em 1999 e encerrou em 2003, utilizando o sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*). Este instrumento foi capaz de ampliar as possibilidades de uso dos produtos **LANDSAT**, porque manteve a alta resolução espectral (*característica importante desse sistema*) e conseguiu ampliar a resolução espacial da banda 6 (*Infravermelho Termal*) para 60 metros além de inserir a banda pancromática e permitir a geração de composições coloridas com 15 metros de resolução.

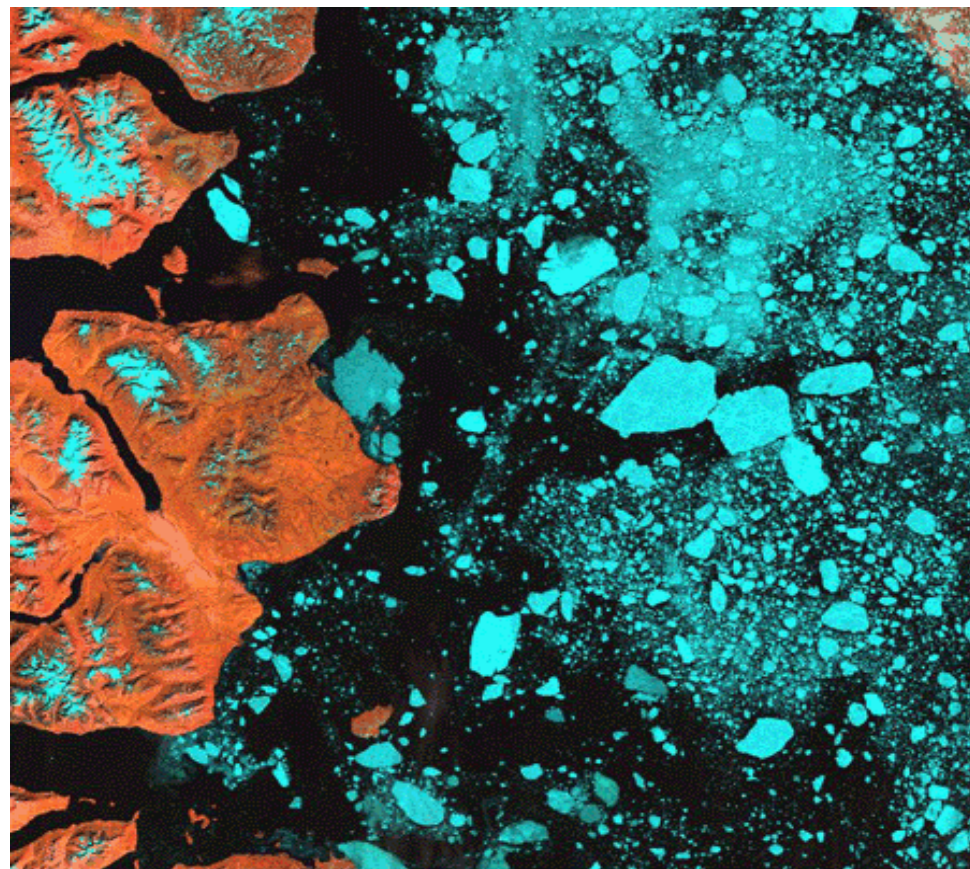
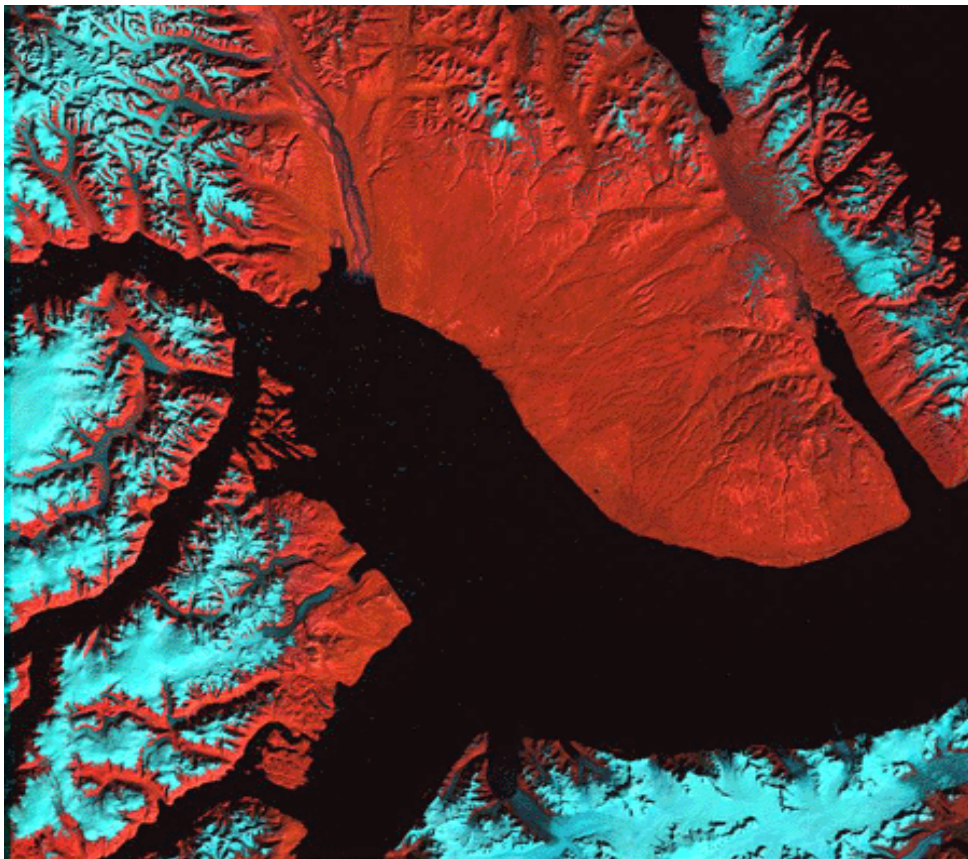
A antena de recepção do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) localizada em Cuiabá, capta desde os anos 70 imagens de todo território nacional, o que representa um enorme e único acervo de dados sobre nosso país. Este sistema orbital é atualmente um dos mais utilizados na Embrapa Monitoramento por Satélite.

LANDSAT-5, Rio Negro e Rio Amazonas, Estado do Amazonas

Principais Aplicações

- Acompanhamento do uso agrícola das terras;
- Apoio ao monitoramento de áreas de preservação;
- Atividades energético-mineradoras;
- Cartografia e atualização de mapas;
- Desmatamentos;
- Detecção de invasões em áreas indígenas;
- Dinâmica de urbanização;
- Estimativas de fitomassa;
- Monitoramento da cobertura vegetal;
- Sedimentos em suspensão nos rios e estuários
- Queimadas, secas e inundações ;
- Pesquisas visando aplicações de interesse agrícola e ambiental;
- Resultados de pesquisa publicados, como o CD Brasil Visto do Espaço.





Imagens Landsat da região da Groenlândia o azul representa o gelo

Seasat

O **Seasat** foi o primeiro satélite desenvolvido para observar os oceanos terrestres e tinha a bordo o primeiro radar de abertura sintética (SAR) posto em órbita. A missão foi desenvolvida para demonstrar a viabilidade do monitoramento de fenômenos oceanográficos e ajudar a determinar os requisitos de um sistema de controle por satélite dos oceanos operativo. Os objetivos específicos foram o de obter dados dos ventos marinhos, temperaturas, altura das ondas, ondas internas, água atmosférica, gelo e topografia oceânica. O **Seasat** era controlado pela NASA e foi lançado ao espaço em 28/06/1978 a uma órbita circular de 800 km de diâmetro com uma inclinação de 108°. Esteve operativo durante 105 dias, até 10/10/1978, quando um curto-circuito no sistema elétrico terminou com a missão.

O **Seasat** levou cinco elementos desenvolvidos para obter a máxima informação sobre os oceanos: Altímetro por radar para medir a altura do satélite. Escaner de microondas para medir velocidade e direção do vento. Sensores multicanal de microondas para medir a temperatura do mar. Sensores de luz visível e infravermelho para identificar nuvens, terra e água. Radar de abertura sintética (SAR) de banda-L, polarização HH, com ângulo fixo de visão para monitorizar as ondas da superfície e as condições do gelo polar.

Outras missões têm sido possíveis graças a chegada do Seasat. Isto incluem radares incorporados aos transportadores espaciais, tais como os satélites **TOPEX/Poseidon**, **NSCAT**, **QuikSCAT** e **Jason 1**.



Imagem do Mar Vermelhos pelo satélite SEASAT

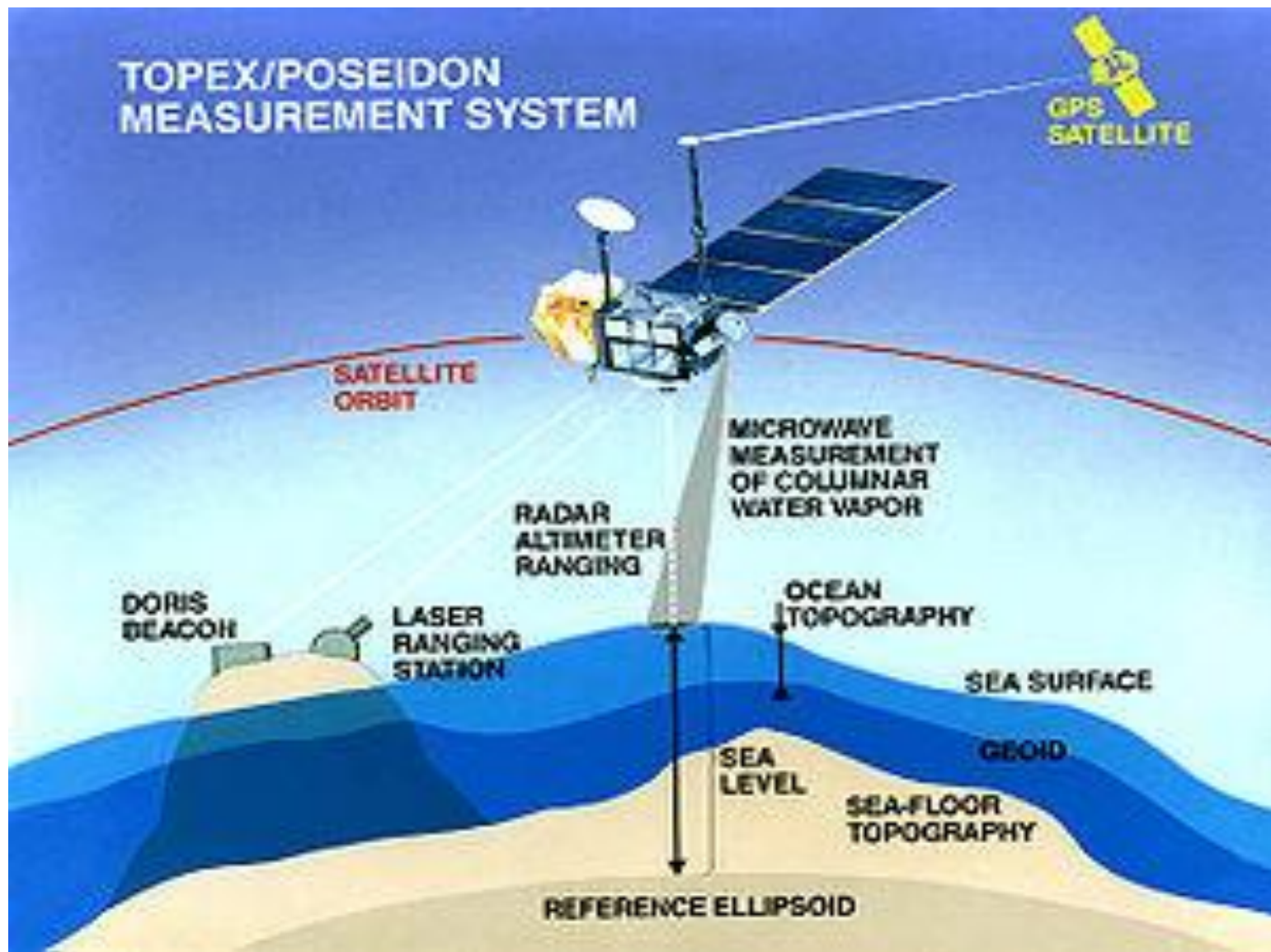


Ondas Internas no Mar de Sulu - Oceano Pacífico - SEASAT

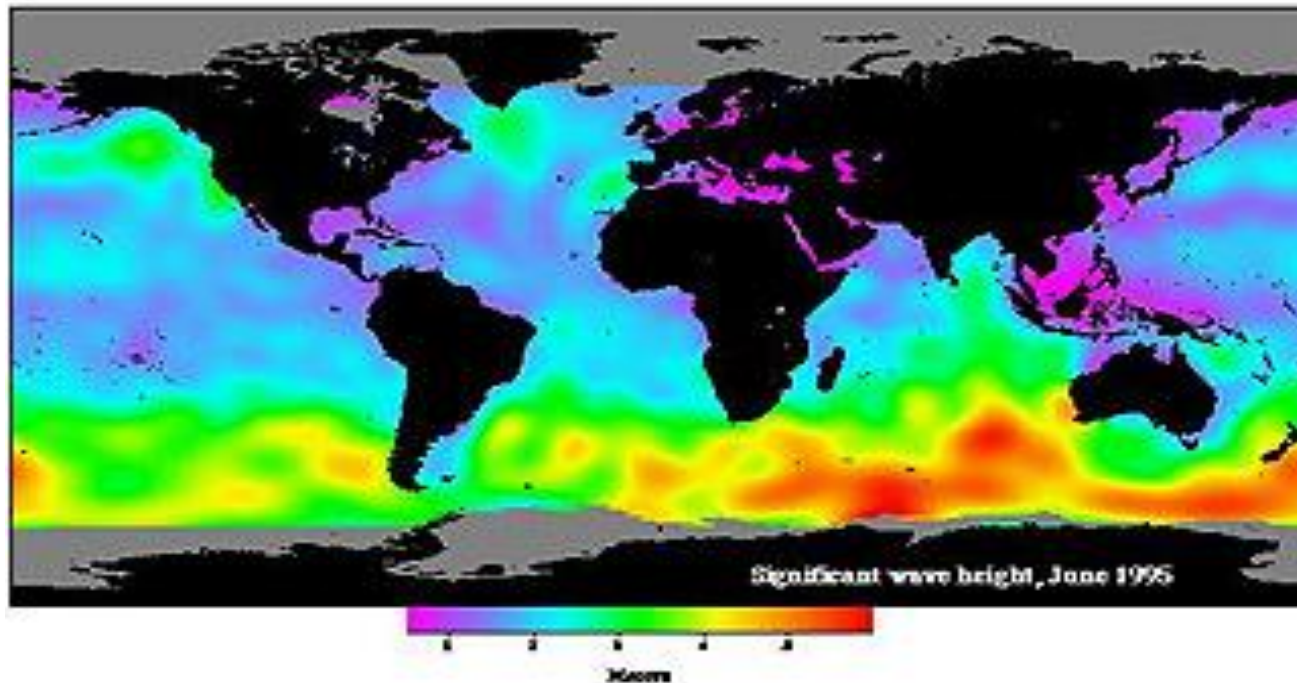
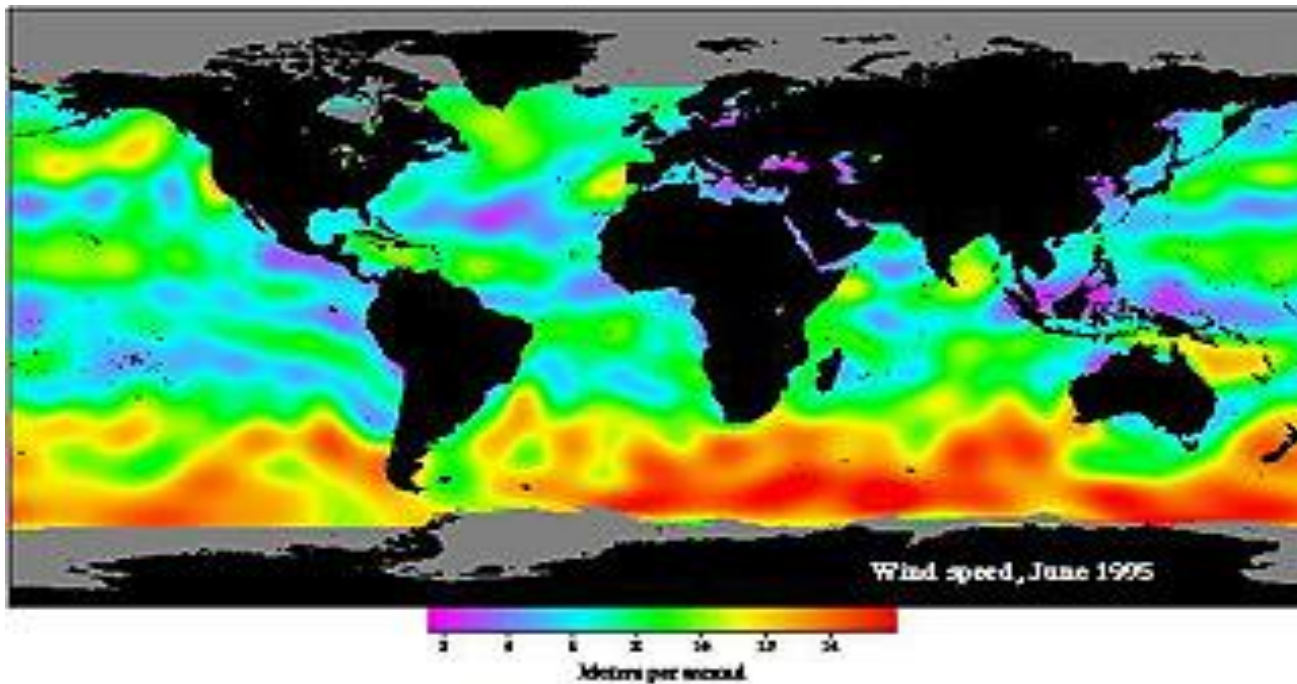
TOPEX / Poseidon

Lançado em 1992, o **TOPEX/Poseidon** foi uma missão conjunta entre a agência espacial NASA, dos Estados Unidos e a agência espacial CNES, da França, para mapear a superfície topográfica dos oceanos. Esta foi a primeira grande investigação oceanográfica no espaço. A missão **TOPEX/Poseidon** ajudou a revolucionar a oceanografia por provar o valor das observações oceânicas através de satélites. O distinguido oceanógrafo Walter Munk descreveu a missão **TOPEX/Poseidon** como "a mais bem sucedida experiência oceânica de todos os tempos."

A missão mais importante era a de determinar os padrões de circulação oceânica - como o calor armazenado no oceano se desloca de um lugar para outro. Como o oceano detém a maior parte do calor da Terra, oriundo do Sol, a circulação oceânica é uma força motriz do clima. O **TOPEX/Poseidon** tornou possível, pela primeira vez, comparar os modelos informáticos da circulação oceânica global real com observações e utilização dos dados para melhorar a previsão climática.



Esquema do TOPEX/Poseidon



O mapa superior apresenta a velocidade dos ventos e o inferior a altura das ondas durante o mês de Junho de 1995. Observa-se uma correlação entre estes parâmetros: maior velocidade do vento tendem a causar ondas mais altas. TOPEX/Poseidon

Satélite Spot - Satélite SPOT 5

SPOT (*Satellite Pour l'Observation de la Terre*) é um satélite óptico de imagens em alta-resolução, opera do espaço, observando a terra. É controlado pela empresa Spot Image, que fica em Toulouse, França. Foi iniciado pelo CNES (*Centre national d'études spatiales*) em 1970 e desenvolvido em associação com o SSTC (*Serviços técnicos, culturais e científicos da Bélgica*) e o Conselho Nacional Sueco (SNSB). Foi projetado para aprimorar o conhecimento e gerenciamento da Terra, ao explorar seus recursos, detectando e prevendo fenômenos climatológicos e oceanógrafos e monitorando atividades humanas e fenômenos naturais. O sistema **SPOT** inclui uma série de satélites e recursos de controle em terra, para controle, programação e produção de imagens do satélite, e distribuição das mesmas. Os satélites foram lançando com um foguete da ESA, Ariane 2, 3 e 4.

SPOT 1 - lançado a 22/02/1986, com capacidade pan-macromática de 10mm e multispectral de 20mm. Desativado em 31/12/1990.

SPOT 2 - lançado a 22/01/1990, e ainda opera.

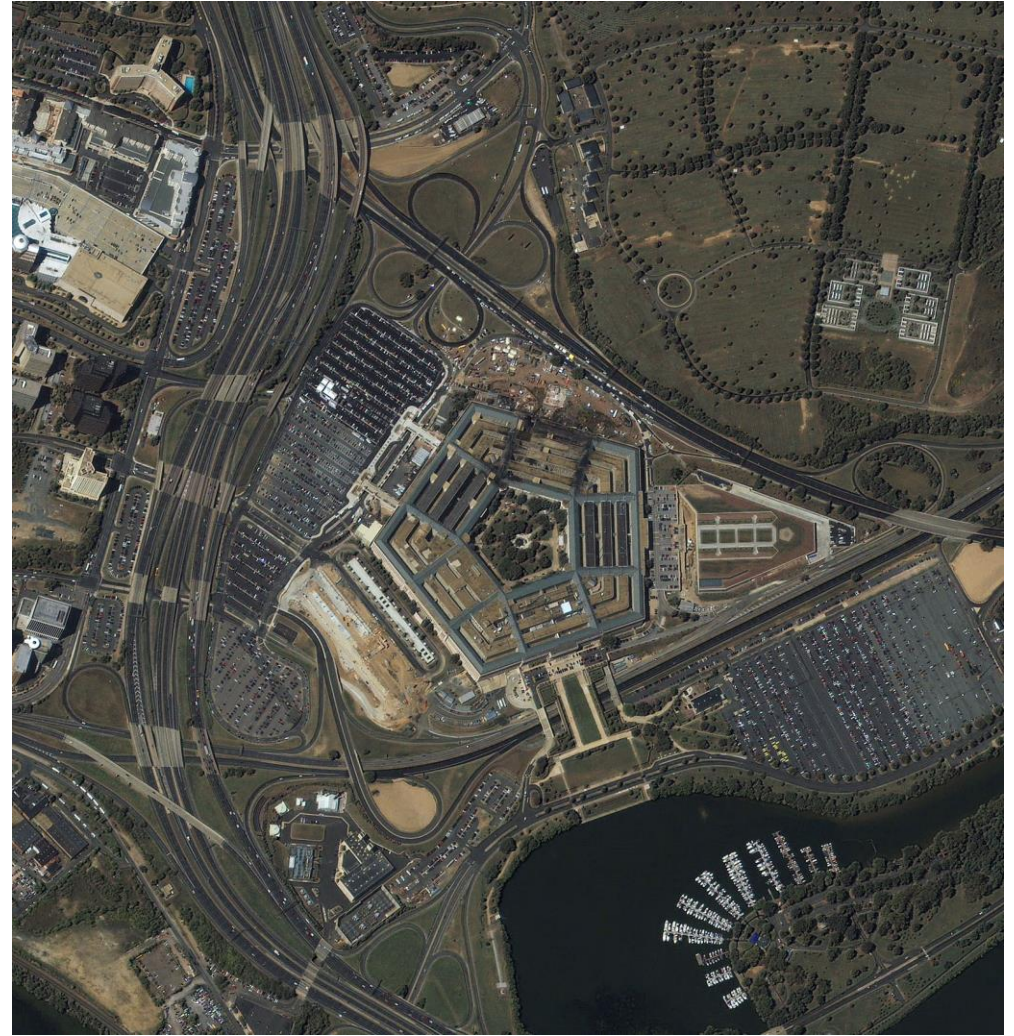
SPOT 3 - lançado a 26/09/1993, parou de funcionar em 14/11/1997.

SPOT 4 - lançado a 4/03/1998

SPOT 5 - lançado a 4/05/2002, com 2,5m x 5m x 10m de capacidade.



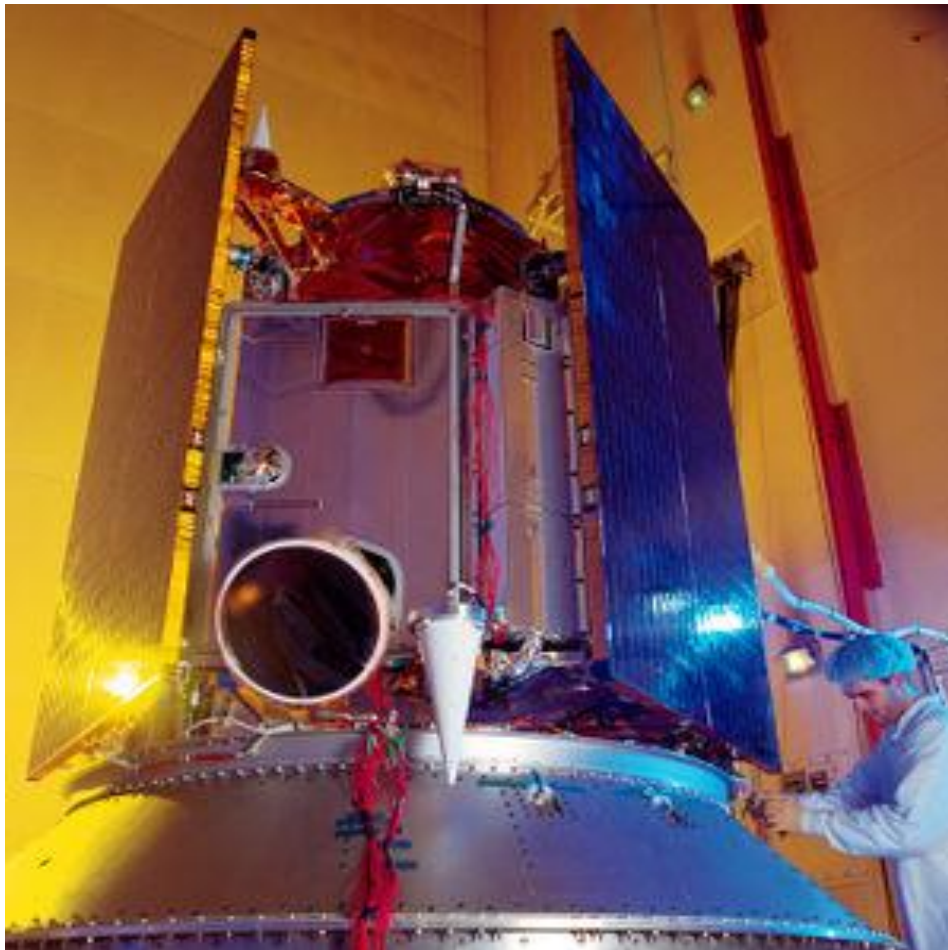
**Imagem SPOT de Nova York
15/09/2001**



**Imagem SPOT do Pentágono –USA 12
2/09/2001**

Satélite IKONOS

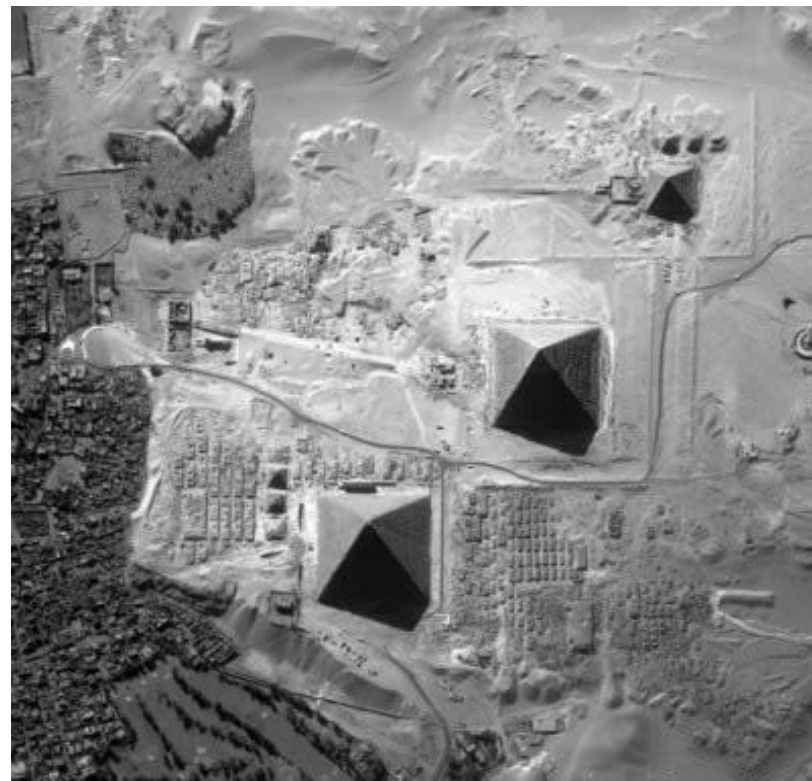
O **IKONOS™** é um satélite de observação terrestre comercial. Foi o primeiro a obter imagens disponibilizadas ao público com resolução 1 a 4 metros por pixel. Permite a obtenção de imagens multiespectrais e pancromáticas. As imagens do Ikonos começaram a ser vendidas em 01/01/2000 pela empresa GeoEye.



Ikonos 2



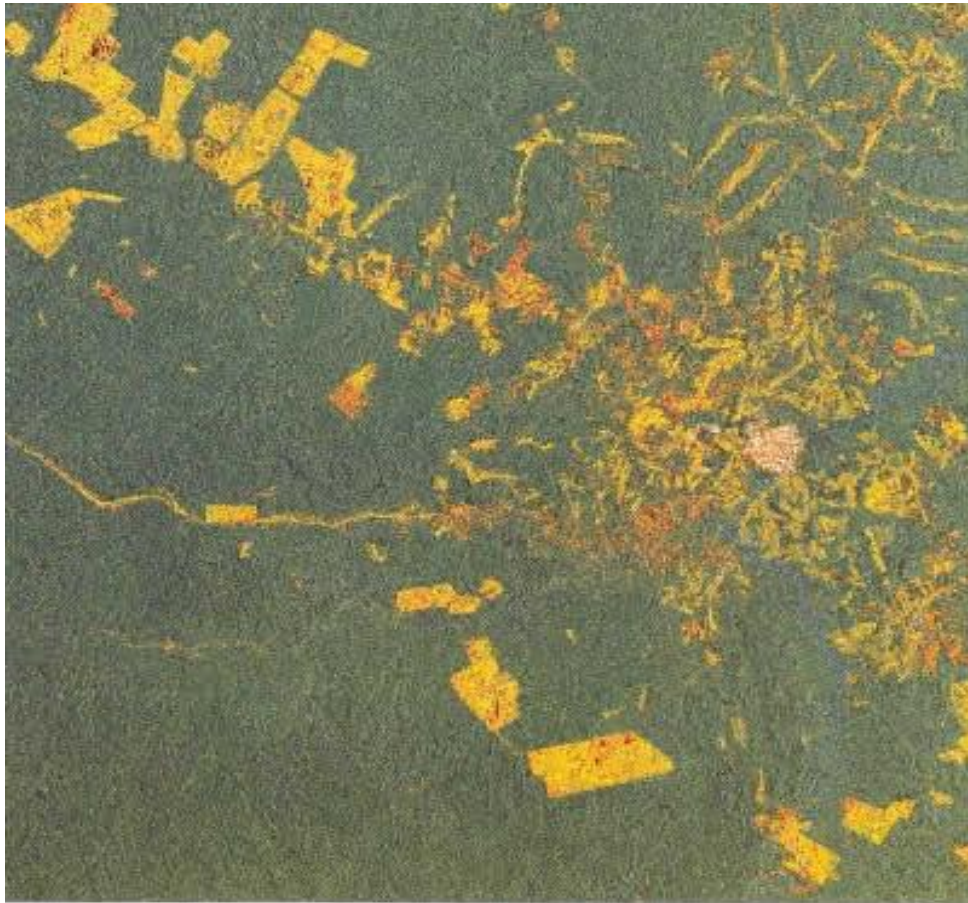
***Imagens IKONOS
Hidrelétrica de Itaipu***



***Imagens IKONOS
Pirâmides do Egito***

Satélite ERS

Os satélites **ERS-1** e **ERS-2** foram construídos pela indústria europeia sob a direção da Agência Espacial Europeia (ESA). Os satélites foram lançados em 1991 e 1995, respectivamente. Estão equipados com um sistema de microondas ativo que permite obter dados através de nuvens espessas e durante a noite. Um dos instrumentos, o **difusiómetro**, mede a direção e velocidade do vento sobre os oceanos; outro sensor, o **altímetro**, mede a altura das ondas. No entanto, o sensor mais conhecido é talvez o **radar de abertura sintética** (*Synthetic Aperture Radar ou SAR*), que capta imagens da superfície e cujos dados podem ser utilizados na cartografia. No entanto, a interpretação de uma imagem SAR é muito diferente da obtida por um sensor óptico ou de infravermelhos. As **imagens SAR** não mostram cores mas fornecem informações ligadas à irregularidade da superfície. Para um sensor SAR, uma superfície do mar com ondas médias ou altas provocadas pelo vento é um exemplo de superfície irregular, enquanto que o mar calmo ou com pequenas ondas representa uma superfície lisa. Em terra, uma floresta é uma superfície irregular e aparecerá numa cor clara, enquanto que um relvado ou uma auto-estrada aparecerão numa cor escura, já que representam superfícies relativamente lisas para o radar.



***Imagem do Satélite ERS-1
(instrumento SAR), região Rio
Branco/Acre, 1992.***



***Imagem ERS-1 do noroeste
da Holanda
Observa-se, sobre o
continente o padrão regular
das regiões agrícolas***

Satélite ENVISAT

Em primeiro de Março de 2002, a Agência Espacial Européia lançou o ENVISAT, um satélite avançado de Observação da Terra na órbita polar, que irá fornecer medições da atmosfera, do oceano, do solo e do gelo durante os próximos cinco anos, pelo menos. Os dados do **ENVISAT** servirão de apoio às investigações científicas sobre a Terra e irão permitir a monitoramento das alterações ambientais e climáticas. Além disso, os seus dados irão facilitar o desenvolvimento de aplicações operacionais e comerciais.

O radiômetro **AATSR** (*Advanced Along Track Scanning Radiometer*) estabelece a continuidade dos conjuntos de dados do ATSR-1 e ATSR-2 (*da série ERS*) para obter medições precisas da temperatura da superfície do mar (0,3K ou melhor), para facilitar a investigação climática e para utilizações operacionais e científicas.

Um radar **ASAR** (*Advanced Synthetic Aperture Radar*), a funcionar na banda C, garante a continuidade dos dados depois do ERS-2. É caracterizado pela sua maior capacidade em termos de cobertura, gama de ângulos de incidência, polarização e modos de funcionamento. Os aperfeiçoamentos permitem direccionar a elevação do feixe do radar e seleccionar diferentes zonas exploradas com uma largura de 100 ou 400 km.



Imagem ASAR abrangendo a Península Antártica, que se estende por 1000 km de sul a norte e está situada entre o Mar de Bellingshausen a oeste e o Mar de Weddell a este. Esta é uma região que sofreu um excepcional aquecimento atmosférico desde a década de 1950 sendo, por isso, de interesse fulcral para a investigação das mudanças globais. Ao longo dos últimos 50 anos, observou-se um aumento de 2,5°C na temperatura média nas estações climáticas da Península. Isto originou o recuo e a fragmentação de várias plataformas de gelo, culminando no colapso das duas partes norte da Plataforma de Gelo Larsen em Janeiro de 1995 (Larsen A) e em Março de 2002 (Larsen B). O lançamento do Envisat em 1 de Março de 2002 ocorreu mesmo a tempo de captar a dramática fragmentação da Larsen B.



A primeira observação do MERIS captou uma enorme massa de fitoplâncton produzida por um mecanismo de "upwelling" (subida natural das águas profundas) ao longo da costa da Mauritânia. A resolução sem precedentes permite a detecção de estruturas de pequena escala. Nessas zonas de "upwelling", os ventos alísios de nordeste fazem com que as águas profundas, ricas em nutrientes, subam à superfície, alimentando o fitoplâncton. As mudanças no clima afetam a intensidade do "upwelling" com importantes consequências para os ecossistemas marinhos, a pesca e a economia



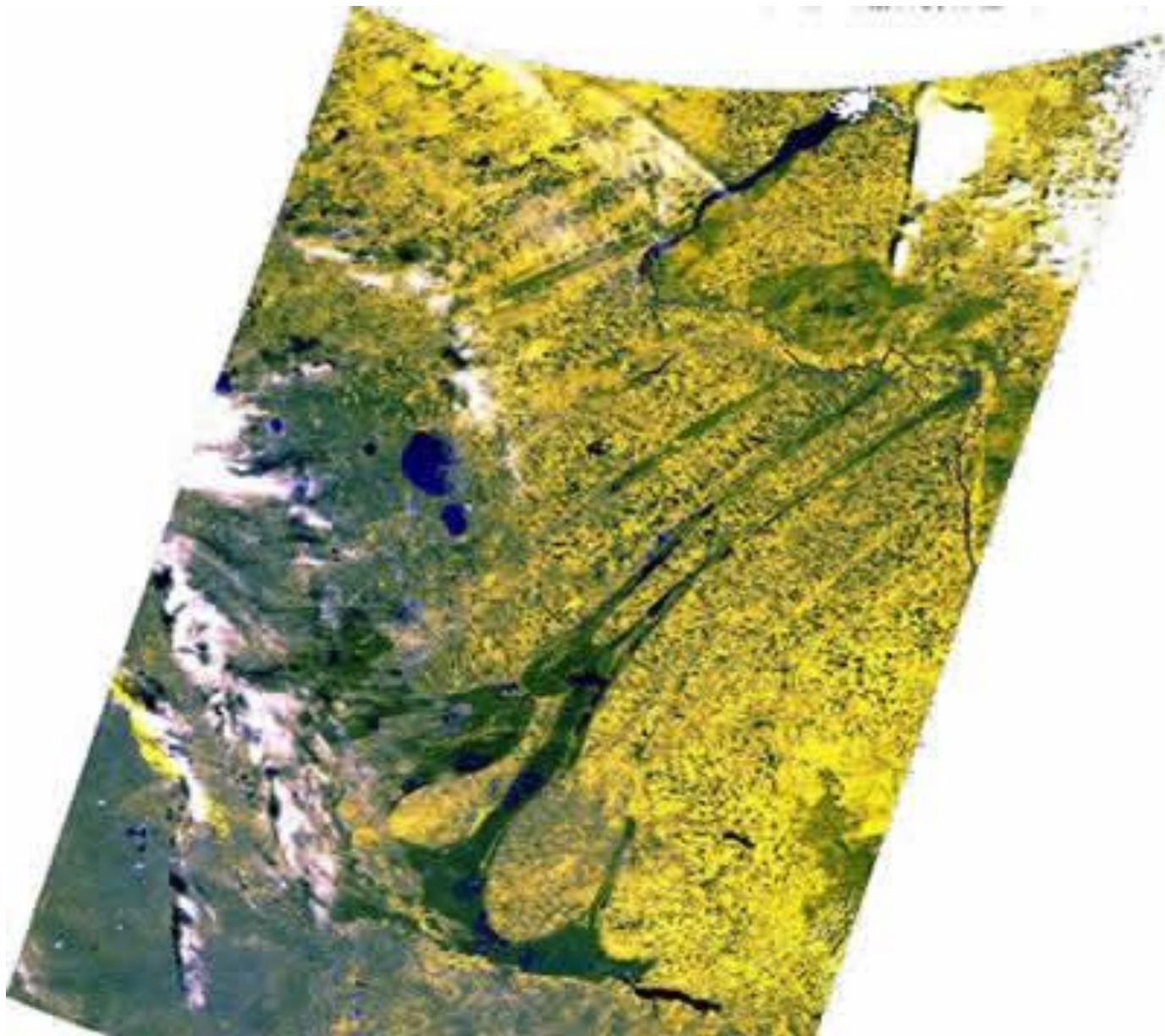
***Imagem do Envisat
MERIS do recife de
barreira, fora da costa
de Queensland -
Austrália, centrada na
península de York do
Cape. Obtida em 19
agosto 2004. Cortesia
da foto do ESA.***

Satélite RESURS

União Soviética e, mais tarde, a Rússia, desenvolveu os satélites **RESURS**, que se encontram em órbita desde 1985. Estes satélites estão equipados com scanners com quatro canais, nas gamas visível e de infravermelhos próximos e um canal de infravermelhos térmicos. Como o satélite **RESURS** possui uma grande cobertura de área, digitalizando uma faixa com 600 km de largura, as mesmas áreas podem ser digitalizadas em curtos intervalos (*por ex. 4 dias no Equador e 2 ou 3 dias na Europa*).

Ao mesmo tempo, o sensor possui uma resolução espacial de 160 m, para que possa ser utilizado na cartografia detalhada de vastas áreas. O **RESURS** vem preencher uma lacuna nas capacidades de sensores semelhantes. De fato, o satélite NOAA é capaz de cobrir grandes áreas, mas apresenta um nível de detalhe limitado (*resolução de 1 km*), enquanto que os satélites LANDSAT e SPOT possuem uma cobertura de área limitada, mas têm uma elevada resolução espacial (*resolução de 10, 20, 30 m*).

O **RESURS** é um sensor muito importante para estudos regionais. Os dados do LANDSAT e SPOT oferecem um nível de detalhe elevado em pequenas áreas chave, enquanto que os dados do NOAA proporcionam uma visão geral de grandes áreas, que podem incluir elementos como a desflorestamento, a desertificação, o desenvolvimento agrícola, a extensão de superfícies cobertas pela neve ou pelo gelo, cheias e fogos florestais, em escalas de 1:500.000 e 1:1.000.000.

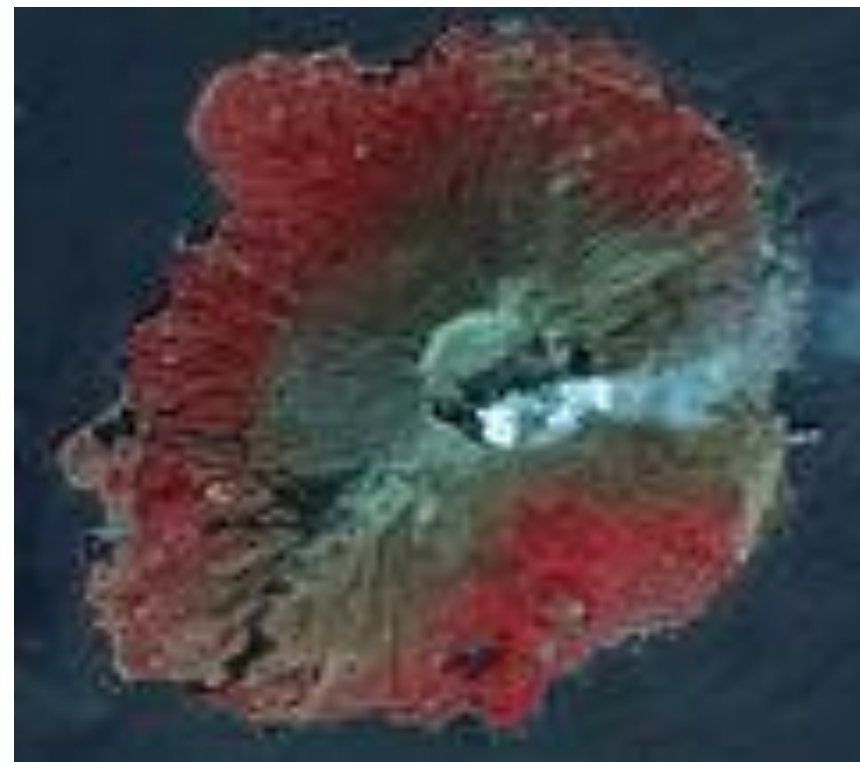


***Imagem do
Satélite RESURS-
01-3 (Sensor MSU-
sk), Região da
Sibéria.
Data: 27/06/1998.***

Satélite QUICKBIRD

O **QuickBird** foi lançado da base das Forças Aéreas de Vandenberg, Califórnia, a 18 de Outubro de 2001. O QuickBird é o satélite comercial de mais alta resolução em funcionamento.

O **QuickBird** gira à volta da Terra a uma distância de 600 km (*cerca de 372 milhas*). O sensor do **QuickBird** (*uma câmara de alta resolução*) reúne imagens da superfície da Terra durante o dia. O sistema recolhe dados pancromáticos de 61 cm e estereoscópicos multi-espectrais de 2,5 m. O QuickBird foi concebido para cobrir grandes áreas com grande eficácia e precisão. O satélite **QuickBird** consegue captar anualmente mais de 75 milhões de quilômetros quadrados de dados de imagens (*mais de três vezes o tamanho da América do Norte*). Os dados contribuirão para aplicações de cartografia, planeamento agrícola e urbano, investigação meteorológica e vigilância militar.



Esta é uma imagem multispectral (bandas 4, 3 e 2) de falsa cor e de 2,44 m, do vulcão Miyake-jima, obtida pelo QuickBird em 14 de Março de 2002; a combinação de bandas de cores falsas revela o forte contraste entre as regiões com e sem vegetação no vulcão, causadas por fluxos de lava recorrentes. Situada a cerca de 200 km a sul-sudoeste de Tóquio, a ilha circular de Miyake-jima eleva-se cerca de 1100 m sobre o solo marinho e estende-se aproximadamente por 8 km de diâmetro ao nível do mar. A erupção de 2000 ainda estava a decorrer em Abril de 2002. Imagem cortesia de [DigitalGlobe](#)



Imagem QUICKBIRD - Fernando de Noronha.



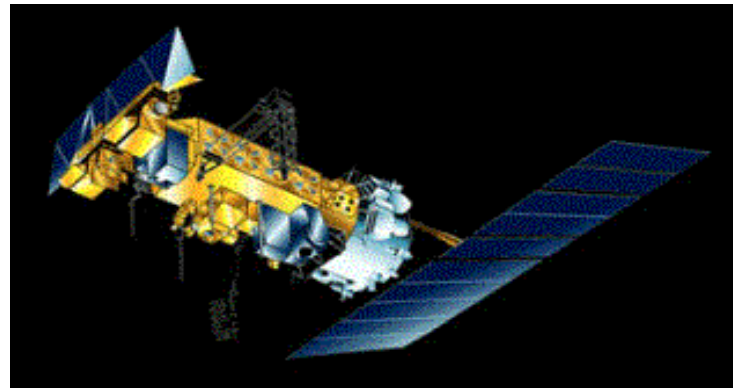
Imagem QUICKBIRD - Parque do Ibirapuera, São Paulo.

Satélite NOAA

A família de satélites **NOAA** (*National Oceanic Atmospheric Administration*), administrada pelo National Environmental Satellite and Information Service (NESDIS), foi iniciada em 1960 com os satélites da série TIROS e realizou o lançamento de mais de uma dezena de satélites e diversos instrumentos operacionais (*sondas e imageadores*). Esta série gera diariamente observações globais de padrões meteorológicos e condições ambientais na forma de dados quantitativos.

Os satélites da série **NOAA** são de órbita polar e orbitam a terra a uma altura aproximada de 860 km. Os satélites dessa série, possuem um sensor chamado **AVHRR**, que no ponto sub-satélite, possui resolução espacial de aproximadamente 1km x 1km. Eles fornecem imagens de excelente qualidade.

A partir das imagens desses satélites é possível gerar produtos que são extremamente úteis para a previsão do tempo e do clima, bem como realizar o monitoramento das condições ambientais que influenciam o clima.



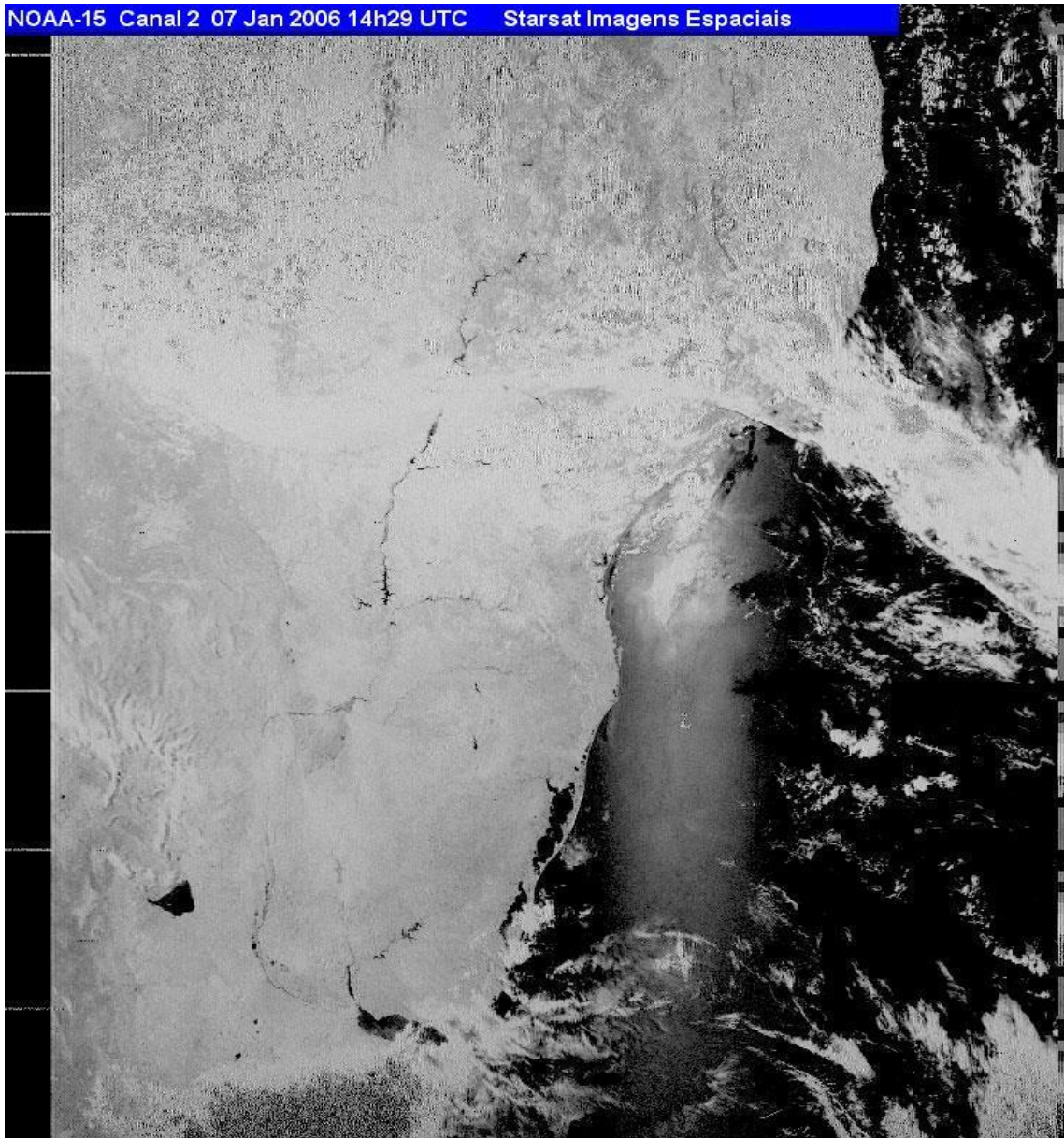


Imagem NOAA - 07/01/2006. As barras de telemetria, zebradas, nas margens da imagem, são informações de calibragem de temperatura. Os traços brancos sobre fundo preto são as linhas de tempo. Durante a órbita, a cada minuto é enviado 1 traço branco usado como referência temporal.

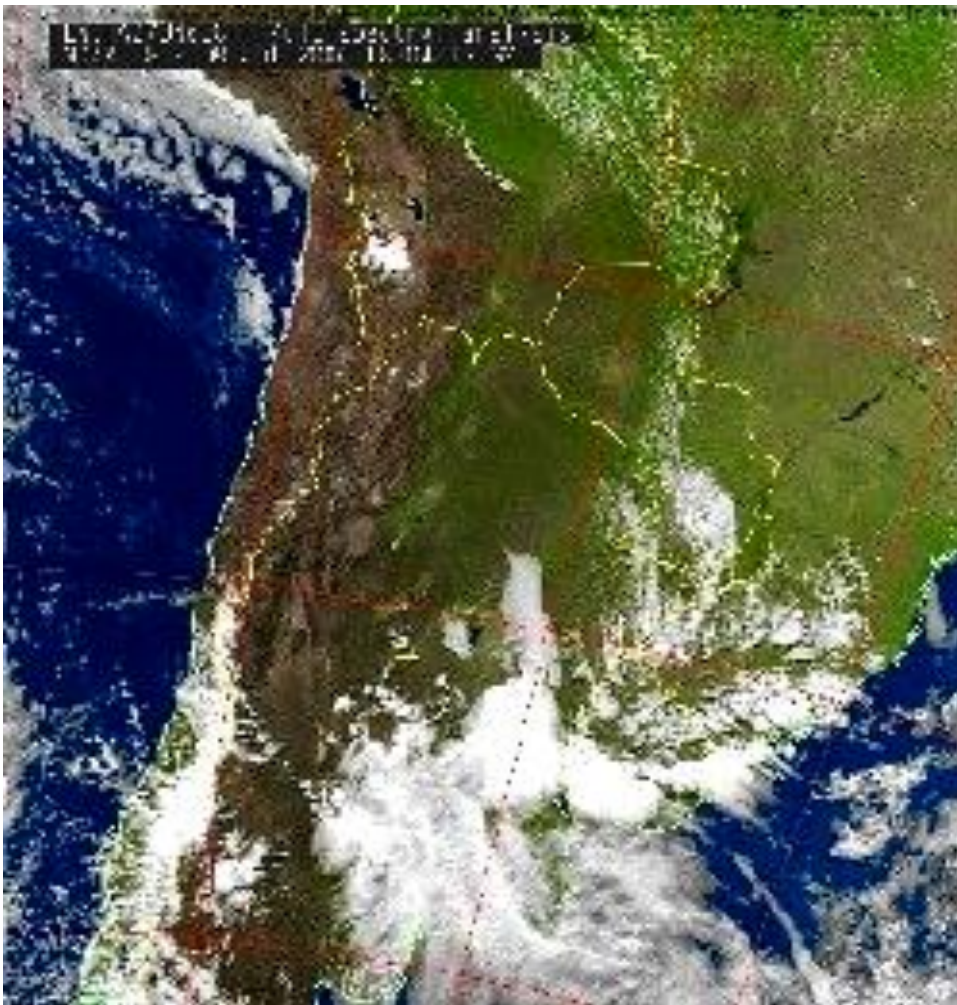


Imagem do Satélite NOAA

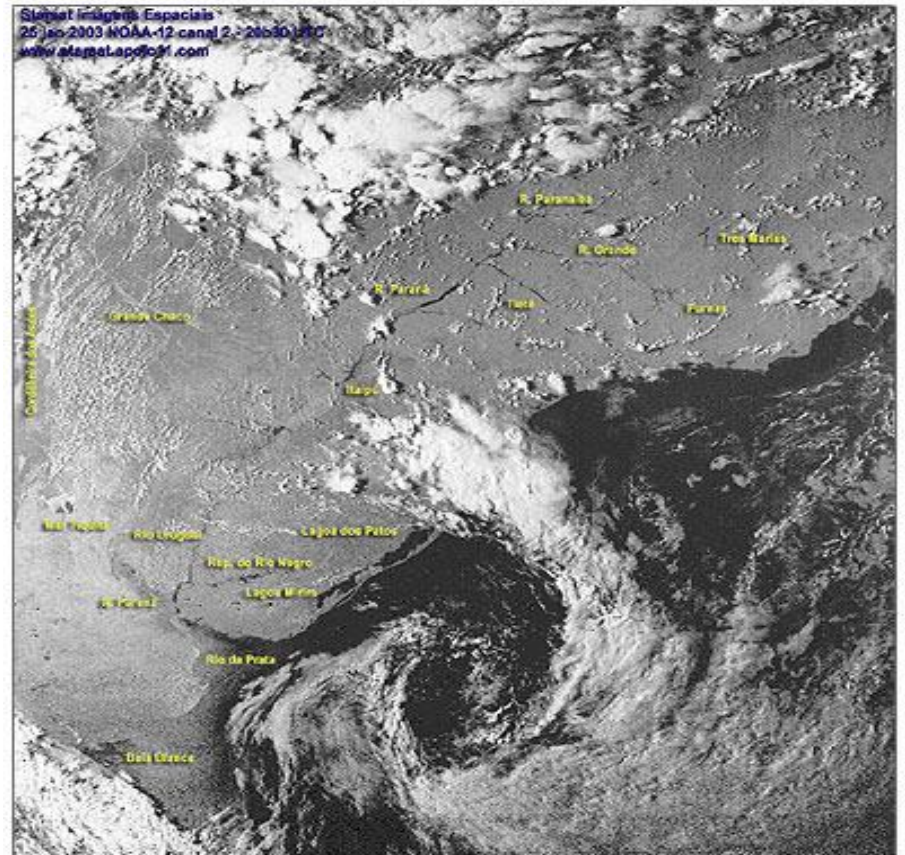


Imagem NOAA. Além de um ciclone extratropical localizado sobre o Atlântico, diversos detalhes geográficos podem ser vistos nesta cena, entre eles as lagoas dos Patos e Mirim no Rio Grande do Sul e as bacias hidrográficas dos rios Paraná e Uruguai nas Regiões Sul e Sudeste.

Satélite RADARSAT

O **RADARSAT-1**, desenvolvido pelo Canadá para monitorar mudanças ambientais e características dos recursos naturais foi lançado em 04 de novembro de 1995. Este satélite opera com **radar SAR** (*Radar de Abertura Sintética*) na banda C e é capaz de cobrir toda a superfície terrestre, com flexibilidade para atender requisições específicas, dependendo do modo de operação do radar, além de adquirir e oferecer imagens com resolução espacial de 9 m em modo fino. Trata-se de um dos mais sofisticados e completos sistemas de radar para monitoramento dos recursos naturais do planeta. O satélite **RADARSAT-2**, lançado no final de 2005, foi desenhado para oferecer uma extensa lista de padrões adicionais com aprimoramento na resolução e na seleção de opções de polarização.

Imagem RADARSAT, Baía da Guanabara/RJ – 2004



Satélite JERS

O satélite **JERS-1**, lançado em 1992 pela NASDA (*National Space Development Agency of Japan*) deixou de operar em 1998, no entanto representou um importante investimento do capital japonês no monitoramento ambiental do planeta, juntamente com a plataforma ADEOS que foi lançada em 1996.

O **JERS-1** operou com um radar de abertura sintética (SAR) e um sensor óptico (OPS), capazes de monitorar a superfície terrestre em sua totalidade e com uma excelente resolução.

Principais Aplicações

- Impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente;
- Monitoramento de fenômenos naturais;
- Mapeamento da estrutura geológica da superfície;
- Deteccção de umidade no solo;
- Densidade arbórea



Imagem JERS do Japão

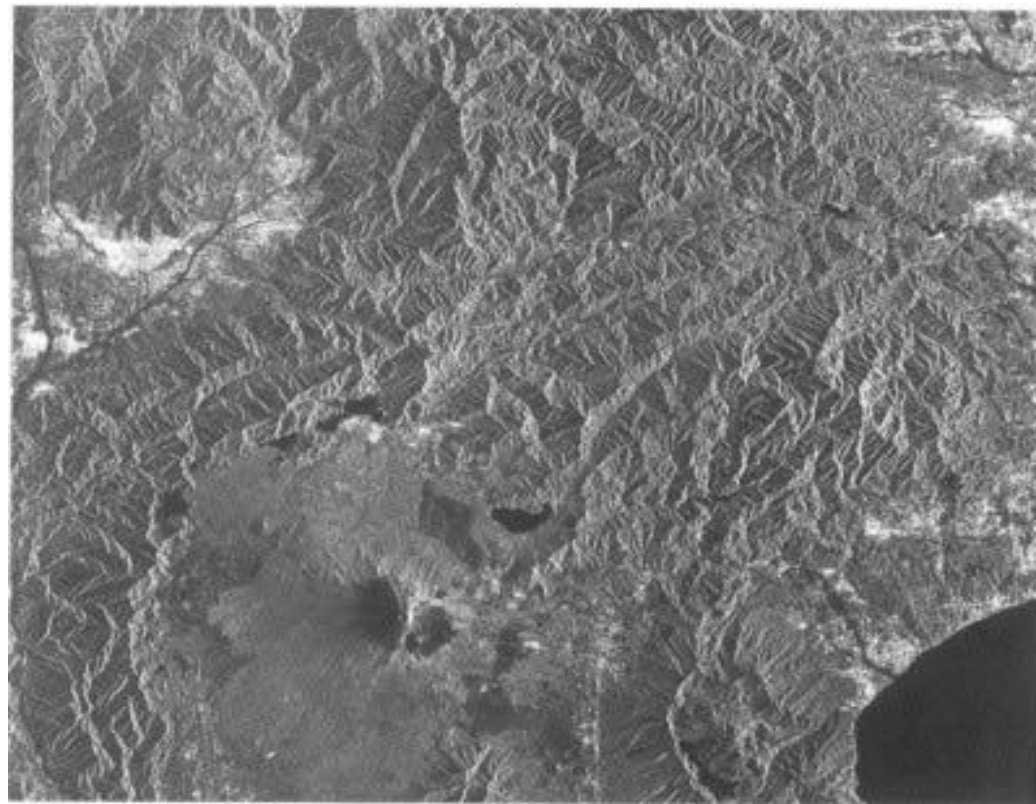


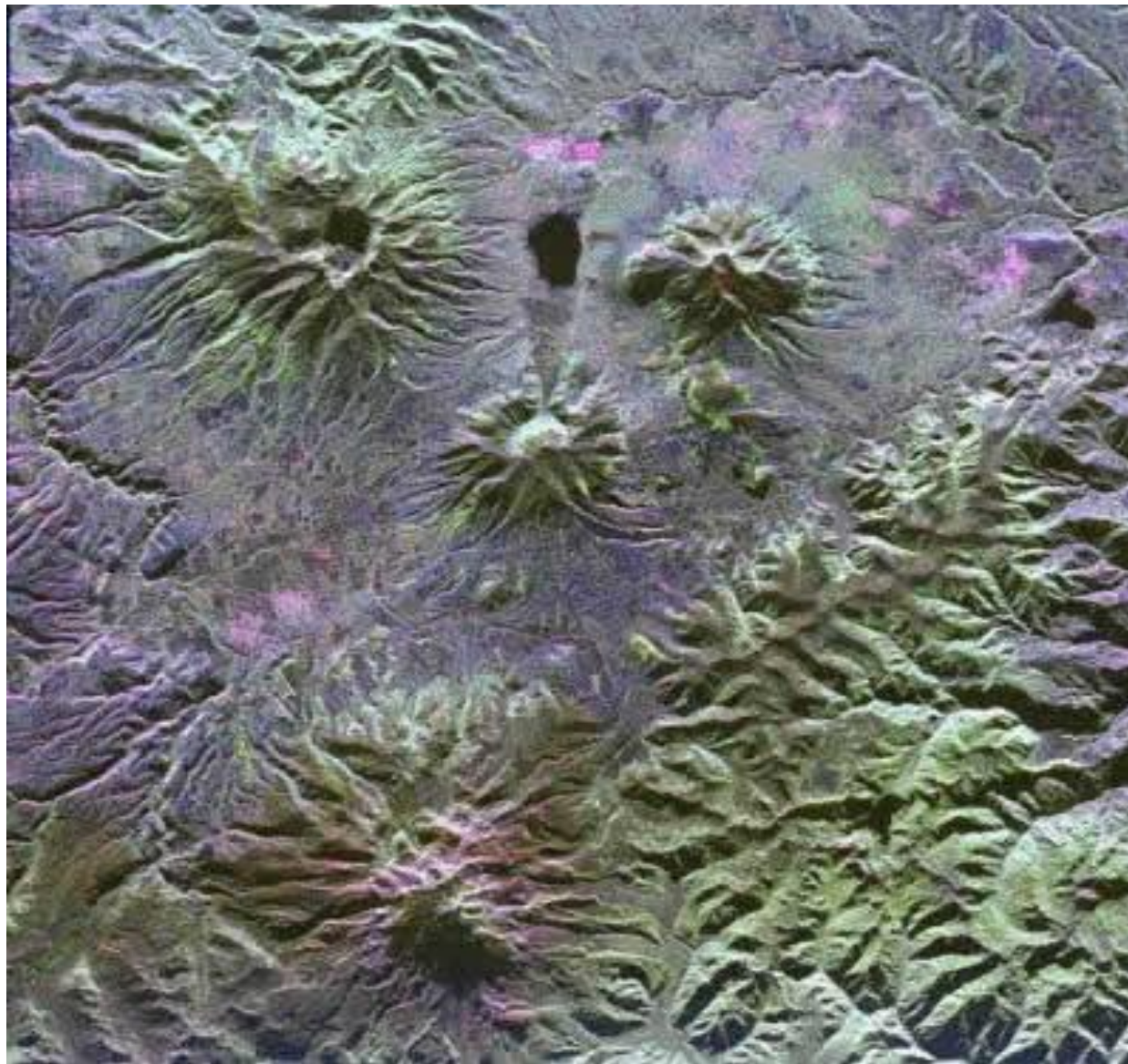
Imagem JERS do Japão, Monte Fuji (1992)

Satélite SIR

O **SIR-C** faz parte de uma série de iniciativas ligadas aos satélites radares, iniciada em 1978 com o SEASAT, dando continuidade com o SIR-A em 1981, com o Germany's Microwave Remote Sensing Experiment em 1983 e com o SIR-B em 1984. O **SIR-C/X-SAR** (*Spaceborne Imaging Radar SIR-C/X-SAR band Synthetic Aperture Radar*) foi lançado a bordo do Space Shuttle, um dos ônibus espaciais americanos, em 1994 e é administrado pelas Agências Espaciais Americanas (NASA), Alemã (DARA) e Italiana (ASI). Consiste de uma antena radar e um sistema de hardware associado. As imagens geradas por esse instrumento auxiliaram cientistas no entendimento de processos que afetam o meio ambiente terrestre, tais como o desflorestamento na Amazônia e a desertificação no sul do Saara.

Principais Aplicações

- Monitoramento de fenômenos naturais;
- Tipo de vegetação, extensão e desflorestamento;
- Umidade do solo;
- Dinâmica dos oceanos, ondas, velocidade e direção dos ventos na superfície do mar;
- Atividades vulcânicas e tectônicas;
- Erosão e desertificação do solo.



***Imagem de Radar do Satélite SIR-C.
Vulcões da Cordilheira dos Andes, região Norte do Equador.***

Satélite TERRA

A plataforma orbital **TERRA** foi lançada em 18 de dezembro de 1999 como parte do programa Earth Observing System (EOS), da NASA e tem por objetivo principal adquirir dados que possam aumentar nossos conhecimentos sobre a dinâmica atmosférica global, sobre a interação terra, oceano e atmosfera. Estes dados começaram a ser coletados em fevereiro de 2000. Atualmente existem três satélites do programa EOS em órbita e planejam-se lançar outros quinze durante os próximos anos. A bordo do satélite TERRA estão os sensores MODIS, ASTER, CERES, MISR e MOPITT.

Principais Aplicações

Radiações e reflexões espectrais da superfície da Terra;

Temperatura da superfície e emissividade;

Mapas digitais de elevação a partir de imagens estereoscópicas;

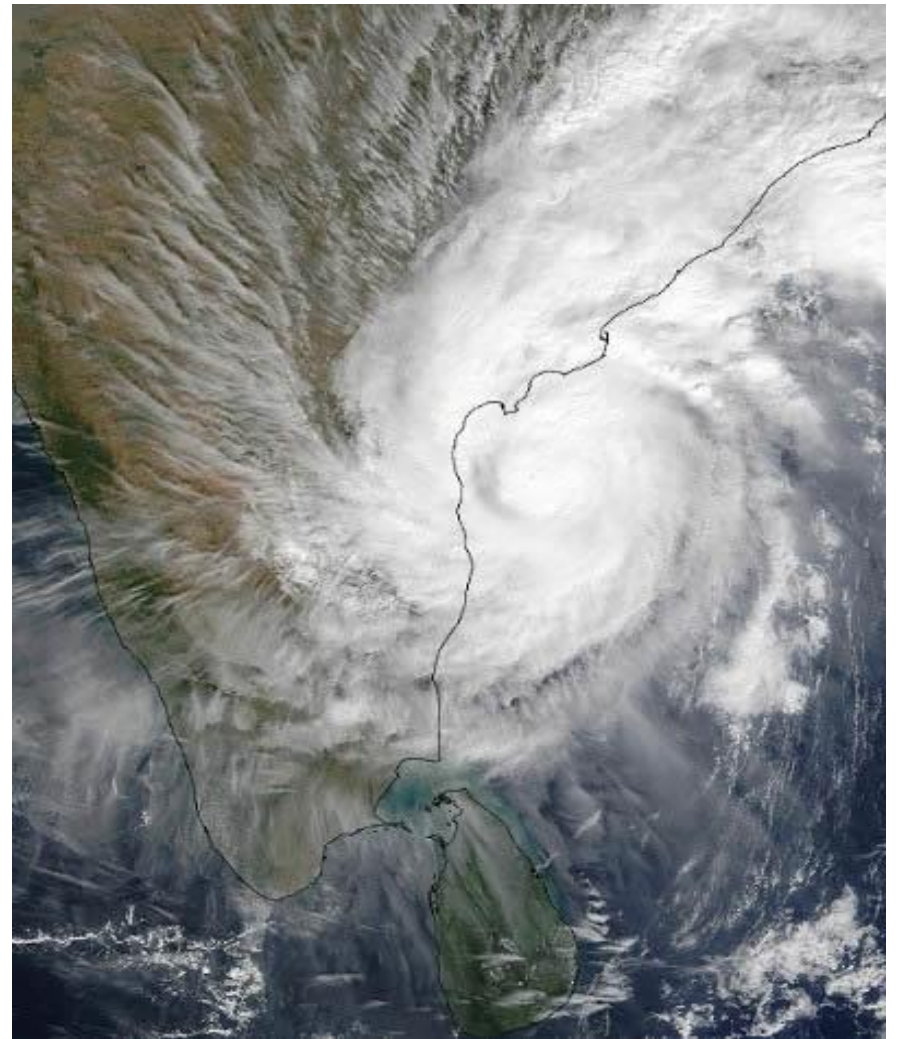
Mapas da vegetação e da composição da superfície;

Observação de desastres naturais;

Monitoramento das mudanças no balanço de energia radiante na Terra;

Mudanças nas superfícies marítima e terrestre e interações com a atmosfera através de trocas de energia, carbono e água.;

Estudos sobre nuvens, vapor d'água, pequenas partículas na atmosfera chamadas "aerossóis".



***Satélite TERRA, sensor MODIS.
Região Nordeste do Brasil. Maio de 2003.
Ciclone Tropical sobre a Índia. Dezembro de 2003.***

Satélite AQUA

O satélite **AQUA**, lançado em 04/05/2002 faz parte do projeto Earth Science Enterprise (*ESE*) da NASA que se propõe a coletar e interpretar dados buscando compreender a dinâmica terrestre e as mudanças globais causadas pela atuação humana ou pela própria natureza. O AQUA segue uma recente tendência em satélites de monitoramento que é a de incluir vários sensores a bordo da mesma plataforma espacial, desenvolvidos por vários países e com distintas aplicações.

Principais Aplicações

- Obtenção de medidas de fluxo de energia radioativa;
- Aquisição de dados de umidade atmosférica;
- Medidas de temperatura da superfície marítima e terrestre;
- Características das nuvens;
- Fluxo de energia radioativa



***Imagem do Satélite AQUA (sensor MODIS) da América do Sul.
Em destaque estão os pontos de desmatamento e focos de
queimadas ocorridos na Floresta Amazônica. Data da
Imagem: 08/11/2003.***