

MEDIR O TEMPO

Mas como apareceram as horas,
os minutos e os segundos?

Muito provavelmente, para o homem primitivo a primeira unidade de tempo usada terá sido o intervalo decorrido entre o nascer e pôr-do-Sol.

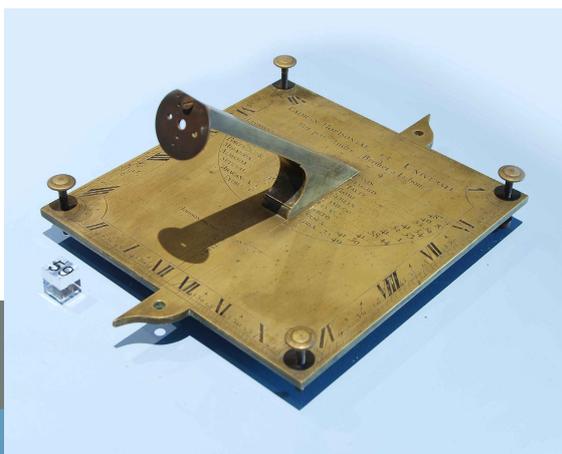
A este intervalo corresponde um período de luz solar seguido de um período de escuridão. Cada um destes períodos foi dividido em 12 partes designadas por horas temporárias.

Como os períodos de luz e escuridão variam ao longo do ano, as horastemporárias tinham duração variável.

Hiparco (cerca de 190-120 a.C.) dividiu o conjunto dos dois períodos em 24 horas iguais que, mais tarde, foram divididas por Ptolomeu (séc. II) em 60 minutos e estes em 60 segundos.



Relógios de Sol, ampulhetas, relógios mecânicos, digitais, atômicos...
são instrumentos para medir o tempo.



Relógio de Sol horizontal



Pêndula solar



Ampulheta



Pêndula cosmográfica de Mouret

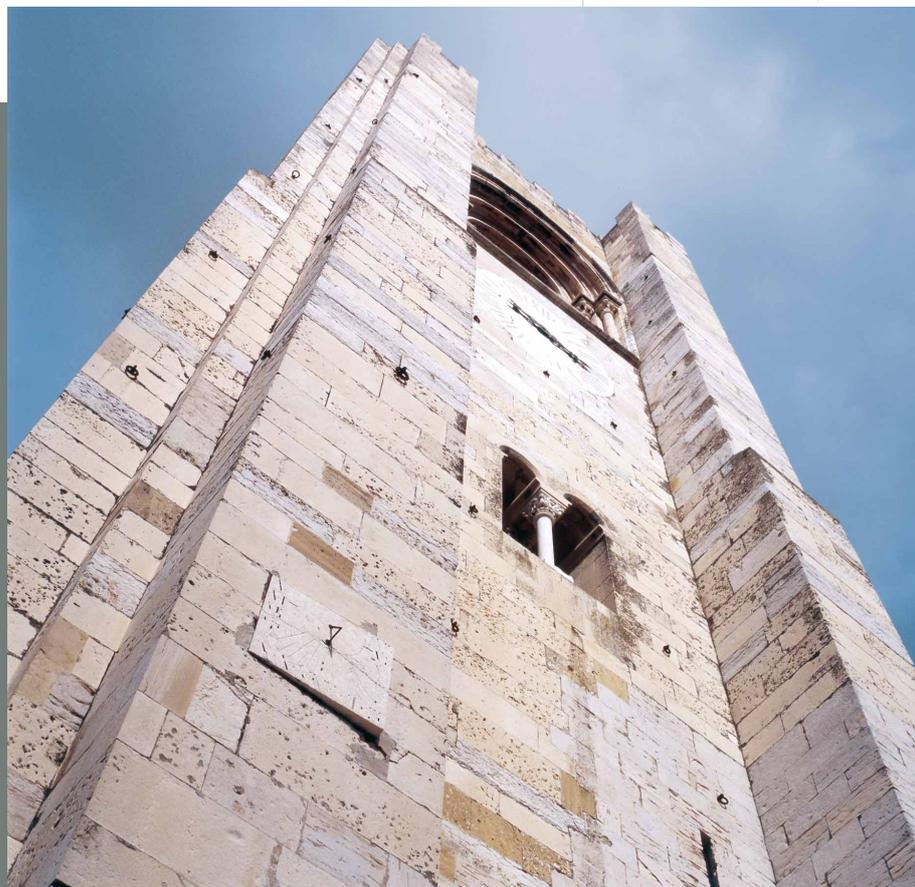


O QUE É UM RELÓGIO DE SOL?

Relógio de Sol é um instrumento que determina as divisões do dia através do movimento da sombra de um objecto, o *gnómon*, sobre o qual incidem os raios solares e que se projecta sobre uma base graduada, o *mostrador* ou *quadrante*.

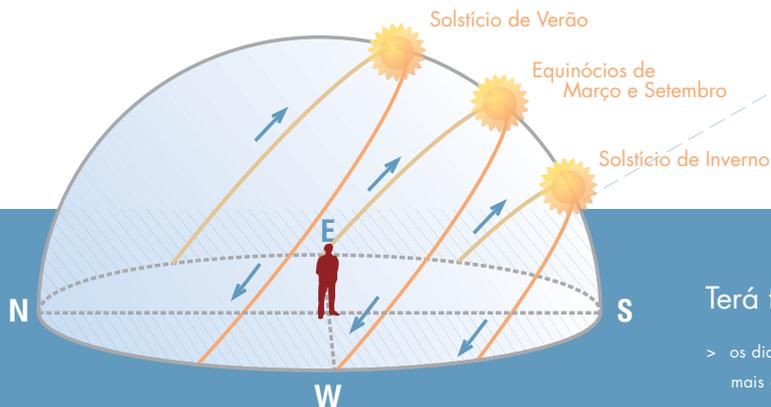
De simples obeliscos até instrumentos tecnicamente sofisticados, os relógios de Sol acompanharam o homem ao longo dos tempos e evoluíram com o progresso do conhecimento.

Tanto os exemplares de pequeno formato, com funções de "relógio de bolso", como os inseridos na estrutura dos edifícios ou presentes em praças e jardins são, na sua maioria, obras de arte carregadas de história, cuja concepção resulta essencialmente da conjugação de dois ramos fundamentais do saber: a astronomia e a matemática.



AS ORIGENS

Ao observar o Sol ao longo do dia, cedo o homem terá notado que este parece mover-se e terá aprendido a julgar, pela sua luminosidade e posição, a aproximação da noite.

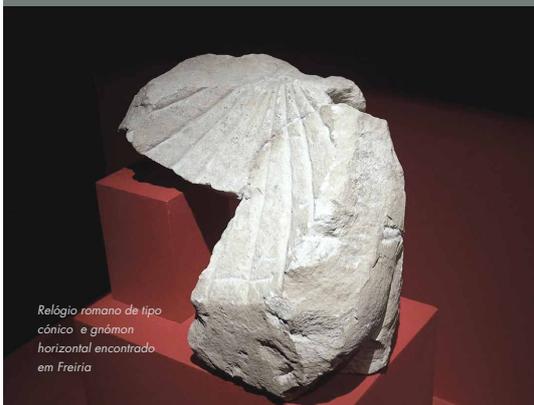


Estes factos estiveram certamente presentes na invenção do *Relógio de Sol*.

Terá também notado que

- > os dias não eram iguais e que o frio vinha associado a dias mais curtos e ao Sol mais baixo, enquanto o calor chegava com dias mais longos e o Sol mais alto acima do horizonte.
- > a posição e comprimento das sombras dos objectos variavam durante o dia, acompanhando o movimento aparente do Sol.

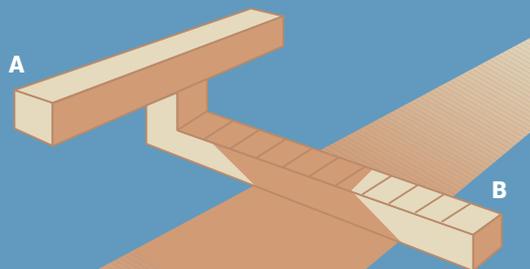
Os relógios de sol com gnómon e escalas tinham, de início, funções de calendarização. A observação nestes instrumentos do trajecto executado pela extremidade da sombra fornecia informações relativas aos meses ou aos dias equinociais. A divisão do dia só mais tarde apareceu neste tipo de instrumentos, mas as indicações horárias dependiam das estações, o que limitava significativamente a sua utilidade.



Relógio romano de tipo cónico e gnómon horizontal encontrado em Freiria

Os primeiros relógios de Sol terão entrado no território que é hoje Portugal através da conquista romana, mas é grande a raridade e escassez de referências a esse tipo de artefactos.

Modelo análogo ao que o faraó Thutmosis III (1501 a 1448 a.C) terá levado nas suas viagens. É o mais antigo relógio de Sol conhecido. Com cerca de 30 centímetros de comprimento, era constituído por duas pedras A e B, sendo B em forma de L deitado. As marcações horárias gravadas em B correspondiam a diferentes alturas do sol. O modelo era orientado de forma que B ficasse em oposição ao sol.

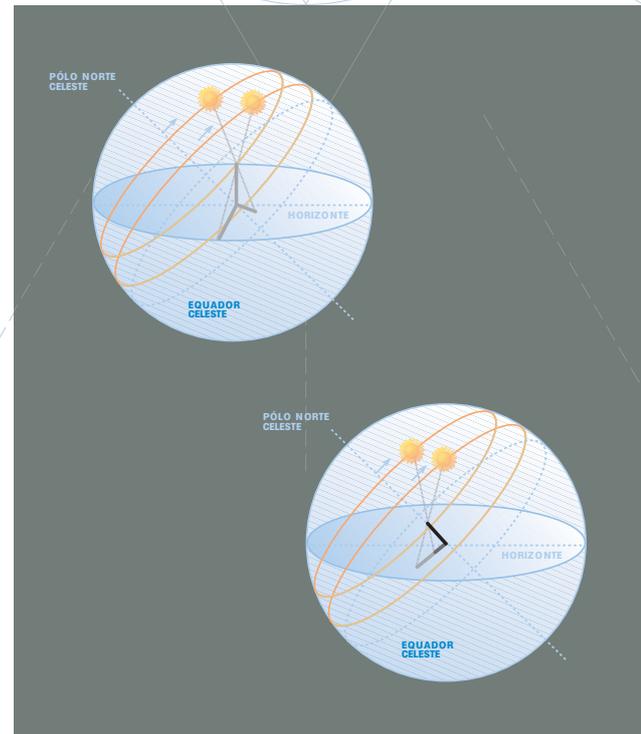
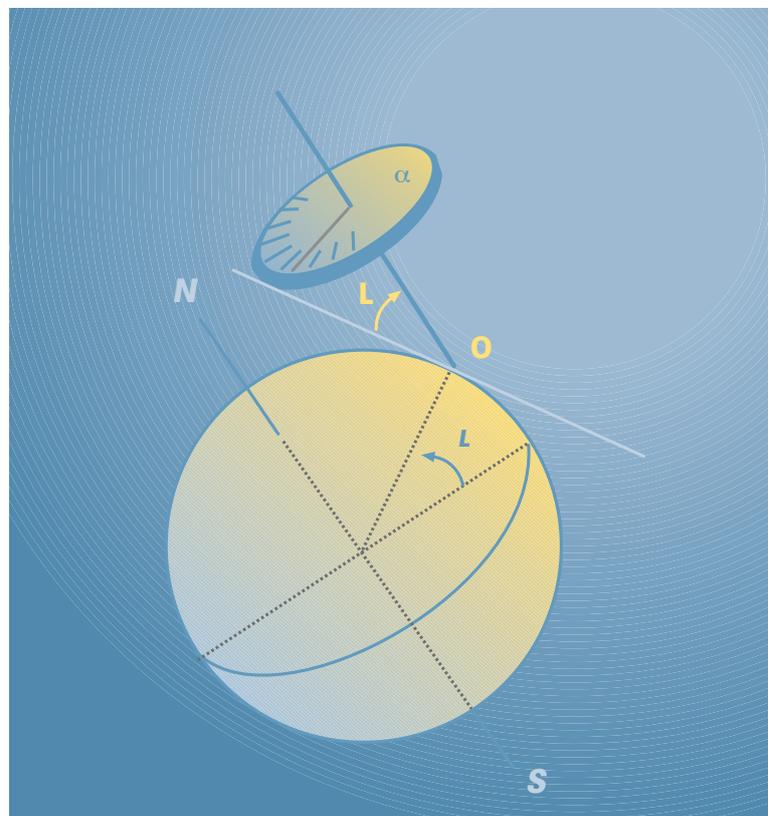


OS FUNDAMENTOS

Apesar de uma estaca espetada no chão bastar para observar a variação de comprimento da sombra e dar uma ideia do andar do tempo, quando os primeiros registos sistemáticos começaram a ser feitos, ter-se-á imediatamente verificado que a sombra seguia trajectos diferentes ao longo do ano.

Mas se a estaca fôr colocada paralelamente ao eixo da Terra, o comprimento da sua sombra à mesma hora varia ao longo do ano, mas a direcção é a mesma para cada hora solar.

Como tirar partido desta invariância para a construção de relógios de Sol?



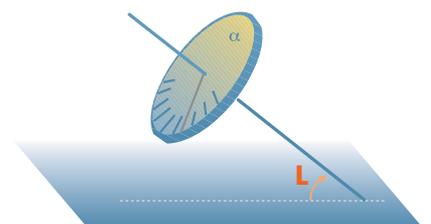
Imaginemos que a Terra é uma superfície esférica, cujo eixo de rotação passa pelo centro, e que se encontra parada enquanto o Sol se move de Este para Oeste.

À medida que o Sol efectua o seu movimento aparente a sombra do eixo da Terra cai no plano equatorial e move-se 15° por hora ($15^\circ = 360^\circ/24$).

Se a partir da posição da sombra quando o Sol passa no meridiano do lugar (meio-dia) marcarmos ângulos múltiplos de 15° , obteremos no plano equatorial a marca das horas do dia.

Suponhamos um observador colocado num local **O** à latitude **L**. Se o observador colocar um disco α paralelamente ao plano do equador e o atravessar por um eixo perpendicular, as marcas das horas serão determinadas da mesma forma.

O instrumento constituído pelo disco graduado (mostrador ou quadrante) e pelo eixo (gnómon) é um relógio de Sol que se denomina equatorial.



OS PRINCIPAIS TIPOS DE RELÓGIOS DE SOL

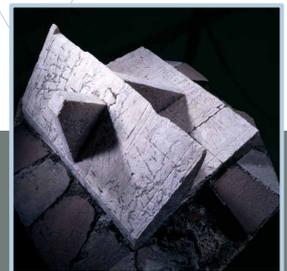
Podem construir-se variantes de relógios de sol com gnómon paralelo ao eixo da terra, habitualmente denominados relógios de Sol clássicos, mudando a posição do plano do mostrador ou o seu formato.

Se o plano que contém as marcações estiver inclinado relativamente ao plano do equador, o movimento da sombra não é uniforme, sendo mais lento em torno do meio dia, pelo que as marcações não vão estar igualmente intervaladas e dependem da latitude do local onde se pretende implantar a variante a que se destinam.

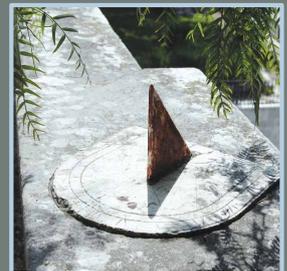
A obtenção dos valores dos ângulos entre as marcações horárias e o conseqüente traçado do mostrador de um relógio clássico pode ser feito geometricamente ou através da utilização da trigonometria plana. Em qualquer dos casos está subjacente o facto de que as novas marcações são as projecções das marcações de um relógio equatorial auxiliar com o mesmo gnómon.

São muito comuns em Portugal os relógios clássicos em que o plano que contém as marcações horárias é horizontal, relógios horizontais e os relógios em que esse plano é vertical, relógios verticais.

Relógio equatorial



Relógio horizontal



Relógio vertical meridional



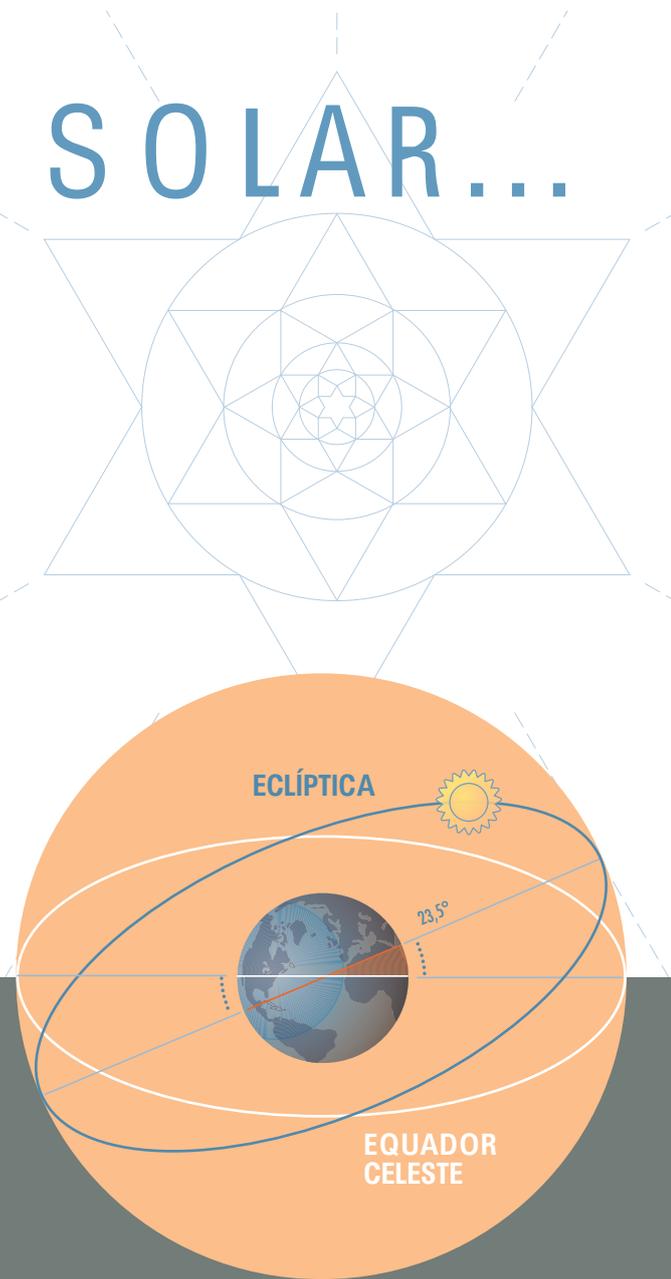
Conjunto de relógios, sendo visíveis o mostrador oriental de um relógio vertical fortemete declinante e o mostrador de um relógio vertical meridional



DO TEMPO SOLAR...

O Sol, na sua trajectória aparente na esfera celeste descreve durante um ano uma curva, a eclíptica, que tem a forma de uma elipse e cujo plano está inclinado (de $23,5^\circ$) em relação ao equador celeste. A forma da eclíptica e a inclinação do seu plano determinam que as horas Solares (indicadas por um relógio de Sol) não têm a mesma duração ao longo de todo o ano.

Para o uso dos relógios mecânicos é determinante ter horas com igual duração. Assim, definiu-se o tempo Solar médio: trata-se do tempo que um Sol fictício levaria a percorrer o equador celeste com uma velocidade angular constante. O tempo Solar médio é dividido em horas minutos e segundos que são as unidades indicadas pelos relógios mecânicos. À diferença variável entre o tempo Solar médio e o tempo Solar verdadeiro ou tempo verdadeiro, medido em horas Solares pelos relógios de Sol, chama-se equação do tempo.

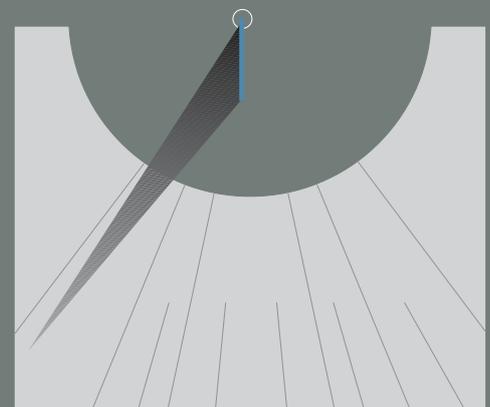


Nos dias 16 de Abril, 14 de Junho, 2 de Setembro e 25 de Dezembro o tempo solar verdadeiro é igual ao tempo solar médio. Só nesses quatro dias (mais dia menos dia conforme os ajustamentos de ano bissexto) é que o dia solar, isto é, o tempo que decorre entre duas passagens consecutivas do sol no meridiano do lugar, tem 24 horas. No hemisfério norte, o atraso do tempo solar verdadeiro relativamente ao tempo solar médio é máximo em Fevereiro, chegando aos 14 minutos. Em contrapartida, no fim de Outubro o tempo solar verdadeiro excede o tempo solar médio em 16 minutos.



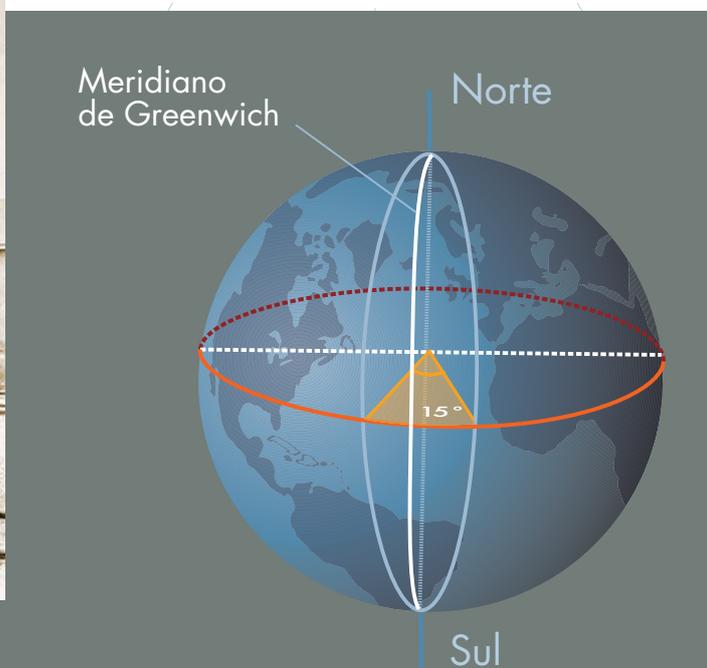
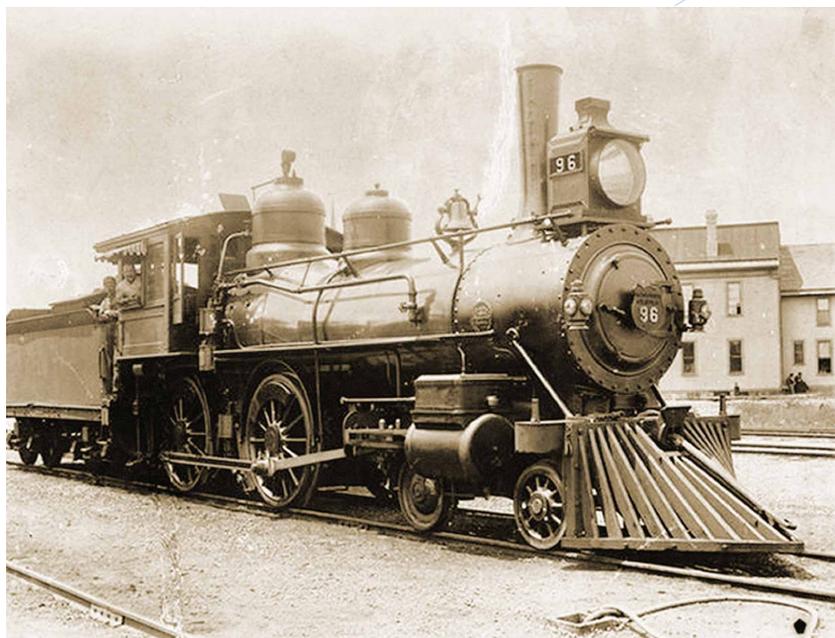
O gráfico, a branco, da equação do tempo é a soma dos gráficos, a laranja e a azul, que correspondem respectivamente às variações decorrentes da obliquidade da eclíptica e da sua forma.

	5.º dia	15.º dia	25.º dia
Janeiro	+ 5,3	+ 9,3	+12,9
Fevereiro	+14,0	+14,2	+13,2
Março	+11,7	+ 9,1	+ 8,2
Abril	+ 2,9	- 0,2	- 1,9
Mai	- 3,3	- 3,7	- 3,9
Junho	- 1,7	+ 0,2	+ 2,4
Julho	+ 4,4	+ 5,8	+ 6,4
Agosto	+ 8,0	+ 4,5	+ 2,2
Setembro	1,1	- 4,0	- 8,1
Outubro	-11,4	-14,1	-15,8
Novembro	-16,4	-15,1	-12,8
Dezembro	- 9,6	- 5,1	- 0,2



... A O TEMPO LEGAL

Com a invenção do caminho de ferro tornaram-se muito frequentes as deslocações entre locais com longitudes diferentes, nomeadamente em países como os Estados Unidos. Como a hora Solar varia com a longitude, os passageiros precisavam de estar constantemente a acertar os relógios e, para a consulta dos horários, era necessário saber a que cidade eles se referiam.



Assim, em 1878, o engenheiro canadiano Sandford Fleming, imaginou a divisão do globo em 24 fusos horários, cada um dos quais correspondente à área da superfície terrestre entre dois meridianos fazendo entre si um ângulo de 15° . Estes fusos seriam numerados caminhando para Este, sendo o fuso zero centrado no meridiano de referência. Em cada fuso horário a hora seria a mesma, e obtida a partir da hora do fuso zero somando o número do fuso.

Foi necessário um século para se adoptar o mesmo meridiano de referência: em 1884 foi adoptado como referência o meridiano de Greenwich e o tempo universal (UT) como o tempo em vigor no fuso zero, isto é, entre as longitudes $7,5^\circ$ Este e $7,5^\circ$ Oeste.

Na prática os fusos horários são ajustados de forma a conseguir, na medida do possível, a mesma hora num país. O tempo adoptado nos diferentes países é denominado tempo legal ou hora local. Factores de natureza política e económica condicionam a escolha da hora legal. Por exemplo, Portugal Continental e a Ilha da Madeira adoptaram a hora de Greenwich, embora Lisboa e Funchal estejam no fuso 23. Já Espanha adoptou a hora da Europa Central, embora Madrid esteja no fuso zero.



O TEMPO ATÉ À LUA

Há 40 anos, mais precisamente às 02:56 GMT do dia 21 de Julho de 1969, o Homem conquistava a Lua, após uma viagem de mais de 109 horas e depois de percorrer mais de 360.000 kms.

Desde então a perspectiva da Terra, da sua dimensão e do seu tempo alterou-se para sempre.

Sabia que...

na missão Apollo 13 o Omega Speedmaster representou um papel decisivo no regresso seguro da tripulação à Terra?

Depois de uma explosão interna, todos os sistemas estavam ligados no modo emergência e a corrente eléctrica alimentava apenas os dispositivos essenciais para sobrevivência.

A trajectória da nave foi direccionada para a órbita lunar para ganhar energia para o voo de volta a Terra, tendo os foguetes de ser disparados de modo a adquirir a trajectória correcta para reentrar na atmosfera terrestre.

O relógio eléctrico de bordo, juntamente com outros dispositivos tinham sido desligados, tendo a tripulação de confiar no Speedmaster, para lhes indicar quando ligar os motores.

Um erro de 1,5 segundos teria tido consequências fatais: a nave falharia a terra e seria catapultada nas profundidades do espaço sem qualquer hipótese de regresso.

Graças à precisão do Speedmaster, os três astronautas regressaram em segurança à Terra.

