

O CALENDÁRIO ATUAL. HISTÓRIA, ALGORITMOS E OBSERVAÇÕES

MARIA DO CÉU BAPTISTA LOPES ¹

¹ Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu – Portugal.

(e-mail: mceulopes@meo.pt)

Resumo

A ordenação do tempo tem uma importância crucial na vida das pessoas e das nações, determinando os ritmos da ação individual e as relações entre povos e culturas. O calendário do velho Continente, hoje adotado por todos os países do Planeta no âmbito das relações económicas e políticas, conheceu múltiplas vicissitudes ao longo do seu percurso histórico. Para uma compreensão básica da nossa matriz cultural é indispensável o conhecimento dos aspetos mais determinantes desse instrumento fundamental de regulação da atividade humana.

Este artigo pretende contribuir para essa compreensão, proporcionando uma breve síntese dos principais antecedentes históricos que marcaram o percurso do atual calendário e disponibilizando um conjunto de ferramentas e resultados derivados do algoritmo de Gauss para determinação da data da Páscoa, cuja variabilidade se repercute na data de outras celebrações. Analisa-se ainda, graficamente, a variação do período diurno ao longo do ano.

Palavras-chave: civilização; tempo; calendário; algoritmo.

Abstract

Time ordering is of crucial importance in the lives of both individuals and nations, as it determines the rhythmic patterns of individual action and the relations between peoples and cultures. The calendar of the Old Continent, nowadays adopted by all countries on the planet within economical and political relations, has met with many vicissitudes in the course of its history. For a basic understanding of our cultural

matrix it is essential to have good knowledge of the most determining aspects of this fundamental instrument for the regulation of human activity. This paper aims to contribute for this understanding, by giving a brief synthesis of the most important historical background for our present day calendar and by offering a set of tools and results proceeding from Gauss Algorithm for Easter Sunday date calculation, whose variability influences the date for other celebrations. We also analyse, by means of graphs, the day length variation throughout the year.

Keywords: civilization; calendar; time; algorithm.

História

Antecedentes dos calendários romanos

O atual calendário foi estabelecido em 1582. Incorporou unidades de tempo com diferentes origens históricas. O dia, definido pela alternância cíclica da luz solar e da escuridão da noite, é a mais antiga divisão do tempo, provavelmente anterior a 8000 a.C. Mais tarde surgiram os meses, definidos originalmente pelas fases da lua. Posteriormente foi introduzido o ano, baseado no movimento aparente do sol e no ciclo das estações. A divisão do mês em 4 semanas de 7 dias, invenção babilônica baseada em conceitos astrológicos e desenvolvida no século VII a.C., foi adotada pelos romanos, provavelmente no século I d. C. (Ribeiro, 2012).

A hora foi definida originalmente pelas civilizações antigas (incluindo o Egito, a Suméria, a Índia e a China) como a vigésima quarta parte de um dia solar. Assim considerada, a duração das horas podia variar ao longo do ano, em função da variabilidade do *dia* adotado.

A divisão da hora em 60 minutos e do minuto em 60 segundos é uma herança dos babilônios, cujo sistema de numeração era de base sessenta, acreditando que o número de dias referente ao período de um ano era 360.

Os mais primitivos calendários do velho Continente de que a História nos proporciona uma informação concreta são o hebreu e o egípcio. Ambos tinham um ano civil de 360 dias. Os hebreus já utilizavam a semana, pois contavam os anos agrupando-os em semanas de "sete anos". Os egípcios dividiam o ano em 12 meses de 30 dias e cada mês em três décadas (Marques, 2012).

Insatisfeitos com o ano de 360 dias, egípcios e hebreus procuraram aperfeiçoar o seu calendário, seguindo caminhos diferentes. Os hebreus ajustaram os meses com o

movimento da Lua e coordenaram o ano com o ciclo das estações. Os egípcios seguiram unicamente o ciclo das estações, tal como as observavam.

Por volta do ano 5000 a.C. os egípcios estabeleceram um ano civil invariável de 365 dias, conservando a divisão em 12 meses de 30 dias e adicionando 5 dias no fim de cada ano. O atraso de aproximadamente 6 horas por ano relativamente ao ano trópico (período de translação da Terra) levou a que as estações egípcias se fossem atrasando. Apesar dessa constatação, os egípcios não fizeram qualquer correção até ao ano 238 a.C., em que tentaram reformar o seu calendário para se ajustar ao ciclo das estações (Marques, 2012).

Os gregos estabeleceram um ano lunar de 354 dias, dividido em 12 meses de 30 e 29 dias, alternadamente. O facto de tal duração ter menos 11 dias e 6 horas do que o ano trópico, obrigava a fazer intercalações para estabelecer a devida correspondência.

Calendários romanos

No calendário da Roma antiga, os meses correspondiam exatamente às lunações¹. Ao primeiro dia do mês chamava-se *Kalendae* (Calendas). Daí deriva a palavra calendário. O dia que correspondia à fase lunar de quarto crescente era tradicionalmente designado *Nonae* (Nonas) e o dia de lua cheia *Idus* (Idos). Nesse calendário lunar romano o ano tinha 304 dias distribuídos por 10 meses, sendo periodicamente adicionado um mês suplementar para compensar o atraso em relação às estações do ano.

Os 4 primeiros meses do calendário romano tinham nomes dedicados aos deuses da mitologia romana, provavelmente aplicados em tempos mais remotos às 4 estações. As designações dos restantes meses eram números ordinais. Na tabela 1 pode ver-se a designação e duração de cada um deles.

Tabela 1 – Os 10 meses do calendário romano primitivo

Mês	#dias	Significado
Martius	31	Marte
Aprilis	30	Apolo
Maius (maior)	31	Júpiter
Junius	30	Juno
Quintilis	31	5º
Sextilis	30	6º
September	30	7º
October	31	8º
November	30	9º
December	30	10º

¹ Lunação é o intervalo de tempo entre duas conjunções consecutivas da Lua com o Sol. O seu valor médio, conhecido com grande precisão, é de 29 d 12 h 44 m 02,8 s (Marques, 2012).

Numa Pompílio reformulou esse calendário (Marques, 2012). Seguindo o exemplo dos gregos, estabeleceu o ano de 12 meses. Colocou em primeiro lugar o mês dedicado a Jano, *Januarius*, e em último o mês de *Februarius*, dedicado a Februa, o deus a quem os romanos ofereciam sacrifícios para expiar as suas faltas de todo o ano. Modificou também a duração dos meses, deixando o calendário com 354 dias distribuídos como se indica na tabela 2.

Tabela 2 – Os 12 meses do calendário de Numa Pompílio

Mês	#dias	Significado
Januarius	29	Jano
Martius	31	Marte
Aprilis	29	Apolo
Maius	31	Júpiter
Junius	29	Juno
Quintilis	31	5°
Sextilis	29	6.º
September	29	7º
October	31	8º
November	29	9º
December	29	10º
Februarius	27	Februa

O número ímpar de dias de cada mês devia-se à superstição dos romanos, que consideravam nefastos os números pares. Posteriormente, para que o ano não tivesse 354 dias – e fosse um ano aziago... – Februarius passou a ter 28 dias.

Seguindo de algum modo o exemplo dos gregos, os romanos coordenaram o seu ano lunar com o ciclo das estações e estabeleceram um rudimentar sistema lunissolar: introduziram no seu calendário um novo mês (*Mercedonius*) de dois em dois anos, sendo as intercalações feitas na época em que os senhores outorgavam as suas mercês aos escravos. Esse novo mês, com 22 ou 23 dias, intercalava-se entre 23 e 24 de Februarius, que se interrompia, completando-se depois. O ano assim formado tinha em média 366,25 dias (mais um do que o ciclo das estações). Foram estabelecidas várias normas para resolver esse problema, mas não resultaram, porque as intercalações eram feitas de acordo com interesses privados ou políticos.

Júlio César (100-44 a.C.) instituiu o calendário *juliano*, em conformidade com as seguintes recomendações do astrónomo Sosígenes de Alexandria (séc. I a.C.):

- O ano 46 a.C. teve duração prolongada: 445 dias;
- O ano passou a ser calculado em 365,25 dias;
- Os doze meses passaram a ter duração quase igual à que têm atualmente;

- O primeiro dia do ano, antes situado em 15 de março, foi fixado no 1º de janeiro;
- Para compensar a fração anual excedente (0,25 dias), foi instituído de 4 em 4 anos o ano bissexto, com 366 dias.

A reforma do calendário introduzida por Júlio César foi extraordinariamente relevante para a época. Durante o consulado de Marco António, foi decidido prestar-lhe homenagem, perpetuando o seu nome no calendário: o sétimo mês, Quintilis, passou a chamar-se Julius. Posteriormente, no ano 730 de Roma, o Senado romano decretou que o oitavo mês, Sextilis, passasse a chamar-se Augustus, por nele ter começado o primeiro consulado do imperador César Augusto, que pôs fim à guerra civil que assolava o povo romano. Para que o mês de César Augusto não tivesse menos dias que o de Júlio César, Augustus passou a ter 31 dias. Para isso, Februarius ficou com 28 dias nos anos comuns e 29 nos bissextos. E para que não houvesse tantos meses seguidos com 31 dias, procedeu-se à redistribuição que ainda hoje vigora (Marques, 2012).

Tabela 3 – Os 12 meses do calendário juliano

Mês	#dias
Januarius	31
Februarius	28 ou 29
Martius	31
Aprilis	30
Maius	31
Junius	30
Julius	31
Augustus	31
September	30
October	31
November	30
December	31

A República Romana usava uma "semana de mercado" de oito dias. A semana de sete dias começou a ser usada no início do período imperial, depois do calendário juliano ter entrado em vigor. A **semana** – do latim *septimana* (*sete manhãs*) – está intimamente ligada à duração das fases da lua, que acabaram por gerar os primeiros calendários anuais. Tratou-se de uma evolução na orientação no tempo, originada na relação do homem com a natureza, sobretudo com os astros que podia visualizar. Daí proveio a designação dos dias da semana:

Dies Solis (*Dia do Sol*)

Dies Lunae (*Dia da Lua*)

Dies Martis (*Dia de Marte*)

Dies Mercuri (*Dia de Mercúrio*)

Dies Iovis (*Dia de Júpiter*)

Dies Veneris (*Dia de Vénus*)

Dies Saturni (*Dia de Saturno*)

A semana romana é ainda hoje seguida de perto por muitos idiomas. É o caso das línguas germânicas (alemã, dinamarquesa, holandesa, inglesa, norueguesa e sueca), que usam a nomenclatura planetária romana adaptada aos deuses germânicos. Também as línguas novilatinas (castelhano, francês, italiano e romeno), com exceção da portuguesa, usam a nomenclatura planetária romana, com a substituição do dia de Saturno pelo Sábado² e do dia do Sol pelo Domingo³.

A era cristã

Para calcular períodos de tempo superiores a um ano, as antigas civilizações utilizavam em geral a duração de reinados (Egito), a sucessão de magistrados (Roma Republicana), a enumeração das gerações ou então um facto memorável, como por exemplo a realização dos primeiros Jogos Olímpicos (Grécia). Durante o Império Romano, contava-se o tempo conforme a sucessão dos Cônsules e também *Ab Vrbe Condita* (AVC ou AUC): *desde a fundação da cidade de Roma* (Casaca, 2009).

O advento e a difusão do cristianismo exerceram influência na evolução do calendário juliano, nomeadamente com a fixação das regras para determinação da data da Páscoa e a adoção oficial da semana no calendário romano. Os cristãos da Ásia Menor celebravam a Páscoa cristã no dia 14 da primeira Lua que comesse em março, qualquer que fosse o dia da semana em que ocorresse essa data. Os cristãos do Ocidente, pelo contrário, celebravam-na no domingo seguinte a esse dia. Esta discrepância entre os cristãos do Oriente e do Ocidente na comemoração de tão importante acontecimento levou a que no *concílio de Niceia* (ano 325 da nossa era) ficasse definido que Jesus Cristo ressuscitou num domingo, 16 Nissan do calendário judeu, coincidente com o plenilúnio (lua cheia) do começo da primavera (Marques, 2012). O concílio decidiu assim que *a Páscoa passaria a ser celebrada universalmente no domingo seguinte ao plenilúnio que tivesse lugar no equinócio da primavera ou*

² Palavra de origem hebraica: “O *Sabat* – fim da obra dos «seis dias» - está no coração da Lei de Israel: A Criação foi feita em vista do *Sabat* e, portanto, do culto e da adoração de Deus” (Catecismo da Igreja Católica, 347).

³ Termo proveniente do latim *dies Dominicus* (*dia do Senhor*): “Por tradição apostólica, que nasceu no próprio dia da Ressurreição de Cristo, a Igreja celebra o mistério pascal todas as semanas, no Domingo (...). O dia da Ressurreição de Cristo é simultaneamente o «primeiro dia da semana», memorial do primeiro dia da Criação e o «oitavo dia» em que Cristo, após o seu repouso do Grande Sábado, inaugura o «Dia que o Senhor fez.»” (Catecismo da Igreja Católica, 1166).

imediatamente a seguir. Ainda hoje a data da Páscoa é calculada com base nessa definição.

Só alguns séculos após o nascimento de Cristo é que se pôs a questão de ligar este acontecimento a uma origem de contagem do tempo. A proposta foi apresentada, por volta do ano 532 da nossa era, pelo monge cita *Dionísio, o Pequeno*, que calculou que o nascimento de Cristo havia ocorrido em 753 AVC, no dia 25 de dezembro. De acordo com essa indicação, as datas 2765 (AVC) e 2012 (AD) – *Anno Domini* – seriam equivalentes.

No início do século VII, o Papa Bonifácio IV terá sido o primeiro a utilizar simultaneamente a forma de datação AVC e AD. Ainda que o *Anno Domini* já fosse comum no século IX, a designação "antes de Cristo", ou outra equivalente, só se tornou vulgar a partir do final do século XV.

Em Portugal utilizou-se a era de César ou hispânica até ao ano 1422. Esta era fora introduzida na Península Ibérica no século V para recordar a conquista da península por Caio Júlio César Augusto no ano 38 a.C. A era de César foi abolida em Portugal por determinação de D. João I, e o ano 1460 dessa era passou a ser o ano 1422 da era cristã. Já quanto à adoção da semana canónica⁴, é de salientar que Portugal se pode considerar pioneiro: foi adotada durante o reinado do suevo Ariomiro (569 a 582 AD), na sequência do segundo concílio de Braga (572 AD), graças à influência de S. Martinho de Dume (Casaca, 2009). Esta designação foi instituída por um édito do imperador Constantino em 321 AD, por considerar indigno dos cristãos que se designassem os dias da semana pelos nomes latinos pagãos.

O calendário gregoriano

Dado que a duração do ano solar é de cerca de 365,2422 dias, a adoção de 365,25 dias como duração do ano levou à acumulação de uma pequena diferença que, em cada período de 128 anos, perfazia 1 dia. No século XVI tornou-se necessário proceder a um ajuste. O Papa Gregório XIII (1502-1585 d.C.), depois de várias consultas a instituições científicas, criou em 1576 uma comissão encarregada de estudar o problema e as diversas propostas existentes para o resolver. Nesta comissão, constituída pelos melhores astrónomos e matemáticos da época, teve papel preponderante o célebre padre jesuíta, contemporâneo de Pedro Nunes, Christoph Clavius, que estudou Astronomia na reputada Aula da Esfera do Colégio de Santo Antão, em Lisboa (Casaca, 2009).

⁴ De acordo com a terminologia eclesiástica, os sete dias da semana canónica eram assim designados: *Feria secunda*, *Feria tertia*, *Feria quarta*, *Feria quinta*, *Feria sexta*, *Sabbatum*, *Dominica Dies*.

Por essa altura o equinócio da primavera já ocorria por volta de 11 de março. A reforma gregoriana tinha por finalidade desfazer o erro de 10 dias já existente. Para isso, a bula *Inter Gravissimas*, de 24 de fevereiro de 1582, mandava que o dia imediato à quinta-feira 4 de outubro fosse designado sexta-feira 15 de outubro, sendo de notar que, embora houvesse um salto nos dias, manteve-se o ciclo semanal (Marques, 2012).

Para evitar a repetição de futuros desfasamentos, foi estabelecido que os anos seculares só seriam bissextos se fossem divisíveis por 400. A duração do ano gregoriano é, em média, de 365 dias 5 horas 49 minutos e 12 segundos, isto é, tem atualmente mais 27 segundos do que o ano trópico. A acumulação desta diferença ao longo do tempo representará um dia em cada 3000 anos.

Portugal, Espanha e Itália aceitaram de imediato a reforma do calendário. Em França e nos Estados católicos dos Países Baixos a supressão dos 10 dias fez-se ainda no ano 1582. A Alemanha e a Suíça acolheram a reforma em 1584, a Polónia em 1586 e a Hungria em 1587. Os países protestantes dos Países Baixos só por volta de 1700 aceitaram o novo calendário e a Inglaterra e a Suécia só o fizeram em 1752. Os russos, gregos, turcos e, duma maneira geral, os povos de religião ortodoxa, conservaram o calendário juliano até ao princípio do século XX. Como tinham considerado bissextos os anos de 1700, 1800 e 1900, a diferença era já de 13 dias. A então URSS adotou o calendário gregoriano em 1918, a Grécia em 1923 e a Turquia em 1926 (Casaca, 2009).

O calendário gregoriano pode ser considerado atualmente de uso universal. Mesmo os povos que por motivos religiosos, culturais ou outros mantêm os seus calendários tradicionais, utilizam o calendário gregoriano nas suas relações internacionais.

I. Algoritmos e observações

A Páscoa no calendário gregoriano

Como vimos acima, o *concílio de Niceia* decidiu que a Páscoa passaria a ser celebrada universalmente *no domingo seguinte ao plenilúnio que tivesse lugar no equinócio da primavera ou imediatamente a seguir*. Tendo o mistério da Ressurreição de Cristo um significado determinante no credo cristão, a sua celebração assume um caráter de centralidade no calendário gregoriano. De facto, o conhecimento da data da Páscoa de um dado ano permite calcular as datas das festas móveis e também determinar em que dia da semana ocorre qualquer data desse ano.

Carl Friedrich Gauss (1777-1855), que contribuiu de modo ímpar para o desenvolvimento da Matemática, da Física e da Astronomia em múltiplas vertentes, criou um algoritmo relativamente simples que permite determinar a data da Páscoa de um ano qualquer.

Determinação da data da Páscoa – Algoritmo de Gauss

Início
 $a = \text{Resto da divisão de Ano por } 19$
 $b = \text{Resto da divisão de Ano por } 4$
 $c = \text{Resto da divisão de Ano por } 7$
 $d = \text{Resto da divisão de } 19a+M \text{ por } 30$
 $e = \text{Resto da divisão de } 2b+4c+6d+N \text{ por } 7$
 $P = 22 + d + e$
Se $P \leq 31$ **Então**
 “A Páscoa ocorre no dia **P** de março”
Senão
 $P = d + e - 9$
 Se $P \leq 25$ **Então**
 “A Páscoa ocorre no dia **P** de abril”
 Senão
 “A Páscoa ocorre no dia **P-7** de abril”
 Fim Se
Fim Se
Fim

O algoritmo de Gauss envolve dois parâmetros variáveis, M e N, cujos valores, para anos compreendidos entre 1582 e 2499, se apresentam na tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros M e N do algoritmo de Gauss

ANO	M	N
1582 a 1699	22	3
1700 a 1799	23	3
1800 a 1899	23	4
1900 a 2099	24	5
2100 a 2199	24	6
2200 a 2299	25	0
2300 a 2399	26	1
2400 a 2499	25	1

Na tabela 5 apresentam-se as datas da Páscoa no período de 100 anos compreendido entre 1981 e 2080, inclusive, obtidas por aplicação do algoritmo de Gauss.

Tabela 5 – Datas da Páscoa no período 1981-2080

Ano	Páscoa								
1981	19-Abr	2001	15-Abr	2021	04-Abr	2041	21-Abr	2061	10-Abr
1982	11-Abr	2002	31-Mar	2022	17-Abr	2042	06-Abr	2062	26-Mar
1983	03-Abr	2003	20-Abr	2023	09-Abr	2043	29-Mar	2063	15-Abr
1984	22-Abr	2004	11-Abr	2024	31-Mar	2044	17-Abr	2064	06-Abr
1985	07-Abr	2005	27-Mar	2025	20-Abr	2045	09-Abr	2065	29-Mar
1986	30-Mar	2006	16-Abr	2026	05-Abr	2046	25-Mar	2066	11-Abr
1987	19-Abr	2007	08-Abr	2027	28-Mar	2047	14-Abr	2067	03-Abr
1988	03-Abr	2008	23-Mar	2028	16-Abr	2048	05-Abr	2068	22-Abr
1989	26-Mar	2009	12-Abr	2029	01-Abr	2049	25-Abr	2069	14-Abr
1990	15-Abr	2010	04-Abr	2030	21-Abr	2050	10-Abr	2070	30-Mar
1991	31-Mar	2011	24-Abr	2031	13-Abr	2051	02-Abr	2071	19-Abr
1992	19-Abr	2012	08-Abr	2032	28-Mar	2052	21-Abr	2072	10-Abr
1993	11-Abr	2013	31-Mar	2033	17-Abr	2053	06-Abr	2073	26-Mar
1994	03-Abr	2014	20-Abr	2034	09-Abr	2054	29-Mar	2074	15-Abr
1995	16-Abr	2015	05-Abr	2035	25-Mar	2055	18-Abr	2075	07-Abr
1996	07-Abr	2016	27-Mar	2036	13-Abr	2056	02-Abr	2076	19-Abr
1997	30-Mar	2017	16-Abr	2037	05-Abr	2057	22-Abr	2077	11-Abr
1998	12-Abr	2018	01-Abr	2038	25-Abr	2058	14-Abr	2078	03-Abr
1999	04-Abr	2019	21-Abr	2039	10-Abr	2059	30-Mar	2079	23-Abr
2000	23-Abr	2020	12-Abr	2040	01-Abr	2060	18-Abr	2080	07-Abr

Embora a Páscoa possa ocorrer entre 22 de março e 25 de abril, a distribuição da sua ocorrência pelas 35 datas possíveis é muito variável. No gráfico 1 é possível visualizar o total de ocorrências em cada uma das datas possíveis, no período compreendido entre 1583 e 2499, inclusive. Constata-se que 16 de abril tem o maior número de ocorrências (40), seguido de 31 de março (39) e 5 e 11 de abril (38). No extremo oposto encontram-se 22 e 24 de março, com apenas 6 ocorrências durante todo este período de 917 anos.

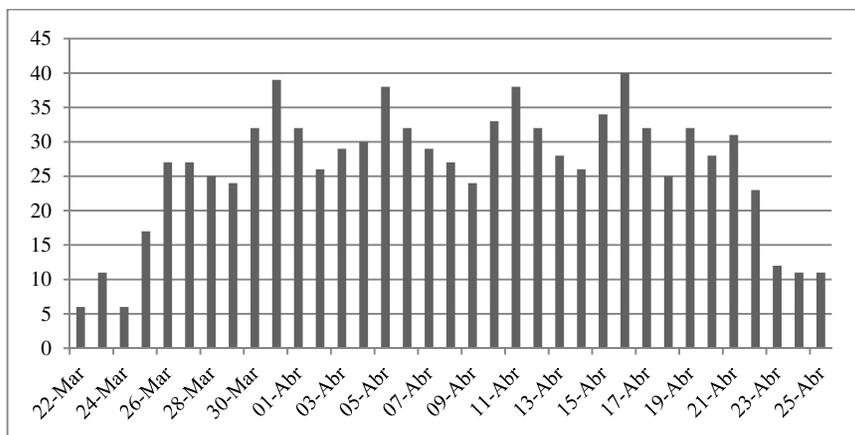


Gráfico 1 – Nº de ocorrências da Páscoa nas datas possíveis, entre 1583 e 2499

Determinação da data do Carnaval

Para um dado ano, representando as variáveis *dia_Páscoa* e *mês_Páscoa*, respectivamente, o dia e o mês em que ocorre a Páscoa e *dias_fevereiro* (o número de dias do mês de fevereiro), pode determinar-se a data do Carnaval (*dia_Carnaval*, *mês_Carnaval*) desse mesmo ano, usando o seguinte algoritmo:

```
Início
  Se mês_Páscoa = 3 Então
    Início
      dia_Carnaval=dias_fevereiro + dia_Páscoa - 47
      mês_Carnaval=2
    Fim
  Senão
    Se 47 - dia_Páscoa < 31 Então
      Início
        dia_Carnaval=31-(47-dia_Páscoa)
        mês_Carnaval=3
      Fim
    Senão
      Início
        dia_Carnaval=dias_fevereiro-(47-(31+dia_Páscoa))
        mês_Carnaval=2
      Fim
    Fim se
  Fim
```

Neste algoritmo de determinação da data do Carnaval, torna-se necessário saber o número de dias do mês de fevereiro, o que implica responder à questão: **quando é que um ano A é bissexto?** Como vimos acima, no calendário gregoriano os anos seculares (terminados em dois zeros), que, no calendário juliano eram bissextos, deixaram de o ser, a menos que sejam divisíveis por 400. Ou seja, em algoritmia:

O ano A é bissexto se (A divisível por 4 e A não divisível por 100) ou (A divisível por 400)

Determinação da data de Sexta-Feira Santa

A data em que ocorre Sexta-feira Santa (*dia_SFS*, *mês_SFS*) pode obter-se em função da data da Páscoa (*dia_Páscoa*, *mês_Páscoa*) do mesmo ano, através do algoritmo:

```
Início
  Se  $mês\_Páscoa = 4$  E ( $dia\_Páscoa=1$  OU  $dia\_Páscoa=2$ ) Então
    Início
       $mês\_SFS=3$ 
      Se  $dia\_Páscoa=1$  Então
         $dia\_SFS=30$ 
      Senão  $dia\_SFS=31$ 
      Fim Se
    Fim
  Senão
    Início
       $dia\_SFS=dia\_Páscoa-2$ 
       $mês\_SFS=mês\_Páscoa$ 
    Fim
  Fim Se
Fim
```

Data da quinta-feira de Corpus Christi

Analogamente, conhecendo a data da Páscoa ($dia_Páscoa$, $mês_Páscoa$) de um dado ano, a data da quinta-feira de *Corpus Christi* (dia_C_C , $mês_C_C$), que ocorre 60 dias depois da Páscoa, pode obter-se implementando o algoritmo:

```
Início
   $dia\_C\_C = dia\_Páscoa - 1$ 
   $mês\_C\_C = mês\_Páscoa + 2$ 
  Se ( $mês\_Páscoa = 4$ ) E ( $dia\_Páscoa = 1$ ) Então
    Início
       $dia\_C\_C = 31$ 
       $mês\_C\_C = 5$ 
    Fim
  Fim Se
Fim
```

Dia da semana em que ocorre uma data

Por vezes é necessário conhecer o dia da semana correspondente a uma data (ano, mês, dia). A estratégia para o conseguir pode passar por determinar:

- i. A data da Páscoa desse ano ($dia_Páscoa$ e $mês_Páscoa$)
- ii. Quantos dias decorrem de 1 de janeiro até à Páscoa ($dias_até_Páscoa$)
- iii. Quantos dias decorrem de 1 de janeiro até à data ($dias_até_data$)
- iv. O resto da divisão por 7 da diferença $dias_até_data - dias_até_Páscoa$.

Note-se que o número de dias que decorrem desde 1 de janeiro até uma data se obtém somando o número de dias dos meses compreendidos entre janeiro e o mês anterior ao da data em causa e adicionando o valor do dia correspondente a essa data.

Início

Caso Resto da divisão de $(dias_até_data - dias_até_Páscoa)$ por 7 Seja

0: **Faz** $dia_semana = "domingo"$

1, -6 : **Faz** $dia_semana = "segunda-feira"$

2, -5 : **Faz** $dia_semana = "terça-feira"$

3, -4 : **Faz** $dia_semana = "quarta-feira"$

4, -3 : **Faz** $dia_semana = "quinta-feira"$

5, -2 : **Faz** $dia_semana = "sexta-feira"$

6, -1 : **Faz** $dia_semana = "sábado"$

Fim Caso

Fim

Periodicidade da ocorrência de uma data num certo dia da semana

Uma questão que por vezes se coloca é saber com que periodicidade ocorre uma certa data em determinado dia da semana. Por exemplo, em que anos ocorrerá o Natal ao domingo, tal como aconteceu em 2011? Usando o algoritmo de determinação do dia da semana, obtêm-se os seguintes resultados para o período 2011-2157:

Tabela 6 – Sequência de anos com ocorrência do Natal ao domingo

	$Ano_{i+1} - Ano_i$	Ano_i Resto 4	Ano_i	$Ano_{i+1} - Ano_i$	Ano_i Resto 4
2011 (iii)	5	3	2089 (iv)	6	1
2016 (i)	6	0	2095	6	3
2022 (ii)	11	2	2101 (iv)	6	1
2033 (iv)	6	1	2107 (iii)	5	3
2039 (iii)	5	3	2112 (i)	6	0
2044 (i)	6	0	2118 (ii)	11	2
2050 (ii)	11	2	2129 (iv)	6	1
2061 (iv)	6	1	2135 (iii)	5	3
2067 (iii)	5	3	2140 (i)	6	0
2072 (i)	6	0	2146 (ii)	11	2
2078 (ii)	11	2	2157 (iv)	6	1

Os resultados da tabela 6 permitem-nos concluir, desde logo, que a repetição da data em apreço no mesmo dia da semana só pode ocorrer 6 anos depois, ou 5 ou 11. Mas se observarmos com alguma atenção verificamos que a distância entre dois anos consecutivos obedece a uma sequência *quase* precisa:

- i. Quando a ocorrência se verifica num ano bissexto, volta a verificar-se passados 6 anos, e novamente passados 11 e depois 6, 5, 6, 11, ...

- ii. Se ocorrer num ano *par não bissexto*, a sequência vem: 11, 6, 5, 6, 11, 6, ...
- iii. Se a ocorrência for num ano cujo resto da divisão por 4 seja 3, ter-se-á a sequência: 5, 6, 11, 6, 5, 6, ...
- iv. Quando tal resto for 1, a sequência virá: 6, 5, 6, 11, 6, 5, ...

Regista-se, contudo, uma exceção no período que inclui o ano 2100 (divisível por 100 mas não por 400): *excepcionalmente*, esse ano não é bissexto, pelo que a repetição da ocorrência sofre o atraso de um dia. A sequência é assim interrompida, sendo retomada imediatamente a seguir.

Variação do período diurno ao longo do ano

O estabelecimento do calendário encontra-se estreitamente associado à variação do período diurno ao longo do tempo, a qual depende do lugar e do momento da observação. Consequentemente, a progressiva intensidade de comunicação entre as mais diversas localizações geográficas impôs a fixação de regras de contagem do tempo globalmente reconhecidas e adotadas. Assim, o desenvolvimento sem precedentes, registado pelos sistemas de transportes e comunicações a partir da primeira metade do século XIX, mormente com o nascimento do caminho de ferro (1825) e a invenção do telégrafo (1830), obrigou ao estabelecimento de convenções internacionais que permitissem conhecer o tempo oficial de cada ponto do globo terrestre. Uma das mais determinantes foi subscrita em 1884 por vinte e cinco países, e nela foi assumido o *Meridiano de Greenwich* como padrão mundial correspondente à latitude 0°. Nessa conferência ficou também estabelecido que o meridiano de 180° (que passa pelo Estreito de Bering e pela Nova Zelândia) seria a *Linha Internacional de Mudança de Data*. A hora média de Greenwich (*Greenwich Mean Time* ou GMT) utilizou-se como padrão mundial até 1986, ano em que surgiu o Tempo Universal Coordenado (*Coordinated Universal Time* ou UTC), o padrão internacional de tempo usado atualmente, baseado em padrões atômicos, em vez de na rotação da Terra⁵.

Independentemente de necessitar de conhecer e respeitar as normas relativas à contagem legal do tempo, o indivíduo precisa de conhecer a variação do período diurno ao longo do ano. E esse conhecimento reveste-se de particular interesse para quem exerce atividades de algum modo influenciadas pela luz solar, como sejam a agricultura, os transportes, a produção de energia solar, etc.

Facilmente se constata que o crescimento dos dias entre 21 de dezembro e 21 de junho não é constante ao longo dos seis meses que medeiam entre essas datas (considerando que nos situamos fora da linha do equador) e facilmente se constata

⁵ Às zero horas UTC corresponde, aproximadamente, a meia-noite no meridiano de Greenwich.

também que o incremento diário do período diurno difere consoante a latitude do lugar em observação. Contudo, não é trivial calcular a duração do dia solar correspondente a uma certa data num determinado local.

Para determinarmos a duração D do período diurno (número de horas entre o nascer do sol e o ocaso) do dia n do ano ($n=1$ corresponde a 1 de janeiro, $n=33$ a 2 de fevereiro, etc.) num determinado local de latitude L (em graus), recorremos ao modelo desenvolvido por Forsythe *et al.* (1995), onde θ representa uma estimativa do ângulo de revolução do dia n (formado pelo segmento de reta que une o Sol à Terra no dia n com o segmento Sol-Terra no dia do solstício de verão) e ϕ uma estimativa do ângulo de declinação do sol (ângulo entre os raios da luz solar e o plano do equador), sendo os cálculos efetuados em radianos:

$$\theta = 0.2163108 + 2 * \arctg(0.9671396 * tg(0.00860 * (n - 186)))$$

$$\phi = \arcsin(0.39795 * \cos(\theta))$$

$$D = 24 - (24/\pi) * \arccos\left(\frac{\sin(0.8333 * \pi/80) + \sin(L * \pi/180) * \sin(\phi)}{\cos(L * \pi/180) * \cos(\phi)}\right)$$

A aproximação assim obtida para a duração D do dia n , num local da Terra de latitude L , permite-nos analisar alguns aspetos do comportamento do fenómeno de variação do período diurno ao longo do ano. Apresentam-se em seguida alguns resultados da aplicação deste modelo ao caso da cidade de Viseu (latitude $L = 40^\circ 39' N$). No gráfico 2 pode visualizar-se a duração dos dias (período diurno) ao longo de um ano para a cidade de Viseu.

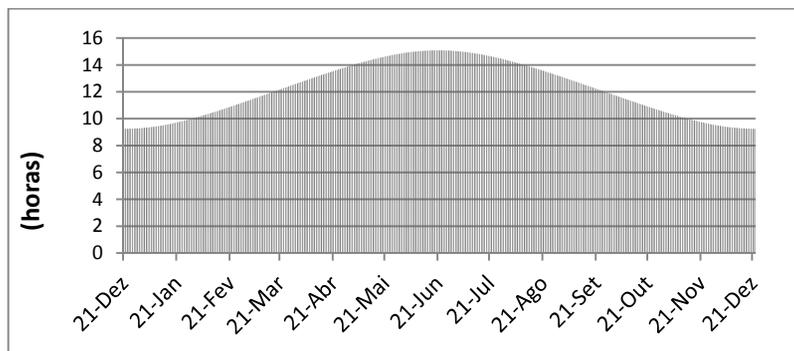


Gráfico 2 – Duração dos dias na cidade de Viseu ao longo de um ano

A duração máxima, atingida no solstício de junho, é aproximadamente de 15h e 5m e a mínima, no solstício de dezembro, de 9h e 15m. No gráfico 2 pode observar-se que a variação dos dias ao longo do ano não é linear, sendo simétrica em relação aos solstícios. Atendendo a essa simetria, facilmente se infere o comportamento da variabilidade dos dias entre o solstício de junho e o de dezembro desde que seja conhecido o comportamento entre dezembro e junho. Com vista a permitir uma leitura mais fácil dos gráficos, os resultados seguintes reportam-se ao período compreendido entre o solstício de inverno e o de verão. No gráfico 3 pode observar-se como evolui a duração do período diurno na cidade de Viseu entre 21 de dezembro e 21 de junho.

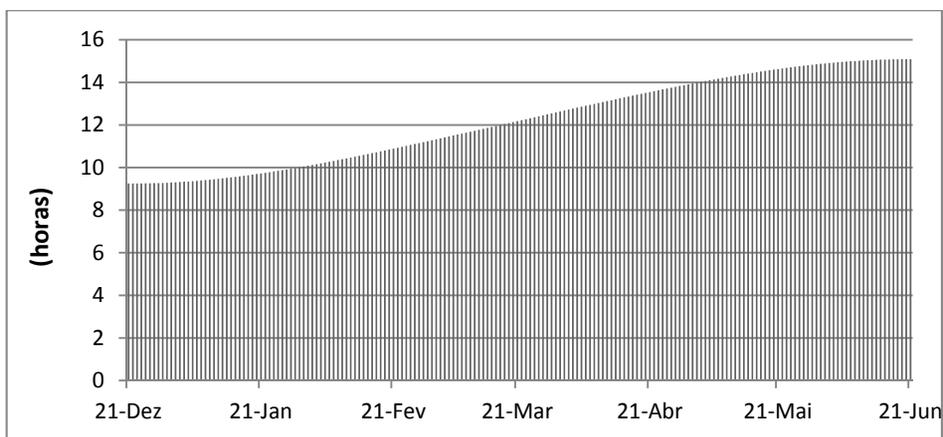


Gráfico 3 – Duração dos dias em Viseu entre o solstício de inverno e o de verão

No gráfico 4 apresenta-se a diferença de duração, em minutos, entre dias consecutivos no período em observação, também na cidade de Viseu. Constatam-se que essa diferença é não linear, atingindo os maiores valores na vizinhança do equinócio.

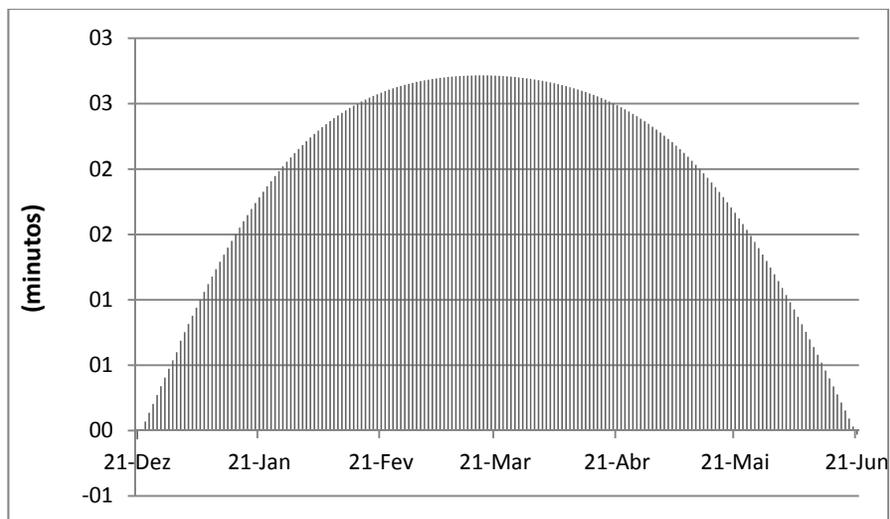


Gráfico 4 – Diferença de duração entre dias consecutivos

Os dias longos, com muitas horas de sol, regra geral, são objeto de apreço. Um apreço traduzido em muitos provérbios reveladores de contentamento face à observação do crescimento dos dias. Poderíamos citar muitos outros, mas a título de exemplo consideremos os adágios “Pelo Natal salto de pardal”; “A vinte de janeiro uma hora por inteiro”; “janeiro fora, uma hora”; “Em abril vai aonde há de ir e a casa virás dormir”. Não traduzem, naturalmente, observações rigorosas, tanto mais que a variação dos dias depende da latitude do lugar. Assim, enquanto em Viseu o crescimento registado de 21 de dezembro a 1 de fevereiro é de aproximadamente 52 minutos, em Melgaço (latitude $L=42^{\circ} 7' N$) ronda 55 minutos. Mas em Paris ($L=48^{\circ} 48' N$) é superior a 72 minutos e em Estocolmo ($L=59^{\circ} 17' N$) ultrapassa 2 horas (122 m)...

No gráfico 5 pode visualizar-se o crescimento, em minutos, registado entre o solstício de inverno e o de verão, para a cidade de Viseu. No final desse período de 6 meses, o crescimento dos dias atingiu aproximadamente 5 horas e 50 minutos.

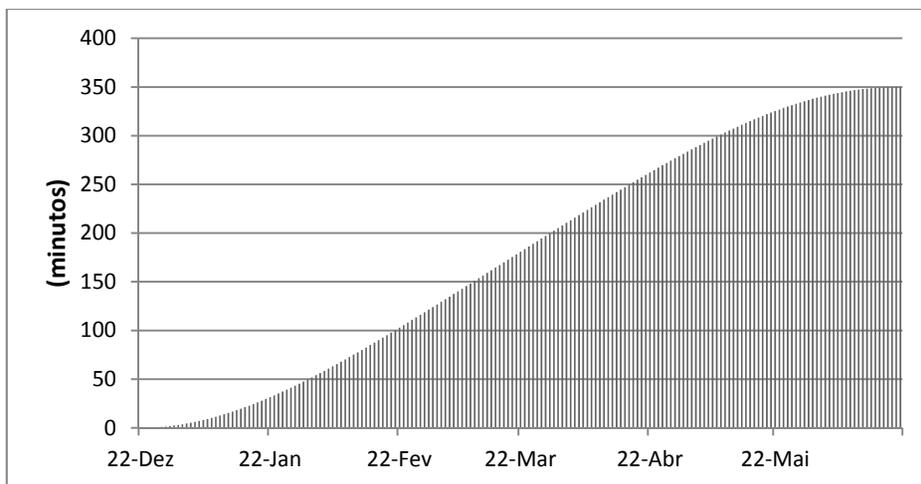


Gráfico 5 – Crescimento dos dias após 21 de dezembro (em minutos)

Conclusão

Neste artigo procurámos olhar para o calendário atual numa perspetiva pluridisciplinar. Seguindo de forma breve o seu percurso histórico, vimos que a sua estrutura solar, emanada sobretudo da civilização egípcia, contém a marca da civilização grega, cujos calendários foram inspirados no calendário lunissolar da Babilónia. Mas recebeu uma forma claramente romana, posteriormente marcada também pela cultura cristã, sobretudo no tocante à centralidade conferida à celebração da Páscoa.

A partir do *algoritmo de Gauss* para determinação da data da Páscoa, desenvolvemos alguns algoritmos simples que permitem obter com facilidade datas do calendário usualmente procuradas, designadamente as correspondentes às celebrações móveis de um dado ano, ou determinar o dia da semana correspondente a uma certa data. Tendo em conta a importância do conhecimento da data da Páscoa, no contexto da observação do calendário anual, apresentamos uma tabela com essas datas para um período de cem anos, com vista a facilitar uma consulta retrospectiva das Páscoas dos últimos 30 anos e a perspetivar as dos próximos 70. Mostramos também como se distribui a ocorrência da Páscoa pelas 35 datas possíveis, num período de mais de 900 anos

Tendo em conta a importância do conhecimento da variação do período diurno ao longo do ano, apresentamos alguns resultados gráficos que permitem visualizar a duração dos dias e a respetiva variação anual na cidade de Viseu. Ainda no sentido de proporcionar resposta a questões que naturalmente se colocam ao observar a periodicidade da ocorrência duma data em certo dia da semana ao longo dos anos, apresentamos a análise duma sucessão de repetições.

Um olhar sobre o calendário não pode excluir um olhar, ainda que breve, sobre a relação entre a medição do tempo e as comunicações, que implica o estabelecimento de normas universais que garantem uma rigorosa localização universal no espaço e no tempo. De facto, a crescente interdependência das pessoas, das instituições e dos povos pressupõe uma consonância dos diferentes ritmos de ação, pelo que a orientação no tempo se torna determinante na organização da atividade individual e coletiva.

Os sistemas cronológicos, que permitem a cada indivíduo o conhecimento exato do tempo no referencial dos outros, potenciam a obtenção de evidentes benefícios recíprocos. Contudo, a volatilidade do tempo faz dele um *tesouro* que só é rentável quando todos e cada um dos intervenientes nas complexas redes de relações assumem a responsabilidade que lhes cabe na harmonia do conjunto, no desempenho global. A par das normas e convenções, que visam possibilitar a cada pessoa a sua orientação no tempo, impõe-se uma cultura de pontualidade, de respeito pelos prazos estabelecidos e de exigência desse mesmo cumprimento por parte dos outros, face à evidência de que, para todos, *tempus breve est*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borges, R. C. M. *Cálculo do Nascer e pôr do sol*. Disponível em: <http://www.inf.ufgrs.br/~cabral/Nascer_Por_Sol.html>. Consulta: 06/02/2012.
- Casaca, J. M. (2009). *História breve do calendário*. Lisboa: LNEC.
- *Catecismo da Igreja Católica* (1993). (1ª Edição). Coimbra: Gráfica de Coimbra.
- Forsythe, W. C.; Rykiel, E. J. Jr.; Stahl, R. S.; Wu, H. & Schoolfield, R. M. (1995). *A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year*. *Ecological Modelling* 80 (87-95). Disponível em: <http://www.journals.elsevier.com/ecological-modelling/>. Consulta: 9/02/2012.
- Harrison, L. C. (1960) *Sun, Earth, Time, and Man*. Chicago, IL: Rand McNally & Co.
- Marques, M. N. *Origem e evolução do nosso calendário*. Disponível em: <www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/H01orige.htm>. Consulta: 23/01/2012.
- Ribeiro, W. A. Jr. *A contagem do tempo*. Portal Graecia Antiqua, São Carlos. Disponível em: <www.greeciantiga.org/arquivo.asp?num=0194>. Consulta: 23/01/2012.
- Richards, E. (1998). *Mapping Time: The Calendar and its History*. Oxford University Press.
- Sproul, A. B. (2007). Derivation of the solar geometric relationships using vector analysis. *Renewable Energy*, 32: 1187-1205. Disponível em: <www.ScienceDirect.com>. Consulta: 26/02/2012.

Recebido: 1 de março de 2012.

Aceite: 13 de junho de 2012.