

A Astronomia e os Calendários

**J. Meléndez, baseado no
Prof. R. Boczko**

IAG - USP

O que é um Calendário?

Janeiro						
Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

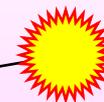
É um conjunto de regras para associar dias **INTEIROS** em períodos maiores com a finalidade de contar a passagem do tempo em escala maior que um dia.



Bases dos Calendários

Ciclos astronômicos

Os calendários são o elo de ligação entre o céu e o homem



Regras diversas

Os calendários são o elo de ligação entre os deuses e o homem



Ciclos usados em calendários



Estações do ano

Outono



Rotação da Terra



Fases da Lua

Cheia

Quarto minguante

Nova

Quarto crescente



Verão

Períodos

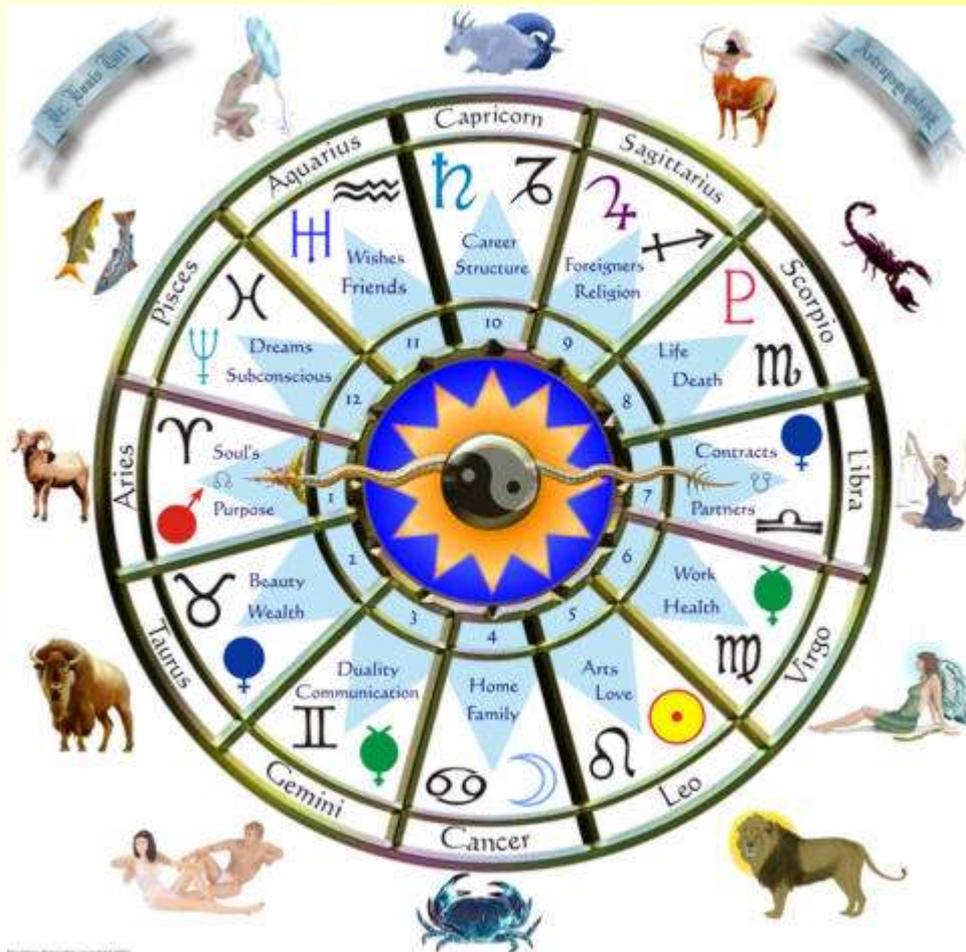
- **Dia** (fundamental) **Ligado ao nascer do sol**
- **Semana** **Origem astrológica**
- **Mês** **Ligado às fases da Lua**
- **Ano** **Ligado às estações do ano**
- **Metônico** **Ciclo luni-solar (19 anos =**
 $19 \times 365,242199 = 6940$ dias ~ 235 lunações $\times 29,530589$ dias
- **etc.**

Astronomia x Astrologia

Astronomia é a **Ciência** que estuda os astros usando o **método científico**.

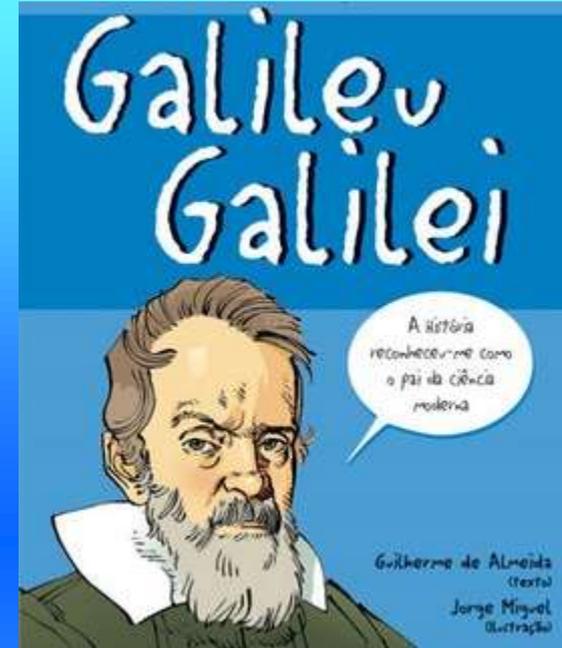


Astrologia é a **superstição** que **pretende** correlacionar as **posições dos astros** e suas **influências sobre o homem**.



Astrologia e Astronomia

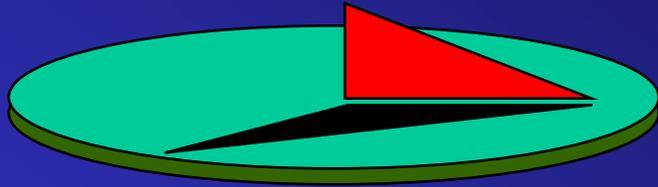
Método Científico
(Galileu ~ séc. XVII)



Superstição

Ciência

Qual a importância de um calendário?



Contagem da passagem do tempo
para todo tipo de aplicações



Cálculo das datas
das celebrações
religiosas



Previsão da época
correta para práticas
de agricultura

Alguns calendários

**Estima-se existirem 40
calendários atualmente
em uso no planeta.**

Adotado
Nascimento
de Cristo

Antes da Era Cristã

Depois da Era Cristã

28 24 20 16 12 8 4 0 4 8 12 16 20

Judaico

Egípcio

Alexandrino (*Etiópia*)

Babilônio

Grego

Islamita

Romano

Juliano

Grego-
riano

Vigência de
alguns
Calendários

DIA

DIA = Dia Claro + Noite
= Nictêmero

Dia Astronômico
Meio-dia

Zênite

Dia claro

PS

Nascer

Meridiano local

Norte

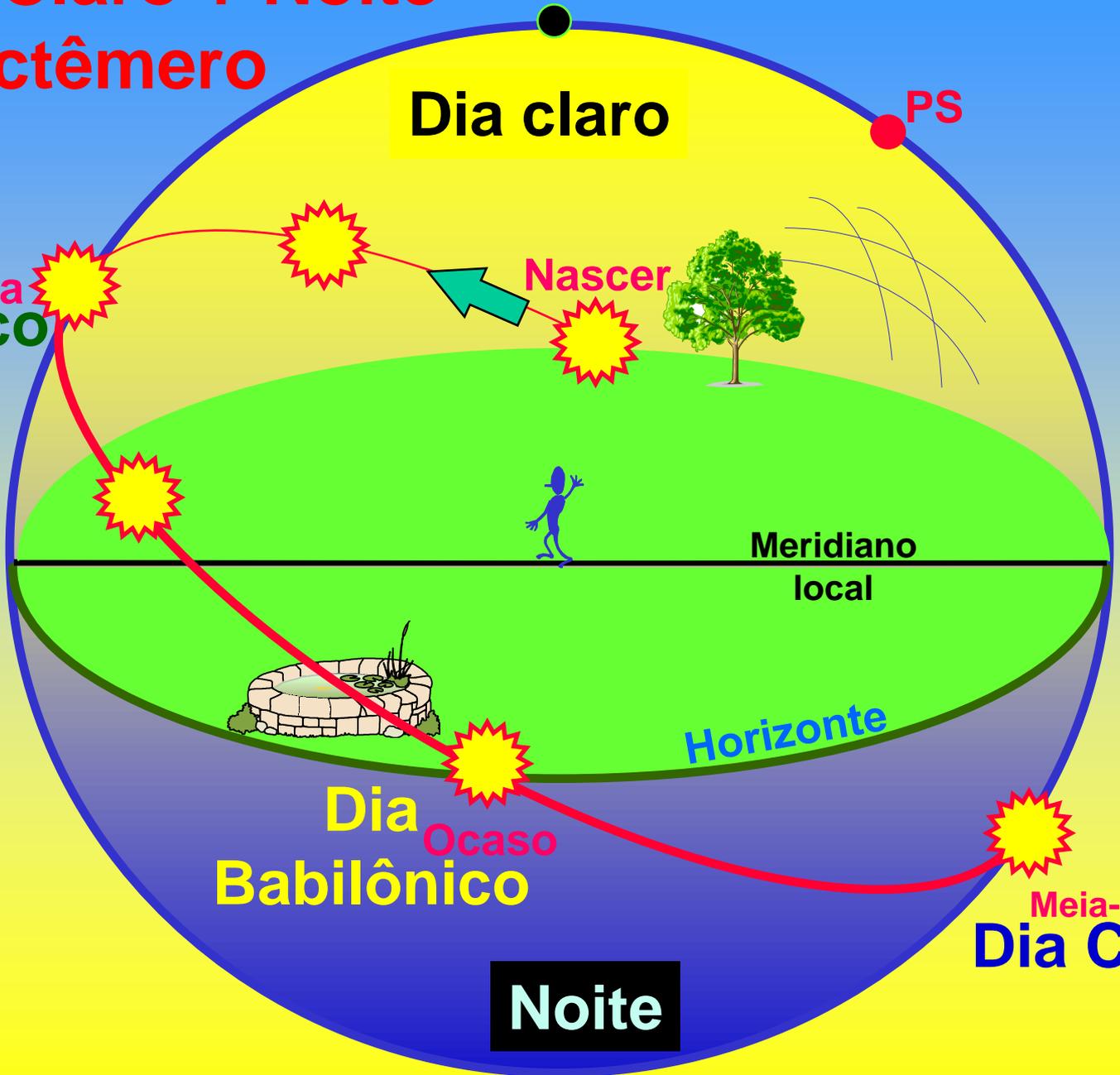
Sul

Horizonte

Dia Babilônico
Ocaso

Meia-noite
Dia Civil

Noite



Dia x Dia Claro x Noite

Dia = Nictêmero

Meia
Noite

Meio
Dia

Meia
Noite

Verão



Noite

Dia Claro

Noite



Pri / Out



Noite

Dia Claro

Noite



Inverno



Noite

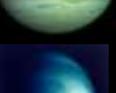
Dia Claro

Noite

No **verão**, as noites são curtas.
No **inverno**, as noites são longas.

SEMANA

Origem da Semana

Astro	Dedicado ao Deus	Dia da semana
 Lua	da Noite	Segunda
 Marte	da Guerra	Terça
 Mercúrio	do Comércio	Quarta
 Júpiter	do Olimpo	Quinta
 Vênus	da Beleza	Sexta
 Saturno	do Tempo	Sábado
 Sol	do Dia	Domingo

Nomes dos dias da Semana

Astro

Português

Espanhol

Inglês

Alemão



Lua

Marte

Mercúrio

Júpiter

Vênus

Saturno

Sol

Segunda

Terça

Quarta

Quinta

Sexta

Sábado

Domingo

Lunes

Martes

Miercoles

Jueves

Viernes

Sabado

Domingo

Monday

Tuesday

Wednesday

Thursday

Friday

Saturday

Sunday

Montag

Dienstag

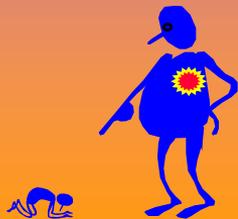
Mittwoch

Donnerstag

Freitag

Samstag

Sonntag



Dias da semana em Português: Martinho de Braga

(São Martinho de Dume), 518-579 d.C.

considerou indigno de cristãos que se continuasse a chamar os dias da semana pelos nomes latinos pagãos

Latim Pagão	Latim Vulgar	Significado	Latim litúrgico I	Latim litúrgico II
dies Solis	Solis dies	Dia do sol	Prima Feria	Dominica dies 189 d.C.
dies Lunae	Lunae dies	Dia da lua	Secunda Feria	Secunda Feria
dies Martis	Martis dies	Dia de Marte	Tertia Feria	Tertia Feria
dies Mercurii	Mercurii dies	Dia de Mercúrio	Quarta Feria	Quarta Feria
dies Iovis	Iovis dies	Dia de Júpiter	Quinta Feria	Quinta Feria
dies Veneris	Veneris dies	Dia de Vênus	Sexta Feria	Sexta Feria
dies Saturni	Saturni dies	Dia de Saturno	Sabbatum	Sabbatum

Hebreu "Shabbat"
(cristãos e judeus)

Português

domingo

segunda-feira

terça-feira

quarta-feira

quinta-feira

sexta-feira

sábado



MÊS

Fases da Lua



Nova

Q.Crescente

Cheia

Q.Minguante

Crescente

Minguante

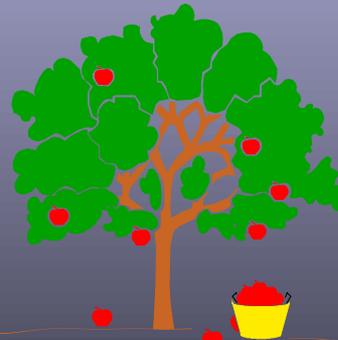
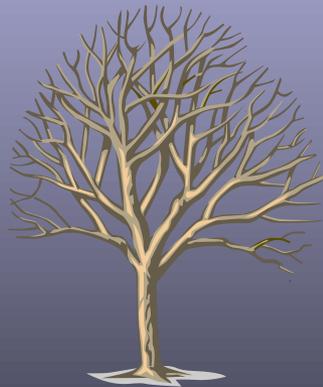
Lunação

29,530589 dias ~ 29 d 12 h 44 m 03 s

Mês Lunar : 29 ou 30 dias

ANO

Repetição de características meteorológicas



Quente

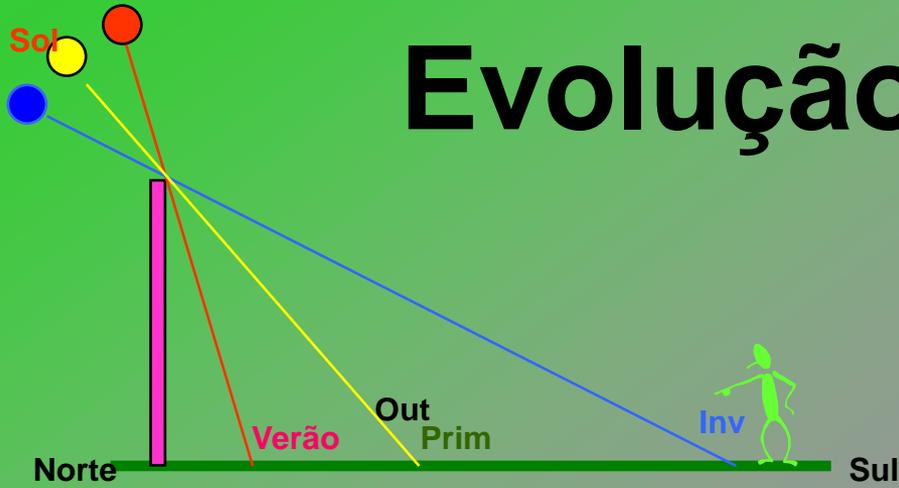
Ameno

Frio

Ameno

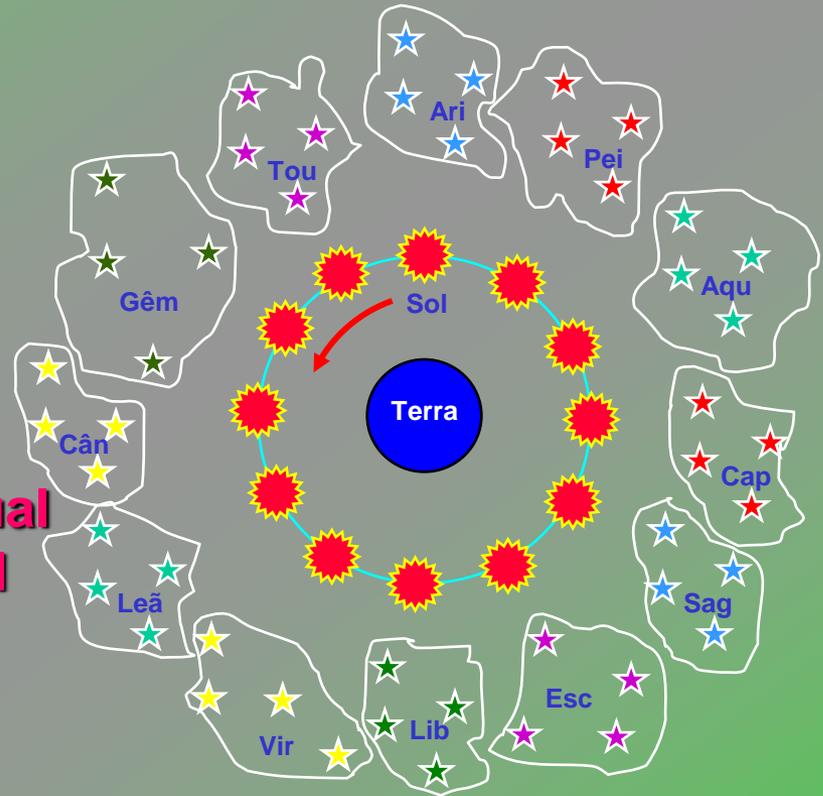
Quente

Evolução da idéia de Ano

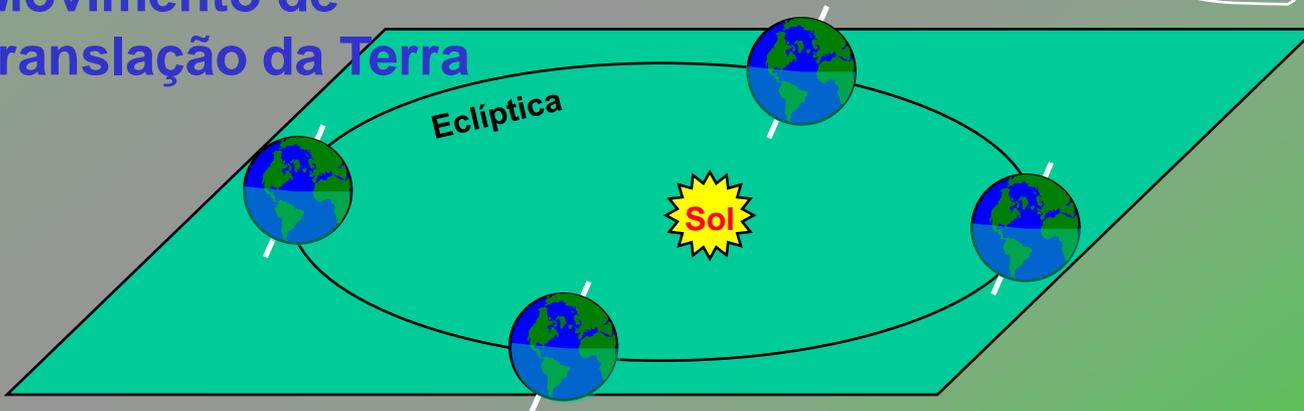


Ano das Estações

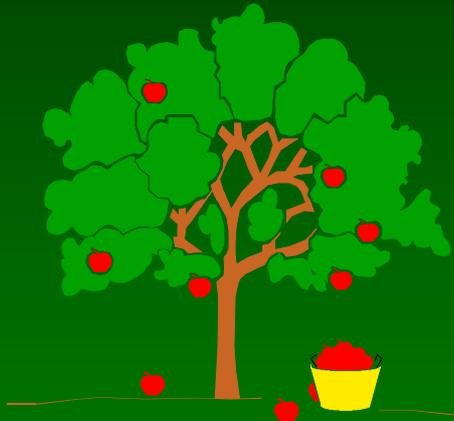
Movimento Anual aparente do Sol



Movimento de translação da Terra



Ano Trópico ou Ano das Estações



Primavera

Verão

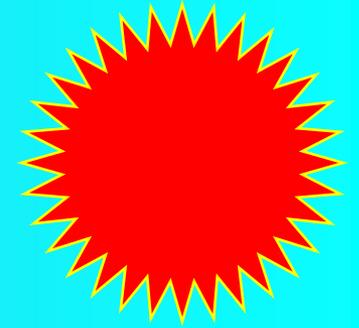
Outono

Inverno

Ano Trópico

365,242199 dias \approx 365 d 05 h 48 m 46 s

**Qual a dificuldade para
se definir um calendário?**



Tipos de calendários

Lunar



Solar



Número de Dias e de Lunações num Ano Trópico

Ano Trópico ~ 12,368.267 lunações

Lunação ~ 29,530.589 dias

Ano Trópico ~ 365,242.199 dias = = 365d 05h 48m 46s

Primavera

Verão

Outono

Inverno

12 lunações = 354,36707 dias

~11 dias

1

Ano Lunar = 354 ou 355 dias

12

?

Ano civil = 365 ou 366 dias inteiros

Sincronia entre Ano e Estações



Diversos calendários

Berços de alguns Calendários



Calendário Inca

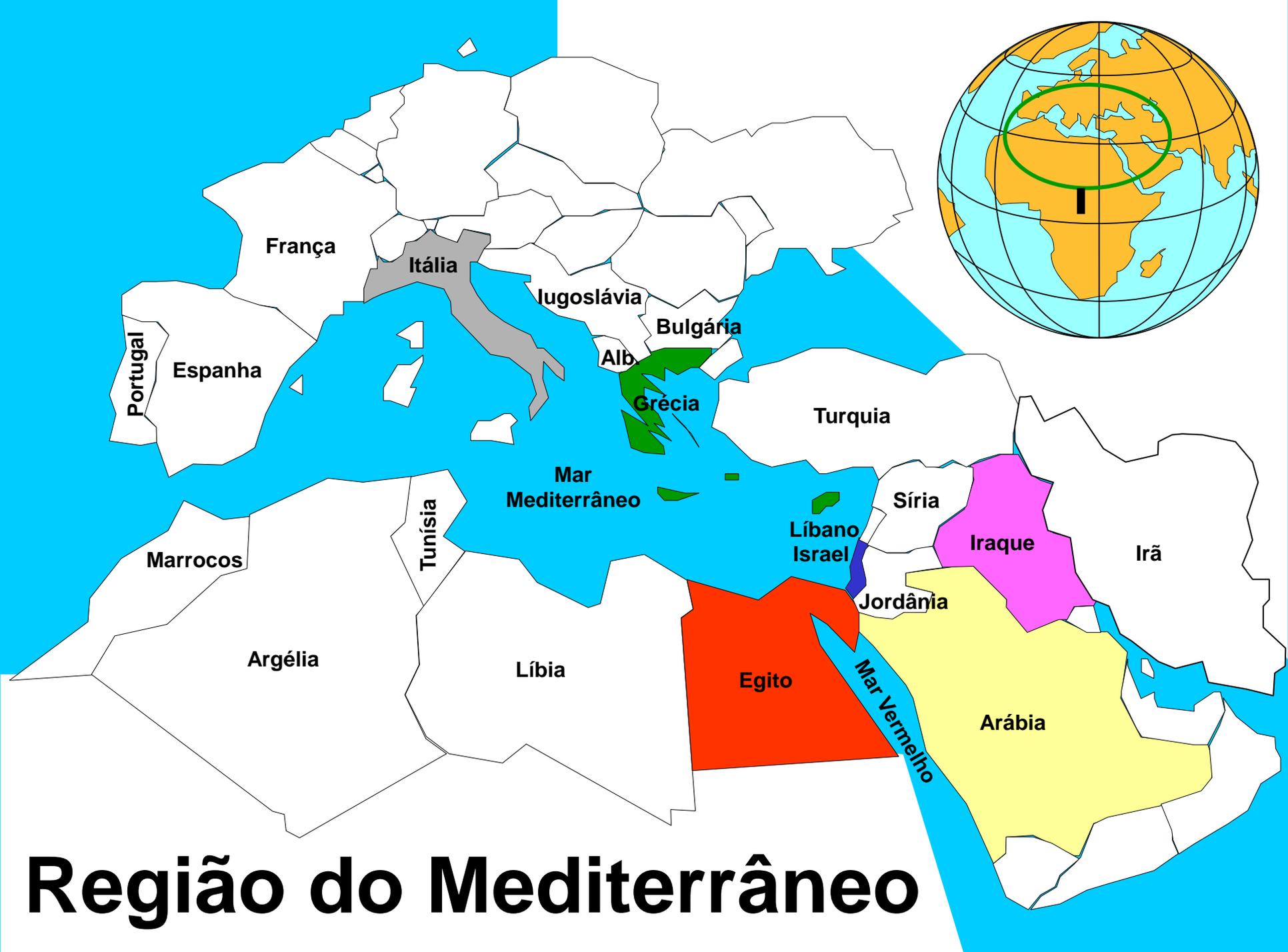
- 365 dias = 12 m x 30 d + 5 d (festas)
- Mes = 3 semanas de 10 dias

Primeiro mes:
Festa do Sol
(Dez),
início do
verão



Último mes:
mes dos
mortos
(Nov)





Região do Mediterrâneo

França

Itália

Iugoslávia

Bulgária

Portugal

Espanha

Alb

Grécia

Turquia

Mar Mediterrâneo

Síria

Líbano
Israel

Iraque

Irã

Marrocos

Tunísia

Jordânia

Argélia

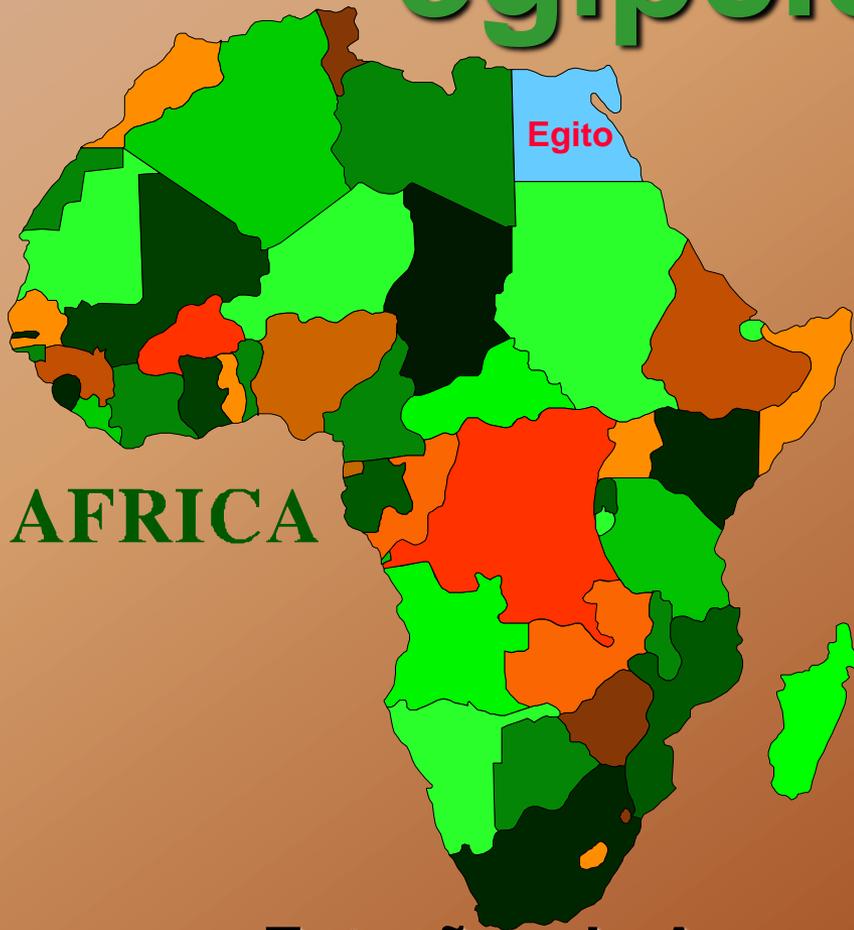
Líbia

Egito

Mar Vermelho

Arábia

Calendário egípcio



Estações do Ano práticas no Egito Antigo

Cheias (Jul-Nov) Semeadura (N-Mar) Colheita (Mar-Jul)

Calendário Egípcio ~ Calendário Inca



Estações Egípcias



Dias
de festas

$$\begin{aligned}\text{Ano Egípcio} &= 12 \times 30 + 5 \text{ Dias de festas} \\ &= 365 \text{ dias}\end{aligned}$$

Correção do calendário egípcio

Ano egípcio = 365 dias
 Ano tropico = 365,242199 dias
 Coincide apenas após 1460 anos
 com o começo da Primavera



Ptolomeu Euergetes (~ 238 a .C.) :
 inserção de 1 dia a cada 4 anos, mas
 foi adotado apenas em ~ 25 a.C.

Norte

Sul

Verão

Primavera

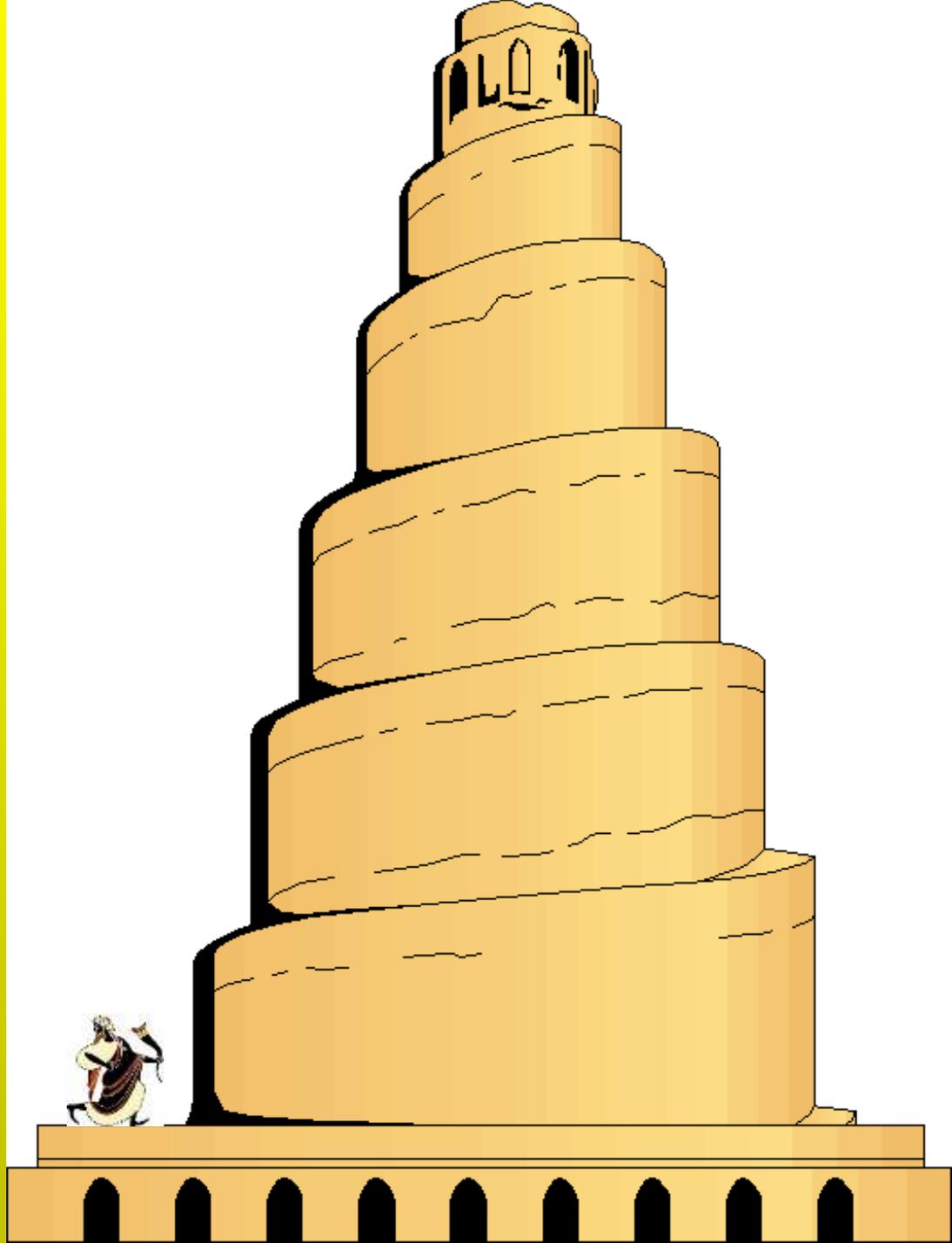
Inverno



Ano das Estações
 ~ 365,25 dias

Calendários Babilônios

(e seus descendentes)



(Babilônico = majestoso, luxuoso)



Região da Mesopotâmia

Crescente Lunar após o ocaso do Sol

Início do mes



Mês Babilônio

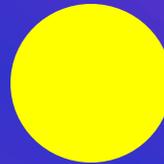
Crescente
ao
entardecer



Quarto
Crescente



Cheia



Quarto
Minguante



Crescente
ao
entardecer



Nova

Crescente

Cheia

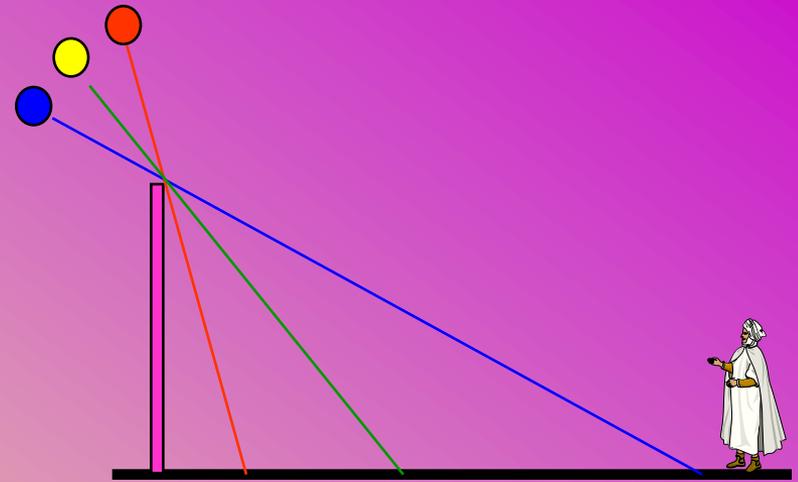
Minguante

Mês Lunar

29 ou 30 dias

Mês Lunar : 29 ou 30 dias

Ano Babilônio (Lunar)



Primavera

Verão

Outono

Inverno

30

29

30

30

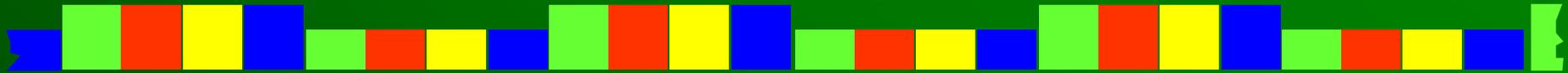
11

Ano Babilônio = 12 Meses Lunares = 354 dias



Calendário
muçulmano

Ano Babilônio (Luni-Solar ~380 a.C.)



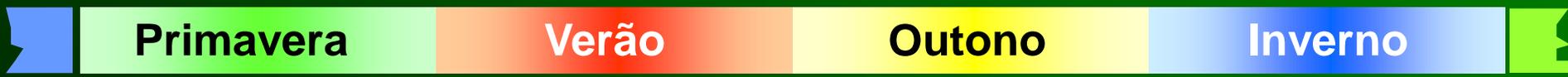
354 ~11 dias

354 354 ~22 dias

354 354 354 ~33 dias

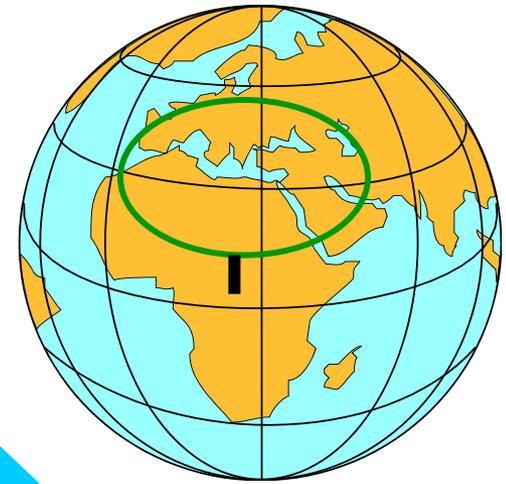
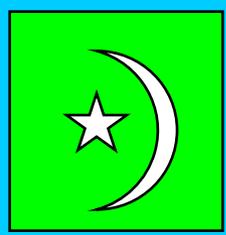
⇒ Calendário judaico

13.º Mês Intercalado



Ano Babilônio

12 Meses Lunares + 1 Mês Intercalado = 384 dias



França

Itália

Iugoslávia

Bulgária

Portugal

Espanha

Alb.

Grécia

Turquia

Mar Mediterrâneo

Síria

Iraque

Irã (Pérsia)

Marrocos

Tunísia

Líbano
Israel

Jordânia

Argélia

Líbia

Egito

Mar Vermelho

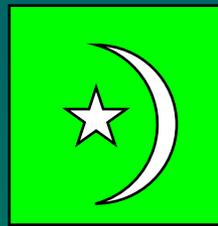
Arábia

Meca



Calendário Muçulmano

Calendário Muçulmano: lunar



● Muharran	30	● Radjab	30
● Safar	29	● Cha-ban	29
● Rabi-ul-auual	30	● Ramadam	30
● Rabi-ul-tani	29	● Chauual	29
● Djumada-l-ula	30	● Dul-qa-da	30
● Djumada-t-tania	29	● Dul-hidja	29 ou 30

Origem = Hégira = 16 jul 622 sexta-feira

Seqüência de 30 anos muçulmanos:

19 anos Comuns de 354 dias cada

11 anos Abundantes com 355 dias cada

622 d.C. : a migração do Profeta

Mohammad de Meca para Medina

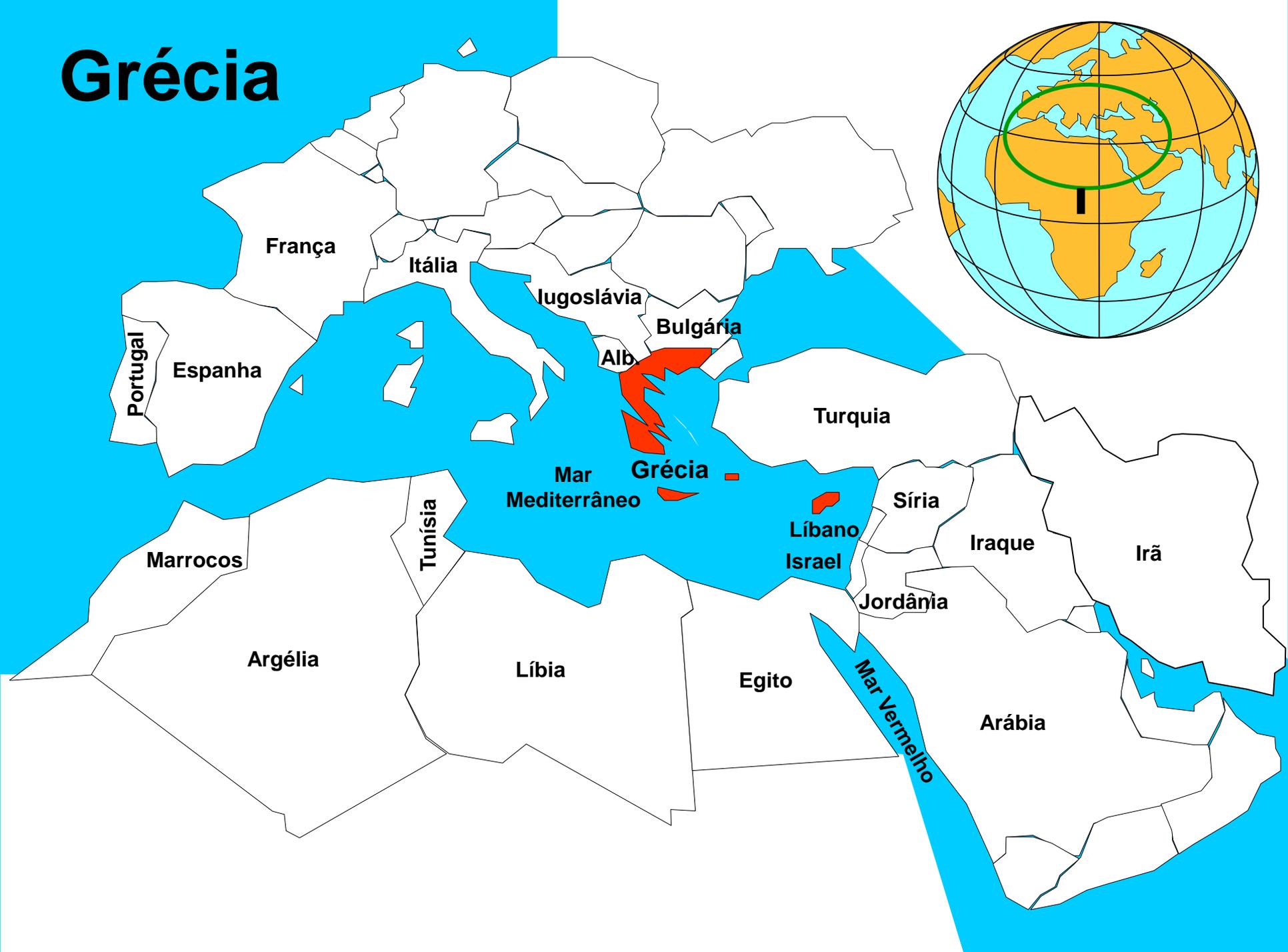


MS 2981
Qur'an, Kashmir, 18th c.



Calendários Gregos

Grécia



Portugal

Espanha

França

Itália

Jugoslávia

Bulgária

Alb

Turquia

Grécia

Mar Mediterrâneo

Síria

Iraque

Irã

Líbano

Israel

Jordânia

Egito

Arábia

Líbia

Argélia

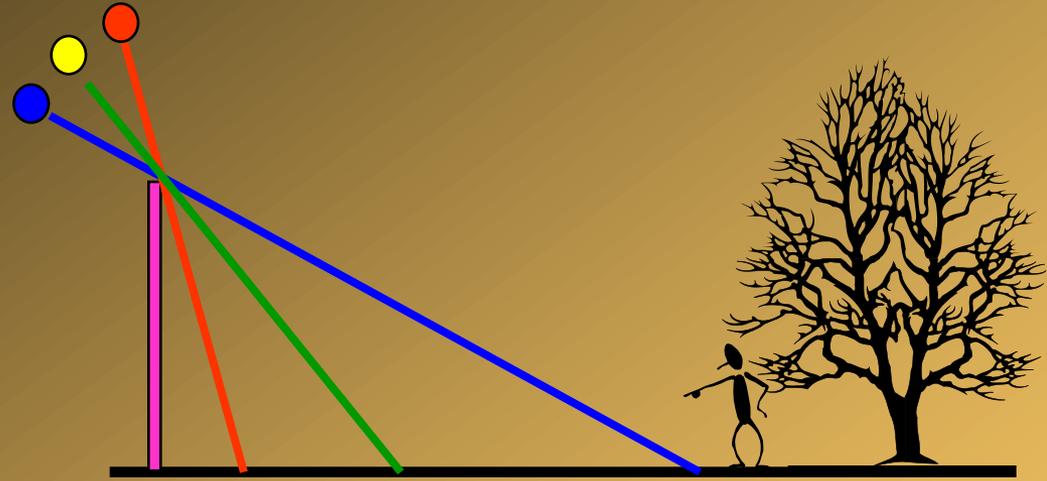
Marrocos

Tunísia

Mar Vermelho

Ano Grego

(Lunar)



Primavera

Verão

Outono

Inverno

30

29

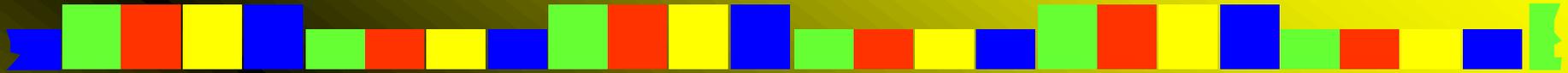
30

30

11

Ano Grego = 12 Meses Lunares = 354 dias

Ano Grego (Luni-Solar)



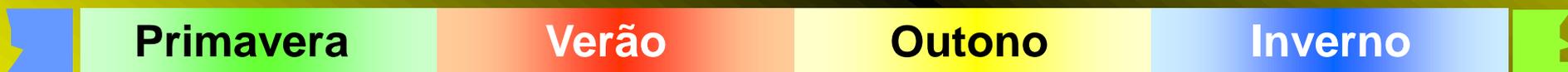
354 ~11 dias

354 354 ~22 dias

354 354 354 ~33 dias

$29,5 \times 12$

Mês Intercalado



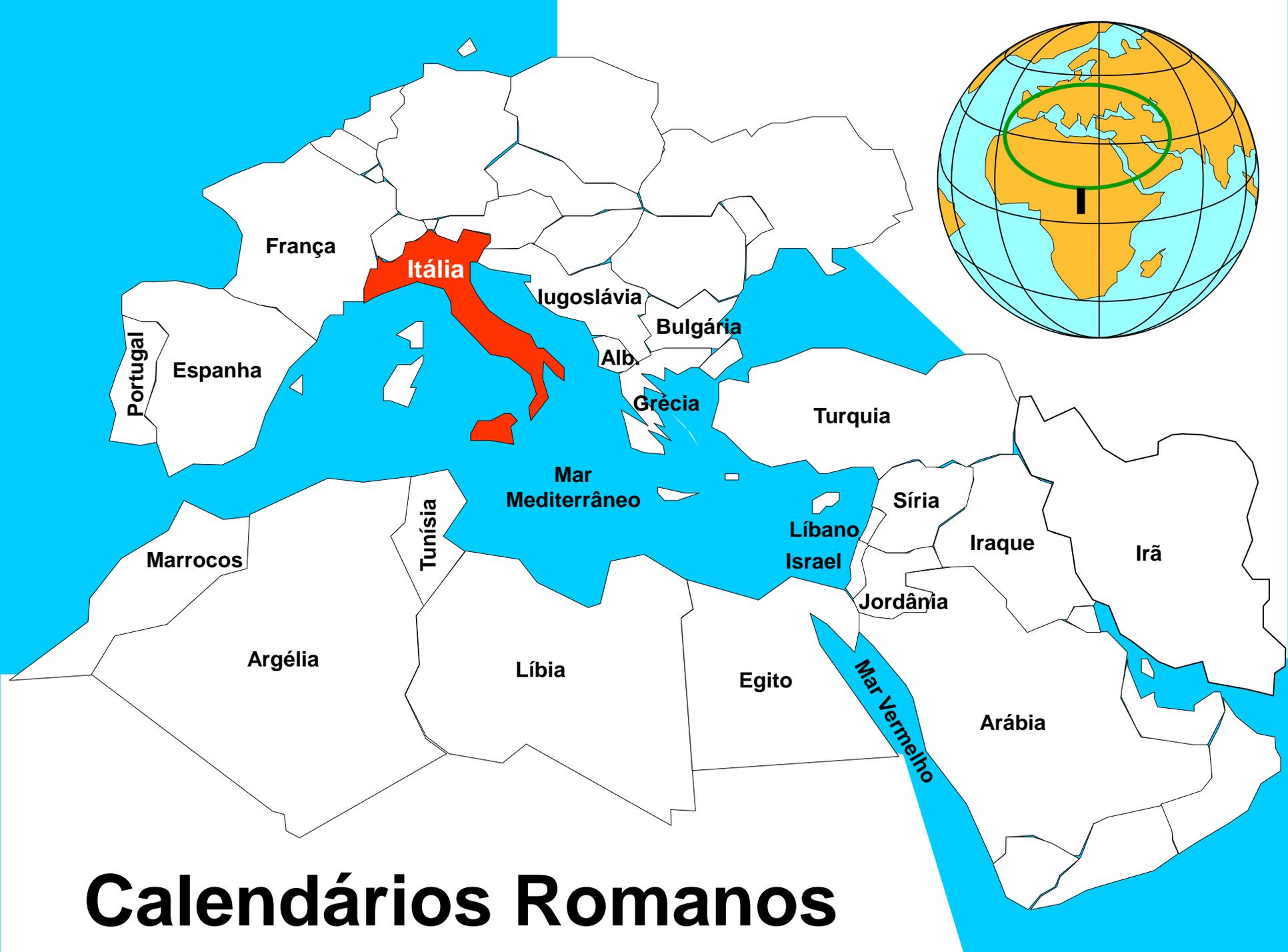
13º mês
intercalado

Ano Grego

12 Meses Lunares+ 1 Mês Intercalado = 384 dias

Calendários Romanos





Calendários Romanos

Primitivo Calendário Romano

(Rômulo ~753 a.C.)

Primavera

Verão

Outono

Inverno

61

Ano Romano = 10 Meses = 304 dias

Mar

Mai

Qui

Set

Nov

31

30

31

30

31

30

30

31

30

30

Abr

Jun

Sex

Out

Dez

Marte: Deus da guerra

Apolo: Deus da
beleza masculina

Júpiter: Deus do Olimpo

Juno: mulher de Júpiter
(nepotismo!)



Calendário Romano “Lunar”

Numa (sucessor de Rômulo): ~ 713BC



Primavera

Verão

Outono

Inverno

Mar	Mai	Qui	Set	Nov	Fev	10
31	29	31	29	31	29	29
Abr	Jun	Sex	Out	Dez	Jan	

Apenas números ímpares agradam
aos deuses!

Números pares dão azar!



Févere
Mês das doenças

Janus
Deus da Paz



Ano Lunar Romano = 12 Meses Lunares = 355 dias

Mudança de ordem nos meses do Calendário Romano "Lunar"



Ano Jurídico



153 a.C.



Calendário Juliano

(Acerto da Origem)

45 a.C.



Assessoria: Astrônomo Sozígenes

O ano 46 a.C. (Ano da Confusão) teria 445 dias para que o início da Primavera coincidissem com o dia 21 / mar





Calendário Juliano

(Duração do Ano)



Assessoria:
Astrônomo Sozígenes

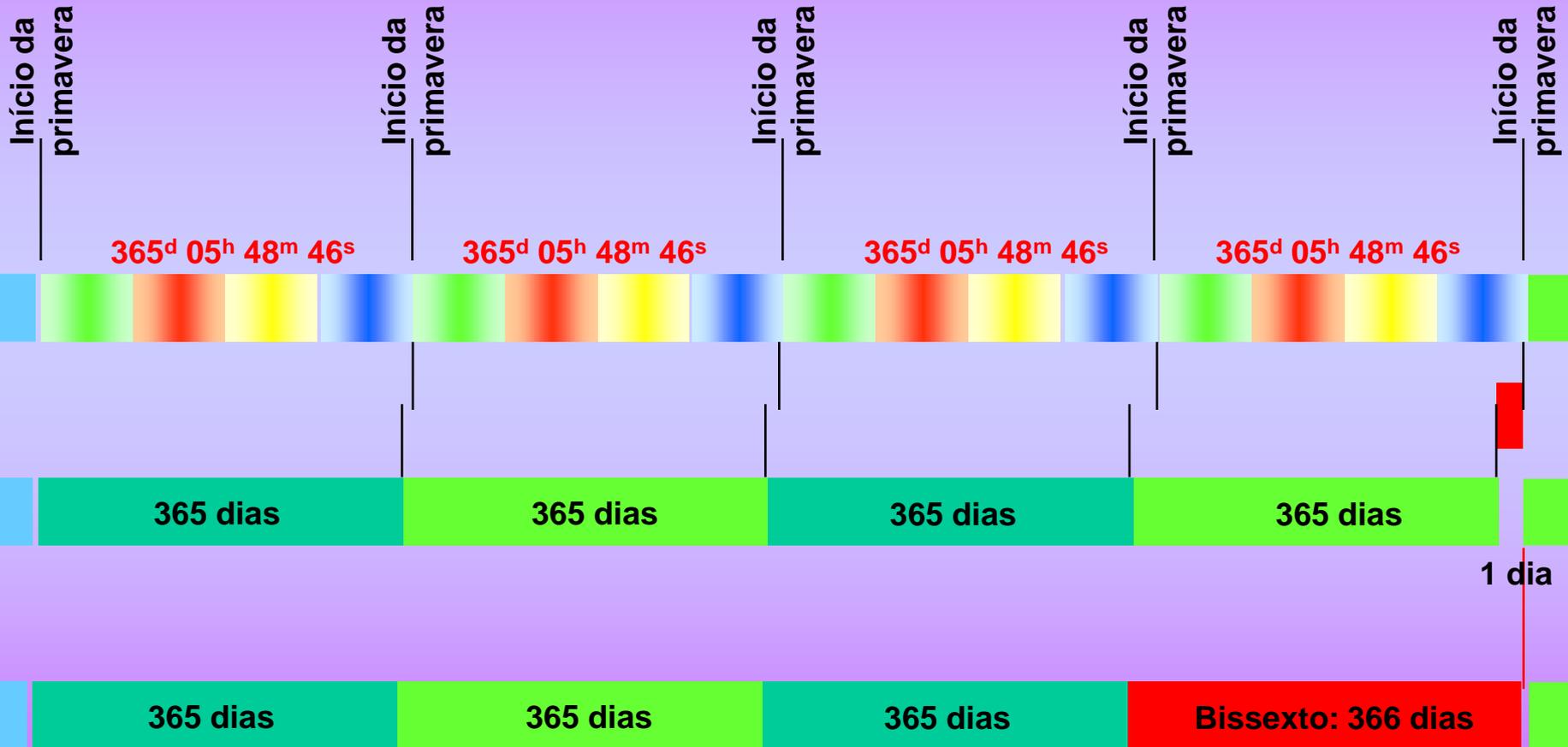
365
365
365
365

1 dia

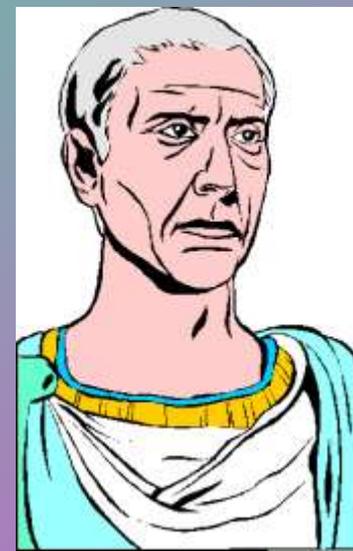
45 a .C.	366 dias	Bissexto
44 a .C.	365	Normal
43 a .C.	365	Normal
42 a .C.	365	Normal
41 a .C.	366 dias	Bissexto

Ano Juliano médio
 $365,25^d \equiv 365^d 06^h$

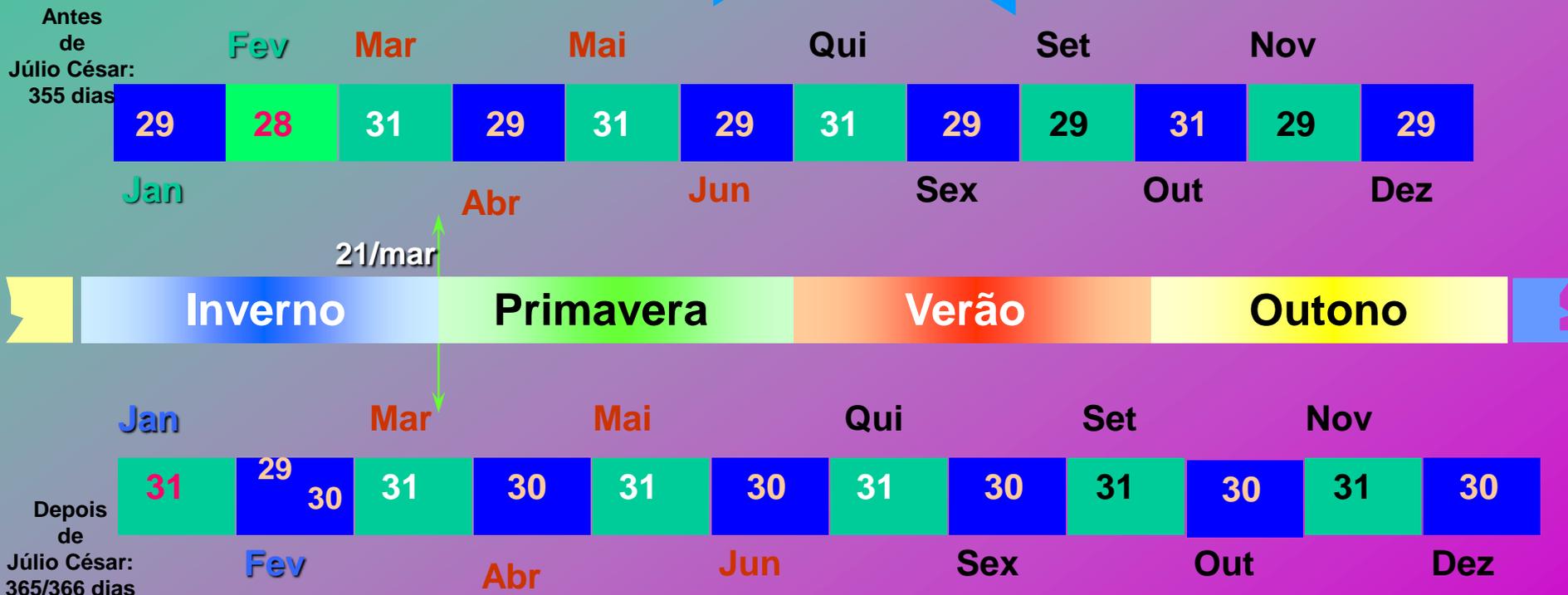
Ano Bissexto



Distribuição dos Dias nos Meses do Calendário Juliano



Calendário ~~lunar~~-solar



Implantação definitiva do Calendário Juliano



Júlio César
45 a.C.

Jan	Mar	Mai	Qui	Set	Nov
31	29 30	31	30	31	30

César Augusto
8 d.C.

Jan	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Sex	Out	Nov	Dez
31	29 30	31	30	31	30	31	30	31	30

Jan	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Sex	Out	Nov	Dez
31	29 30	31	30	31	30	31	30	31	30

Jan	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Sex	Out	Nov	Dez
31	28 29	31	30	31	30	31	30	31	30

Jan	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Sex	Out	Nov	Dez
31	28 29	31	30	31	30	31	30	31	30



Atual!

Jan	Fev	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
31	28 29	31	30	31	30	31	30	31	30	31

Era Cristã



Era Cristã



Abade Dionísio

Era Joanina

Era Joselina

Era Diocleciana

Subio ao trono
o Imperador
Diocletiano

248 e.D.

532 d.C.

Adotado
nascimento
de Cristo

Era Cristã

Erro na origem da Era Cristã

Adotado
nascimento
de Cristo

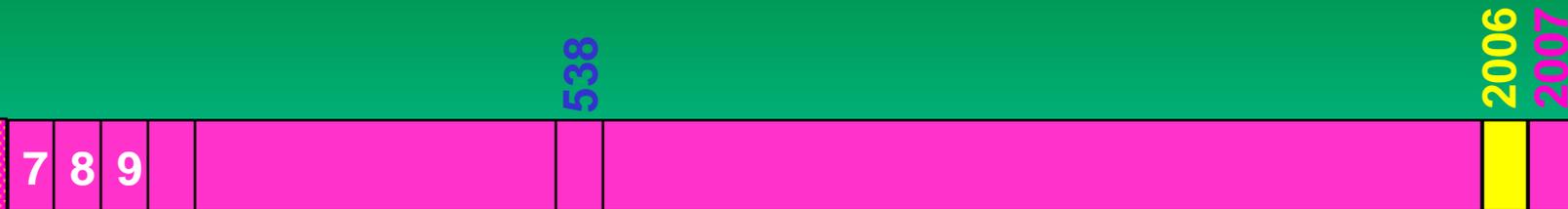


Provável
nascimento
de Cristo



Novas descobertas

6 a . C.



O "correto" Calendário da Era Cristã

Denominação de anos antes de Cristo

Escala Tradicional



Escala Algébrica

$$EA = - (ET - 1)$$

$$ET = - (EA - 1)$$

Ano 0 = bissexto



Páscoa

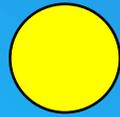
Páscoa: 1o domingo
após a 1a Lua Cheia
que ocorre após ou
no equinôcio da
primavera boreal (21
março)

Definição da Páscoa Cristã seguindo a Astronomia

Início da
Primavera
do
Hemisfério
Norte

Lua
Cheia

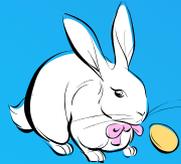
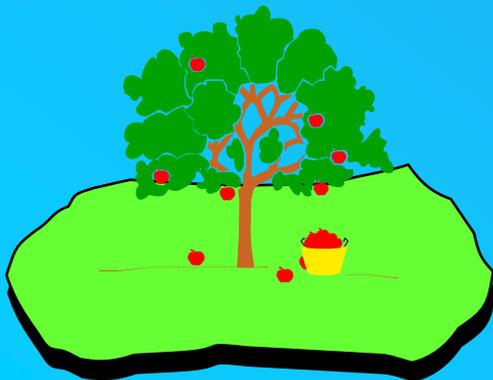
Domingo
de
Páscoa



Inverno

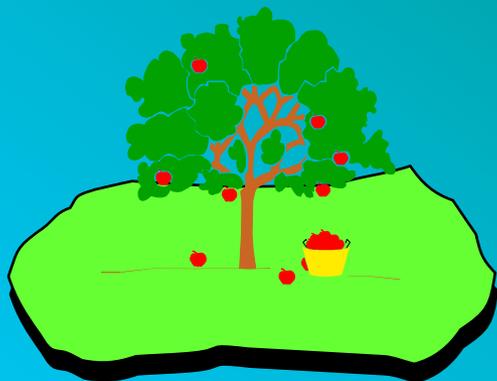
Primavera

Verão





Primavera eclesiástica



Inverno

Primavera Boreal

Verão

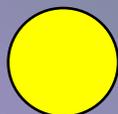
21 mar
Início da
Primavera
eclesiástica



Páscoa Cristã

Início da
Primavera
Boreal
Eclesiástica
21 mar

Lua
Cheia
Eclesiástica

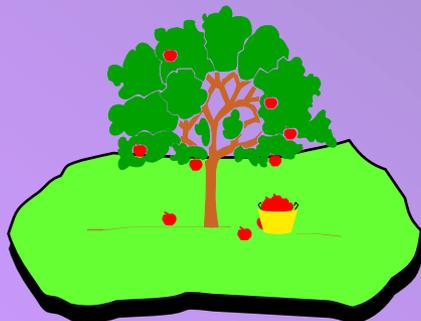


Domingo
de
Páscoa

Inverno

Primavera

Verão



Páscoa é o primeiro Domingo que ocorre após a primeira Lua Cheia Eclesiástica que ocorre após (ou no) Início da Primavera Boreal Eclesiástica

Cálculo da Data da Páscoa

$R\{x/y\}$ = Resto inteiro da divisão de x por y

A = Ano

$$a = R\{A / 19\}$$

$$b = R\{A / 4\}$$

$$c = R\{A / 7\}$$

$$d = R\{(19a + M) / 30\}$$

$$e = R\{(2b + 4c + 6d + N) / 7\}$$

M	N	A
22	2	1582 a 1699
23	3	1700 a 1799
23	4	1800 a 1899
24	5	1900 a 1999
24	5	2000 a 2099
24	6	2100 a 2199

$$P = 22 + d + e$$

Se $P \leq 31$ então
Páscoa = P/mar

Se $P > 31$ então
 $P' = d + e - 9$
Páscoa = P'/abr



Primavera
eclesiástica

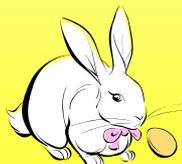
21/mar



22/mar



Período possível
para a Páscoa



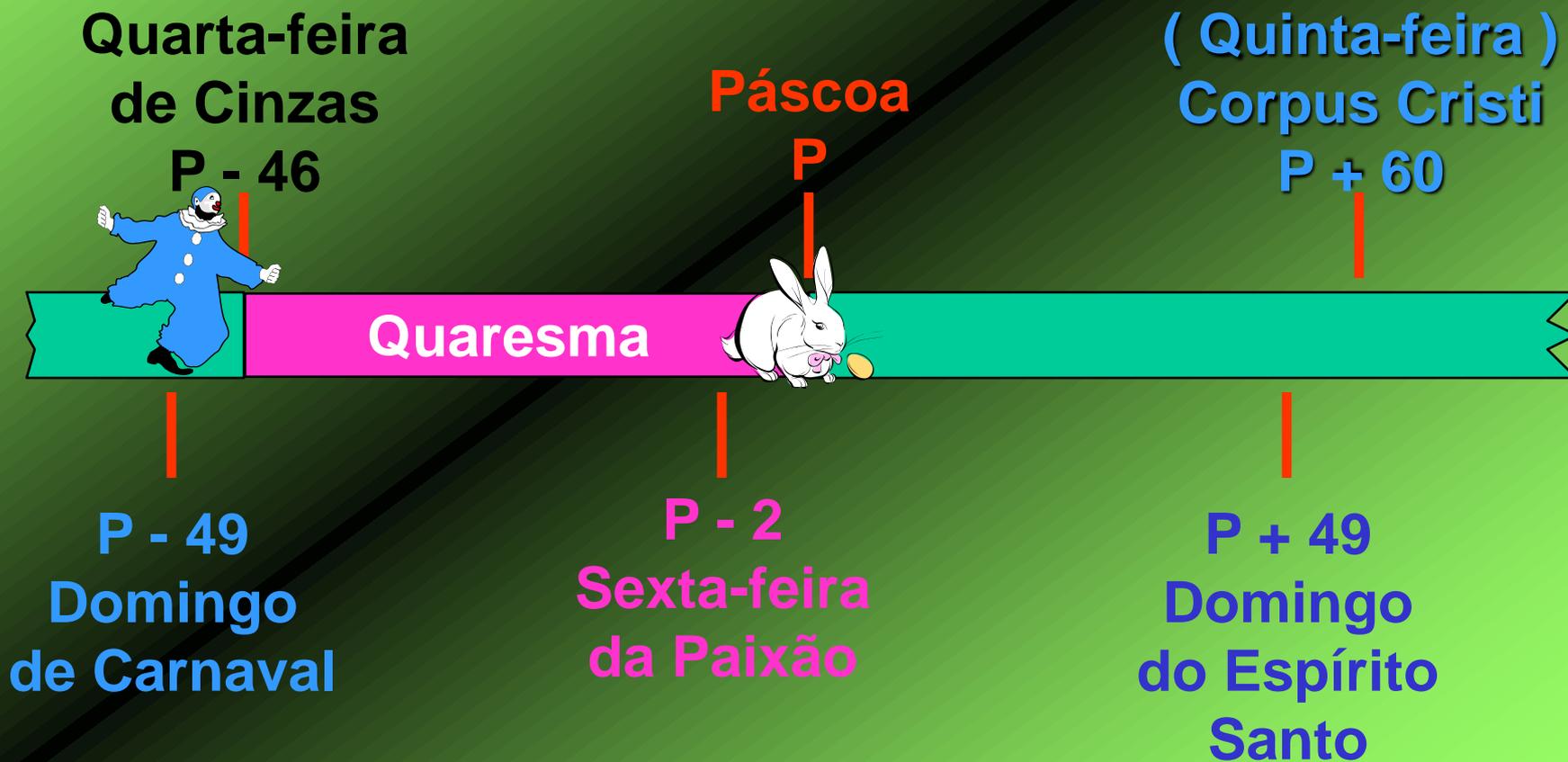
25/abr



Se $P' > 25$ então
 $P'' = P' - 7$
Páscoa = P''/abr



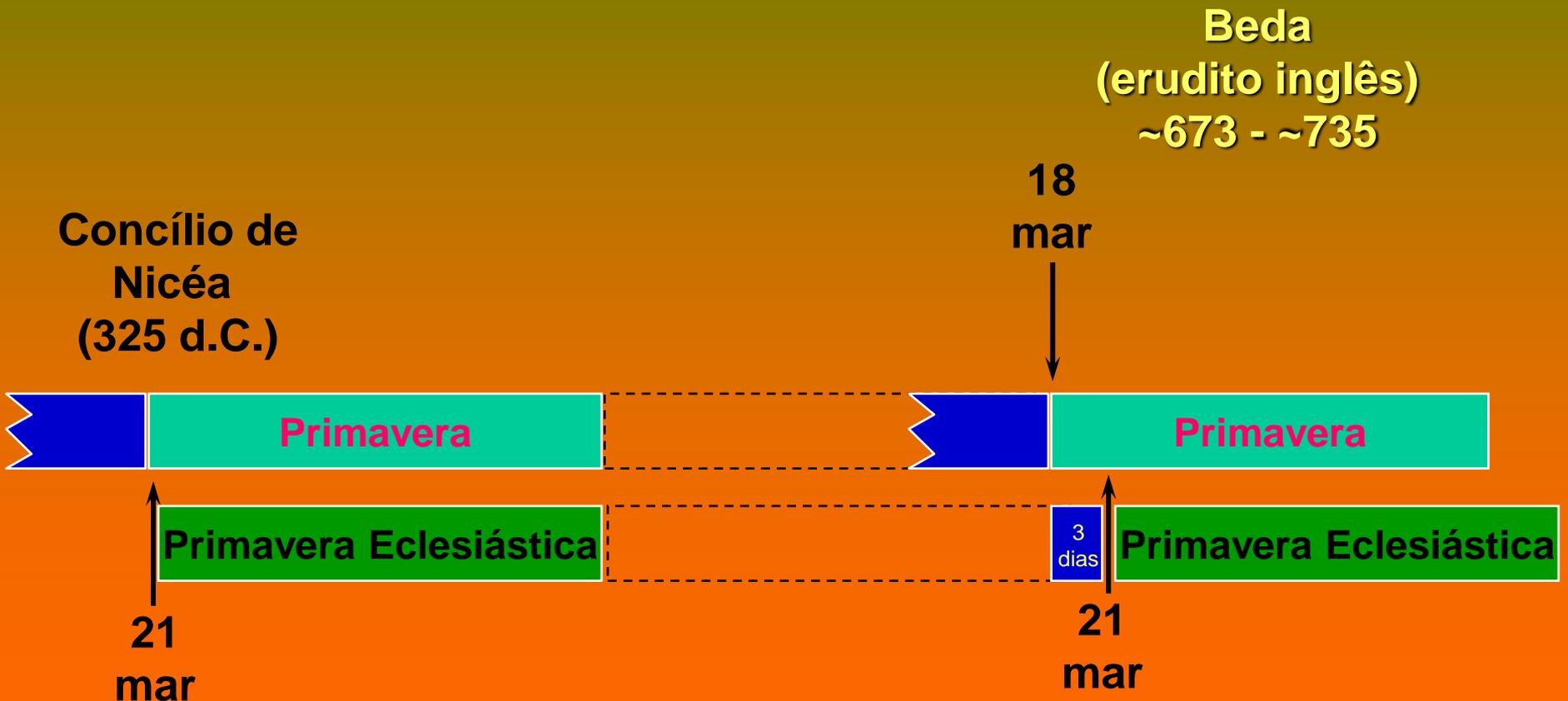
Festas Cristãs Móveis



**Data da
Páscoa
errada:**

Heresia....!

Defasagem entre o Calendário Juliano e as estações do ano



Defasagem entre o Ano Juliano e as Estações

Primavera

Verão

Outono

Inverno

Ano Trópico $\cong 365,242199^d \cong 365^d 05^h 48^m 46^s$

$\sim 0,007801$ dias $\cong 11^m 14^s$

Ano Juliano Médio $\equiv 365,2500^d \equiv 365^d 06^h 00^m 00^s$

Concílio de
Nicéia (325 d.C.)

Papado de
Gregório XIII
(1582)

$(1582 - 325) * 0,007801 \sim 10$ dias

21 mar

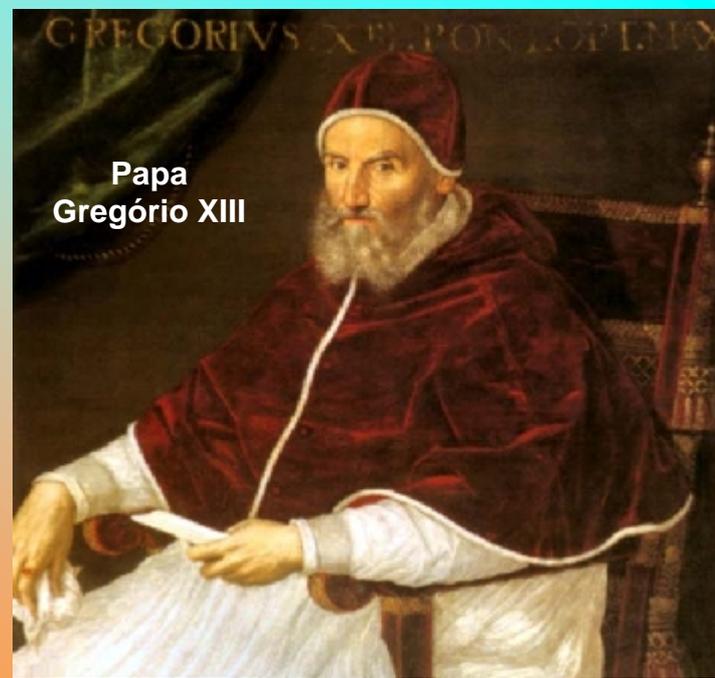
365,25

365,25

21 mar

365,25

365,25



Papa
Gregório XIII

Calendário Gregoriano

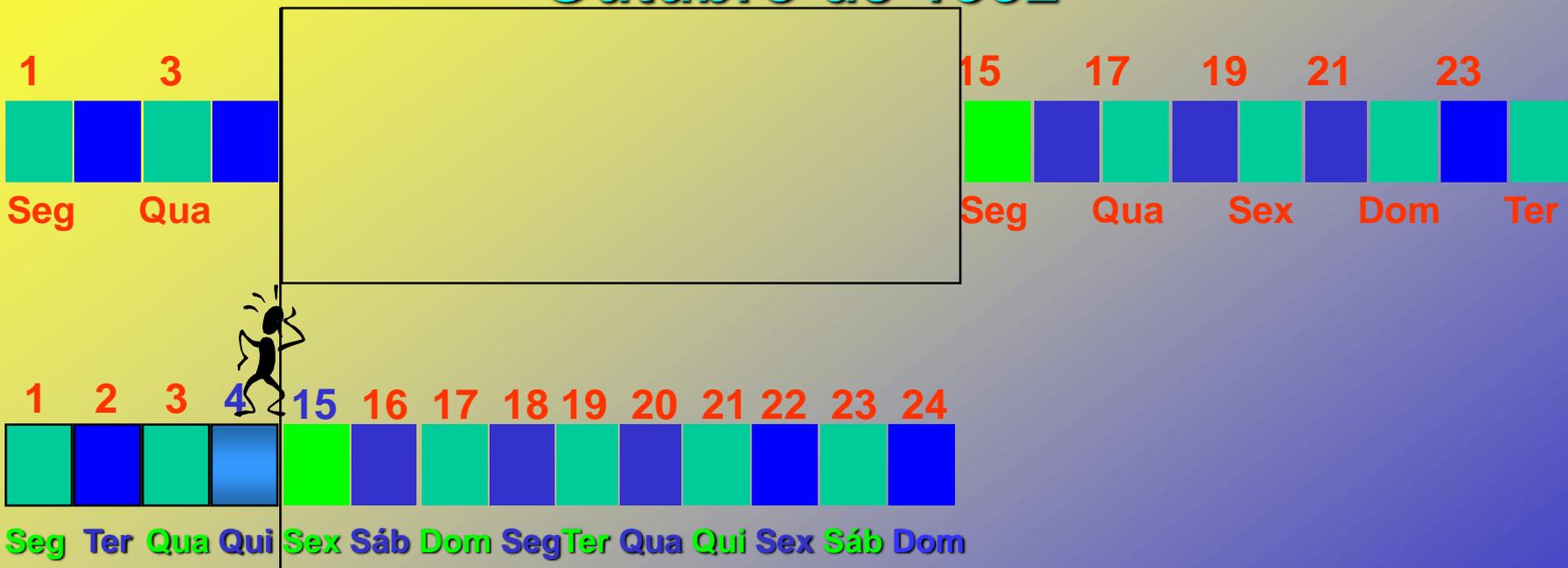
Motivo da Reforma Gregoriana



Reforma Gregoriana

(Acerto da Origem)

Outubro de 1582



Retirar 10 dias
para coincidir o dia
21 mar com o
Início da Primavera

Reforma Gregoriana

(Ano Gregoriano)

Assessoria: astrônomo Lélío

Primavera

Verão

Outono

Inverno

Ano Trópico $\cong 365^{\text{d}} 05^{\text{h}} 48^{\text{m}} 46^{\text{s}}$

$\sim 11^{\text{m}} 14^{\text{s}}$

Ano Juliano Médio $\equiv 365^{\text{d}} 06^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$

$\sim 26^{\text{s}}$

Ano Gregoriano Médio $\equiv 365^{\text{d}} 05^{\text{h}} 49^{\text{m}} 12^{\text{s}}$

O Ano Gregoriano acarretará um desvio de
1 dia a cada cerca de 3.300 anos

Correção no ano de: $1.582 + 3.300 = 4.882$

Reforma Gregoriana

(Ano Gregoriano)

Ano Trópico $\cong 365,242199^d = 365^d 05^h 48^m 46^s$

Primavera

Verão

Outono

Inverno

Ano Juliano Médio $\cong 365^d 06^h 00^m 00^s$

Ano Gregoriano Médio $\cong 365,2425^d = 365^d 05^h 49^m 12^s$

Decompondo:

- **365,2425 dias**
- **365 + 0,2425**
- **365 + (0,24) + 0,0025**
- **365 + (0,25 - 0,01) + 0,0025**
- **365 + $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{100}$ + $\frac{1}{400}$**

O Ano Gregoriano
acarretará um
desvio de
1 dia a cada cerca
de 3.300 anos

Definição dos Anos
Bissextos no
Calendário Gregoriano

Ano Bissexto?

Ano

Resto de Ano / 4 ?

Resto
1, 2, 3

365 dias

2005
2006
2007
2009

Resto = 0

O ano acaba em 00 ?

NÃO

Bissexto
366 dias

2008
2012
2016

SIM

O Ano é múltiplo
de 400 ?

NÃO

365 dias

2100
2200
2300

SIM

Bissexto
366 dias

2000
2400
2800

Data Juliana

Data Juliana

Josephus Justus Scaliger

Francês
(séc. XVI)

Época

Meio-dia
Greenwich

Segunda-feira

01

jan

4713 a.C.

(- 4712)

Meio-dia
Greenwich

01

jan

2000 d.C.



JD 2.451.545

1 2 3 4 5

Data Juliana é muito usada em astronomia pois é uma série continua de numeros



Calendários Maia e Asteca

Acreditavam
na criação e
na destruição
periódica do
mundo

Astecas e Maias

Astecas

Maias

Incas

Pirâmide
de
Kukulcán



Observatório Caracol

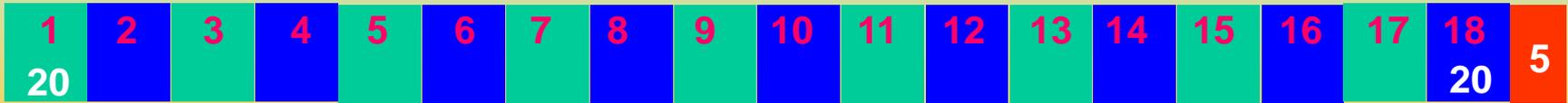


Calendários Maia e Asteca

Calendário Civil (Haab)

Ano Maia = 18 meses x 20 dias + 5 Dias Nefastos = 365 dias

Dias nefastos



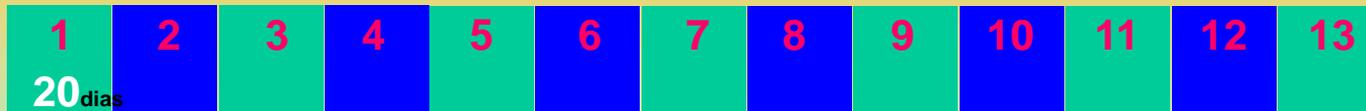
Verão

Outono

Inverno

Primavera

Calendários Religiosos (Tzolkin)



13 meses de 20 dias
260 dias

Curto Período Maia



Curto Período = 18.980 dias



260

Início em
3.128 a.C.
(Hochleitner)
ou em
3.114 a.C.
(Thompson)

52 Anos Civis = 18.980 dias

73 Anos Rituais = 18.980 dias

52 Anos Civis = 73 Anos Rituais

Contagem longa

Ciclos de
milhares
ou milhões
de anos;



Este ciclo se
encerra em

2.012 dez 21

UT 11^h11^m

solstício do inverno boreal

quando tudo
se extinguirá
para o início
de uma nova
era!

Períodos obtidos pelos maias através de seus calendários

Período	Moderno (dias)	Maia (dias)
Lunar	29,53059	29,53086
Solar	365,2422	365,2466
Marciano	779,94	780
Venusiano	583,93	583,9203



Calendário Maia



Calendários Chineses

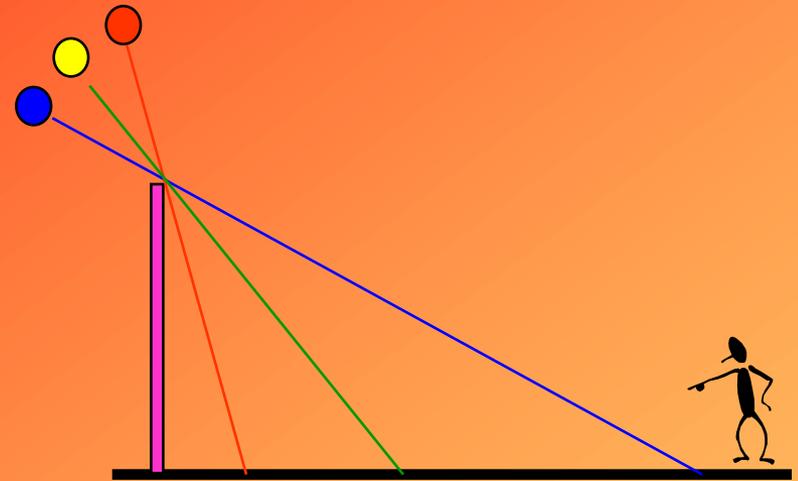




China

China

Ano Lunar Chinês



Primavera

Verão

Outono

Inverno

30

29

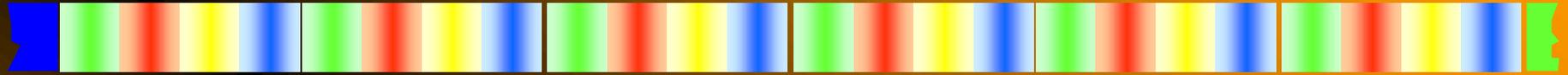
30

30

11

Ano Chinês = 12 Meses Lunares = 354 ou 355 dias

Ano Chinês Luni-Solar

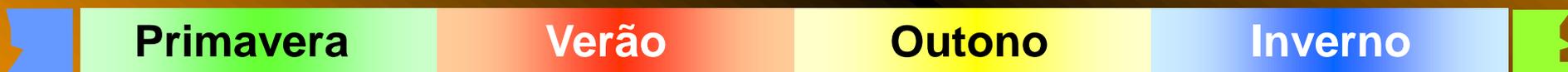


354 ~11 dias

354 354 ~22 dias

354 354 354 ~33 dias

Mês Intercalado



13^o mês

intercalado

Ano Chinês

12 Meses Lunares+ 1 Mês Intercalado = 384 dias

Título de cada ano chinês

Cada ano é dedicado a um dos 12 animais sagrados e a um dos 5 elementos da filosofia chinesa

ANIMAIS

- ❑ zi rato
- ❑ chou boi
- ❑ yin tigre
- ❑ mao coelho
- ❑ chen dragão
- ❑ si serpente
- ❑ wu cavalo
- ❑ wei carneiro
- ❑ shen macaco
- ❑ you galo
- ❑ xu cachorro
- ❑ hai porco



ELEMENTOS

- ❖ Metal
- ❖ Madeira
- ❖ Água
- ❖ Fogo
- ❖ Terra

ANIMAIS

- zi rato
- chou boi
- yin tigre
- mao coelho
- chen dragão
- si serpente
- wu cavalo
- wei carneiro
- shen macaco
- you galo
- xu cachorro
- hai porco



ELEMENTOS

- ❖ Metal
- ❖ Madeira
- ❖ Água
- ❖ Fogo
- ❖ Terra

Ciclo de anos chineses

Rato **Tigre** **Dragão** **Cavalo** **Macaco** **Cão**

Boi **Gato** **Serpente** **Cabra** **Galo** **Porco**

Uso do tradicional calendário chinês

Para cálculo de

- festas típicas e
- festas religiosas;
- data do *Ano Novo Chinês*