

# Eclipse Lunar Total de 20-21 de Fevereiro de 2008

## Projeto Observacional

Helio de Carvalho Vital

### Circunstâncias

Na noite de 20 para 21 de fevereiro, ocorrerá o mais espetacular dos dois eclipses observáveis desde o Brasil em 2008. Ele será lunar total e poderá ser monitorado sob excelentes condições de visibilidade, bem alto sobre o horizonte norte. Durante o evento, a Lua, na constelação de Leão, próxima à estrela Regulus e ao planeta Saturno, cruzará a metade sul da região mais escura da sombra terrestre, denominada umbra, permanecendo 50 minutos totalmente imersa nela, numa trajetória moderadamente profunda, rumo a Sudeste (Fig. 1).

No instante de maior eclipse, aos 26 minutos (Hora Legal de Brasília) do dia 21 de fevereiro (correspondente às 03:26 TU), apenas 3,4 minutos de arco separarão a borda sul da Lua da periferia da umbra. Nesse mesmo instante, a borda oposta do disco lunar distará 7,2 minutos de arco do eixo da umbra e 38,4 minutos de arco da periferia sul da umbra. Em consequência disso, por estar mais próximo da fronteira da umbra, o extremo sul do disco lunar deverá se apresentar cerca de duas ordens de grandeza mais brilhante que o extremo norte, num belo e dinâmico evento, o qual combinará fortes gradientes de luz em várias tonalidades cambiantes, com predominância de tons avermelhados e alaranjados.

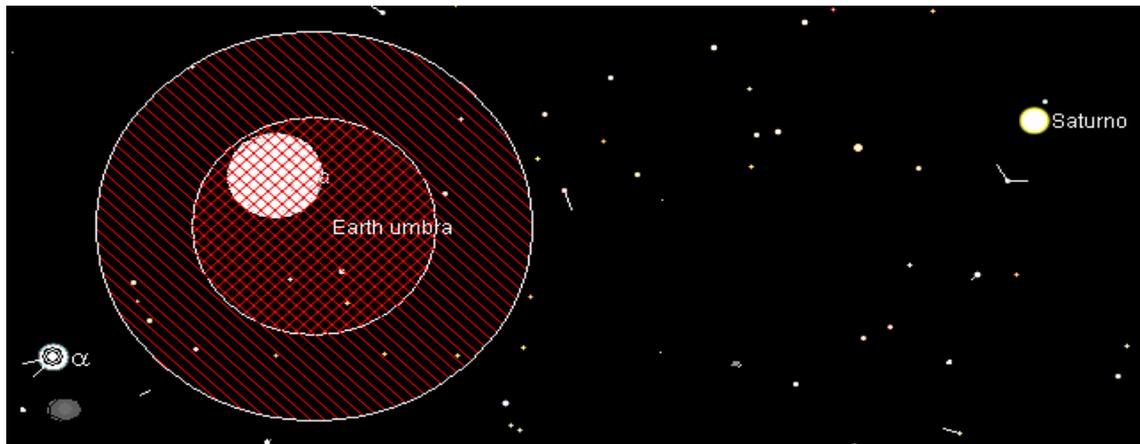


Figura 1 – Representação do Meio do Eclipse, Incluindo a Umbra, a Penumbra, o Disco Lunar, a Estrela Regulus ( $\alpha$  Leo) e o Planeta Saturno

A tabela 1 lista, em Tempo Universal (TU) (TU, tempo do Leste brasileiro acrescido de 3 horas), os horários dos contatos primários. Os cálculos baseiam-se em parâmetros umbrais determinados na análise das cronometragens do eclipse lunar total de 03 de março de 2007. Eles assumem que a contribuição da atmosfera terrestre corresponda a um aumento efetivo de 1,34% no valor da paralaxe lunar,

equivalente a uma altitude limite de 85,4 km e que a projeção da umbra sobre a superfície lunar apresente um achatamento aparente de 1/258, superior em 15,7% ao da parte sólida da Terra (igual a 1/298). Além disso, eles incorporam os achados recentes que indicam que o fator de ampliação atmosférico penumbral é cerca de 2/3 do umbral.

**Tabela 1 – Hora (TU) das Principais Fases do Eclipse**

<b>Evento</b>	<b>Hora (TU)</b>
<b>Início da Fase Penumbral Parcial (P1) (Não observável)</b>	<b>00:35,8</b>
<b>Início da Percepção da Penumbra a Olho Nu (Mag Pen=0,7)</b>	<b>01:21</b>
<b>Início da Fase Penumbral Total (P2)</b>	<b>01:39,9</b>
<b>Início da Fase Umbral Parcial (U1)</b>	<b>01:42:53</b>
<b>Início da Fase Total (U2)</b>	<b>03:00:40</b>
<b>Eclipse Máximo (Mag. 1,1103) Brilho Mínimo da Lua: <math>-2,6 \pm 0,3</math> ; <math>L = 3,0 \pm 0,3</math></b>	<b>03:26:01</b>
<b>Fim da Fase Umbral Total (U3)</b>	<b>03:50:47</b>
<b>Fim da Fase Umbral Parcial (U4)</b>	<b>05:08:53</b>
<b>Fim da Fase Penumbral Total (P3)</b>	<b>05:12,0</b>
<b>Fim da Percepção da Penumbra a Olho Nu (Mag Pen=0,7)</b>	<b>05:30</b>
<b>Fim da Fase Penumbral Parcial (P4) (Não observável)</b>	<b>06:16,2</b>

### Atividades Observacionais Recomendadas

São as seguintes as atividades sugeridas para monitoração e registro da evolução do eclipse:

1. Estimativas da magnitude da Lua no meio do eclipse; estimativas do número de Danjon e registros fotográficos da evolução do evento (principalmente da totalidade);
2. Cronometragens dos contatos de limbo e de crateras.

### Estimativas da Magnitude da Lua

A Lua permanece visível mesmo quando totalmente imersa na umbra. Isso ocorre porque uma pequena fração dos raios solares que atravessam a atmosfera terrestre é desviada para o interior do cone de sombra que a Terra projeta no espaço. Sabe-se que essa luz residual se enfraquece à medida que a Lua atravessa regiões mais internas (mais escuras) da umbra ou quando existem concentrações significativas de aerossóis vulcânicos suspensos na estratosfera. Em consequência disso, a Lua eclipsada se mostra menos brilhante nos eclipses de maior magnitude umbral (quando ela penetra mais profundamente na umbra), e/ou quando o eclipse acontece alguns meses após a ocorrência de grandes erupções vulcânicas.

A Seção de Eclipses da REA, baseada em centenas de estimativas obtidas por seus membros, desenvolveu correlações que permitem determinar se o brilho da Lua, quando totalmente imersa na umbra, encontra-se ou não reduzido em

decorrência da influência de aerossóis oriundos de erupções vulcânicas recentes. Nessa pesquisa, a Lua tem sido usada sistematicamente como um monitor remoto das concentrações globais de aerossóis estratosféricos em um trabalho que já obteve reconhecimento da Sky&Tel.

A ausência de explosões vulcânicas recentes (a última que pudesse ter efeitos significativos foi a do Monte Rabaul em Outubro de 2006), somada ao valor relativamente modesto da magnitude umbral, devem concorrer para que esse eclipse seja relativamente brilhante. O autor estima que a magnitude da Lua aproxime-se de -5 nos instantes próximos aos contatos U2 e U3, reduzindo-se para  $-2,6 \pm 0,3$  no meio do eclipse, equivalente a um número de Danjon de  $3,0 \pm 0,3$ . Portanto, durante todo o evento, a Lua deverá permanecer mais brilhante que qualquer outro astro no céu, o que poderá dificultar as estimativas de seu brilho. Mesmo nesse caso, porém, as estimativas poderão ser realizadas, usando-se, por exemplo, o Método do Binóculo Invertido, aperfeiçoado por observadores da REA.



Figura 2 – Vista Parcial do Céu no Meio do Eclipse Observado do Rio de Janeiro

A Tabela 2 lista algumas estrelas, além do planeta Marte, que poderão ser usadas como referência. Em seu relatório, o observador deve informar as características do binóculo e a perda de magnitude ocasionada pelo uso do binóculo invertido (tipicamente, cerca de 5 magnitudes para um binóculo 7x50), as estrelas de comparação usadas, suas magnitudes e/ou os cálculos realizados para chegar aos valores citados. As estimativas mais valiosas, aquelas realizadas nos minutos próximos ao instante de eclipse máximo, serão usadas para determinar a possível interferência de aerossóis vulcânicos no brilho da Lua. Estimativas do Número de Danjon e registros fotográficos também serão muito bem-vindos.

Tabela 2 – Astros de Comparação para Estimativa da Magnitude da Lua Usando Binóculos Invertidos

Astro	Mag	Astro	Mag
Alpha Bootes	-0,04	Beta Leo	2,14
Saturno	0,21		
Alpha Virgo	0,98	Delta Leo	2,56
Alpha Leo	1,36	Epsilon Virgo	2,85
Alpha Hydra	1,98	Epsilon Leo	2,97

### Cronometragens dos Contatos de Limbo e Crateras

Ainda hoje, são freqüentes erros superiores a 1 minuto entre os tempos previstos e observados de contatos de eclipses lunares. Muitas vezes, eles não são causados por deficiências nas observações, mas sim, pelo uso de modelos teóricos demasiadamente simplificados, que não simulam apropriadamente a forma da sombra terrestre, quando projetada sobre a superfície esférica da Lua.

Para reduzir tais discrepâncias, a modelagem da umbra deve tornar-se mais versátil, incorporando parâmetros empíricos mais realistas, determinados a partir da análise de um grande número de cronometragens, realizadas durante vários eclipses. O uso de valores de achatamento da umbra superiores ao do geóide e de fatores de ampliação atmosférica associados unicamente à paralaxe lunar podem ser citados, dentre outros aperfeiçoamentos que se fazem necessários.

Desde 1990, a Seção de Eclipses da REA já investigou mais de 7000 cronometragens de crateras, utilizando programas desenvolvidos para prever e analisar as observações das dezenas de observadores que participam de seu projetos observacionais. Tal capacitação torna a REA independente de fontes externas de efemérides em suas pesquisas relativas a esses eventos.

A Tab. 3 lista os instantes em que a borda da umbra atravessará o centro das principais crateras lunares. A borda da umbra corresponde à linha imaginária que coincide com o gradiente máximo de luz, ao longo da qual, a penumbra sofre uma transição mais brusca, escurecendo muito rapidamente e tornando-se umbra. As previsões já incorporam os valores de raio e achatamento da umbra determinados na análise de aproximadamente 100 cronometragens realizadas durante o eclipse de 3 de março de 2007 por observadores da REA. Erros médios de  $\pm 0,2$  min são típicos entre os tempos previstos e calculados, devido ao fato de que as dimensões da umbra podem sofrer pequenas variações, além das deficiências já citadas em sua modelagem. Solicita-se que os observadores se empenhem, em especial, na determinação dos instantes do fim da totalidade (U3) e da emersão da cratera Tycho, que, por ocorrerem em ângulos umbrais muito elevados, constituirão valiosas fontes de informação sobre o valor do achatamento da umbra e/ou possível expansão em seu raio, em virtude da depleção da camada de ozônio sobre a Antártida.

Usando aumentos telescópios entre 40 e 70 vezes, os observadores deverão registrar os horários das imersões e emersões de um conjunto pré-selecionado de crateras (em torno de 20 delas) com precisão de um segundo. Aqueles pouco experientes deverão escolher um menor número de crateras (inferior a 10).

Recomenda-se que seja feito o reconhecimento prévio das estrelas de comparação a serem utilizadas na aplicação do Método do Binóculo Invertido, além da identificação das crateras que serão monitoradas, preferencialmente, nas noites que precederão o evento. Tais preparativos poderão ajudar a evitar contratempos durante a monitoração do eclipse.

Tabela 3 – Tempos (TU) Previstos para as Imersões e Emerções

CRATERA	FENOMENO	TU<H,M,S>	ANG. UMB.
Lua	IMERSAO	1:42:52.6	3.14
Riccioli	IMERSAO	1:46: 9.0	-4.77
Reiner	IMERSAO	1:47:15.4	0.22
Grimaldi	IMERSAO	1:47:32.8	-5.79
Aristarchus	IMERSAO	1:48:58.3	5.25
Kepler	IMERSAO	1:53:11.9	-0.94
Billy	IMERSAO	1:55: 9.4	-10.03
Euler	IMERSAO	1:55:42.3	4.51
Laplace	IMERSAO	1:58:38.0	11.28
Bulialdus	IMERSAO	1:58:54.7	3.40
Pytheas	IMERSAO	1:59:35.6	3.16
Copernicus	IMERSAO	2: 1: 8.1	-1.04
Timocharis	IMERSAO	2: 2:46.9	5.05
Pico	IMERSAO	2: 4:35.0	10.75
Plato	IMERSAO	2: 4:48.5	12.07
Autolycus	IMERSAO	2: 9:25.3	5.76
Campanus	IMERSAO	2:10:45.5	-17.48
Aristoteles	IMERSAO	2:14: 0.0	10.94
Eudoxus	IMERSAO	2:14:26.0	9.39
Manilius	IMERSAO	2:15:46.5	-0.59
Birt	IMERSAO	2:16:53.9	-15.63
Menelaus	IMERSAO	2:19: 6.8	-0.22
Posidonius	IMERSAO	2:22:26.7	4.96
Dionysius	IMERSAO	2:23: 7.3	-5.88
Plinius	IMERSAO	2:23:22.3	-0.97
Albufeda E	IMERSAO	2:26:28.8	-13.26
Tycho	IMERSAO	2:26:40.6	-25.36
Censorinus	IMERSAO	2:32:23.5	-8.13
Proclus	IMERSAO	2:34: 6.0	-1.70
Taruntius	IMERSAO	2:37: 9.0	-6.14
Mare Crisium	IMERSAO	2:39:15.4	-2.63
Goclenius	IMERSAO	2:41:12.2	-13.13
Nicolai A	IMERSAO	2:42:35.8	-26.91
Langrenus	IMERSAO	2:47: 5.4	-13.31
Stevinus A	IMERSAO	2:51:10.7	-24.31

Totalidade	IMERSAO	3: 0:39.8	-33.78
Totalidade	EMERSAO	3:50:47.2	-87.63
Crimaldi	EMERSAO	4: 5:47.2	-59.25
Riccioli	EMERSAO	4: 5:51.1	-58.23
Billy	EMERSAO	4: 6:41.5	-63.52
Lycho	EMERSAO	4: 7:26.9	-78.96
Campanus	EMERSAO	4: 8:29.8	-71.02
Reiner	EMERSAO	4:14:11.1	-53.21
Birt	EMERSAO	4:18:24.0	-69.16
Kepler	EMERSAO	4:18:49.9	-54.37
Nicolai A	EMERSAO	4:19:46.6	-80.52
Aristarchus	EMERSAO	4:21:50.1	-48.14
Copernicus	EMERSAO	4:26:47.3	-54.47
Euler	EMERSAO	4:27:59.1	-48.88
Bulialdus	EMERSAO	4:30: 1.8	-50.00
Pytheas	EMERSAO	4:30:26.8	-50.24
Albufeda E	EMERSAO	4:32:31.8	-66.78
Stevinus A	EMERSAO	4:34:10.8	-77.90
Timocharis	EMERSAO	4:35:44.4	-48.34
Laplace	EMERSAO	4:37: 1.4	-42.07
Dionysius	EMERSAO	4:41:40.8	-59.35
Manilius	EMERSAO	4:42: 5.7	-54.02
Pico	EMERSAO	4:42:39.6	-42.60
Autolyceus	EMERSAO	4:43: 8.2	-47.63
Plato	EMERSAO	4:43:48.9	-41.27
Menelaus	EMERSAO	4:45:53.9	-53.65
Goclenius	EMERSAO	4:47:19.0	-66.65
Censorinus	EMERSAO	4:47:23.5	-61.61
Plinius	EMERSAO	4:49: 8.6	-54.40
Eudoxus	EMERSAO	4:51:26.6	-43.97
Aristoteles	EMERSAO	4:52:12.4	-42.41
Langrenus	EMERSAO	4:52:41.7	-66.83
Taruntius	EMERSAO	4:55:13.5	-59.61
Posidonius	EMERSAO	4:55:15.1	-48.43
Proclus	EMERSAO	4:58:41.9	-55.14
Mare Crisium	EMERSAO	5: 2:24.2	-56.08
Lua	EMERSAO	5: 8:53.0	-50.17

Todas as previsões deste projeto foram calculadas pelo autor usando programas por ele desenvolvidos.

### Outras Fontes de Consulta

Interessantes artigos sobre o eclipse de 20-21 de fevereiro de 2008 podem ser encontradas nos seguintes portais: [Seção Lunar da REA](#), [Uranometria](#), [NASA](#) e [Sky&Telescope](#).

### Lunissolar