

Geometria Orbital da Terra

- Astro *logia*: estudo, conhecimento
- Astro *nomia*: normas, leis
- Estudo e registro dos movimentos e evolução dos corpos, fenômenos e eventos celestes (astronômicos)

Observação dos corpos celestes

- Noturna e diurna
- Observação dos corpos celestes –brilho, agrupamento, forma, localização,
- Movimentos: aparente (relativo); movimento real;
- Tempo de realização, periodicidade
- Forma (geométrica)
- Uso de equipamentos diversos

Eventos cíclicos de curta e média duração

- Marés
- Lunações
- Sucessão de dias
- Ciclos climáticos
- Eventos biológicos

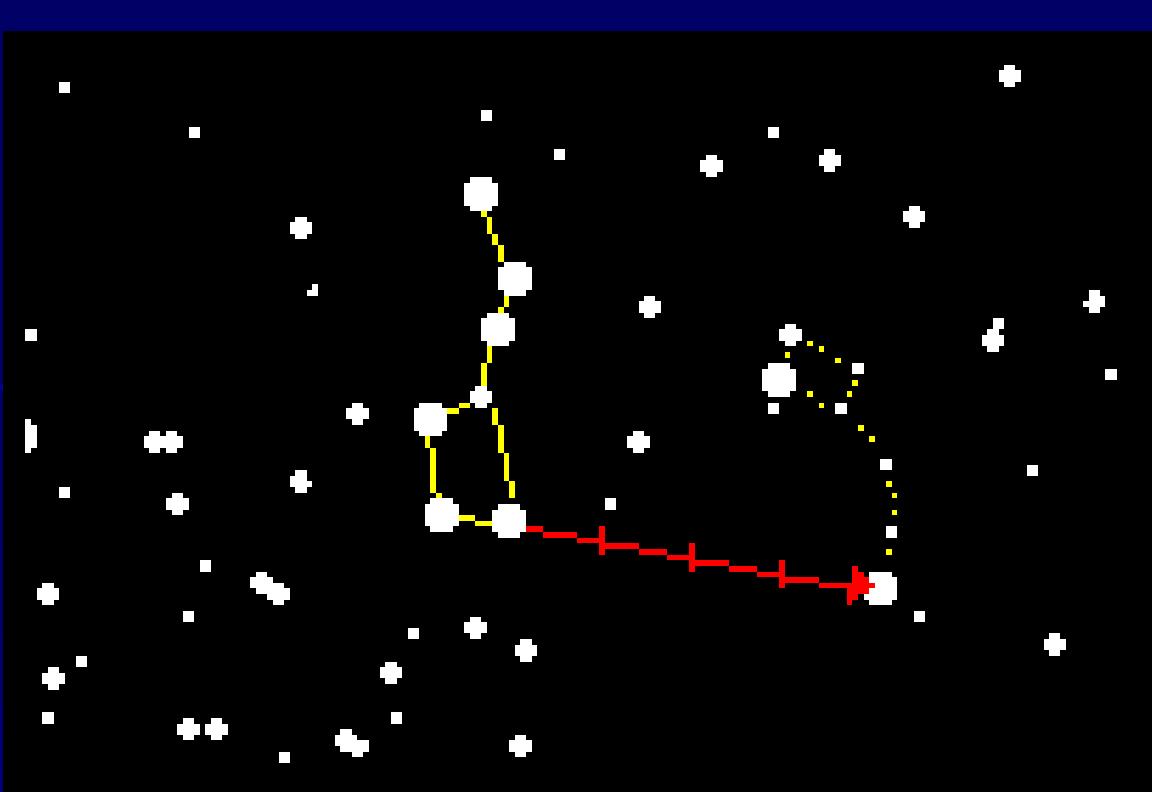
Principais corpos celestes observáveis em movimento aparente:

- Sol
- Lua
- Planetas
- Estrelas (constelações)
- Cometas

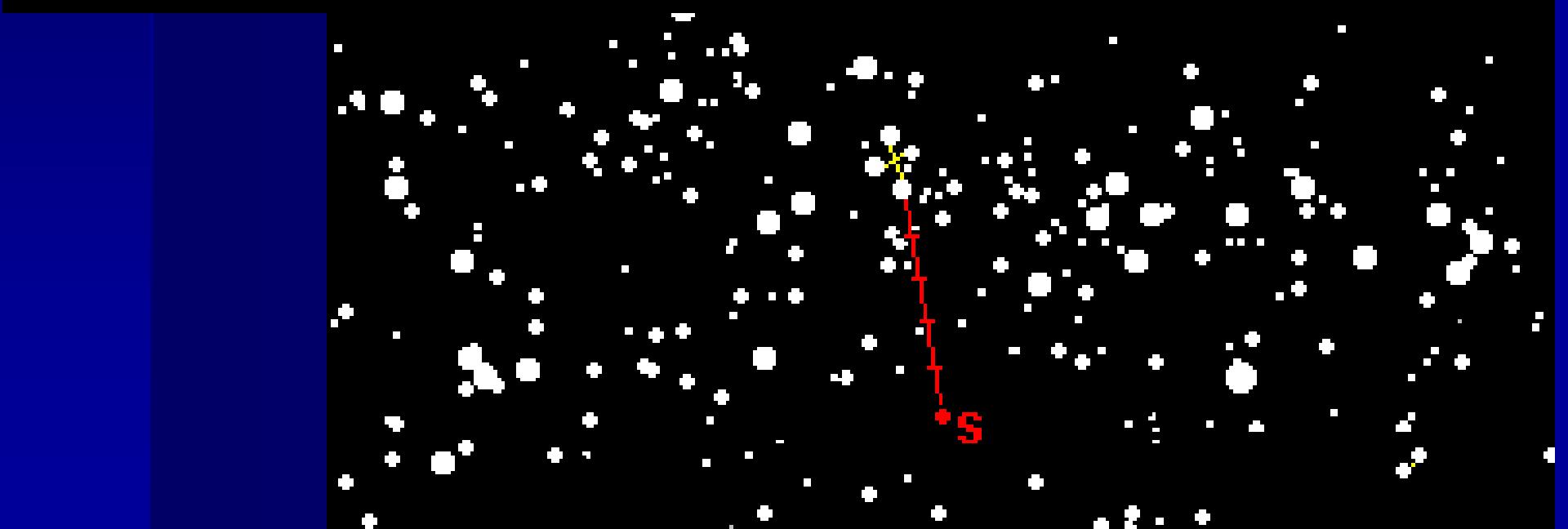
Constelações visíveis e de fácil reconhecimento:

- Orion (dezembro e janeiro)
- Escorpião (junho e julho)
- Ursa Maior (direção norte)
- Cruzeiro do Sul (direção sul)





Ursa Maior e Cruzeiro do Sul



S

Outras constelações



Métodos de observação

- Reconhecimento de padrões.
- Condições/época do ano adequada de observação.
- Relação entre o objeto observado e o sítio de observação: Diferentes possibilidades de observações nos hemisférios terrestre e celestes (Curvatura da terra)
- Identificação, registro, estudo, mapeamento e previsão dos movimentos e eventos celestes (astronômicos).

Aplicações do conhecimento acerca dos movimentos celestes

- Necessidade de previsão de eventos: controle da contagem de tempo, climáticos, biológicos, ecológicos, culturais, outros.
- Desenvolvimento de equipamentos de medição e observação.
- Expansão marítima: orientação para navegações e deslocamento terrestres

Importância do conhecimento sobre os ciclos

- Este conhecimento é essencial ao modo de subsistência e em alguns casos de sobrevivência de seres humanos.

- Alguns alimentos são produzidos por safras, o ciclo e produção depende das condições climáticas, especialmente em condições climáticas



Situações extremas exigem armazenamento prévio



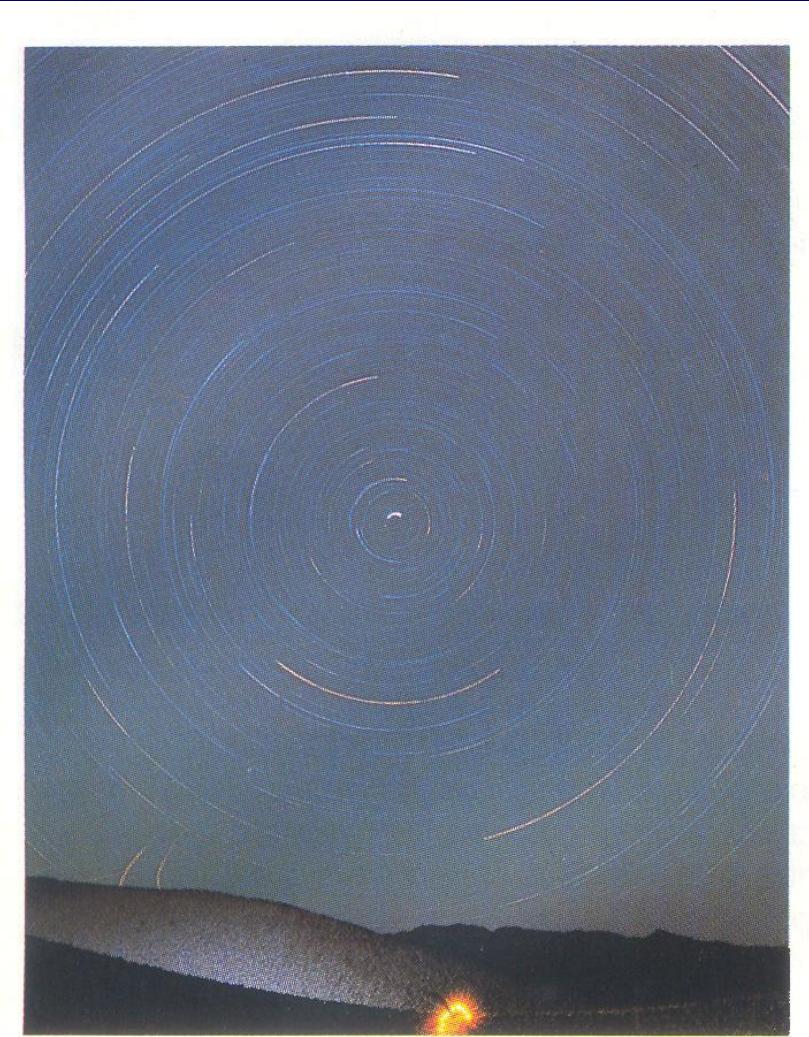
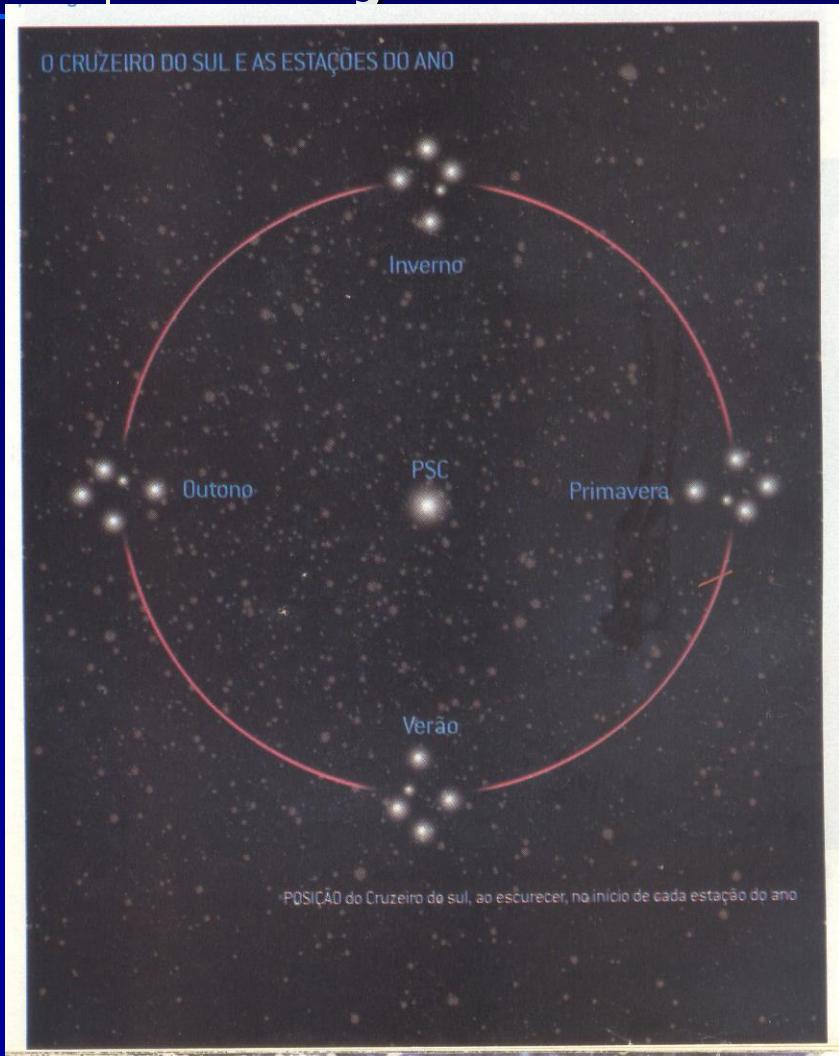
Ciclos interativos

- Muitos organismos tem respostas e comportamentos inatos à progressão dos ciclos, incluindo aspectos fisiológicos.
- Os seres humanos desenvolveram a capacidade de previsão, em especial das mudanças climáticas.
- Diversos sistemas de medidas de tempo são utilizados como referência.

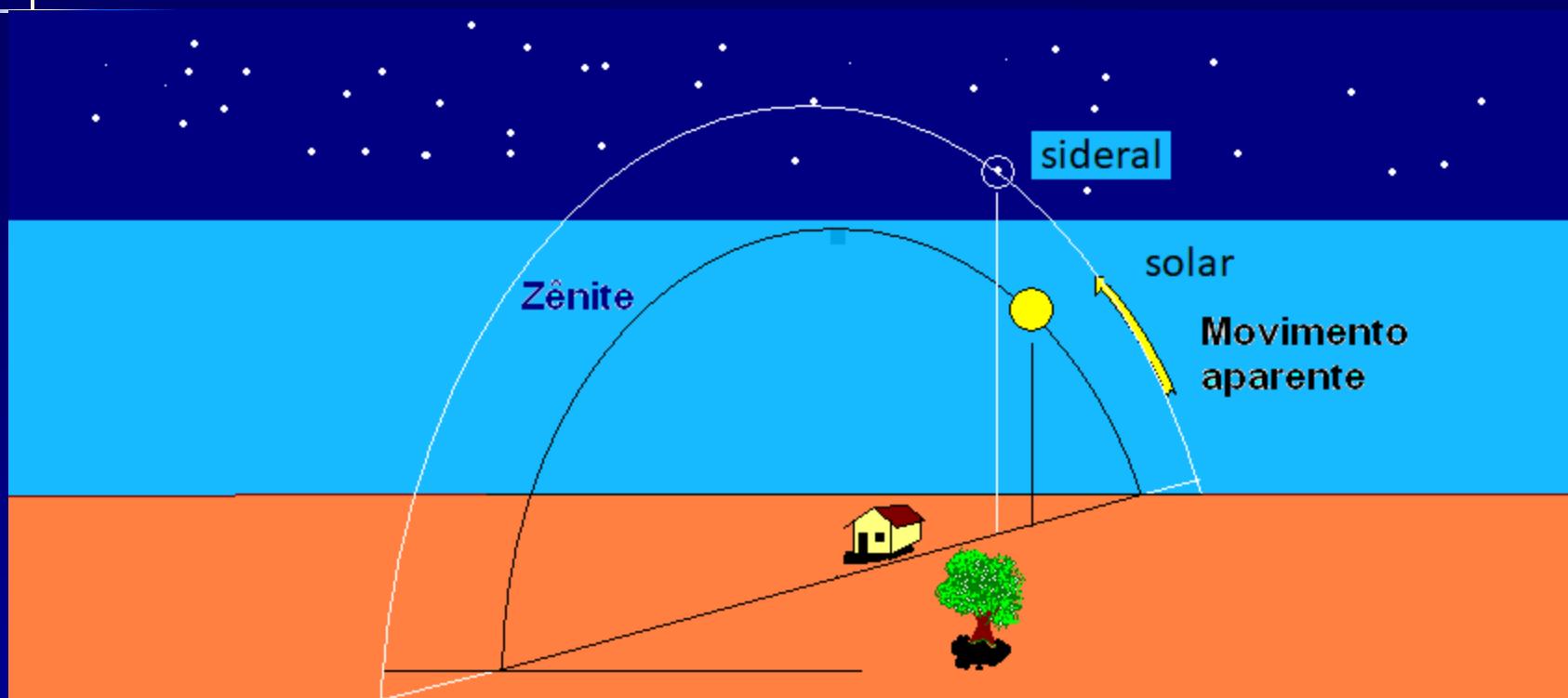
Medidas de Tempo

- Movimento de Rotação da Terra – Dia (alternância entre dia e noite): movimento aparente – o sol a lua e as estrélas “transitam” no céu diariamente.
- Dia Solar – intervalo que o sol leva para assumir a mesma posição no **zênite**.
- Dia Sideral - intervalo que uma estrela leva para assumir a mesma posição no **zênite**. (4 minutos menor que o dia solar.)

Movimento aparente das estrelas em torno dos Polos Celestes — rotação - Dia Sideral



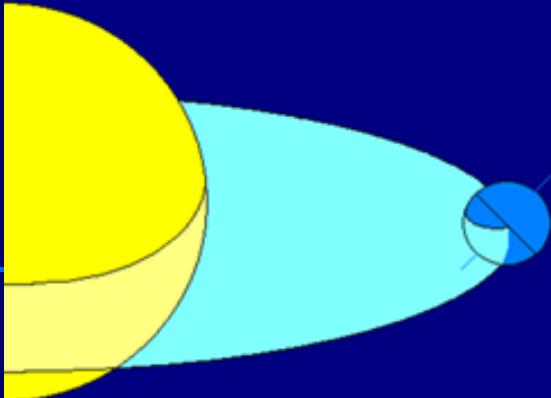
Dia Solar – Dia Sideral



Rotação da Terra

- Duração: 23h 56min 4 segundos, a uma velocidade de 1670km/h.
- Eixo de rotação inclinado – obliquidade - em $23,5^{\circ}$ ($24,5^{\circ}$ – $22,1^{\circ}$) em relação ao plano da órbita.
- A rotação provoca deformação pela ação da força centrífuga: forma de geóide: polos achatados (polo norte mais achatado do que o sul)

inclinação do eixo em
relação à órbita



Maior deformação no PN



menor deformação no PS

Medidas de Tempo - ciclo lunar ou lunação

- Lunação: ciclo das fases da lua, (cheia, crescente, minguante, nova) mês lunar. Dura 29,5 dias.
 - 12 meses lunares e 11 dias = 365 dias – ano lunar.
 - Período noturno: visualização de 12 constelações, entre o anoitecer e alvorecer.

Medidas de Tempo

Translação: a Terra completa uma volta em torno do sol.

- Movimento de Translação – Ano
Duração de 365 dias 6 horas e 9 minutos... (média)
- Ciclo das estações –aproximadamente 4 meses cada estação – ciclo anual
- Ano Solar – período em que o sol leva para nascer na mesma posição no Horizonte.

Características e efeitos dos movimentos da Terra

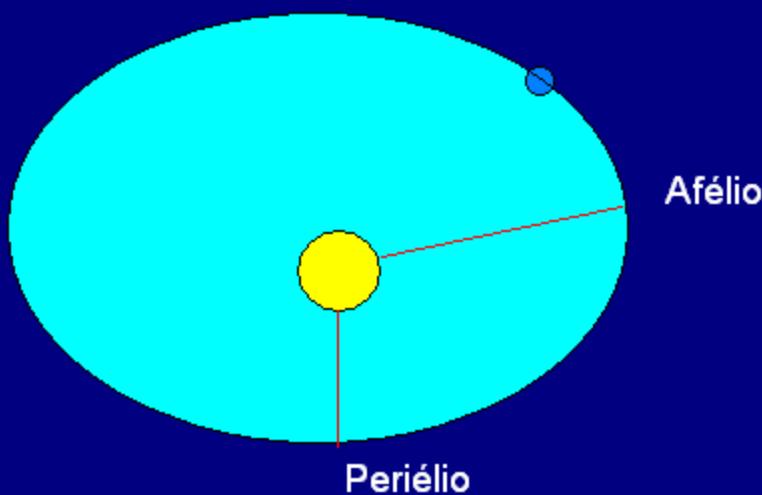
Translação:

- Percurso da Terra em torno do sol recebe o nome de **ÓRBITA**.
- A **Órbita** varia seu formato entre um círculo e uma elipse (desvio de 2% do círculo)– **ELÍPTICA**.
- Elíptica ligeiramente excêntrica em relação ao sol

Distância da Terra em relação ao Sol

- A Terra orbita a uma distância média de 149.600.000 km
- Deformação da órbita 2% (não é um círculo perfeito). Ora se afasta: **afélio** 152 100.000; ora se aproxima : **periélio** 147 100 000
- Plano em que se encontra a Elíptica em relação ao sol – PLANO DA ÓRBITA.

FORMA DA ECLÍPTICA





Figuras geométricas dos movimentos celestes

- Círculos,
- Elipses
- Retas
- Projeções
- Segmentos de círculos
- Ângulos

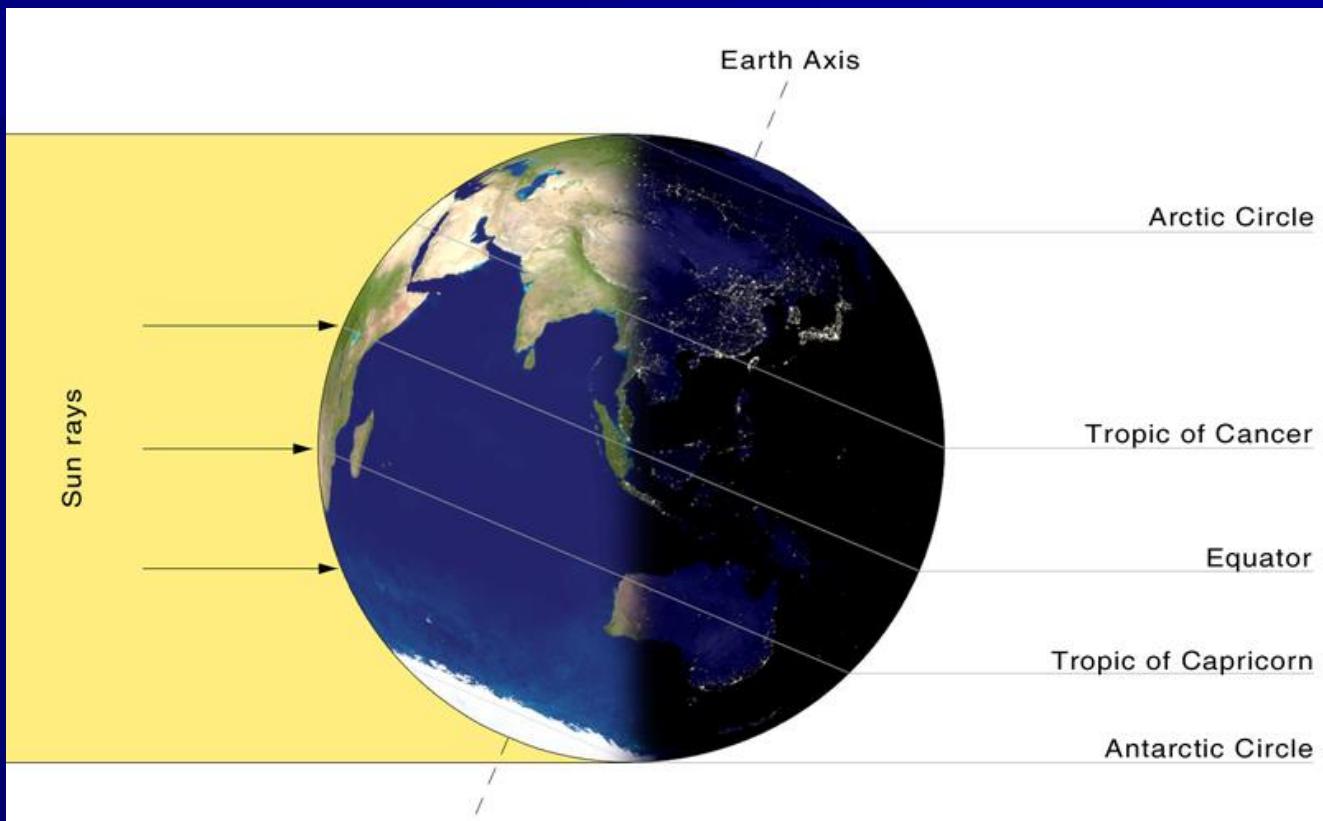
Combinação de efeitos:

- Forma da terra
- Rotação
- Inclinação do eixo
- Translação

Delimitação das regiões climáticas

- Devido à curvatura da superfície do planeta, a luz do Sol incide sobre a Terra de formas: perpendicular, inclinada, e tangencial.
- Os ângulos de incidência determinam a quantidade de calor da irradiação solar sobre o planeta
- A combinação entre a forma do planeta, rotação, inclinação do eixo de rotação e o movimento de translação resultam em variações na quantidade de calor durante o ano: estações climáticas (primavera, verão, outono, inverno)

Inclinação do Eixo: **23º**

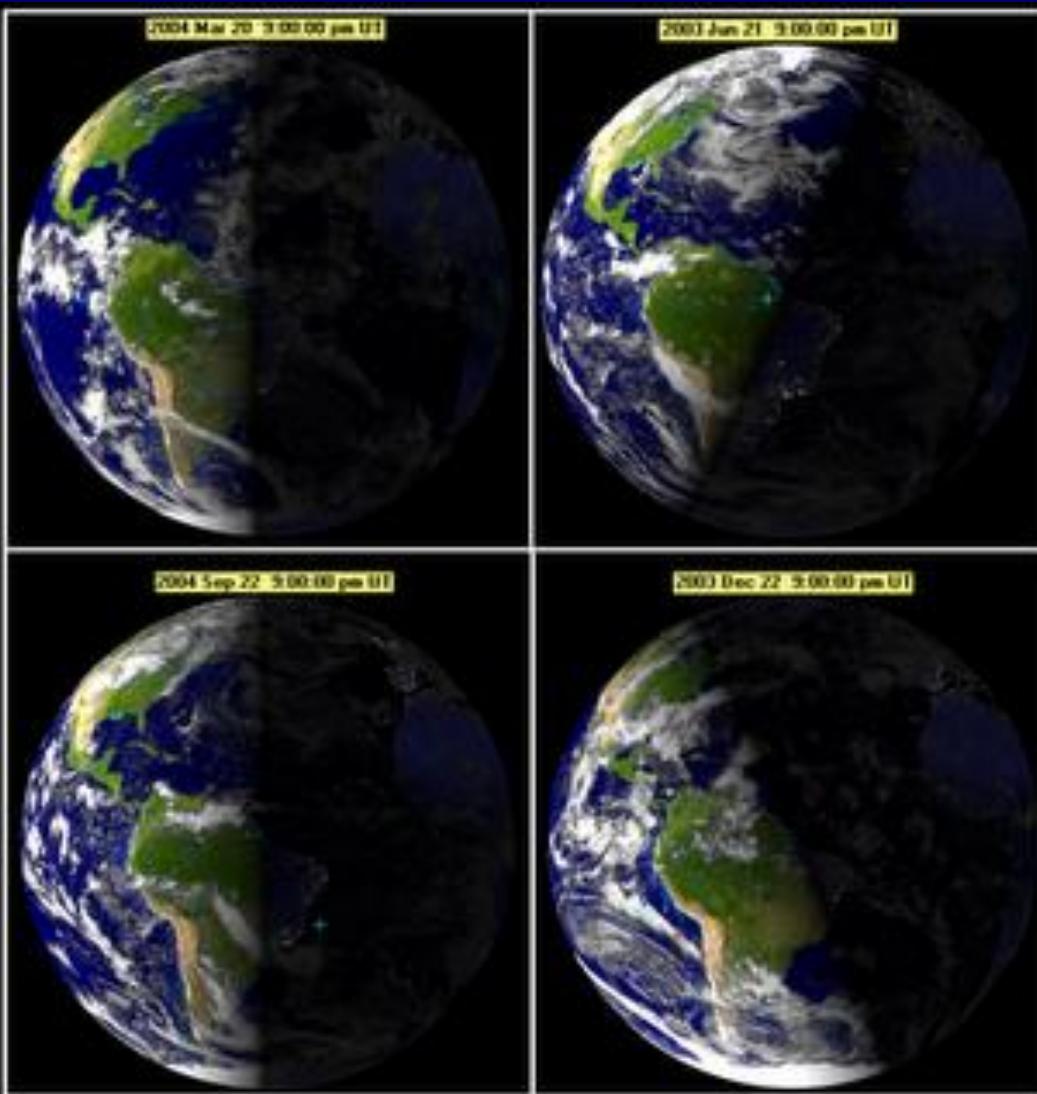




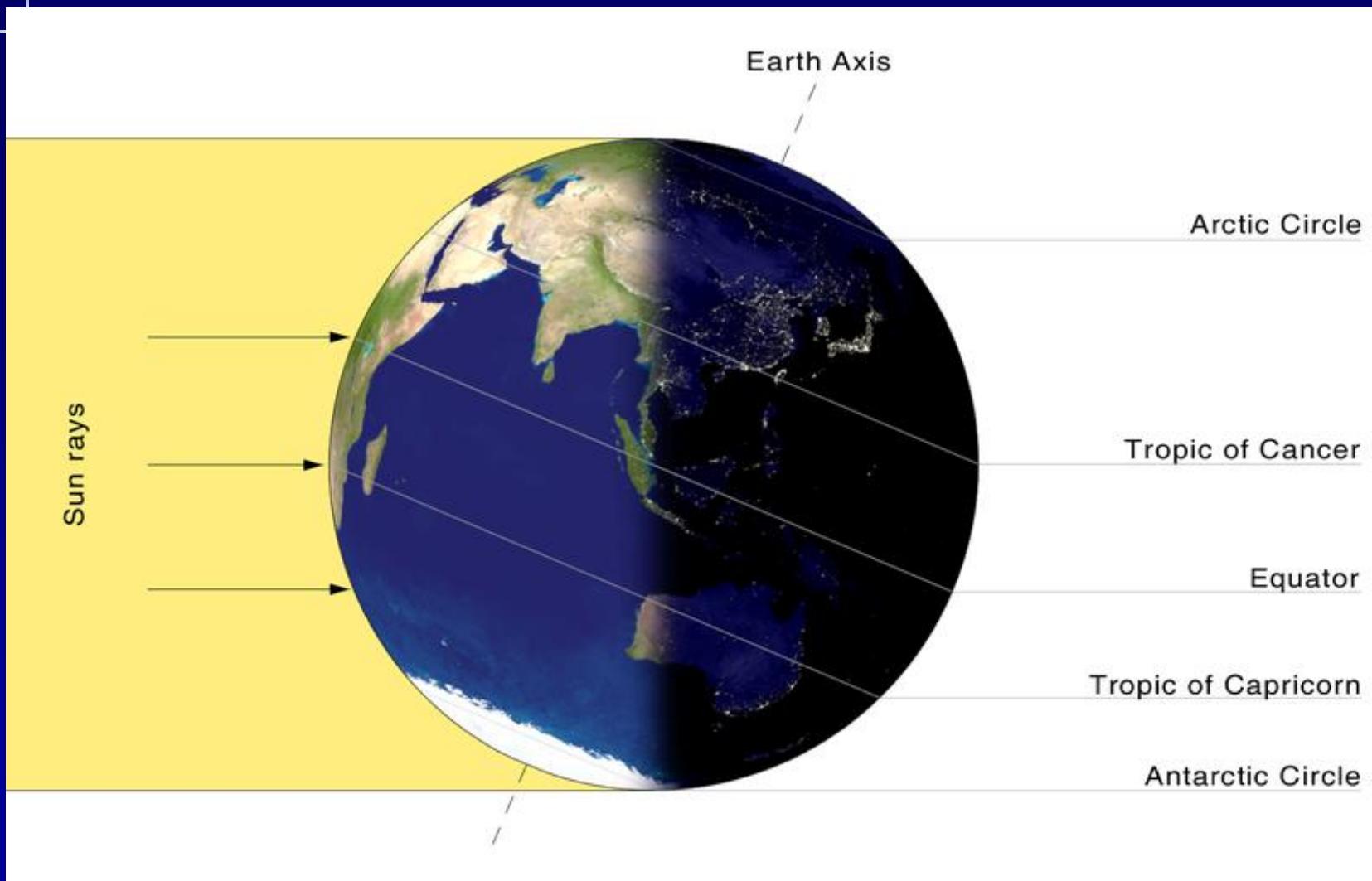
- A inclinação do eixo da terra faz com que durante a translação um dos hemisférios fique alternadamente mais iluminados, chegando a um extremo e subsequente retorno.
- Os hemisférios ficam portanto alternadamente na iluminados

- Assim quando é verão no hemisfério norte, faz-se inverno no hemisfério sul.
- Ainda durante a translação, a caminho da inversão os dois hemisférios ficam igualmente iluminados.

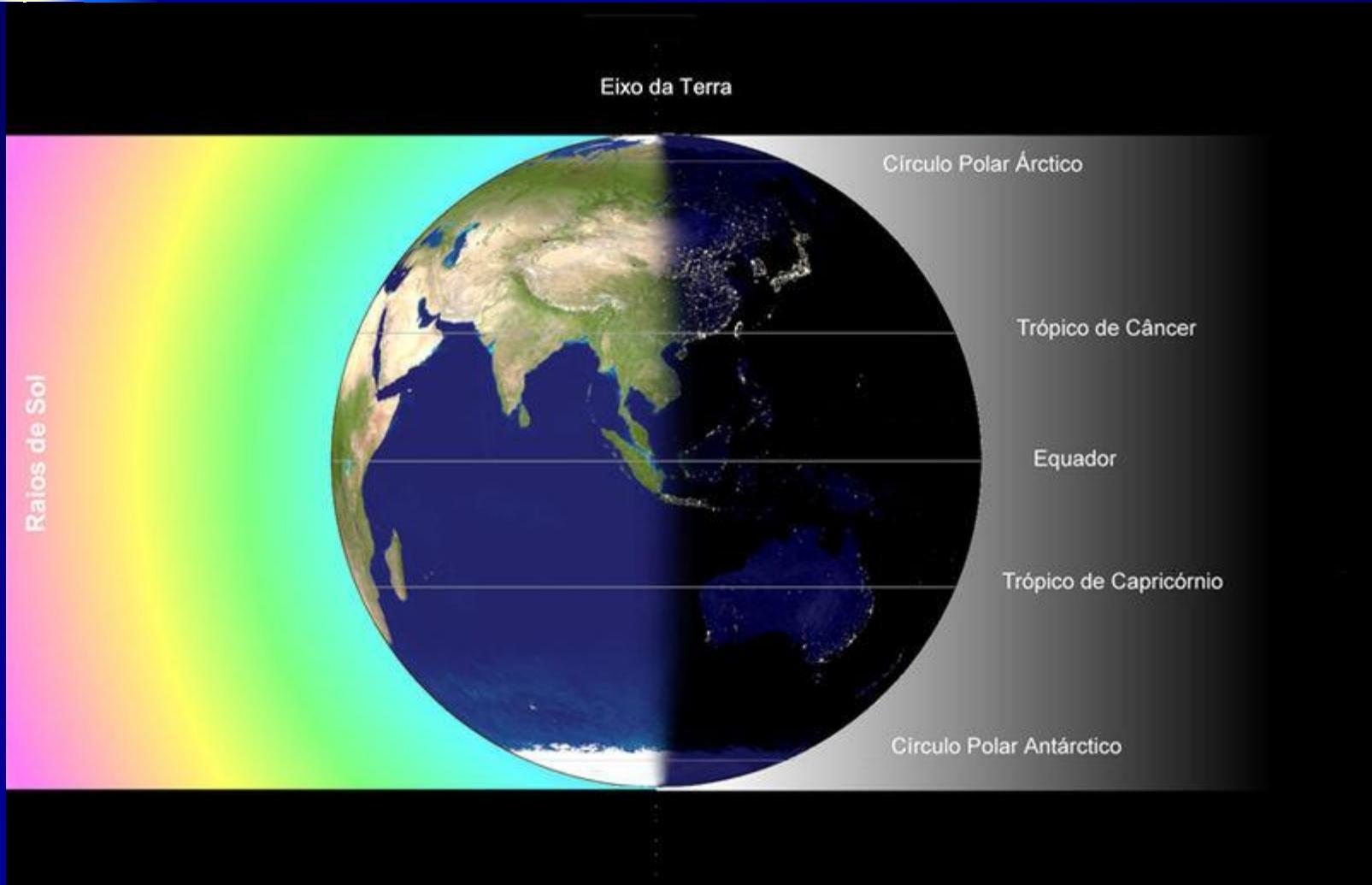
Estações Climáticas



Incidência de luz no solstícios: inverno (H Norte); verão (H Sul)



Incidência de luz nos equinócios



Solstício de inverno
(no hemisfério Norte)
22 de dezembro

13:00 h
na Europa



Solstício de verão
(no hemisfério Norte)
21 de junho



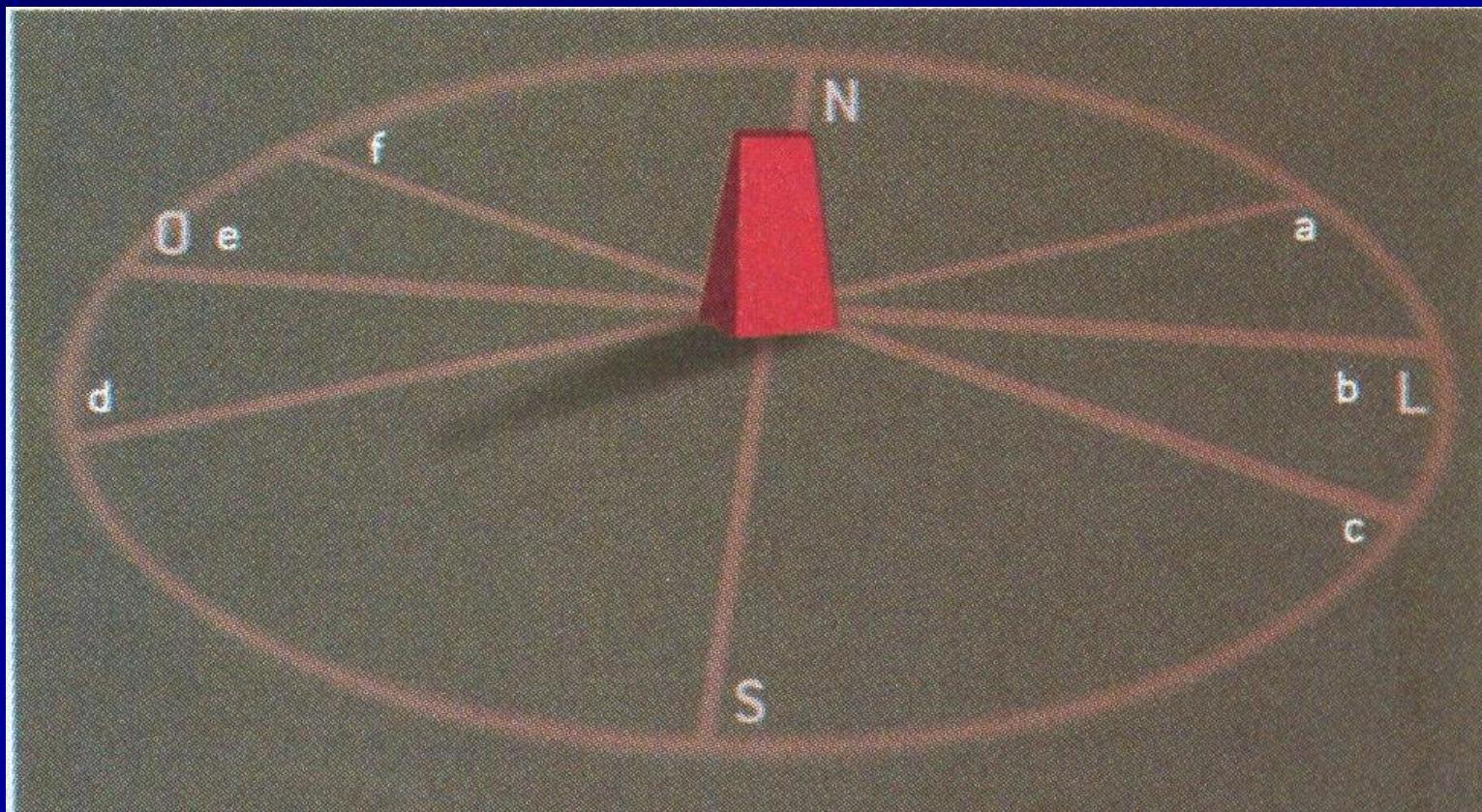
- Movimento aparente: o referencial de observação a partir e um ponto fixo na superfície da Terra, na linha do Equador, oferece a visualização do deslocamento do ponto onde o Sol nasce e se põe no horizonte.

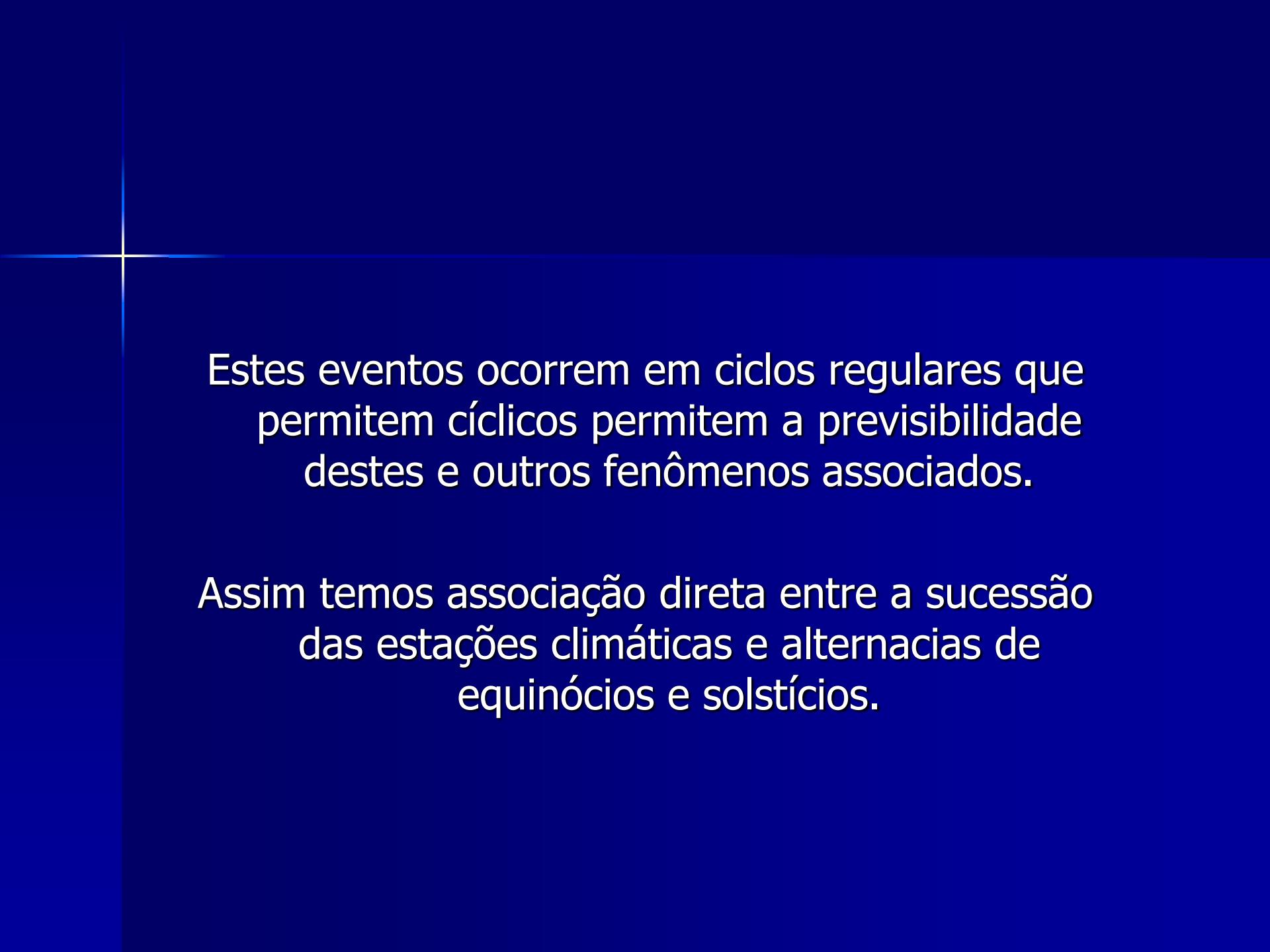
- Durante três meses se desloca no horizonte até atingir um extremo no hemisfério sul: SOLSTÍCIO
- Nos três meses seguintes se desloca no sentido inverso até atingir a linha do Equador: EQUINÓCIO.
- Prossegue em direção um extremo no hemisfério norte e retorna.

- Alternadamente nos hemisférios, temos solstícios de inverno e verão e retorna.
- O ciclo se completa a cada ano com dois equinócios e dois solstícios

ANO SOLAR

- a – Nascer do Sol no Inverno: SOLSTÍCIO de Inverno**
- b – Nascer do Sol na Primavera e Outono: EQUINÓCIO**
- c – Nascer do Sol no Verão: SOLSTÍCIO de Verão**
- d – Por do Sol no Inverno**
- e – Por do Sol na Primavera e Outono**
- f – Por do Sol no Verão;**





Estes eventos ocorrem em ciclos regulares que permitem cílicos permitem a previsibilidade destes e outros fenômenos associados.

Assim temos associação direta entre a sucessão das estações climáticas e alternacias de equinócios e solstícios.

Equinócios

Previsão aproximada:

- 21 de março:
 - hemisfério norte - primavera
 - Hemisfério sul - outono

- 23 de setembro
 - hemisfério norte - outono
 - Hemisfério sul - primavera

Nascer do sol em Touros (Carnaúbinha) em 06-01-2010 e 29-07-2019



Pôr do Sol em Macau (Barreiras) em novembro de 2008 e junho de 2009



Por do Sol em Macau (Barreiras) em junho de 2009



- Além do clima, a associação entre os movimentos descritos definem também as zonas climáticas na superfície do planeta

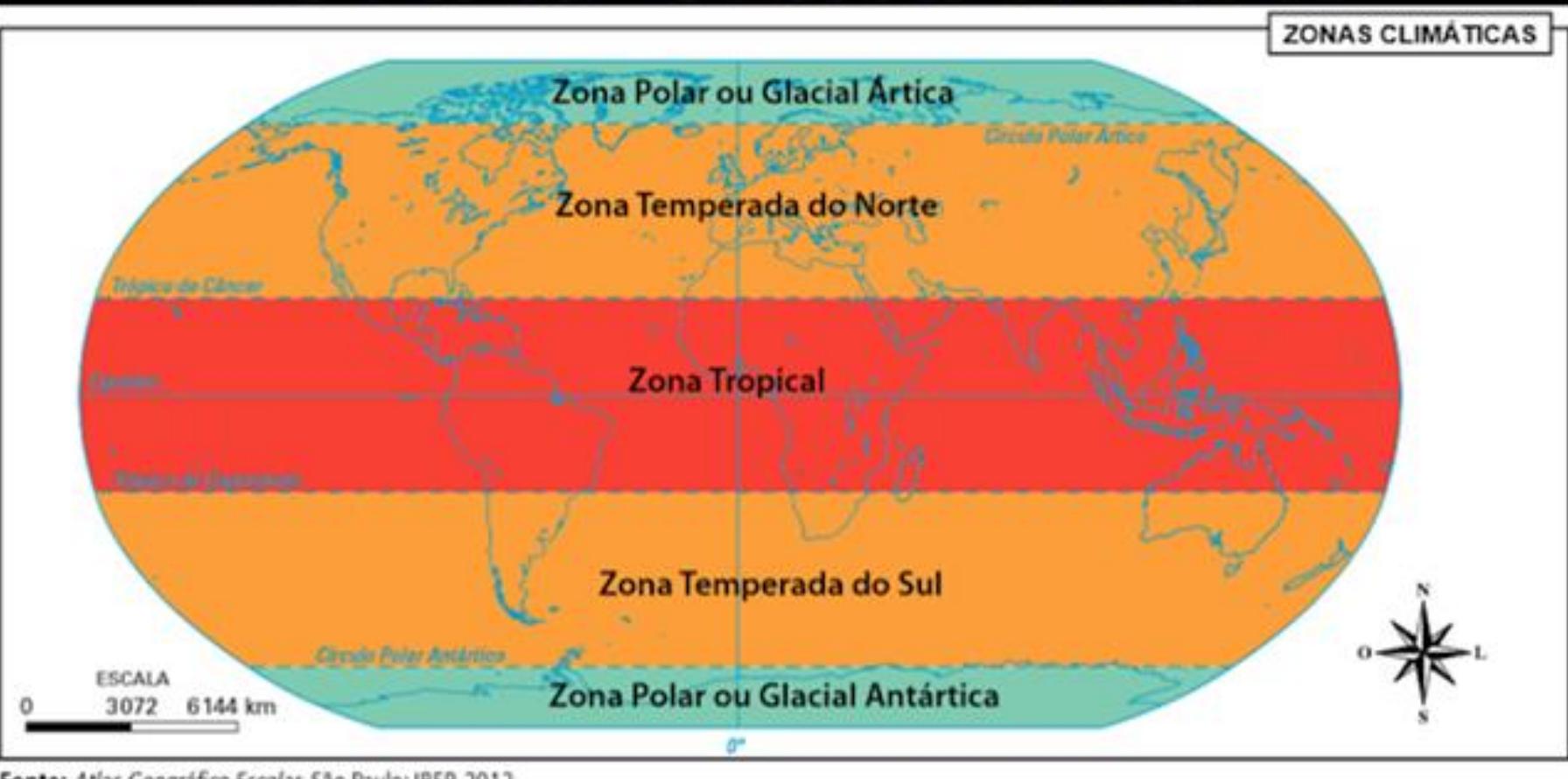
Como ficam definidas as zonas climáticas na Terra

- As zonas climáticas são:
- Calotas polares ou círculos polares:
Ártico e Antártico
- Zonas temperadas:
- Zona intertropical.

- Calotas polares – áreas delimitadas pela ocorrência de pelo menos 24 hs. de noite absoluta no inverno e 24 hs. de luz solar no verão.
- Zonas temperadas – entre os polos e os trópicos de Câncer (hemisfério norte) e Capricórnio (hemisfério sul). Ambas relacionadas aos solstícios
- Região intertropical, equatoriana - entre os trópicos de Câncer e Capricórnio com a linha do Equador em posição mediana, relacionada aos equinócios.

Zonas climáticas

ZONAS CLIMÁTICAS



Faixas de distribuição dos Biomas – efeito da combinação entre inclinação do eixo, giro da terra e translação

- O que foi descrito retrata interações entre as geosferas: Atmosfera, Hidrosfera e Litosfera.
- Na fase seguinte, passaremos a incluir aspectos iniciais da interação da Biosfera com as demais geosferas: a distribuição dos Biomas.

Biomas

Representam um conjunto de ecossistemas interligados, evidenciando características fitogeográficas homogêneas nos continentes.

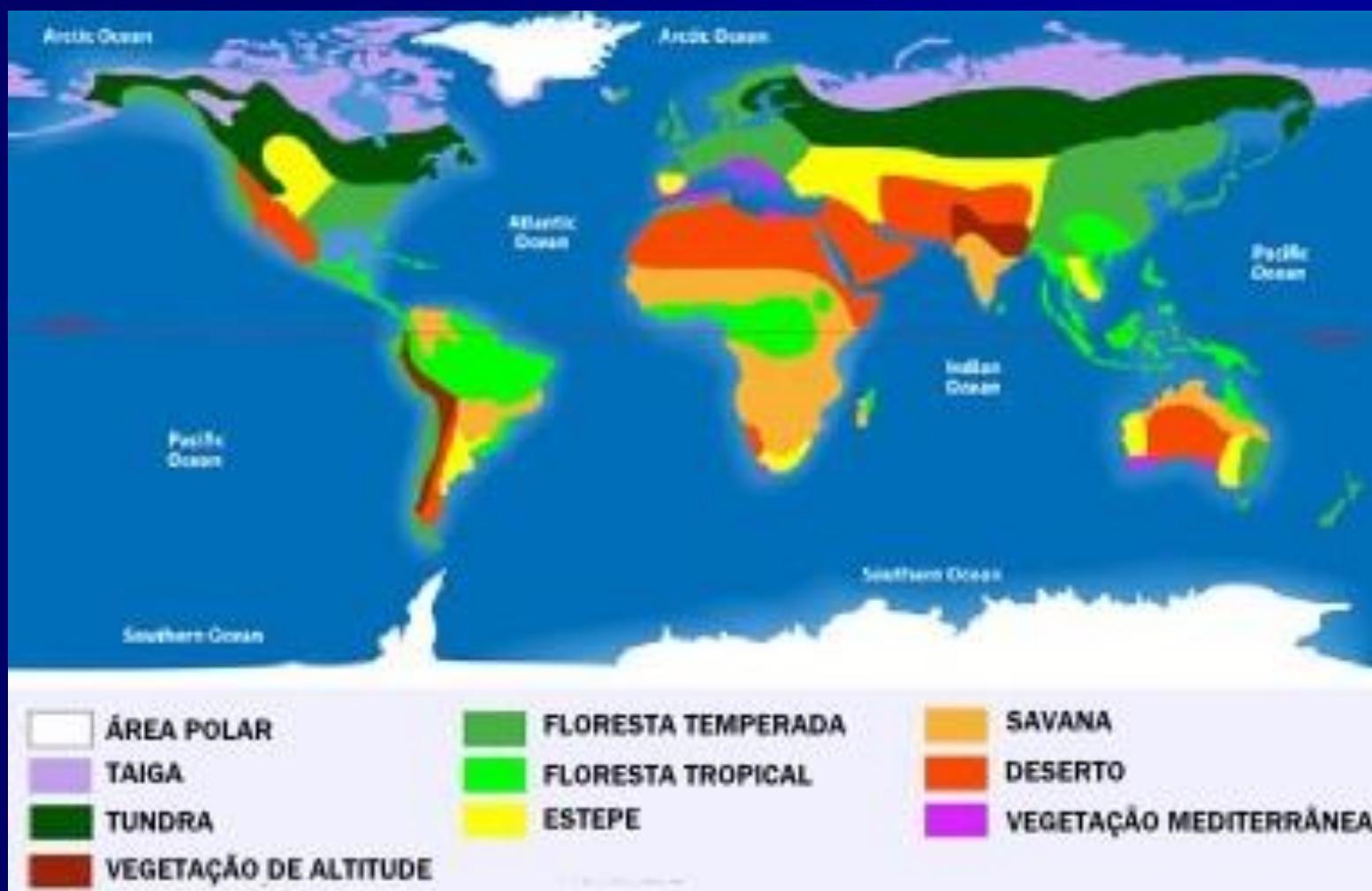
Tipos de biomas

- Taiga
- Tundra
- Vegetação de altitude
- Estepe

Tipos de biomas

- Savana
- Deserto
- Floresta temperada
- Floresta tropical

Distribuição dos Biomas pelas regiões climáticas



Características e efeitos dos movimentos da Terra já mencionados

- Rotação:
 - dias e noites
 - Dia solar – 23 horas 56 minutos 4 seg.
 - Dia Sideral – 23 horas 52 minutos 4 seg
 - Achatamento nos polos/dilatação equatorial
 - Eixo de rotação da Terra – **EIXO POLAR**
 - Eixo polar está inclinado em relação ao plano orbital – **OBLIQUEZADE**.
 - Obliquidade –
 - Transições Sazonais: estações do ano
 - Alternância entre equinócios e solstícios
 - Varia entre $22,1^\circ$ e $24,5^\circ$

Outros eventos

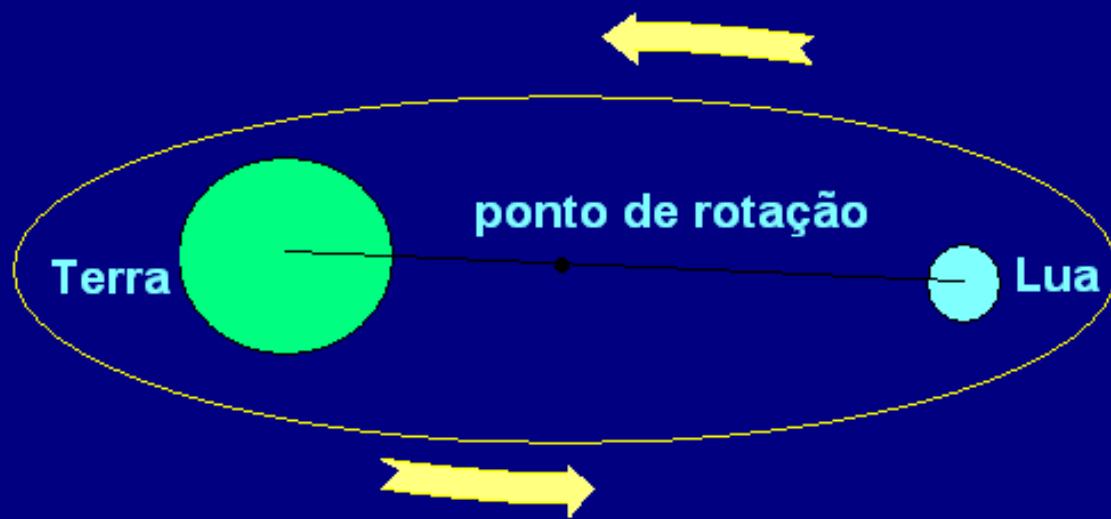
Variação na forma da Elíptica – sofre variações cíclicas, pulsações na oscilação da forma em relação ao centro – **PRECESSÃO ORBITAL**

- Precessão Orbital sofre variações cíclicas:
 - a) 95 000, 100 000, 125 000 mil anos.
 - b) 400 000 mil anos
- A forma elíptica da órbita – influencia na variação na quantidade de radiação solar sobre a terra ao longo do ano.

Rotação Terra e Lua

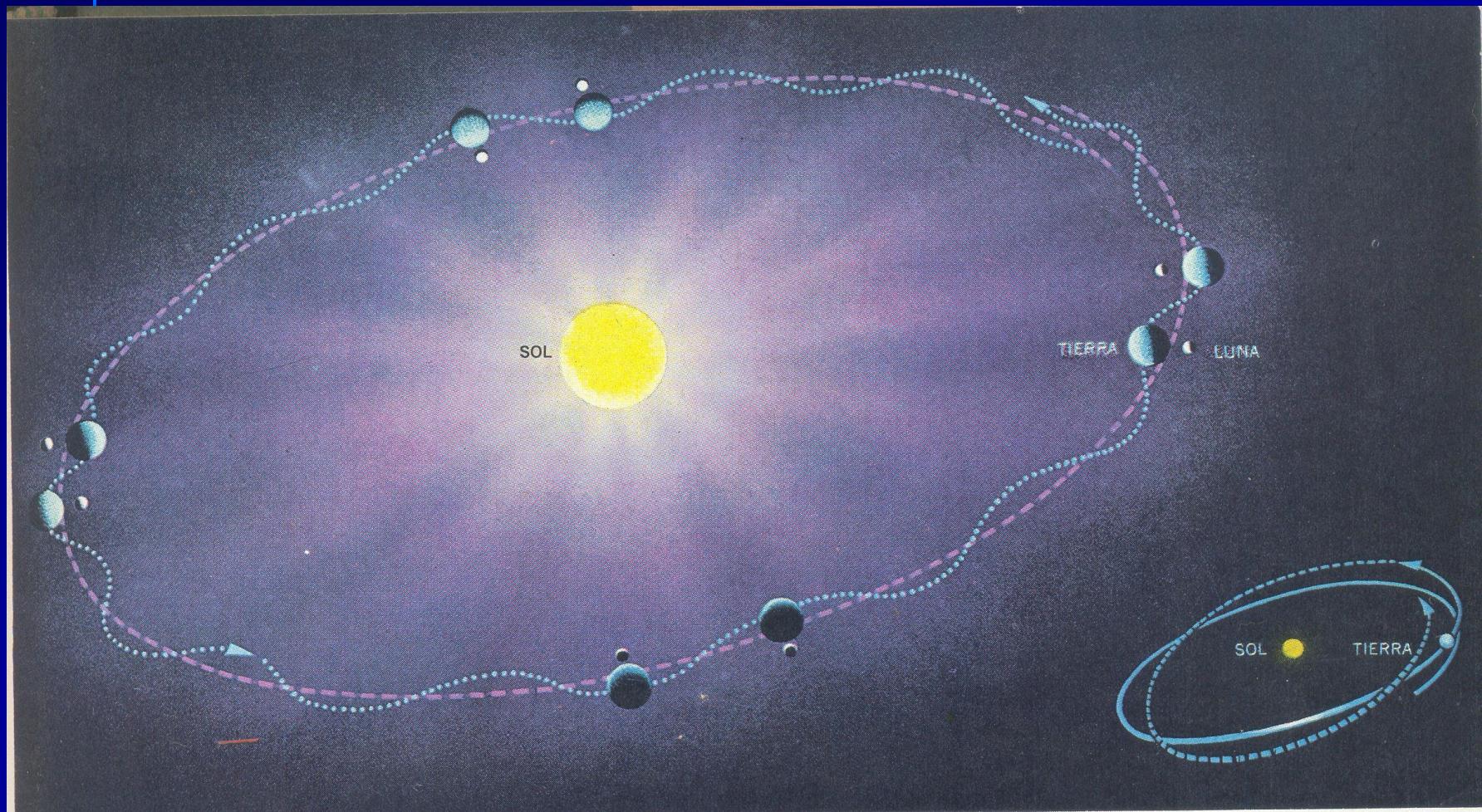
■ Terra e Lua –

- A lua sempre mantém a mesma face voltada para a Terra.
- O movimento da Lua não é um giro em torno da Terra.
- Na verdade, ambos giram torno de um ponto não equidistante localizado entre as duas.



- Como efeito a Terra descreve um movimento sinuoso - NUTAÇÃO - em sua trajetória na translação.

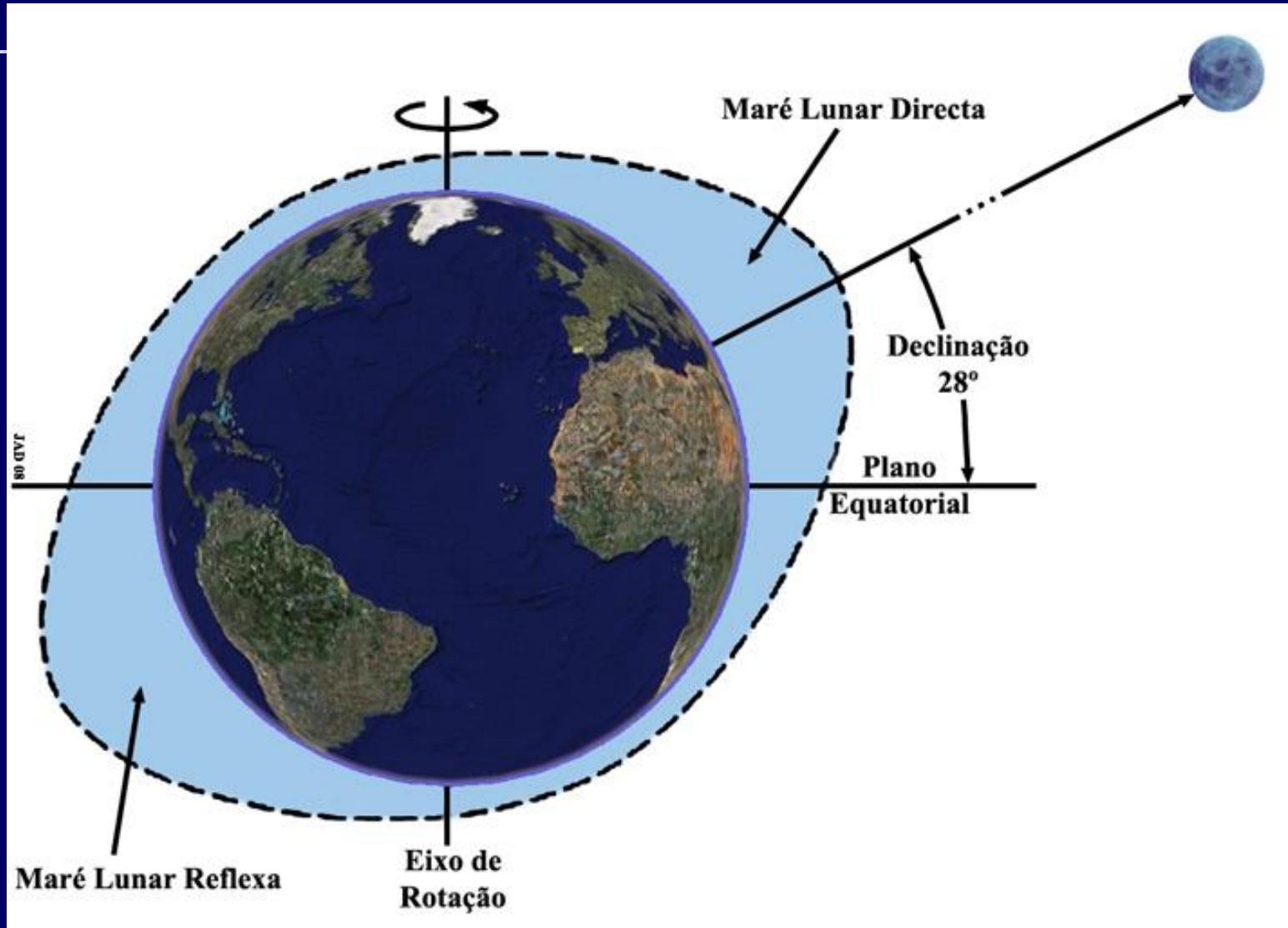
**Nutação:
movimento giratório entre Sol e Lua.
Efeito: retardo no movimento de rotação
da Terra**



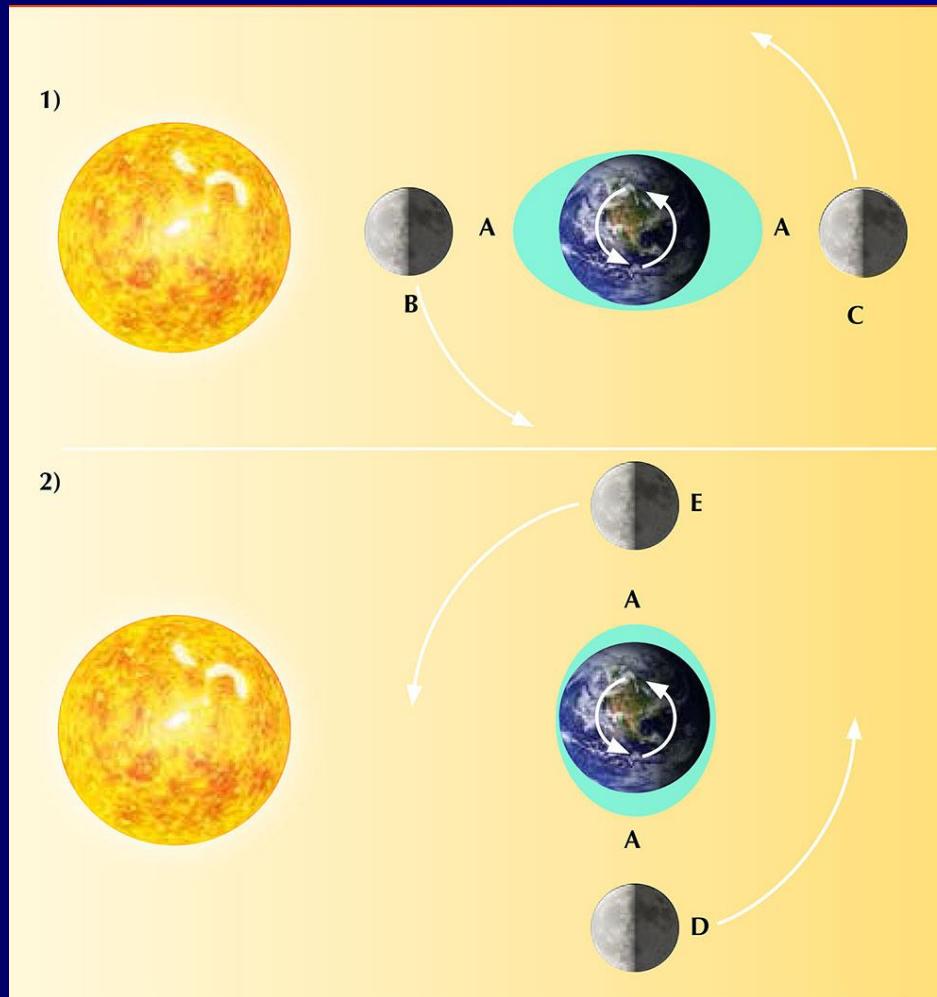
A Lua e as marés

- Fases da Lua – lunação - são efeito de variações entre as posições da Terra, Lua e Sol (lua cheia, crescente, minguante e nova)
- Ação gravitacional da lua sobre a massa líquida dos oceanos e os movimentos rotacionais influenciam nas oscilações das marés oceânicas.

- As alturas das marés acompanham as fases da lua: preamar, baixa-mar, e maré de quadratura.
- Quando o Sol, Terra, Lua ficam perfeitamente alinhados as marés assumem maiores amplitudes.



Relação entre lunação e marés

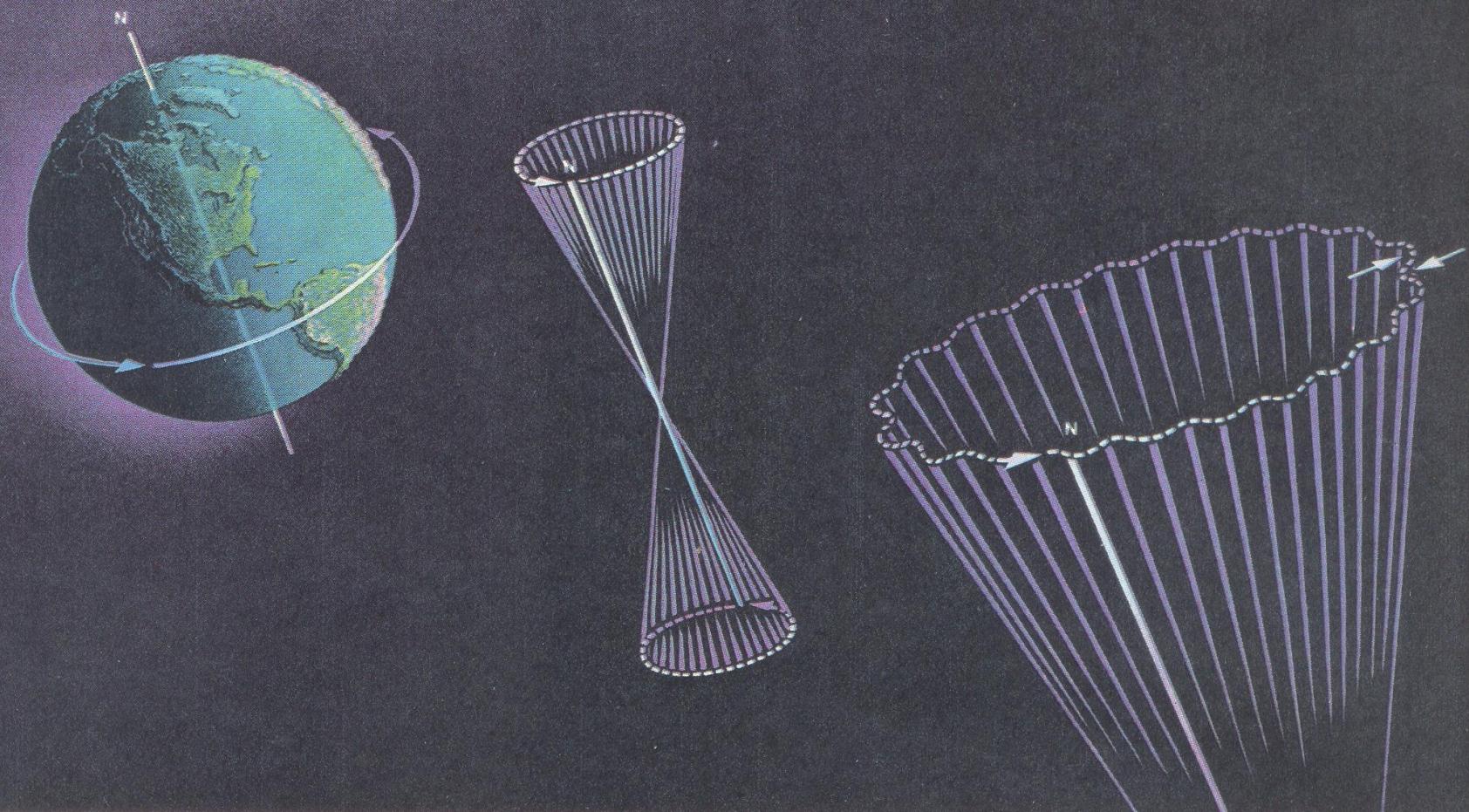


Variações na orientação do eixo de rotação

- O eixo de rotação descreve um lento movimento circular nas extremidades.
- O movimento é perceptível devido a progressiva mudança no alinhamento do eixo da Terra (Eixo Polar) em relação a estrelas específicas.

- Atualmente o Eixo Polar aponta para Alpha Ursae Minoris – “Estrela Polar” (1975)
- No ano de 14 000 – apontará para Alpha Lirae - “Vega”
- Oscilação entre as duas – PRECESSÃO AXIAL

Precessão axial (obliquidade)



Características e efeitos dos movimentos da Terra

- Precessão Axial altera ciclicamente as incidências dos equinócios e solstícios
– PRECESSÃO EQUINOCIAL – 19 000 A 23 000 mil anos
- Consequentemente altera a época de ocorrência das estações climáticas.

Planetas

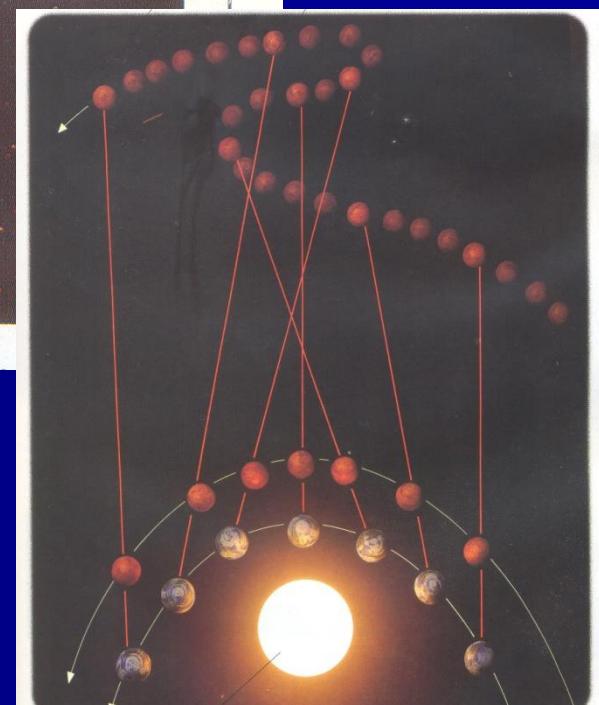
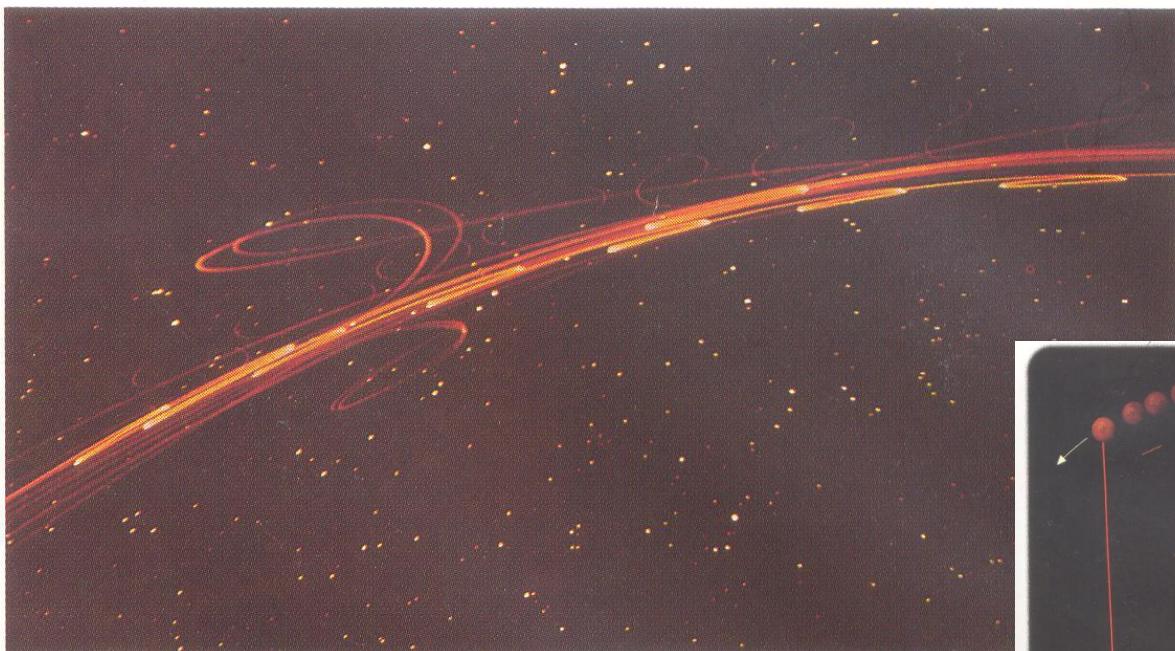
- Planetas são visualizados como pontos de luz semelhantes a estrelas.
- Como diferenciá-los? Planetas executam movimentos diferenciados e relação às estrelas. Em grego, planeta significa *errante*.

Características e efeitos dos movimentos da Terra e demais planetas

- Geometrias Orbitais independentes: velocidade, plano da órbita, inclinação, ângulo da órbita em relação ao Sol, relações de movimento com seus satélites, distância do sol, massa, etc.

- Periodicamente ficam alinhados – CONJUGAÇÃO – somatório de efeitos gravitacionais

Movimento aparente de planetas

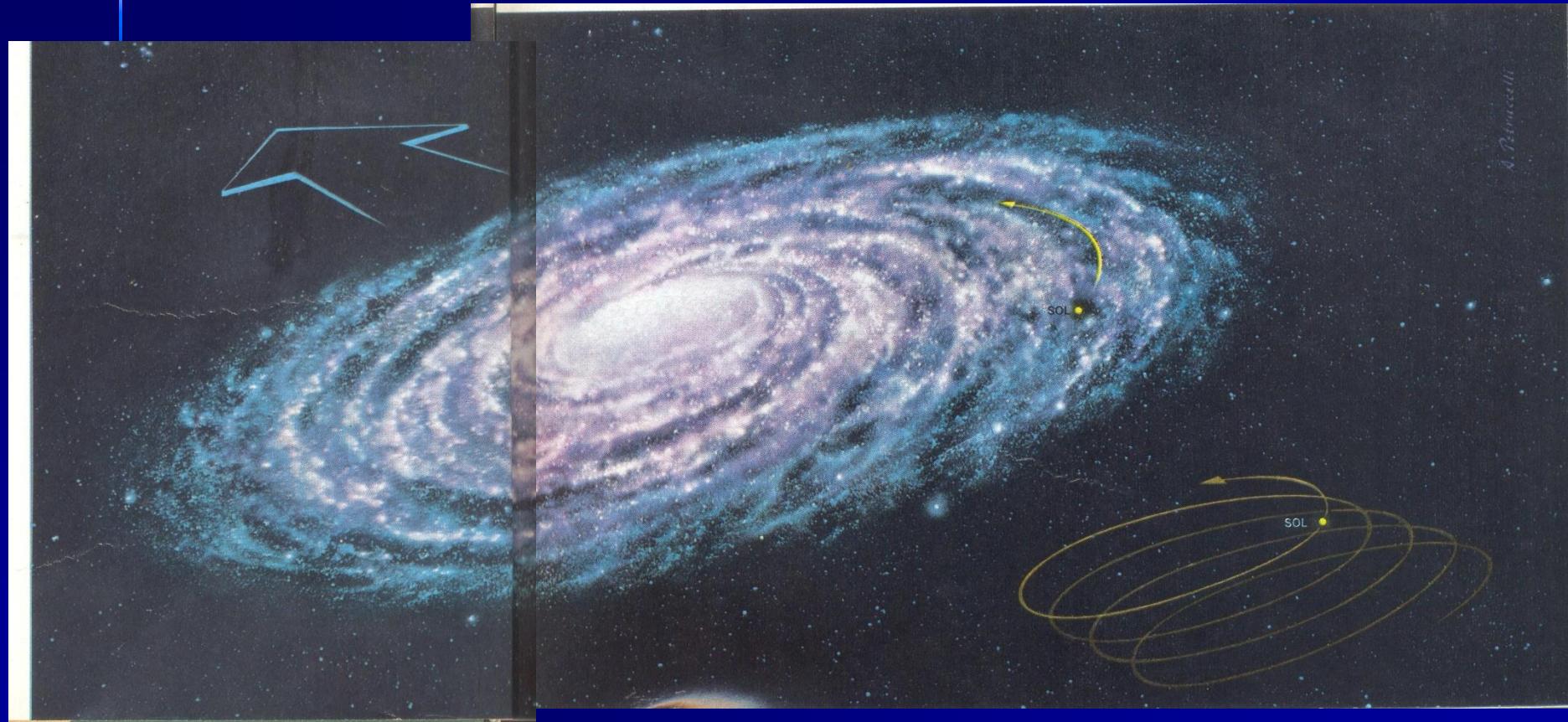


Resumo dos efeitos

- Variações cíclicas da quantidade de energia solar que o Planeta recebe, são definidas em função da excentricidade da órbita, variações na inclinação do eixo, Precessão Equinocial
- Combinação das interações gravitacionais agem sobre a forma do planeta, massa d'água, e consequentemente o clima.

- Oscilações da obliquidade alteram o clima no zoneamento climático da Terra.
- O zoneamento climático é condicionante na distribuição dos biomas.

Movimento decorrente do Deslocamento da Galáxia



- O deslocamento da galáxia arrasta o sol e o movimento circular da Terra descreve uma trajetória na forma de uma mola

Aspectos históricos e culturais

- Data do São João: 24 de junho, próximo ao primeiro solstício do ano
- Natal: 25 de dezembro, próximo ao segundo solstício do ano. As festividades tem origem nas festas pagãs do solstício de inverno (H norte): renovação, revitalização, ressurreição.

- Período da Semana Santa: Primeira Lua Cheia virtual numa sexta feira, anterior ao equinócio de verão – 21 de junho.

- Carnaval: precede à quaresma – quarentena dias anteriores à semana santa.
- Festas Juninas – origem em festas pagãs - solstício de verão (H Norte) – rituais com fogo.

Calendários

- Baseia-se na contagem do tempo com base na regularidade dos movimentos dos corpos celestes: estrelas, lua, sol.
- Valores culturais: eventos históricos e religiosos.
- Tipos de calendários: lunar, solar, luni-solar.
- Recursos tecnológicos

Ajustes históricos

- Ano 45 a.C. – ano da confusão: Cesar decreta o ano com 445 dias.
- Calendário Juliano - Ano Bissexto –
- Medições incorretas: 11 minutos e 14 segundos mais longo que o Ano Solar – atraso de 1 dia a cada 128 anos
- Papa Gregório, 1582 – reforma (Calendário gregoriano: dia 4 de outubro pula para 15, suprimindo 10 dias.

Tecnologia atual

Medidas do Tempo:

quanto vale 1 segundo

Valor do segundo – fração do dia solar

- até 1900 - $1/(24 \times 60 \times 60) = 1/86400$
- Depois de 1900 – $1/31556925,9747$
- 1967 (relógio atômico) – 9 192 631 770 períodos de oscilação da radiação correspondente à transição quântica entre dois níveis hiperfinos de estado fundamental do átomo do Isótopo 133 do Césio

Outras variações

- A duração do dia solar médio aumenta atualmente cerca de 0,0005 segundo por século.
- Implica na diminuição da velocidade de rotação da terra.
- Registro:
 - Há 900 M.a. : dia 18 horas; ano 480 dias
 - Devoniano: ano 400 dias

Geometria Orbital resumo dos efeitos

- Estratificação da superfície da Terra em zonas climáticas
- Variações sazonais e climáticas
- Movimento das marés oceânicas
- Retardo no movimento de rotação da terra
- Zoneamento da distribuição dos Biomas
- Ciclos de eventos de longa e curta duração
- Alterações na composição da Biodiversidade
- Interferência nos processos geoambientais da superfície do planeta

Outras dimensões: Tabela do Tempo Geológico

- Registro do histórico de eventos geológicos e astronômicos
- Registro do processo evolutivo da Biodiversidade
- História Ecológica