

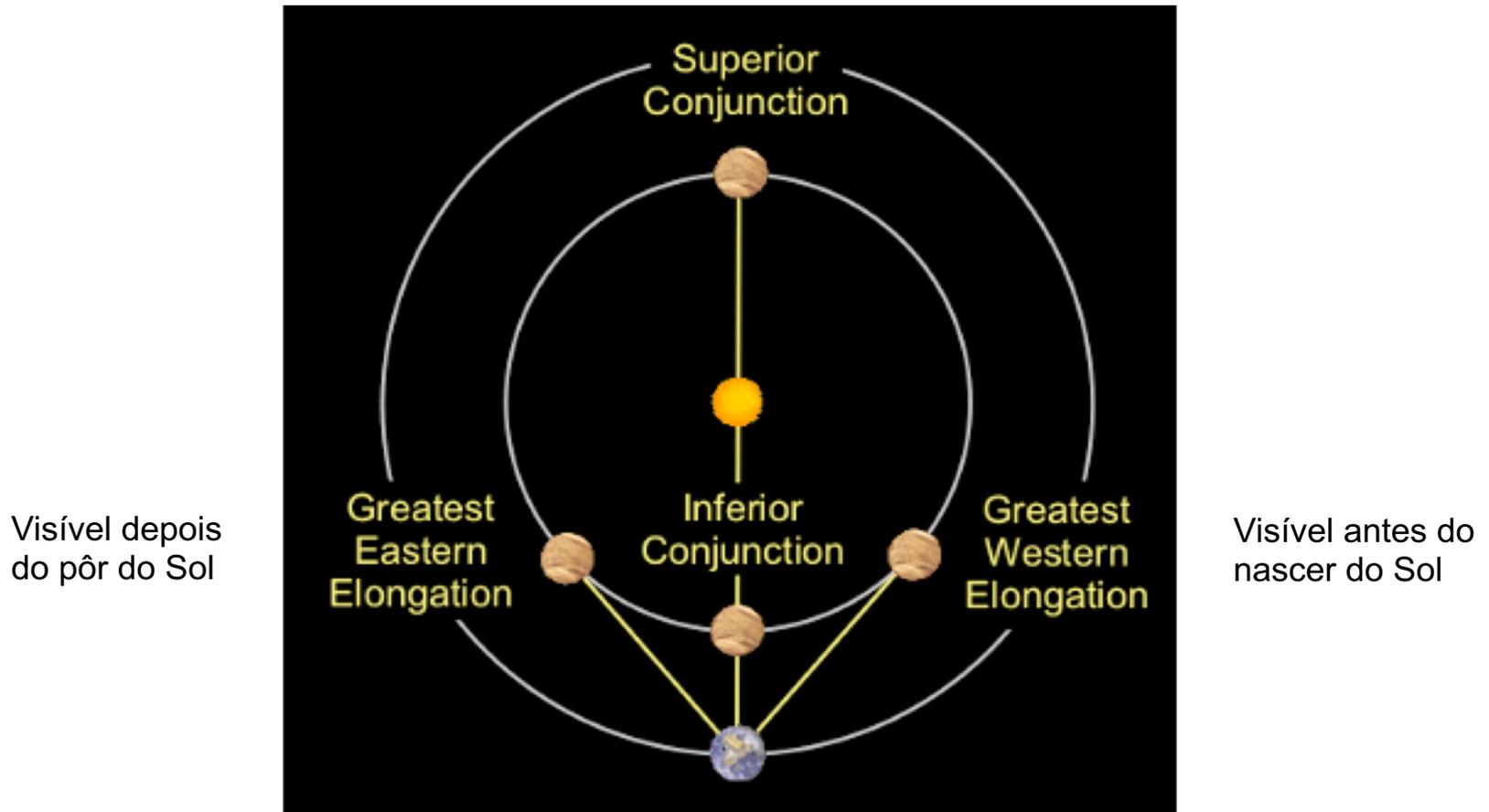
# **Configurações planetárias**

# **Eclipses Solares e Lunares**

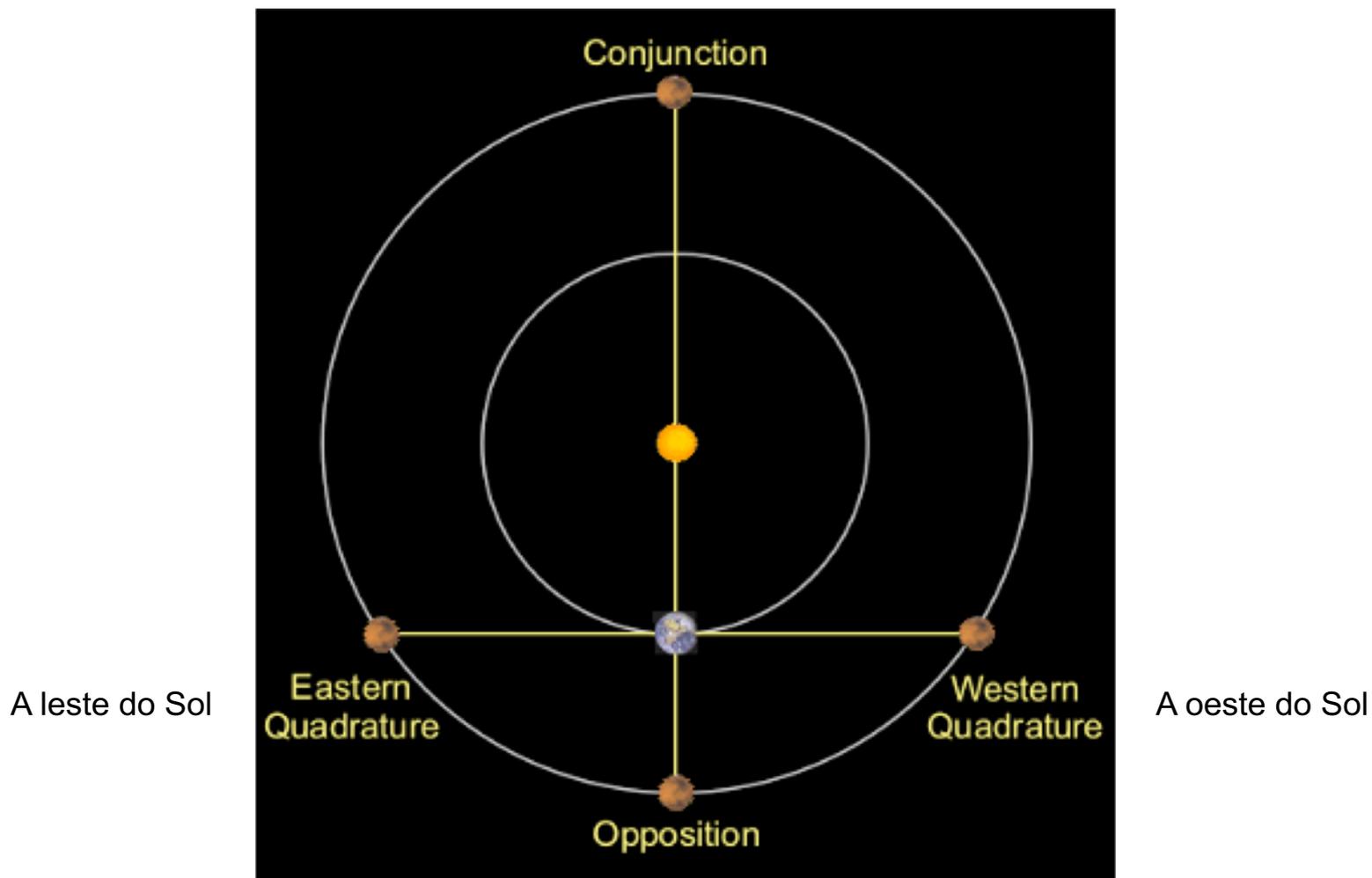
Roberto D.D. Costa

IAG/USP

## Configurações dos planetas interiores (ou inferiores)



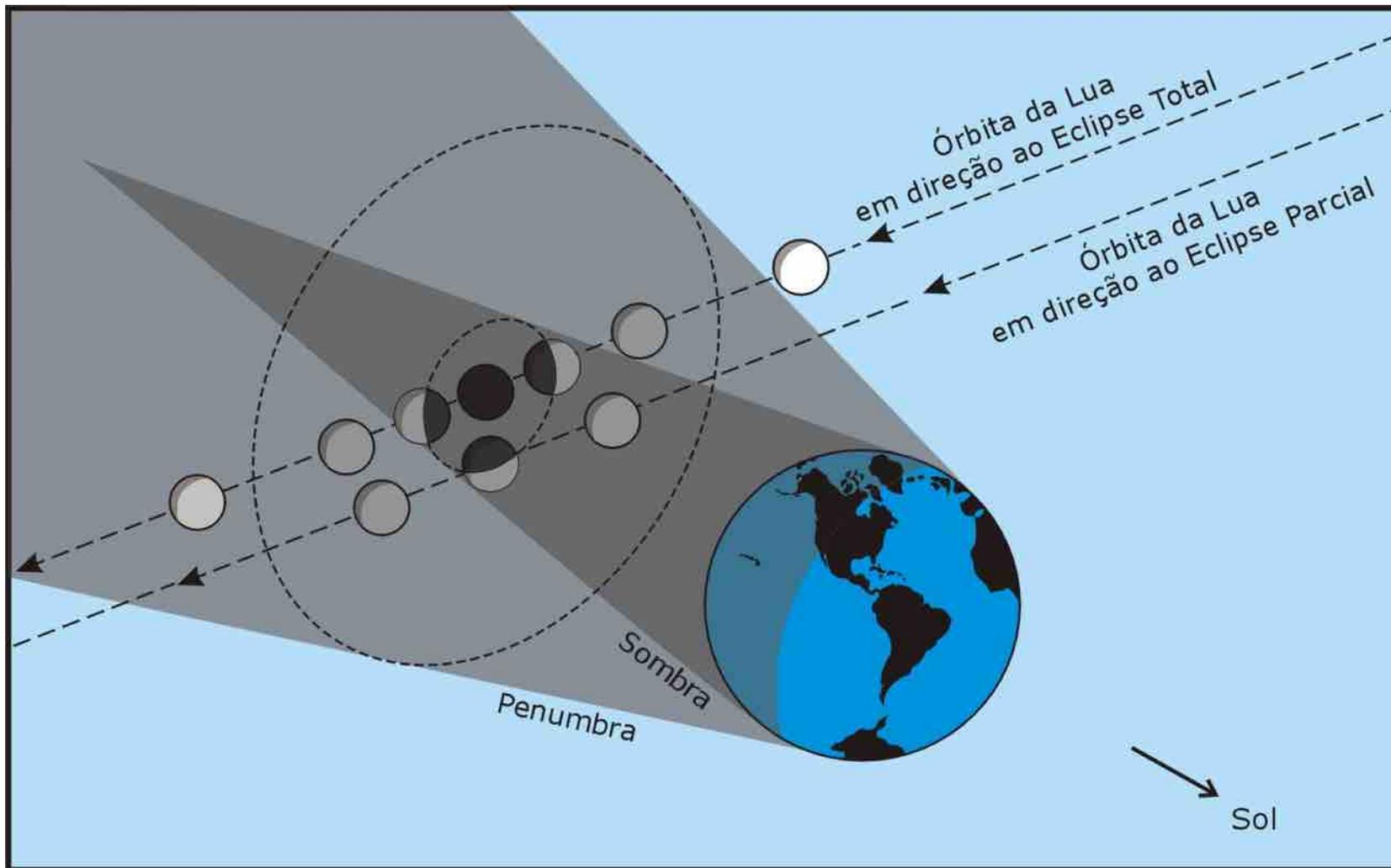
## Configurações dos planetas exteriores (ou superiores)



# Eclipses : uma combinação de planos, sombras e períodos



# Os cones de umbra e penumbra no eclipse lunar



# Um eclipse lunar

FIGURE 4

## Total Lunar Eclipse of 2010 Dec 21

Ecliptic Conjunction = 08:14:33.1 TD (= 08:13:26.0 UT)

Greatest Eclipse = 08:18:03.7 TD (= 08:16:56.6 UT)

Penumbral Magnitude = 2.2807

P. Radius = 1.2538°

Gamma = 0.3214

Umbral Magnitude = 1.2561

U. Radius = 0.7118°

Axis = 0.3119°

Saros Series = 125    Member = 48 of 72

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 17h57m09.6s

Dec. = -23°26'09.9"

S.D. = 00°16'15.5"

H.P. = 00°00'08.9"

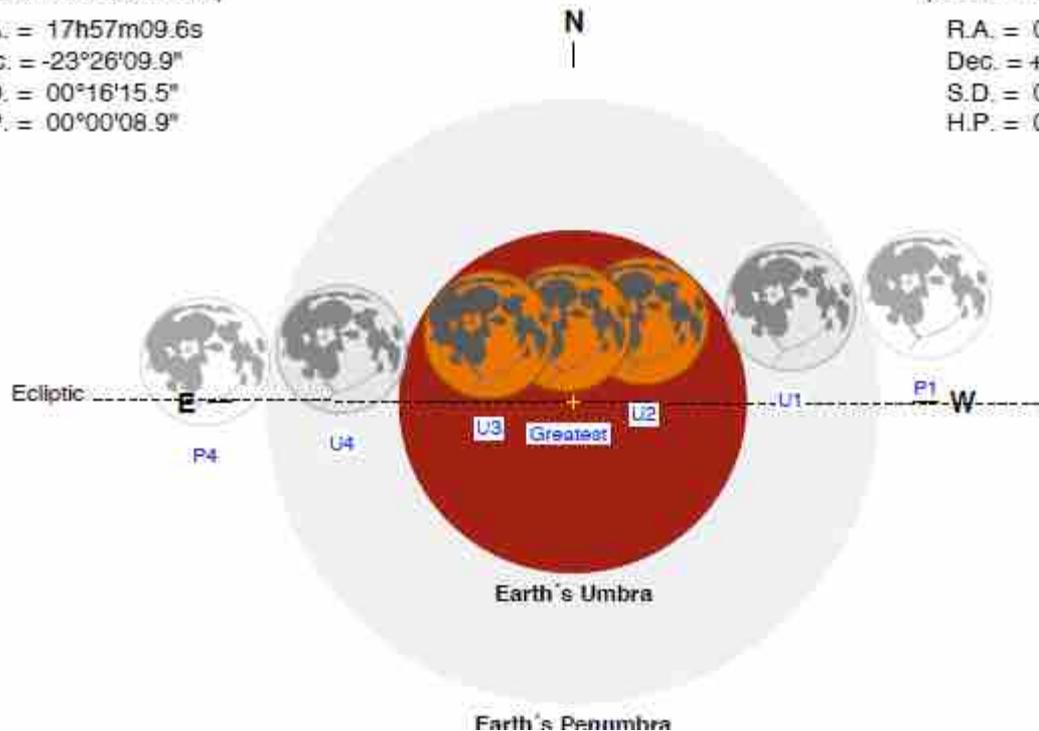
Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 05h57m17.3s

Dec. = +23°44'47.8"

S.D. = 00°15'52.1"

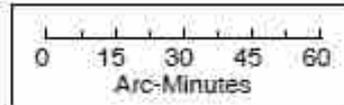
H.P. = 00°58'14.3"



Penumbral = 05h35m14s  
Umbral = 03h28m43s  
Total = 01h12m21s

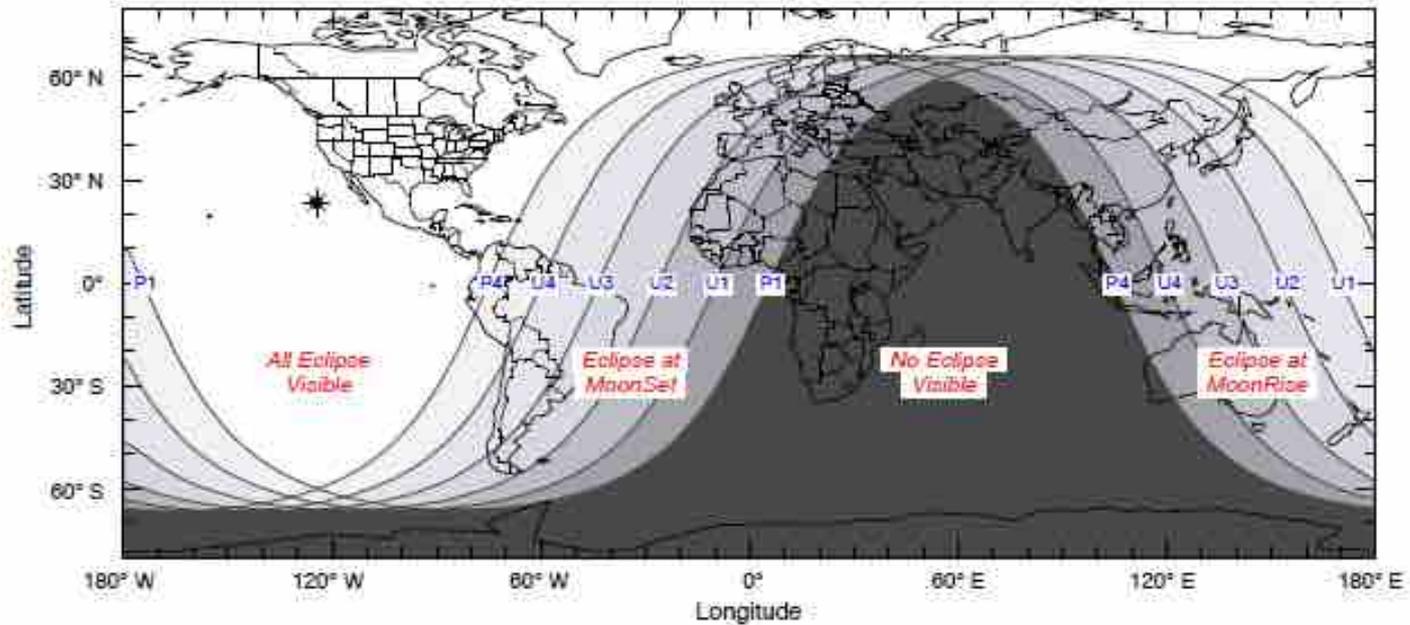
$\Delta T = 67$  s  
Rule = CdT (Danjon)  
Eph. = VSOP87/ELP2000-85

S



F. Espenak, NASA's GSFC  
[eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html](http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html)

P1 = 05:29:17 UT  
U1 = 06:32:37 UT  
U2 = 07:40:47 UT  
U3 = 08:53:08 UT  
U4 = 10:01:20 UT  
P4 = 11:04:31 UT



## Lunar Eclipses: 2011 - 2020

Calendar Date	TD of Greatest Eclipse	Eclipse Type	Saros Series	Umbral Magnitude	Eclipse Duration	Geographic Region of Eclipse Visibility
<a href="#">2011 Jun 15</a>	20:13:43	Total	<a href="#">130</a>	1.700	03h39m <b>01h40m</b>	S. America, Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2011 Dec 10</a>	14:32:56	Total	<a href="#">135</a>	1.106	03h32m <b>00h51m</b>	Europe, e Africa, Asia, Aus., Pacific, N.A.
<a href="#">2012 Jun 04</a>	11:04:20	Partial	<a href="#">140</a>	0.370	02h07m	Asia, Aus., Pacific, Americas
<a href="#">2012 Nov 28</a>	14:34:07	Penumbral	<a href="#">145</a>	-0.187	-	Europe, e Africa, Asia, Aus., Pacific, N.A.
<a href="#">2013 Apr 26</a>	20:08:38	Partial	<a href="#">112</a>	0.015	00h27m	Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2013 May 25</a>	04:11:06	Penumbral	<a href="#">150</a>	-0.934	-	Americas, Africa
<a href="#">2013 Oct 18</a>	23:51:25	Penumbral	<a href="#">117</a>	-0.272	-	Americas, Europe, Africa, Asia
<a href="#">2014 Apr 15</a>	07:46:48	Total	<a href="#">122</a>	1.291	03h35m <b>01h18m</b>	Aus., Pacific, Americas
<a href="#">2014 Oct 08</a>	10:55:44	Total	<a href="#">127</a>	1.186	03h20m <b>00h59m</b>	Asia, Aus., Pacific, Americas
<a href="#">2015 Apr 04</a>	12:01:24	Total	<a href="#">132</a>	1.001	03h29m <b>00h05m</b>	Asia, Aus., Pacific, Americas
<a href="#">2015 Sep 28</a>	02:48:17	Total	<a href="#">137</a>	1.276	03h20m <b>01h12m</b>	e Pacific, Americas, Europe, Africa, w Asia
<a href="#">2016 Mar 23</a>	11:48:21	Penumbral	<a href="#">142</a>	-0.312	-	Asia, Aus., Pacific, w Americas
<a href="#">2016 Sep 16</a>	18:55:27	Penumbral	<a href="#">147</a>	-0.064	-	Aus., Pacific, Americas
<a href="#">2017 Feb 11</a>	00:45:03	Penumbral	<a href="#">114</a>	-0.035	-	Europe, Africa, Asia, Aus., w Pacific
<a href="#">2017 Aug 07</a>	18:21:38	Partial	<a href="#">119</a>	0.246	01h55m	Americas, Europe, Africa, Asia
<a href="#">2018 Jan 31</a>	13:31:00	Total	<a href="#">124</a>	1.315	03h23m <b>01h16m</b>	Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2018 Jul 27</a>	20:22:54	Total	<a href="#">129</a>	1.609	03h55m <b>01h43m</b>	Asia, Aus., Pacific, w N.America
<a href="#">2019 Jan 21</a>	05:13:27	Total	<a href="#">134</a>	1.195	03h17m <b>01h02m</b>	S. America, Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2019 Jul 16</a>	21:31:55	Partial	<a href="#">139</a>	0.653	02h58m	c Pacific, Americas, Europe, Africa
<a href="#">2020 Jan 10</a>	19:11:11	Penumbral	<a href="#">144</a>	-0.116	-	S. America, Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2020 Jun 05</a>	19:26:14	Penumbral	<a href="#">111</a>	-0.405	-	Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2020 Jul 05</a>	04:31:12	Penumbral	<a href="#">149</a>	-0.644	-	Europe, Africa, Asia, Aus.
<a href="#">2020 Nov 30</a>	09:44:01	Penumbral	<a href="#">116</a>	-0.262	-	Americas, sw Europe, Africa



**Seqüência de fotos  
tomadas a cada 5 minutos  
para o eclipse lunar total  
de 20/Jan/2000**

# Fotos de eclipses lunares

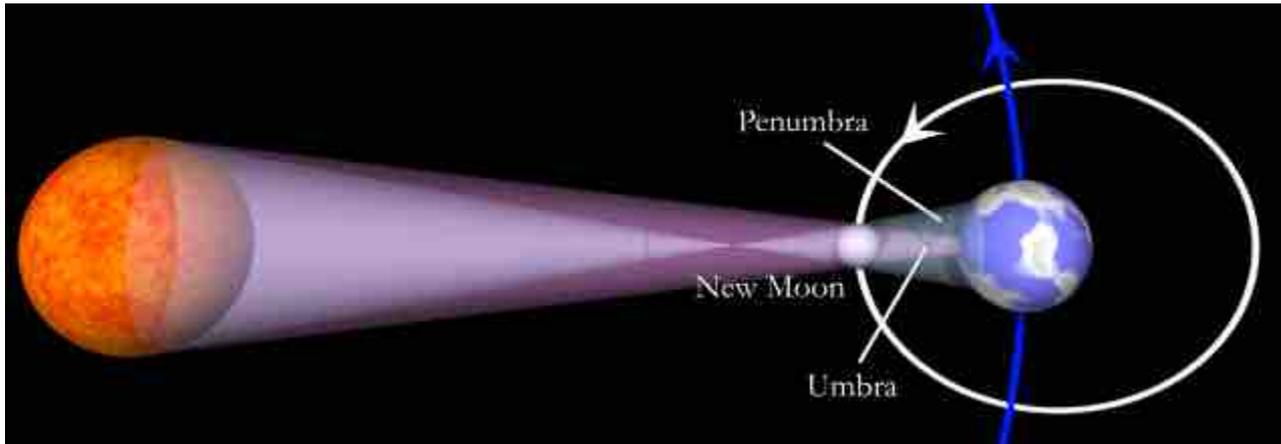




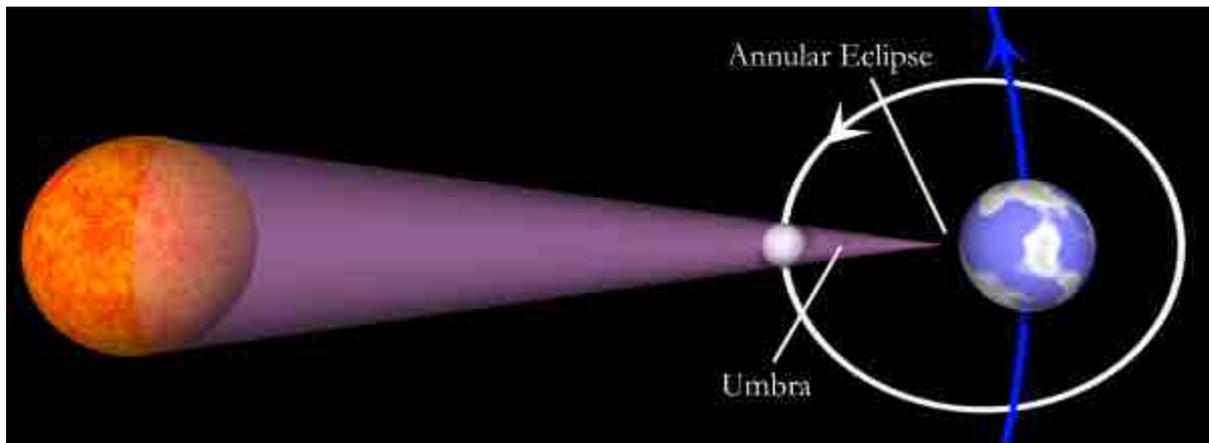
# Escala de Danjon

Número de Danjon	Características da Lua quando totalmente eclipsada
<b>L = 0</b>	Eclipse extremamente escuro: Lua, incolor, quase invisível no meio do eclipse
<b>L = 1</b>	Eclipse muito escuro: Lua cor cinzenta ou marrom e detalhes somente percebidos com dificuldade
<b>L = 2</b>	Eclipse de luminosidade intermediária: Lua vermelha escura ou cor de ferrugem e umbra interna muito escura e a externa relativamente clara
<b>L = 3</b>	Eclipse relativamente claro: Lua cor de tijolo e umbra com periferia brilhante ou amarelada
<b>L = 4</b>	Eclipse muito claro: Lua cor de cobre ou alaranjada e umbra com periferia bem brilhante e azulada

# Eclipses solares

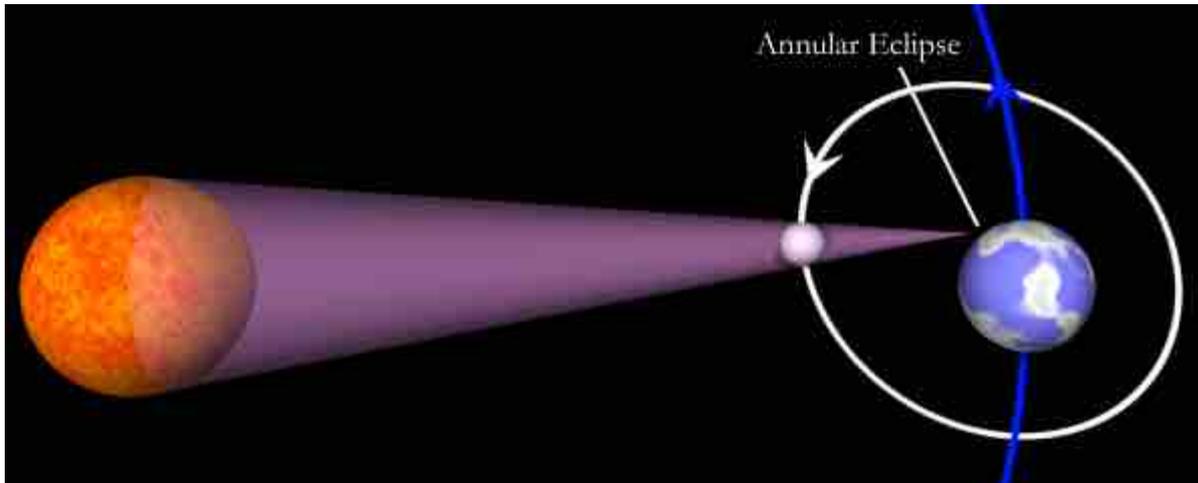


**Total**

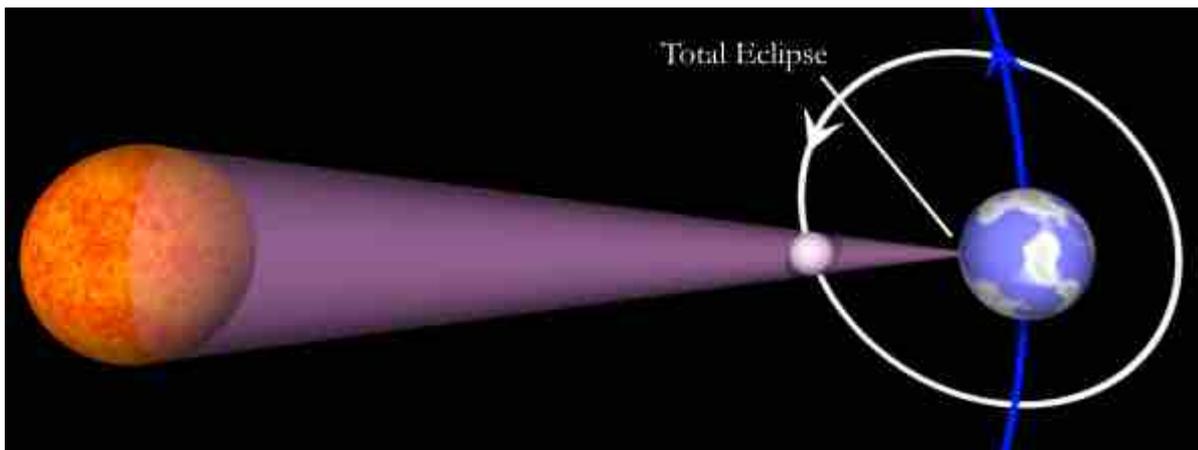


**Anular**

# Eclipse híbrido ou anular/total



**Anular no início e no final da trajetória sobre a Terra**

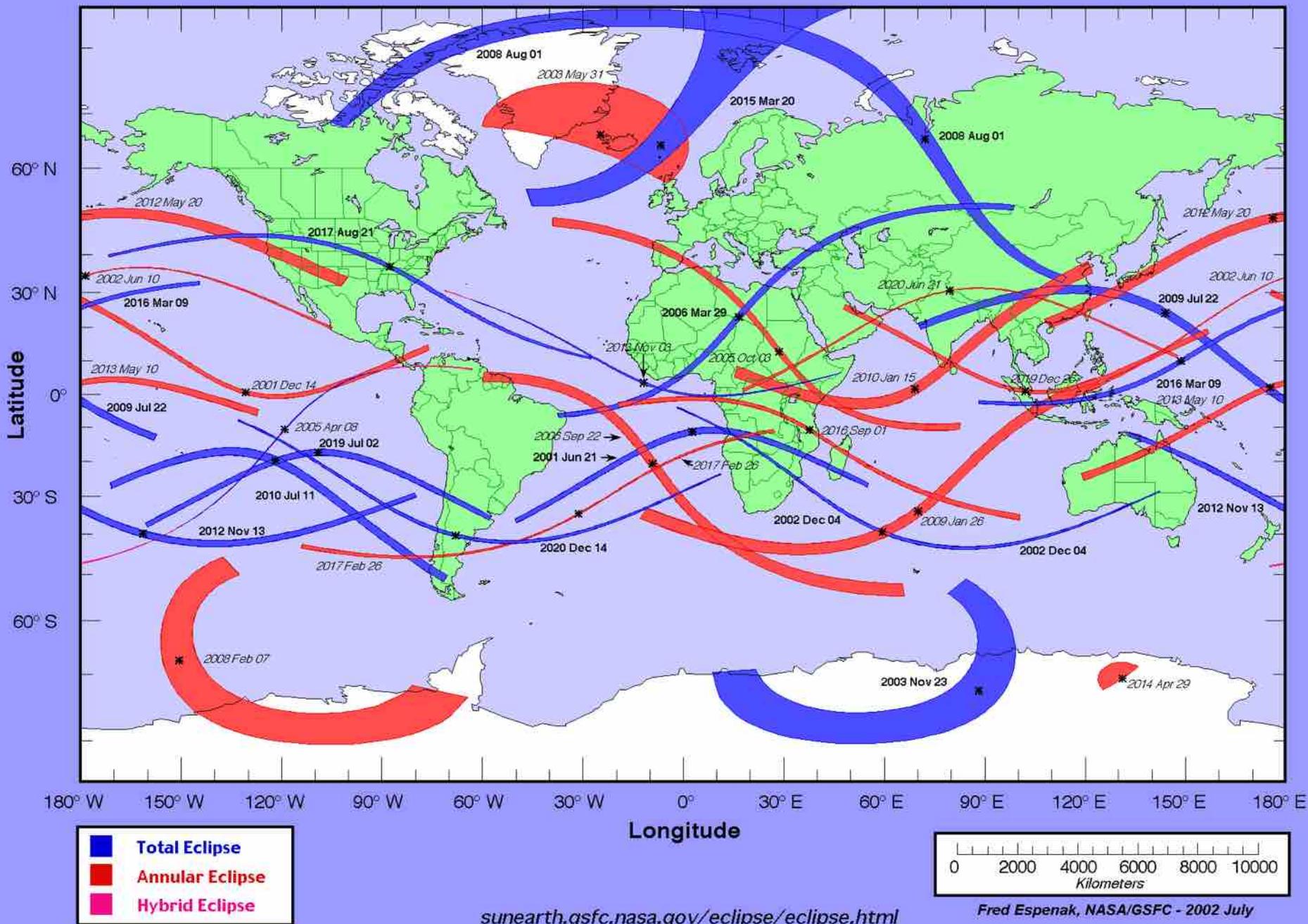


**Total no centro da trajetória**

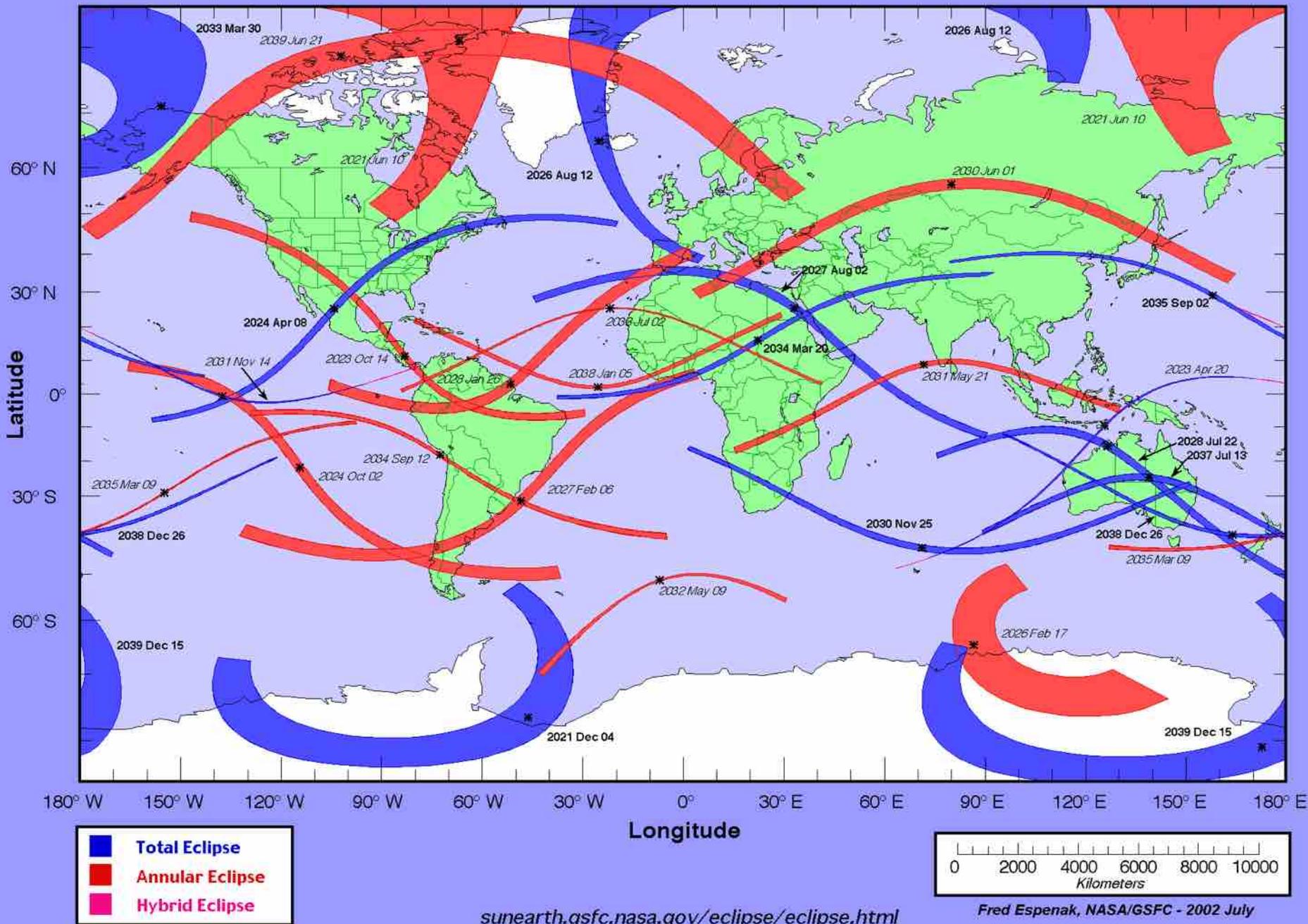
## Solar Eclipses: 2011 - 2020

Calendar Date <i>(Link to Global Map)</i>	TD of Greatest Eclipse <i>(Link to Animation)</i>	Eclipse Type <i>(Link to Google Map)</i>	Saros Series <i>(Link to Saros)</i>	Eclipse Magnitude	Central Duration <i>(Link to Path Table)</i>	Geographic Region of Eclipse Visibility
<a href="#">2011 Jan 04</a>	<a href="#">08:51:42</a>	Partial	<a href="#">151</a>	0.858	-	Europe, Africa, c Asia
<a href="#">2011 Jun 01</a>	<a href="#">21:17:18</a>	Partial	<a href="#">118</a>	0.601	-	e Asia, n N. America, Iceland
<a href="#">2011 Jul 01</a>	<a href="#">08:39:30</a>	Partial	<a href="#">156</a>	0.097	-	s Indian Ocean
<a href="#">2011 Nov 25</a>	<a href="#">06:21:24</a>	Partial	<a href="#">123</a>	0.905	-	s Africa, Antarctica, Tasmania, N.Z.
<a href="#">2012 May 20</a>	<a href="#">23:53:53</a>	Annular	<a href="#">128</a>	0.944	<a href="#">05m46s</a>	Asia, Pacific, N. America <b>[Annular: China, Japan, Pacific, w U.S.]</b>
<a href="#">2012 Nov 13</a>	<a href="#">22:12:55</a>	Total	<a href="#">133</a>	1.050	<a href="#">04m02s</a>	Australia, N.Z., s Pacific, s S. America <b>[Total: n Australia, s Pacific]</b>
<a href="#">2013 May 10</a>	<a href="#">00:26:20</a>	Annular	<a href="#">138</a>	0.954	<a href="#">06m03s</a>	Australia, N.Z., c Pacific <b>[Annular: n Australia, Solomon Is., c Pacific]</b>
<a href="#">2013 Nov 03</a>	<a href="#">12:47:36</a>	Hybrid	<a href="#">143</a>	1.016	<a href="#">01m40s</a>	e Americas, s Europe, Africa <b>[Hybrid: Atlantic, c Africa]</b>
<a href="#">2014 Apr 29</a>	<a href="#">06:04:32</a>	Annular	<a href="#">148</a>	0.987	-	s Indian, Australia, Antarctica <b>[Annular: Antarctica]</b>
<a href="#">2014 Oct 23</a>	<a href="#">21:45:39</a>	Partial	<a href="#">153</a>	0.811	-	n Pacific, N. America
<a href="#">2015 Mar 20</a>	<a href="#">09:46:47</a>	Total	<a href="#">120</a>	1.045	<a href="#">02m47s</a>	Iceland, Europe, n Africa, n Asia <b>[Total: n Atlantic, Faeroe Is, Svalbard]</b>
<a href="#">2015 Sep 13</a>	<a href="#">06:55:19</a>	Partial	<a href="#">125</a>	0.788	-	s Africa, s Indian, Antarctica
<a href="#">2016 Mar 09</a>	<a href="#">01:58:19</a>	Total	<a href="#">130</a>	1.045	<a href="#">04m09s</a>	e Asia, Australia, Pacific <b>[Total: Sumatra, Borneo, Sulawesi, Pacific]</b>
<a href="#">2016 Sep 01</a>	<a href="#">09:08:02</a>	Annular	<a href="#">135</a>	0.974	<a href="#">03m06s</a>	Africa, Indian Ocean <b>[Annular: Atlantic, c Africa, Madagascar, Indian]</b>
<a href="#">2017 Feb 26</a>	<a href="#">14:54:32</a>	Annular	<a href="#">140</a>	0.992	<a href="#">00m44s</a>	s S. America, Atlantic, Africa, Antarctica <b>[Annular: Pacific, Chile, Argentina, Atlantic, Africa]</b>
<a href="#">2017 Aug 21</a>	<a href="#">18:26:40</a>	Total	<a href="#">145</a>	1.031	<a href="#">02m40s</a>	N. America, n S. America <b>[Total: n Pacific, U.S., s Atlantic]</b>
<a href="#">2018 Feb 15</a>	<a href="#">20:52:33</a>	Partial	<a href="#">150</a>	0.599	-	Antarctica, s S. America
<a href="#">2018 Jul 13</a>	<a href="#">03:02:16</a>	Partial	<a href="#">117</a>	0.336	-	s Australia
<a href="#">2018 Aug 11</a>	<a href="#">09:47:28</a>	Partial	<a href="#">155</a>	0.737	-	n Europe, ne Asia
<a href="#">2019 Jan 06</a>	<a href="#">01:42:38</a>	Partial	<a href="#">122</a>	0.715	-	ne Asia, n Pacific
<a href="#">2019 Jul 02</a>	<a href="#">19:24:07</a>	Total	<a href="#">127</a>	1.046	<a href="#">04m33s</a>	s Pacific, S. America <b>[Total: s Pacific, Chile, Argentina]</b>
<a href="#">2019 Dec 26</a>	<a href="#">05:18:53</a>	Annular	<a href="#">132</a>	0.970	<a href="#">03m39s</a>	Asia, Australia <b>[Annular: Saudi Arabia, India, Sumatra, Borneo]</b>
<a href="#">2020 Jun 21</a>	<a href="#">06:41:15</a>	Annular	<a href="#">137</a>	0.994	<a href="#">00m38s</a>	Africa, se Europe, Asia <b>[Annular: c Africa, s Asia, China, Pacific]</b>
<a href="#">2020 Dec 14</a>	<a href="#">16:14:39</a>	Total	<a href="#">142</a>	1.025	<a href="#">02m10s</a>	Pacific, s S. America, Antarctica <b>[Total: s Pacific, Chile, Argentina, s Atlantic]</b>

# Total and Annular Solar Eclipse Paths: 2001 – 2020

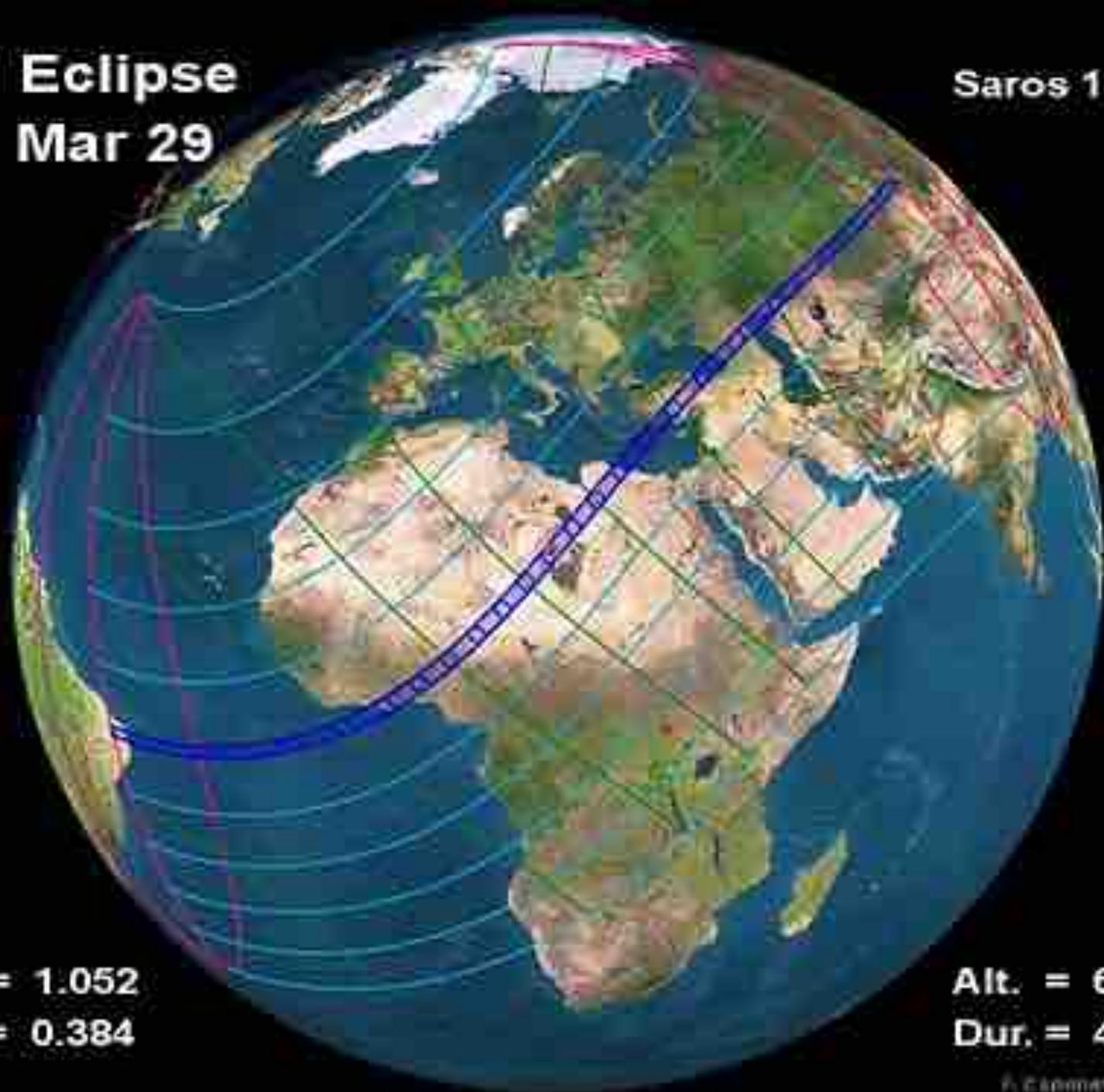


# Total and Annular Solar Eclipse Paths: 2021 – 2040



**Total Eclipse**  
**2006 Mar 29**

**Saros 139**



**Mag. = 1.052**  
**Gam. = 0.384**

**Alt. = 67°**  
**Dur. = 4<sup>m</sup> 07<sup>s</sup>**

Geocentric Conjunction = 10:33:17.4 UT      J.D. = 2453823.939784

Greatest Eclipse = 10:11:17.7 UT      J.D. = 2453823.924510

Eclipse Magnitude = 1.0515      Gamma = 0.3843

Saros Series = 139      Member = 29 of 71

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h31m31.7s

Dec. = +03°24'10.3"

S.D. = 00°16'01.1"

H.P. = 00°00'08.8"

External/Internal  
Contacts of Penumbra

P1 = 07:36:48.5 UT

P2 = 09:44:37.2 UT

P3 = 10:37:28.0 UT

P4 = 12:45:40.6 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = DE200/LE200

$\Delta T$  = 64.9 s

k1 = 0.2725076

k2 = 0.2722810

$\Delta b$  = 0.0"       $\Delta l$  = 0.0"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h30m46.6s

Dec. = +03°44'36.3"

S.D. = 00°16'35.0"

H.P. = 01°00'51.4"

External/Internal  
Contacts of Umbra

U1 = 08:34:24.4 UT

U2 = 08:36:28.6 UT

U3 = 11:45:54.5 UT

U4 = 11:47:56.4 UT

Geocentric Libration  
(Optical + Physical)

l = 2.18°

b = -0.52°

c = -21.71°

Brown Lun. No. = 1030

Eclipse Solar total de 29/Mar/2006  
Na página seguinte, a projeção  
ortográfica da trajetória:

Local Circumstances at Greatest Eclipse

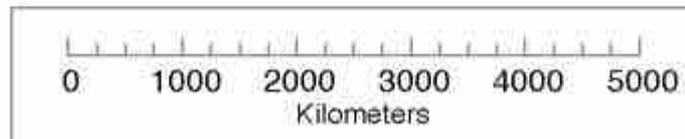
Lat. = 23°09.1'N

Sun Alt. = 67.3°

Long. = 016°44.9'E

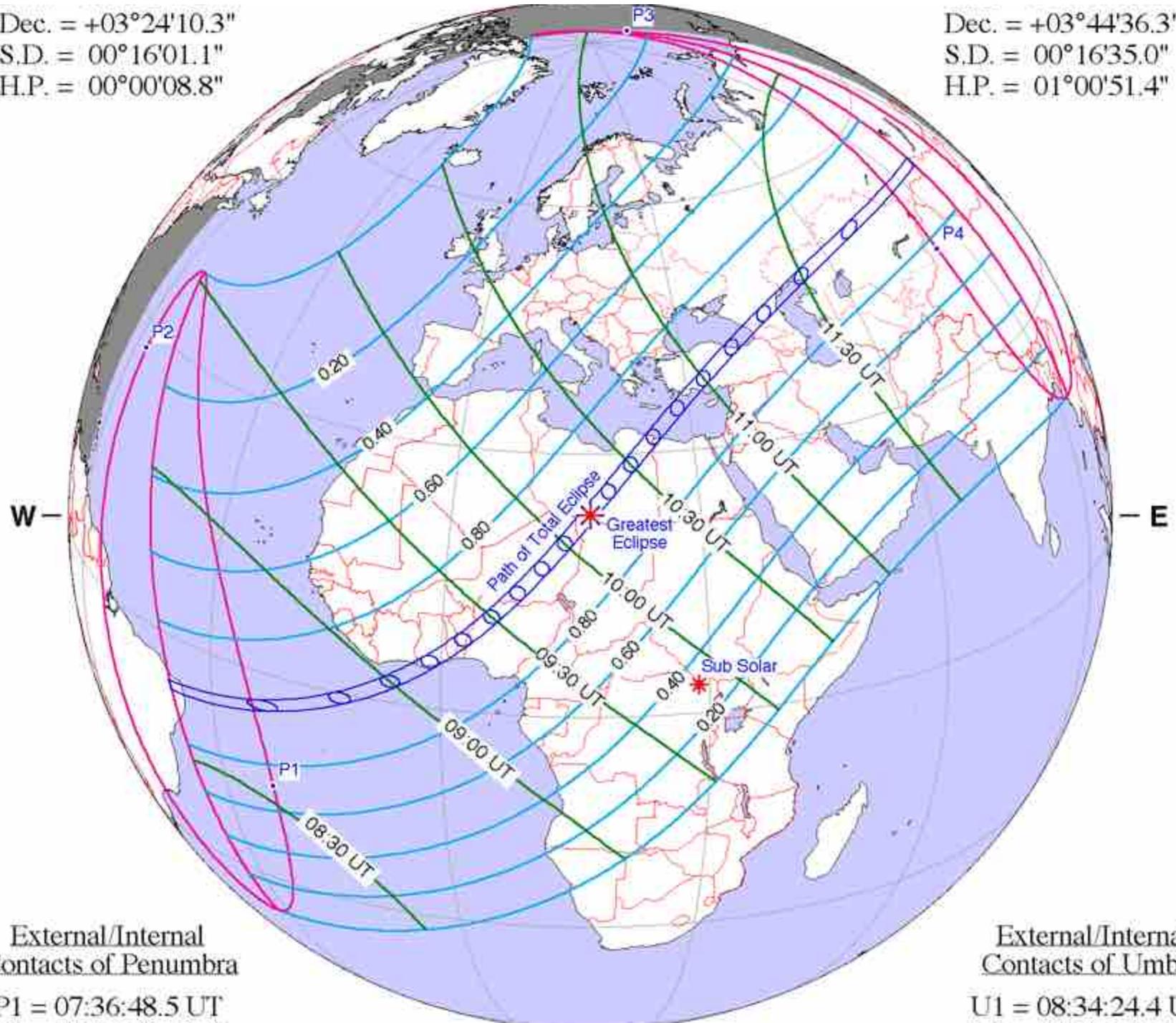
Sun Azm. = 148.6°

Path Width = 183.5 km      Duration = 04m06.7s



Dec. = +03°24'10.3"  
S.D. = 00°16'01.1"  
H.P. = 00°00'08.8"

Dec. = +03°44'36.3"  
S.D. = 00°16'35.0"  
H.P. = 01°00'51.4"



External/Internal  
Contacts of Penumbra

P1 = 07:36:48.5 UT

External/Internal  
Contacts of Umbra

U1 = 08:34:24.4 UT

FIGURE 3: PATH OF THE ECLIPSE THROUGH AFRICA

### Total Solar Eclipse of 2006 Mar 29

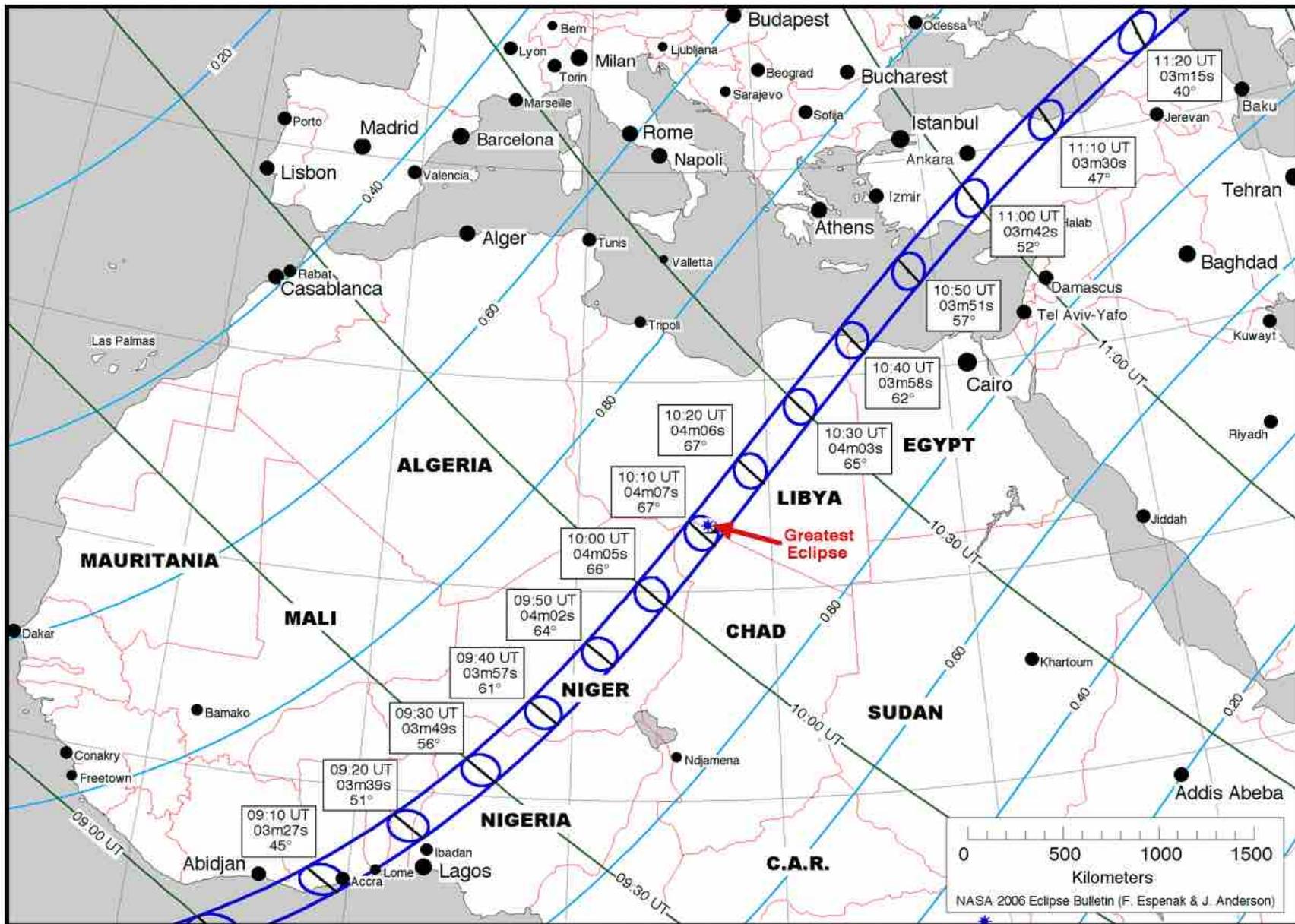
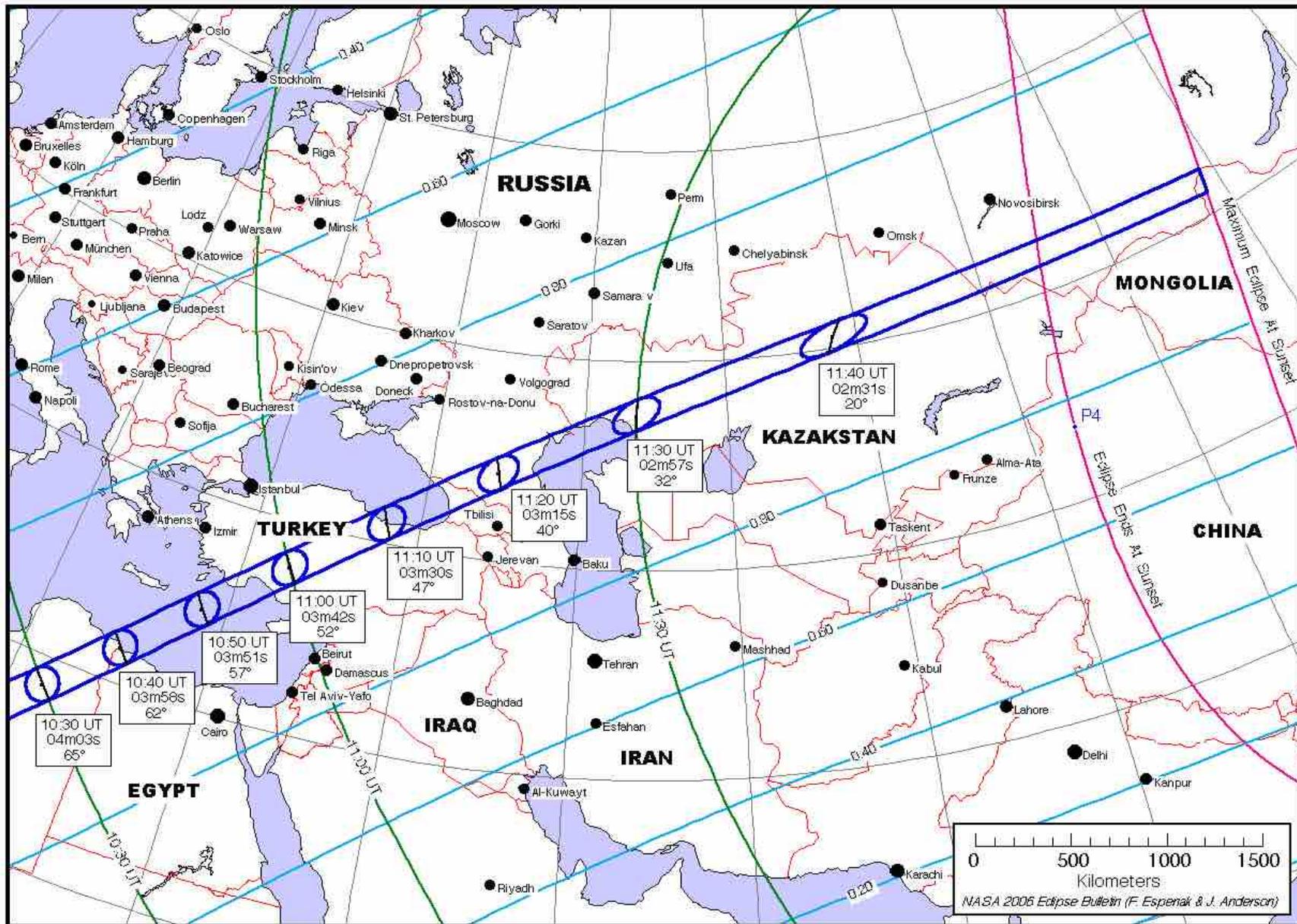
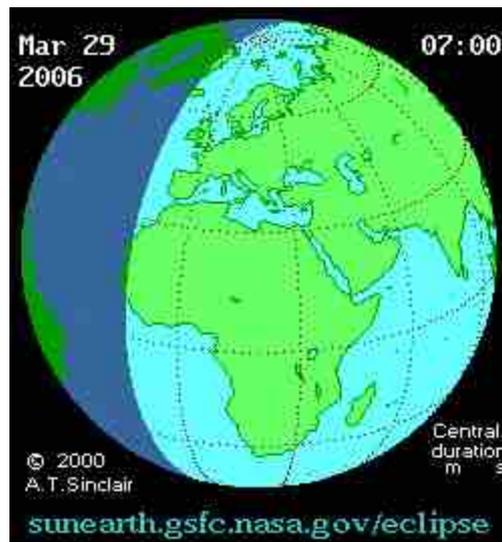


FIGURE 3: PATH OF THE ECLIPSE THROUGH ASIA

Total Solar Eclipse of 2006 Mar 29





# Próximo eclipse solar total visível do Brasil :

## Total Solar Eclipse of 2045 Aug 12

Geocentric Conjunction = 17:31:15.2 UT      J.D. = 2468205.230037

Greatest Eclipse = 17:40:58.3 UT      J.D. = 2468205.236786

Eclipse Magnitude = 1.0774      Gamma = 0.2114

Saros Series = 136      Member = 39 of 71

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 09h31m17.7s

Dec. = +14°40'40.8"

S.D. = 00°15'47.0"

H.P. = 00°00'08.7"

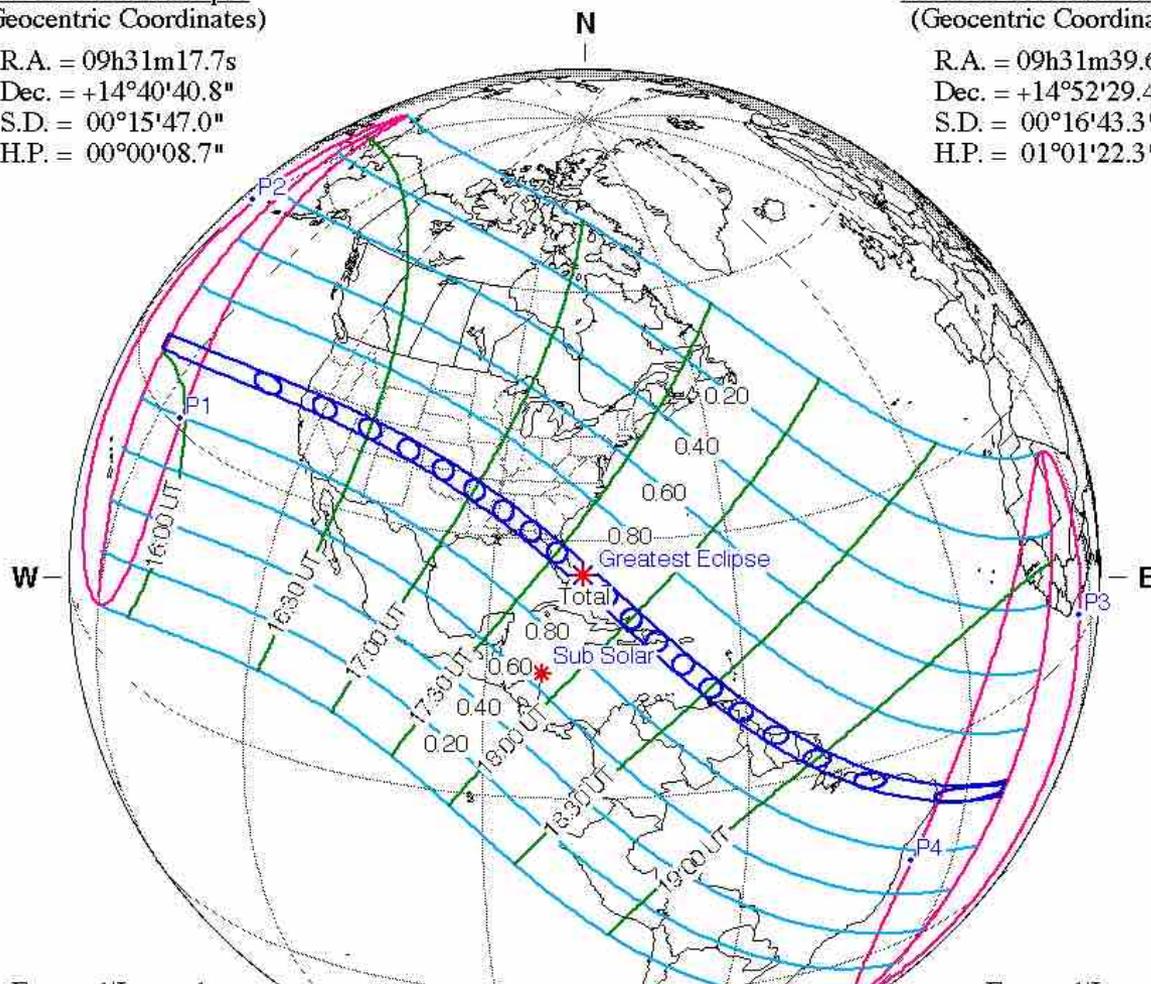
Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 09h31m39.6s

Dec. = +14°52'29.4"

S.D. = 00°16'43.3"

H.P. = 01°01'22.3"

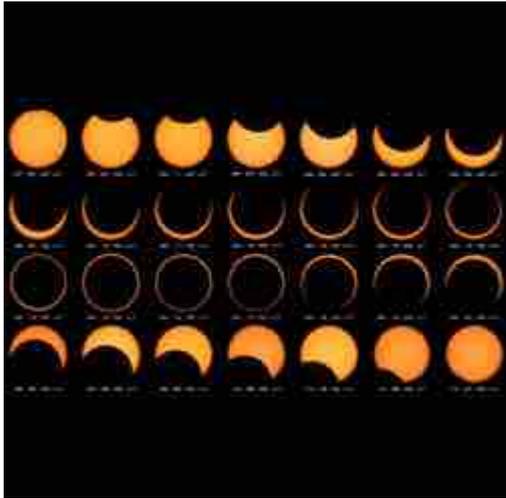


# Fotos de eclipses



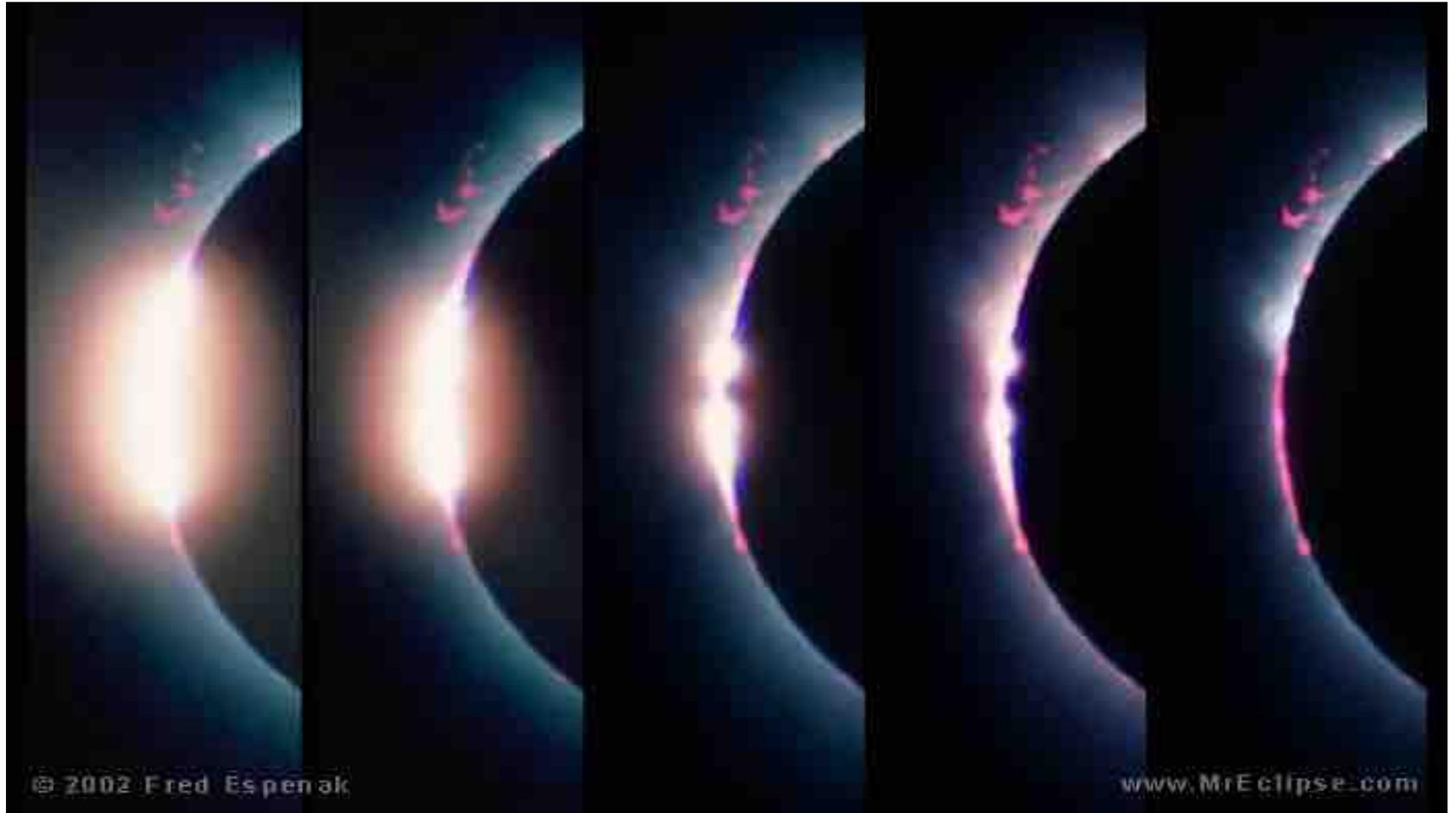


**Eclipse total fotografado da Estação Espacial Mir em 1999**





© 1994 Fred Espenak

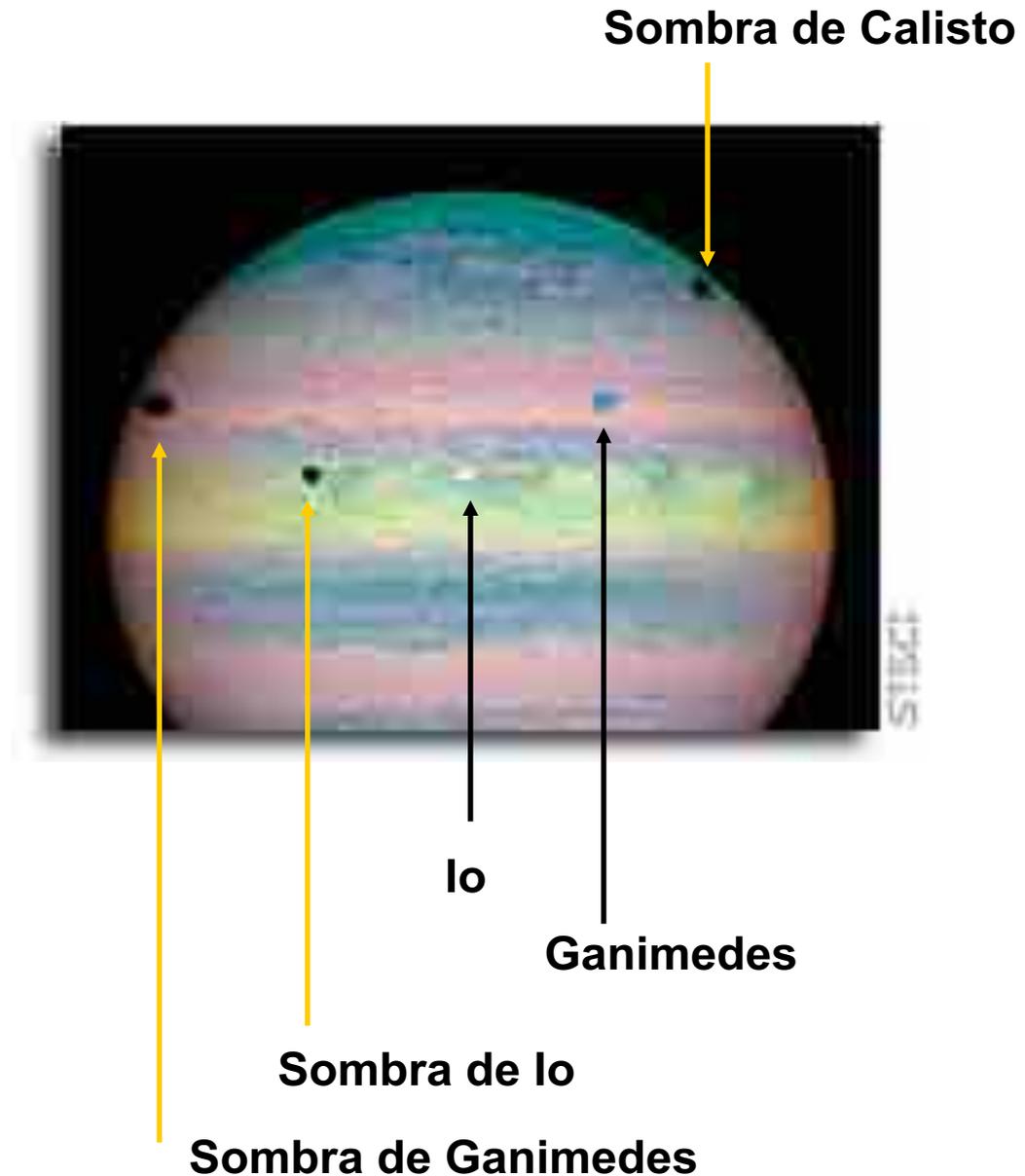


© 2002 Fred Espenak

[www.MrEclipse.com](http://www.MrEclipse.com)

# Eclipse triplo em Júpiter

(foto do Space Telescope)



**O que este vira-lata está fazendo aqui ???**



**Repare a imagem do Sol em forma de meia-lua !**



**Madrid, 03 de outubro de 2005**



**Efeito de um eclipse anular sob a sombra de uma árvore : os espaços entre as folhas atuam como uma câmera de orifício (“pinhole”) que reproduz a imagem do Sol**

# O período de Saros

- A cada 18 anos , 10 ou 11 dias e 1/3 (10 ou 11 dependendo do número de anos bissextos no intervalo) as circunstâncias que ocorrem os eclipses se repetem
- Os ciclos envolvidos nos eclipses são:
  - **Mês anomalístico (de perigeu a perigeu da Lua) = 27.554549 dias**
  - **Mês sinódico (de Lua Cheia a Lua Cheia) = 29.530589 dias**
  - **Mês draconiano ou nodal (2 passagens pelo nodo ascendente) = 27.212220 dias**
- **Um Saros** = 223 meses sinódicos = 242 meses draconianos = 239 meses anomalísticos (com uma irregularidade  $\leq 2$  horas)
- Como os períodos não são nem iguais nem múltiplos exatos, a cada ciclo os eclipses são ligeiramente diferentes. Esse conjunto de circunstâncias caracteriza uma **Série de Saros**.
- Se ocorre um eclipse hoje, daqui a **um Período de Saros** a Lua será Nova ou Cheia, o Sol e a Lua estarão nas mesmas posições ao longo da Eclíptica e a Terra e a Lua estarão à mesma distância
- A diferença de  $\sim 120^\circ$  se deve ao 1/3 de dia do ciclo  $\Rightarrow$  a cada 3 Saros ocorre um eclipse praticamente no mesmo local da Terra
- Eclipses de uma série são similares e ocorrem com a Lua à mesma distância da Terra e na mesma época do ano. Ver, por exemplo, os eclipses solares de 21/Jun/2001 e 02/Jul/2019.
- Os eclipses solares ocorridos em junho, julho ou agosto de 1891, 1909, 1927, 1945, 1963, 1981, 1999, 2017, 2035 e 2053 são todos membros do Saros 145
- Existem sempre  $\sim 40$  séries de Saros ocorrendo simultaneamente, cada um com 69 a 87 eclipses, num intervalo de 12 a 14 séculos

# Saros 145 completo

Ano Data/hora Tipo Saros. Elemen. Coords.

1639 Jan 04 04:55 P 145 1.565 0.001 64.6N 80.0E  
1657 Jan 14 13:07 P 145 1.554 0.017 63.7N 52.7W  
1675 Jan 25 21:19 P 145 1.543 0.034 62.9N 175.1E  
1693 Feb 05 05:27 P 145 1.527 0.059 62.2N 44.1E  
1711 Feb 17 13:30 P 145 1.507 0.091 61.6N 85.5W  
1729 Feb 27 21:27 P 145 1.481 0.134 61.2N 146.6E  
1747 Mar 11 05:18 P 145 1.450 0.186 61.0N 20.1E  
1765 Mar 21 13:01 P 145 1.412 0.251 61.0N 104.4W  
1783 Apr 01 20:38 P 145 1.367 0.329 61.0N 132.8E  
1801 Apr 13 04:08 P 145 1.315 0.420 61.3N 11.7E  
1819 Apr 24 11:32 P 145 1.258 0.522 61.7N 108.1W  
1837 May 04 18:48 P 145 1.193 0.638 62.3N 133.9E  
1855 May 16 02:01 P 145 1.125 0.762 62.9N 16.6E  
1873 May 26 09:09 P 145 1.051 0.897 63.7N 99.7W

2666 Sep 20 21:01 P 145 -1.050 0.920 72.2S 135.6E  
2684 Oct 01 04:50 P 145 -1.103 0.817 72.1S 4.1E  
2702 Oct 13 12:46 P 145 -1.150 0.727 71.8S 128.9W  
2720 Oct 23 20:49 P 145 -1.191 0.649 71.2S 96.8E  
2738 Nov 04 05:00 P 145 -1.225 0.584 70.5S 39.0W  
2756 Nov 14 13:15 P 145 -1.255 0.528 69.6S 175.4W  
2774 Nov 25 21:39 P 145 -1.278 0.486 68.6S 46.9E  
2792 Dec 06 06:08 P 145 -1.296 0.452 67.6S 91.5W  
2810 Dec 17 14:42 P 145 -1.310 0.426 66.5S 129.2E  
2828 Dec 27 23:19 P 145 -1.322 0.405 65.4S 10.2W  
2847 Jan 08 07:59 P 145 -1.331 0.390 64.5S 150.1W  
2865 Jan 18 16:39 P 145 -1.339 0.375 63.6S 70.4E  
2883 Jan 30 01:18 P 145 -1.348 0.359 62.8S 68.6W  
2901 Feb 10 09:55 P 145 -1.358 0.340 62.1S 153.3E  
2919 Feb 21 18:28 P 145 -1.371 0.317 61.7S 16.1E  
2937 Mar 04 02:55 P 145 -1.388 0.285 61.3S 119.3W  
2955 Mar 15 11:16 P 145 -1.410 0.246 61.2S 106.9E  
2973 Mar 25 19:28 P 145 -1.438 0.195 61.2S 24.8W  
2991 Apr 06 03:33 P 145 -1.472 0.135 61.4S 154.8W  
3009 Apr 17 11:27 Pe 145 -1.513 0.060 61.7S 77.9E

Larg. Durac.

1891 Jun 06 16:16 A 145 0.975 0.998 74.6N 163.8E 12 32 00m06s  
1909 Jun 17 23:18 H 145 0.896 1.006 82.9N 123.7E 26 51 00m24s  
1927 Jun 29 06:23 T 145 0.816 1.013 78.1N 73.8E 35 77 00m50s  
1945 Jul 09 13:27 T 145 0.736 1.018 70.0N 17.2W 42 92 01m15s  
1963 Jul 20 20:36 T 145 0.657 1.022 61.7N 119.6W 49 101 01m40s  
1981 Jul 31 03:46 T 145 0.579 1.026 53.3N 134.1E 54 108 02m02s  
1999 Aug 11 11:03 T 145 0.506 1.029 45.1N 24.3E 59 112 02m23s  
2017 Aug 21 18:25 T 145 0.437 1.031 37.0N 87.6W 64 115 02m40s  
2035 Sep 02 01:55 T 145 0.373 1.032 29.1N 158.1E 68 116 02m54s  
2053 Sep 12 09:32 T 145 0.314 1.033 21.5N 41.8E 72 116 03m04s  
2071 Sep 23 17:18 T 145 0.262 1.033 14.2N 76.7W 75 116 03m11s  
2089 Oct 04 01:12 T 145 0.217 1.033 7.4N 162.9E 77 115 03m14s  
2107 Oct 16 09:15 T 145 0.178 1.033 1.1N 40.6E 80 114 03m16s  
2125 Oct 26 17:26 T 145 0.146 1.033 4.5S 83.6W 82 112 03m15s  
2143 Nov 07 01:46 T 145 0.121 1.033 9.4S 150.7E 83 111 03m14s  
2161 Nov 17 10:14 T 145 0.102 1.032 13.4S 23.6E 84 110 03m13s  
2179 Nov 28 18:48 T 145 0.087 1.033 16.5S 104.7W 85 110 03m12s  
2197 Dec 09 03:28 T 145 0.077 1.033 18.5S 126.0E 86 111 03m13s  
2215 Dec 21 12:13 T 145 0.070 1.034 19.5S 4.2W 86 114 03m14s  
2233 Dec 31 20:59 T 145 0.065 1.035 19.5S 134.8W 86 117 03m18s  
2252 Jan 12 05:48 T 145 0.061 1.036 18.5S 93.9E 87 123 03m23s  
2270 Jan 22 14:36 T 145 0.056 1.039 16.6S 37.4W 87 129 03m29s  
2288 Feb 02 23:23 T 145 0.050 1.041 14.2S 168.6W 87 138 03m39s  
2306 Feb 14 08:06 T 145 0.040 1.044 11.3S 60.9E 88 147 03m49s  
2324 Feb 25 16:45 Tm 145 0.026 1.048 8.1S 68.7W 89 158 04m02s  
2342 Mar 08 01:19 T 145 0.008 1.051 4.8S 162.8E 90 169 04m16s  
2360 Mar 18 09:45 T 145 -0.017 1.055 1.7S 36.2E 89 181 04m33s  
2378 Mar 29 18:05 T 145 -0.048 1.059 1.1N 88.7W 87 193 04m51s  
2396 Apr 09 02:17 T 145 -0.085 1.063 3.4N 148.5E 85 206 05m12s  
2414 Apr 20 10:22 T 145 -0.127 1.066 5.0N 27.5E 83 217 05m33s  
2432 Apr 30 18:19 T 145 -0.178 1.069 5.8N 91.2W 80 229 05m56s  
2450 May 12 02:10 T 145 -0.233 1.072 5.6N 151.5E 77 241 06m19s  
2468 May 22 09:54 T 145 -0.293 1.074 4.3N 35.8E 73 252 06m41s  
2486 Jun 02 17:33 T 145 -0.358 1.076 1.8N 79.0W 69 263 06m59s  
2504 Jun 14 01:08 T 145 -0.427 1.077 1.8S 167.0E 65 275 07m10s  
2522 Jun 25 08:39 T 145 -0.498 1.077 6.6S 53.2E 60 287 07m12s  
2540 Jul 05 16:08 T 145 -0.572 1.076 12.4S 60.9W 55 300 07m04s  
2558 Jul 16 23:36 T 145 -0.646 1.074 19.2S 175.3W 50 315 06m43s  
2576 Jul 27 07:04 T 145 -0.720 1.071 26.9S 69.2E 44 334 06m12s  
2594 Aug 07 14:32 T 145 -0.792 1.068 35.5S 47.7W 37 360 05m32s  
2612 Aug 18 22:04 T 145 -0.862 1.063 45.1S 167.1W 30 406 04m45s  
2630 Aug 30 05:38 T 145 -0.929 1.057 56.0S 68.6E 21 511 03m54s  
2648 Sep 09 13:17 Ts 145 -0.992 1.048 69.9S 78.3W 6 - 02m50s

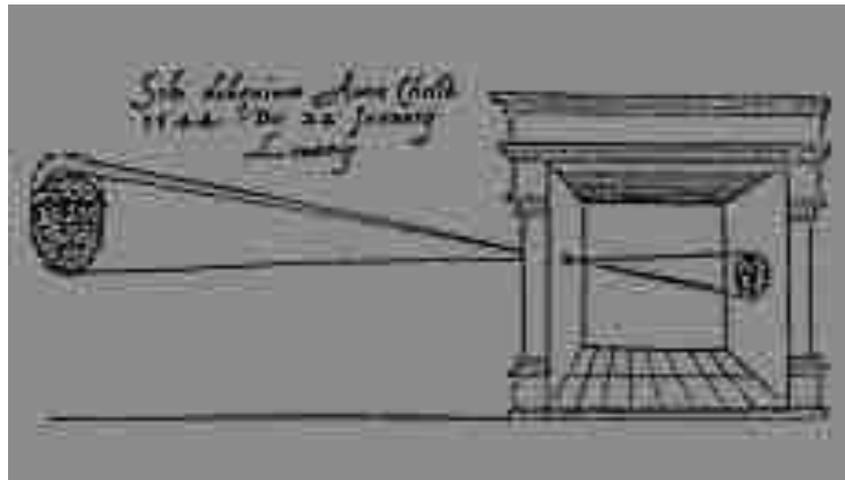
# Ciclos de Saros 101 a 175

Saros Series	Number of Eclipses	Length (Years)	First Eclipse	Last Eclipse	Eclipse Sequence
101	71	1262.1	0329 May 15	1591 Jun 21	8P 53A 10P
102	71	1262.1	0376 May 05	1638 Jun 12	7P 19A 3H 34T 8P
103	72	1280.1	0387 Apr 04	1667 May 22	8P 34T 3H 13A 14P
104	70	1244.0	0470 Apr 17	1714 May 13	7P 41A 22P
105	72	1280.1	0499 Mar 27	1779 May 16	7P 20A 4H 21T 20P
106	75	1334.2	0456 Jan 23	1790 Apr 14	11P 35T 4H 5A 20P
107	72	1280.1	0557 Feb 15	1837 Apr 05	10P 40A 22P
108	76	1352.2	0550 Jan 04	1902 Apr 08	12P 20A 5H 18T 21P
109	81	1442.4	0416 Sep 07	1859 Feb 03	21P 24T 15H 4A 17P
110	72	1280.1	0463 Aug 30	1743 Oct 17	23P 39A 10P
111	79	1406.3	0528 Aug 30	1935 Jan 05	21P 11A 14H 17T 16P
112	72	1280.1	0539 Jul 31	1819 Sep 19	21P 24T 14H 5A 8P
113	71	1262.1	0586 Jul 22	1848 Aug 28	23P 40A 8P
114	72	1280.1	0651 Jul 23	1931 Sep 12	18P 13A 16H 17T 8P
115	72	1280.1	0662 Jun 21	1942 Aug 12	10P 37T 4H 14A 7P
116	70	1244.0	0727 Jun 23	1971 Jul 22	10P 53A 7P
<u>117</u>	71	1262.1	0792 Jun 24	2054 Aug 03	8P 23A 5H 28T 7P
<u>118</u>	72	1280.1	0803 May 24	2083 Jul 15	8P 40T 2H 15A 7P
<u>119</u>	71	1262.1	0850 May 15	2112 Jun 24	8P 2T 1H 51A 9P
<u>120</u>	71	1262.1	0933 May 27	2195 Jul 07	7P 25A 4H 26T 9P
<u>121</u>	71	1262.1	0944 Apr 25	2206 Jun 07	7P 42T 2H 11A 9P
<u>122</u>	70	1244.0	0991 Apr 17	2235 May 17	8P 3T 2H 37A 20P
<u>123</u>	70	1244.0	1074 Apr 29	2318 May 31	6P 27A 3H 14T 20P
<u>124</u>	73	1298.1	1049 Mar 06	2347 May 11	9P 43T 1H 20P
<u>125</u>	73	1298.1	1060 Feb 04	2358 Apr 09	12P 4T 2H 34A 21P
<u>126</u>	72	1280.1	1179 Mar 10	2459 May 03	8P 28A 3H 10T 23P
<u>127</u>	82	1460.4	0991 Oct 10	2452 Mar 21	20P 42T 20P
<u>128</u>	73	1298.1	0984 Aug 29	2282 Nov 01	24P 4T 4H 32A 9P
<u>129</u>	80	1424.3	1103 Oct 03	2528 Feb 21	20P 29A 3H 9T 19P
<u>130</u>	73	1298.1	1096 Aug 20	2394 Oct 25	21P 43T 9P
<u>131</u>	71	1262.1	1107 Jul 21	2369 Sep 02	23P 6T 5H 30A 7P
<u>132</u>	71	1262.1	1208 Aug 13	2470 Sep 25	20P 33A 2H 7T 9P
<u>133</u>	72	1280.1	1219 Jul 13	2499 Sep 05	12P 6A 1H 46T 7P
<u>134</u>	71	1262.1	1248 Jun 22	2510 Aug 06	10P 8T 16H 30A 7P
<u>135</u>	71	1262.1	1331 Jul 05	2593 Aug 17	10P 45A 2H 6T 8P
<u>136</u>	71	1262.1	1360 Jun 14	2622 Jul 30	8P 6A 6H 44T 7P
<u>137</u>	70	1244.0	1389 May 25	2633 Jun 28	8P 10T 6H 4A 3H 32A 7P

Saros Series	Number of Eclipses	Length (Years)	First Eclipse	Last Eclipse	Eclipse Sequence
<u>138</u>	70	1244.0	1472 Jun 06	2716 Jul 11	7P 50A 1H 3T 9P
<u>139</u>	71	1262.1	1501 May 17	2763 Jul 03	7P 12H 43T 9P
<u>140</u>	71	1262.1	1512 Apr 16	2774 Jun 01	8P 11T 4H 32A 16P
<u>141</u>	70	1244.0	1613 May 19	2857 Jun 13	7P 41A 22P
<u>142</u>	72	1280.1	1624 Apr 17	2904 Jun 05	7P 1A 1H 43T 20P
<u>143</u>	72	1280.1	1617 Mar 07	2897 Apr 23	10P 12T 4H 26A 20P
<u>144</u>	70	1244.0	1736 Apr 11	2980 May 05	8P 39A 23P
<u>145</u>	77	1370.3	1639 Jan 04	3009 Apr 17	14P 1A 1H 41T 20P
<u>146</u>	76	1352.2	1541 Sep 19	2893 Dec 29	22P 13T 4H 24A 13P
<u>147</u>	80	1424.3	1624 Oct 12	3049 Feb 24	21P 40A 19P
<u>148</u>	75	1334.2	1653 Sep 21	2987 Dec 12	20P 2A 1H 40T 12P
<u>149</u>	71	1262.1	1664 Aug 21	2926 Sep 28	21P 17T 3H 23A 7P
<u>150</u>	71	1262.1	1729 Aug 24	2991 Sep 29	22P 40A 9P
<u>151</u>	72	1280.1	1776 Aug 14	3056 Oct 01	18P 6A 1H 39T 8P
<u>152</u>	70	1244.0	1805 Jul 26	3049 Aug 20	9P 30T 3H 22A 6P
<u>153</u>	70	1244.0	1870 Jul 28	3114 Aug 22	13P 49A 8P
<u>154</u>	71	1262.1	1917 Jul 19	3179 Aug 25	7P 17A 3H 36T 8P
<u>155</u>	71	1262.1	1928 Jun 17	3190 Jul 24	8P 33T 3H 20A 7P
<u>156</u>	69	1226.0	2011 Jul 01	3237 Jul 14	8P 52A 9P
157	70	1244.0	2058 Jun 21	3302 Jul 17	6P 19A 3H 34T 8P
158	70	1244.0	2069 May 20	3313 Jun 16	7P 35T 2H 16A 10P
159	70	1244.0	2134 May 23	3378 Jun 17	8P 41A 21P
160	71	1262.1	2181 May 13	3443 Jun 20	7P 20A 3H 22T 19P
161	72	1280.1	2174 Apr 01	3454 May 20	9P 35T 3H 5A 20P
162	70	1244.0	2257 Apr 15	3501 May 10	9P 39A 22P
163	72	1280.1	2286 Mar 25	3566 May 13	9P 20A 4H 18T 21P
164	80	1424.3	2098 Oct 24	3523 Mar 10	20P 36T 4H 3A 17P
165	72	1280.1	2145 Oct 16	3425 Dec 02	22P 39A 11P
166	78	1388.3	2228 Oct 29	3617 Feb 19	19P 21A 5H 16T 17P
167	72	1280.1	2203 Sep 06	3483 Oct 24	21P 26T 14H 3A 8P
168	70	1244.0	2250 Aug 28	3494 Sep 22	23P 40A 7P
169	71	1262.1	2333 Sep 10	3595 Oct 16	19P 13A 16H 15T 8P
170	71	1262.1	2344 Aug 09	3606 Sep 15	11P 36T 11H 6A 7P
171	69	1226.0	2391 Aug 01	3617 Aug 14	14P 48A 7P
172	70	1244.0	2474 Aug 13	3718 Sep 08	8P 23A 16H 15T 8P
173	70	1244.0	2485 Jul 12	3729 Aug 08	7P 41T 3H 12A 7P
174	69	1226.0	2532 Jul 04	3758 Jul 18	8P 1T 2H 50A 8P
175	70	1244.0	2597 Jul 05	3841 Jul 31	7P 26A 5H 24T 8P

# Lembretes finais sobre eclipses solares

- **NUNCA** olhe para o Sol com binóculos ou telescópios
- Se quiser olhar diretamente o Sol, use filtros como vidros de soldador; filmes preto-e-branco ou radiografias velados são improvisações que devem ser evitadas
- Óculos de sol são completamente inúteis para eclipses
- Melhor maneira de observar: câmera de orifício:



Desenho de J. Kepler - 1545

**A referência fundamental para saber mais sobre eclipses:**



**<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/>**

**Na mesma página existem também informações sobre:**

- **Trânsitos planetários de Mercúrio e Vênus**
- **Fases da Lua**

NASA Eclipse Web Site

FIND IT @ NASA:

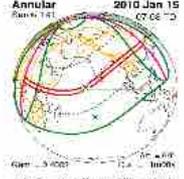
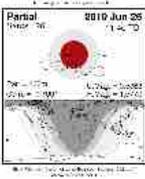
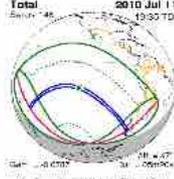
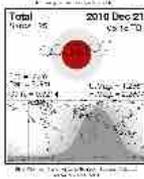
NASA
GSFC

Eclipse  
Web Site

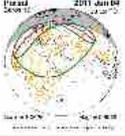
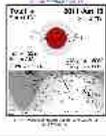
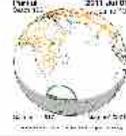
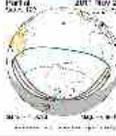
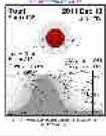
NASA ECLIPSE WEB SITE

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

### Solar and Lunar Eclipses of 2010

<b>Annular Solar Eclipse of 2010 Jan 15</b>	<b>Partial Lunar Eclipse of 2010 Jun 26</b>	<b>Total Solar Eclipse of 2010 Jul 11</b>	<b>Total Lunar Eclipse of 2010 Dec 21</b>
			

### Solar and Lunar Eclipses of 2011

<b>Partial Solar Eclipse of 2011 Jan 04</b>	<b>Partial Solar Eclipse of 2011 Jun 01</b>	<b>Total Lunar Eclipse of 2011 Jun 15</b>	<b>Partial Solar Eclipse of 2011 Jul 01</b>	<b>Partial Solar Eclipse of 2011 Nov 25</b>	<b>Total Lunar Eclipse of 2011 Dec 10</b>
					

[View Sky Calendar for: Current Month](#)

# O trânsito de Vênus: um caso muito particular

Os trânsitos ocorrem aos pares, com intervalo de 8 anos entre os eventos do par e separados por longos intervalos (de 105 a 121 anos) entre os pares. O evento é previsível há MUITO tempo e foi usado a partir do século XVII para cálculos da distância dos planetas.

Transit Contact Times (UT)

Date	I	II	Greatest	III	IV	Sep.	RA	Dec	GST	Transit Series
	h:m	h:m	h:m	h:m	h:m	"	h	°	h	
2004 Jun 08	05:13	05:33	08:20	11:07	11:26	626.9	5.121	22.89	17.137	3
2012 Jun 06	22:09	22:27	01:29	04:32	04:49	554.4	4.969	22.68	16.991	5
2117 Dec 11	23:58	00:21	02:48	05:15	05:38	723.6	17.201	-22.97	5.320	6
2125 Dec 08	13:15	13:38	16:01	18:24	18:48	736.4	17.026	-22.74	5.163	4
2247 Jun 11	08:42	09:03	11:33	14:04	14:25	691.3	5.289	23.05	17.287	3
2255 Jun 09	01:08	01:25	04:38	07:51	08:08	491.9	5.135	22.87	17.141	5
2360 Dec 13	22:32	22:52	01:44	04:35	04:56	625.7	17.348	-23.09	5.458	6
2368 Dec 10	12:29	13:00	14:45	16:31	17:01	836.4	17.172	-22.90	5.301	4
2490 Jun 12	11:39	12:02	14:17	16:32	16:55	741.1	5.454	23.17	17.436	3
2498 Jun 10	03:48	04:05	07:25	10:45	11:02	442.7	5.301	23.02	17.290	5
2603 Dec 16	20:43	21:02	00:13	03:25	03:43	517.1	17.494	-23.18	5.596	6
2611 Dec 13	12:04	13:07	13:34	14:01	15:04	934.8	17.319	-23.03	5.440	4
2733 Jun 15	15:02	15:30	17:18	19:06	19:34	808.3	5.623	23.24	17.587	3
2741 Jun 13	06:33	06:49	10:17	13:44	14:00	385.6	5.468	23.14	17.440	5
2846 Dec 16	19:30	19:47	23:11	02:35	02:52	432.1	17.643	-23.24	5.735	6
2854 Dec 14	-	-	12:19	-	-	1026.7	17.466	-23.12	5.578	4
2976 Jun 16	17:45	18:19	19:44	21:10	21:44	850.5	5.791	23.28	17.735	3
2984 Jun 14	09:01	09:16	12:49	16:22	16:37	336.3	5.634	23.21	17.589	5

Trânsitos  
deste milênio

A história real de Guillaume le Gentil de la Galaisière, o mais infeliz dos astrônomos, procurando observar o trânsito de Vênus:

- Deixou Paris em março de 1760 para observar o trânsito de maio de 1761 da Índia, o melhor lugar para aquele trânsito.
- A França e a Índia entraram em guerra e ele procurou observar o trânsito das Ilhas Maurício. O navio atrasou no oceano Índico, o dia do trânsito estava límpido mas ele estava ainda no navio e não pode observar nada devido ao movimento do mesmo.
- Decidiu ficar mais 8 anos na região para observar o trânsito de 1769.
- No dia 4 de junho de 1769 houve o trânsito. O tempo estava bom nos dias anteriores mas justo naquele dia, nublou.
- Ao voltar, caiu do navio durante uma tempestade perto da Ilha da Reunião. Foi dado como morto e o navio prosseguiu sem ele. Sem nenhum documento ou dinheiro, ele precisou esperar 2 anos para conseguir carona para voltar à França
- Ao chegar à França no final de 1771, descobriu que havia sido declarado legalmente morto, seus bens tinham sido divididos entre os herdeiros e sua mulher tinha casado de novo

## Dois gregos estão conversando...

*Dois gregos estão conversando: Sócrates, talvez, e Parmênides.*

*Convém que nunca saibamos seus nomes; a história assim será mais misteriosa e mais tranquila.*

*(...) Eles não polemizam. Não querem persuadir nem ser persuadidos, não pensam em ganhar ou perder.*

*Estão de acordo em uma única coisa: sabem que a discussão é o não-impossível caminho para chegar a uma verdade.*

*Livres do mito e da metáfora, pensam ou procuram pensar.*

*Nunca saberemos seus nomes.*

*Essa conversa entre dois desconhecidos em um lugar da Grécia é o fato capital da História.*

*Eles esqueceram a prece e a magia.*

*Jorge Luis Borges, Atlas, 1985*

**→ O nascimento das ciências naturais**

# **As constelações e a astronomia clássica (o sistema geocêntrico de Ptolomeu) descritos de modo clássico: Astronomia por Camões**

Olha por outras partes a pintura  
Que as Estrelas fulgentes vão fazendo:  
Olha a Carreta, atenta a Cinosura,  
Andrómeda e seu pai, e o Drago horrendo;  
Vê de Cassiopeia a fermosura  
E do Oriente o gesto turbulento;  
Olha o Cisne morrendo que suspira,  
A Lebre e os Cães, a Nau e a doce Lira.

Debaixo deste grande Firmamento  
Vês o céu de Saturno, Deus antigo;  
Júpiter logo faz o movimento,  
E Marte abaixo, bélico inimigo;  
O claro Olho do céu no quarto assento,  
E Vênus, que os amores traz consigo;  
Mercúrio, de eloqüência soberana;  
Com três rostos, debaixo vai Diana.

Os Lusíadas, X, 88, 89

## A carta de Mestre João Faras a D. Manuel I, Rei de Portugal: o primeiro registro astronômico do Brasil (em 01 de maio de 1500)

O bacharel mestre João, físico e cirurgião de Vossa Alteza, beijo vossas reais mãos. Senhor: porque, de tudo o cá passado, largamente escreveram a Vossa Alteza, assim Aires Correia como todos os outros, somente escreverei sobre dois pontos. Senhor: **ontem, segunda-feira, que foram 27 de abril**, descemos em terra, eu e o piloto do capitão-mor e o piloto de Sancho de Tovar; tomamos a altura do sol ao meio-dia e achamos 56 graus, e a sombra era setentrional [*meridional*], pelo que, segundo as regras do astrolábio, **julgamos estar afastados da equinocial por 17° e ter por conseguinte a altura do pólo antártico em 17°, [real: 16° 26']** segundo é manifesto na esfera.

(...)

Tornando, Senhor, ao propósito, **estas Guardas nunca se escondem, antes sempre andam ao redor sobre o horizonte**, e ainda estou em dúvida que não sei qual de aquelas duas mais baixas seja o pólo antártico; **e estas estrelas, principalmente as da Cruz, são grandes quase como as do Carro**; e a estrela do pólo antártico, ou Sul, é pequena como a do Norte e muito clara, e a estrela que está em cima de toda a Cruz é muito pequena.

Não quero alargar mais, para não importunar a Vossa Alteza, salvo que fico rogando a Nosso Senhor Jesus Cristo que a vida e estado de Vossa Alteza acrescente como Vossa Alteza deseja. **Feita em Vera Cruz no primeiro de maio de 1500**. Para o mar, melhor é dirigir-se pela altura do sol, que não por nenhuma estrela; e melhor com astrolábio, que não com quadrante nem com outro nenhum instrumento. Do criado de Vossa Alteza e vosso leal servidor.

Johannes

artium et medicine bachalarius

## Texto original em português quinhentista, com muitos erros

O bacharel mestre Johan fisico e cirurgyano de Vosa Alteza beso vosas reales manos. Señor porque de todo lo aca pasado largamente escrivieron a vosa alteza asy arias correa como todos los otros solamente escrevire dos puntos señor ayer segunda feria que fueron 27 de abril descendimos em terra yo e el, pyloto do capitan moor e el pyloto de Sancho de touar e tomamos el altura del sol al medyodya e fallamos 56 grados e la sonbra era septentrional por lo qual segund las reglas del estrolabio jusgamos ser afastados de la equinocial por 17 grados, e por consyguiente tener el altura del polo antarctico en 17 grados, segund que es magnifiesto en el espera

(...)

Tornando Señor al proposito estas guardas nunca se esconden antes syenpre andan en derredor sobre el orizonte, e aun esto dudoso que non se qual de aquellas dos mas baxas sea el polo antartyco, e estas estrellas principalmente las de la crus son grandes casy como las del carro, e la estrella del polo antartyco, o sul es pequena como la del norte e muy clara, e la estrella que esta en riba de toda la crus es mucho pequena:

Non quiero mas alargiar por non ynportunar a vosa alteza, saluo que quedo rogando a noso Señor ihesu christo la la vyda e estado de vosa alteza acresciete como vosa alteza desea. Fecha en uera crus a primero de maio de 500. pera la mar mejor es regyrse por el altura del sol que non por ninguna estrella e mejor con estrolabio que non con quadrante nin con otro ningud instrumento. do criado de vosa alteza e voso leal servidor.

*Johannes*

*artium el medicine bachalarius.*

*A el Rey nosso señor*

*De mestre Johã q vay ha Callect.*