



Estudando a Correção Delta T

Por: Hélio de Carvalho Vital

<http://www.geocities.com/lunissolar2003/>

Desde as mais remotas eras, o homem vem buscando, na regularidade dos eventos astronômicos, formas para se guiar em relação à passagem do tempo. Nas últimas décadas, tal atividade tem sido realizada com impressionante eficiência, graças ao desenvolvimento de relógios baseados em padrões atômicos e ao uso das mais avançadas técnicas de astrometria, as quais permitem a determinação da posição de objetos extragalácticos com erro médio da ordem de apenas um milésimo de segundo de arco.

Contudo, o emprego de padrões de tempo tão rigorosamente uniformes revelou que a rotação da Terra apresenta irregularidades de curto período cerca de 1 milhão de vezes superiores àquelas dos padrões mais precisos. As análises também mostraram que o dia terrestre está se dilatando cerca de 2 milésimos de segundo por dia a cada século que passa, principalmente devido ao efeito das marés lunissolares. Como consequência desse fenômeno, a Lua está se afastando 3,8 cm por ano de nós, de forma que o momento angular do sistema Terra-Lua se conserve.

Ocorre, porém, que essa minúscula diferença na duração do dia terrestre se compõe diariamente, tornando-se bastante significativa ao longo de milênios, séculos ou mesmo décadas. Com o propósito de determinar como essa

diferença, denominada "Delta T", (entre o tempo uniforme e aquele baseado na rotação de nosso planeta), vem se compondo ao longo do tempo, os astrônomos têm usado registros históricos de eclipses solares totais e ocultações. A tabela 1 lista alguns desses valores, determinados por pesquisadores que analisaram centenas desses registros.

Tabela 1

Diferença entre o Tempo Uniforme e Aquele Baseado na Rotação da Terra

(Cortesia de Fred Espenak, NASA/GSFC)

Ano	Delta T(seg)	Delta T (hora)	Deslocamento em Longitude (graus)
-2000	54181	15h 03m	225,7
-1500	39610	11h 00m	165,0
-1000	27364	07h 36m	114,0
-500	17444	04h 51m	72,7
0	9848	02h 44m	41,0
500	4577	01h 16m	19,1
1000	1625	00h 27m	6,8
1500	275	00h 05m	1,1

A Tabela 1 mostra claramente que a diferença Delta T acumula-se ao longo dos séculos, podendo até "deslocar" a faixa de observação de um evento, como a de um eclipse total do Sol, de um continente para outro.

Disso surge uma dificuldade: considerando que estamos num referencial cujo movimento angular está sofrendo uma gradual desaceleração, como podemos determinar as circunstâncias locais de um evento astronômico com precisão, tendo em vista que o movimento dos astros no céu ocorre segundo uma escala de tempo uniforme?

A criação do Tempo Universal Coordenado (TUC) foi o recurso encontrado para tentar conciliar, de uma forma prática e eficiente, uma escala de tempo que é determinada pela rotação da Terra (TU1 - Tempo Universal), a qual está se tornando gradualmente mais lenta, com o tempo uniforme, seja ele baseado em vibrações atômicas (TAI - Tempo Atômico Internacional), ou em

observações astronômicas de altíssima precisão, usando interferometria de rádio com base muito longa (VLBI), para análise de sinais oriundos de objetos extragalácticos (TDT ou TT - Tempo Dinâmico Terrestre, sucessor do antigo TE- Tempo das Efemérides, baseado em observações dos planetas superiores).

Ao sintonizarmos os sinais horários de algum serviço astronômico, estamos tendo acesso ao Tempo Universal Coordenado. Na verdade, ele é um meio termo, porque, apesar de não ser contínuo, pois sofre adiantamentos de exatamente 1 segundo, de forma que não se afaste de TU1 mais que 0,9s (essa correção é geralmente aplicada no final de 31 de dezembro ou de 30 de junho, somente quando necessária), TUC é rigorosamente uniforme nos períodos entre as correções e mantém diferenças fixas em relação a TAI e a TT.

Em virtude da existência dessas várias escalas de tempo, baseadas em diferentes padrões, uma dificuldade que os astrônomos amadores freqüentemente enfrentam ao usarem programas que simulam o céu noturno e predizem eventos astronômicos é saber que valor usar para o "Delta T", a correção que permite obter o Tempo Universal Coordenado (TUC) a partir do Tempo Dinâmico Terrestre (TT). Uma vez que as correlações usadas pelos programas baseiam-se em TT, Delta T faz-se necessário para que os cálculos das circunstâncias locais de um evento astronômico de interesse possam ser expressos na mesma escala de tempo na qual se baseiam os nossos relógios. Por outro lado, como estamos presos a um referencial em movimento rotacional desacelerado, nosso planeta, não temos como nos livrar do uso do Tempo Universal (TU1), no planejamento de nossas observações. Para melhor ilustrar isso, podemos reescrever Delta T como um somatório de diferenças entre as várias escalas de tempo (Equação 1).

$$\text{Delta T} = (\text{TT} - \text{TU1}) = (\text{TT} - \text{TAI}) + (\text{TAI} - \text{TUC}) - (\text{TU1} - \text{TUC}) \quad (1)$$

A Tabela 2 permite que compreendamos melhor a composição de Delta T. Ela descreve cada uma das diferenças mencionadas na Equação 1 e fornece os seus valores atuais.

Tabela 2

Diferenças Atuais entre as Escalas de Tempo Componentes de Delta T

Diferença	Valor Atual (seg)	Observações
TT - TAI	32,184	Valor fixo desde a criação de TT
TAI - TUC	32	Diferença que somente se altera quando um segundo adicional é introduzido em TUC (no final ou no meio do ano). Desde o início de 1999, tem se mantido igual a exatamente +32 s.
TU1 - TUC	-0,616 em21/06/2005	O valor diário preciso pode ser obtido em http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/

A diferença TU1 - TUC (ou UT1 - UTC, das siglas em inglês) varia de forma irregular e não pode ser prevista com precisão. Para outras datas, ela pode se encontrar em: <http://maia.usno.navy.mil/> ou

<http://tf.nist.gov/timefreq/pubs/bulletin/leapsecond.htm> portal que informa também as datas das inserções de 1 segundo em TUC.

E qual seria o valor atual de Delta T? Usando a Equação 1 e as informações da Tabela 2, obteremos para Delta T em 21 de Junho de 2005:

$$\text{Delta T} = 32,184 + 32 - (-0,616) = 64,800 \text{ seg (2)}$$

Essa seria a correção Delta T que teríamos que usar em nossos programas nessa data. Para o início de outros anos, a Tabela 3 pode ser usada:

Tabela 3

Valor de Delta T para o Início de Cada Ano

Ano	DeltaT	Ano	DeltaT	Ano	DeltaT	Ano	DeltaT
1964	35,03	1977	47,52	1990	56,86	2003	64,47
1965	35,73	1978	48,53	1991	57,57	2004	64,57
1966	36,54	1979	49,59	1992	58,31	2005	64,69
1967	37,43	1980	50,54	1993	59,12	2006	64,84*
1968	38,29	1981	51,38	1994	59,99	2007	65,01*
1969	39,20	1982	52,17	1995	60,78	2008	65,16*
1970	40,18	1983	52,96	1996	61,63	-	*Extrapolados

1971	41,17	1984	53,79	1997	62,30	-	-
1972	42,23	1985	54,34	1998	62,97	-	-
1973	43,37	1986	54,87	1999	63,47	-	-
1974	44,49	1987	55,32	2000	63,82	-	-
1975	45,48	1988	55,82	2001	64,10	-	-
1976	46,46	1989	56,30	2002	64,26	-	-

Convém que verifiquemos em nossos programas qual a correção Delta T que está sendo utilizada, para evitarmos o risco de deixar de observar um fenômeno celeste em virtude de uma previsão atrasada. Além disso, o uso de um valor de Delta T desatualizado pode constituir uma fonte adicional de erro em nossas comparações entre os instantes previstos e observados dos eventos, sejam eles ocultações, eclipses ou trânsitos.

<http://www.reabrasil.org/lunar>