

# Registros Fotométricos do Eclipse Lunar de 3-4/4/96

Marco Aurélio Minozzo (REA/Brasil-São Paulo)

## Abstract.

Photometric measurements of the lunar eclipse of April 3-4, 1996 (Marco A. Minozzo).

This article presents the results obtained with the third photometer of a series developed by REA in the lunar eclipse of April 3-4, 1996. The light curve (including the penumbral phase) was obtained. Although the number of observation was not considered the ideal, it was possible to achieve some important conclusions.

## Resumo.

Este artigo apresenta os resultados obtidos pelo 3º fotômetro de uma série desenvolvida pela própria REA. Com os resultados obtidos, apesar de um número baixo de observações, é possível tirar algumas conclusões importantes. O fotômetro registrou a curva de luz, inclusive a penumbra, para o eclipse lunar de 3-4/4/96.

## 1. Objetivos.

O principal objetivo deste projeto é a comprovação da eficácia do fotômetro projetado pelo autor, em fenômenos como eclipses, suas falhas e pontos que devem ser melhorados. Um segundo objetivo da utilização do fotômetro foi a obtenção de uma curva de luz e possível registro da fase penumbral para o eclipse lunar de 3-4/4/96.

## 2. Introdução.

O equipamento desenvolvido tem como seu principal componente o foto-detector, que na verdade é um foto-transistor. A maior dificuldade na concepção do fotômetro é o ajuste da sua sensibilidade, que depende do foto-transistor (que não mantém suas características de forma severa de uma peça para outra) e de um ajuste interno do oscilador (figura 3). Esperamos chegar, com o desenvolvimento do equipamento, ao registro de curvas de luz para variáveis.

Neste projeto contamos com duas equipes de observação, uma no Observatório Municipal de Diadema (REA-SAAD) e outra no Planetário Municipal de São Paulo (REA-Planetário). Com os

resultados obtidos pelas duas equipes de observação (apresentados nas tabelas 1e 2), foi possível chegar a uma relação de maneira empírica:

$$(V_a \times f_a) / C_{la} = (V_b \times f_b) / C_{lb} \quad \text{equação 1}$$

**V<sub>a</sub>** - Leitura do voltímetro do equipamento A.

**V<sub>b</sub>** - Leitura do voltímetro do equipamento B.

**f<sub>a</sub>** - Relação focal do equipamento A.

**f<sub>b</sub>** - Relação focal do equipamento B.

**C<sub>la</sub>** - Claridade do equipamento A.

**C<sub>lb</sub>** - Claridade do equipamento B.

Obs.: A relação focal do equipamento é dada por:

$$\text{Distância focal / Abertura} \quad \text{equação 2}$$

A Claridade do equipamento é dada por:

$$\text{Abertura}^2 \text{ (mm) / 36} \quad \text{equação 3}$$

Para o cálculo do desvio padrão nas medidas foram consideradas:

-Erro de fundo de escala do voltímetro

-Aproximação na relação focal

-Aproximação na abertura do equipamento

Sendo assim, o cálculo do desvio padrão é:

Para a equipe REA - Planetário

$$\sigma = \text{taxa} \times \left( \frac{0.001}{V} \right)^2 + 0.0025 \quad \text{equação 4}$$

Para a equipe REA - SAAD

$$\sigma = \text{taxa} \times \left( \frac{0.01}{V} \right)^2 + 0.0055 \quad \text{equação 5}$$

Onde V nos dois casos é a leitura do voltímetro.

## 3. Descrição Observacional.

### 3.1. Arranjo Observacional.

Registros Fotométricos da Equipe REA-Planetário

Hora (TU)	Leitura do Voltímetro (V)	Taxa* (%)	Taxa Min. (%)	Taxa Máx. (%)	Erro na taxa** (%)
22:25	0,080	28,88	27,39	30,37	1,48
22:27	0,115	41,52	39,41	43,62	2,11
22:29	0,131	47,29	44,90	49,68	2,39
22:34	0,100	36,10	34,26	37,94	1,84
22:39	0,090	32,49	30,83	34,16	1,66
22:42	0,095	34,30	32,54	36,05	1,75
22:44	0,065	23,47	22,24	24,69	1,23
22:47	0,082	29,60	28,09	31,13	1,52
22:49	0,072	25,99	24,64	27,34	1,35
22:51	0,070	25,27	23,96	26,58	1,31
22:53	0,068	24,55	23,27	25,83	1,28
22:57	0,050	18,05	17,08	19,02	0,97
22:59	0,045	16,25	15,36	17,13	0,89
23:01	0,037	13,36	12,60	14,12	0,76
23:03	0,028	9,39	8,79	9,98	0,59
23:05	0,024	8,66	8,10	9,23	0,56
23:07	0,020	7,22	6,71	7,73	0,51
23:08	0,016	5,78	5,31	6,24	0,46
23:10	0,011	3,97	3,56	4,38	0,41
23:13	0,009	3,25	2,85	3,64	0,40
23:16	0,005	1,81	1,43	2,18	0,37
23:18	0,003	1,08	0,72	1,45	0,37
23:22	0,001	0,36	0,01	0,72	0,36
23:23	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
23:30	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
23:40	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
23:50	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
0:00:00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
0:10	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
0:20	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
0:30	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
0:40	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
0:50	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
1:09	0,003	1,08	0,72	1,45	0,37
1:11	0,005	1,81	1,43	2,18	0,37
1:12	0,008	2,89	2,50	3,28	0,39
1:15	0,015	5,42	4,96	5,87	0,45
1:17	0,019	6,86	6,36	7,36	0,50
1:18	0,020	7,22	6,71	7,73	0,51
1:21	0,025	9,03	8,45	9,60	0,58
1:23	0,030	10,83	10,18	11,48	0,65
1:26	0,049	17,69	16,73	18,64	0,96
1:28	0,059	21,30	20,18	22,42	1,12
1:36	0,096	34,66	32,89	36,43	1,77
1:37	0,098	35,38	33,57	37,18	1,81
1:40	0,107	38,63	36,66	40,59	1,96
1:43	0,128	46,21	43,87	48,55	2,34
1:45	0,142	51,26	48,68	53,85	2,59
1:48	0,153	55,23	52,45	58,02	2,79
1:49	0,167	60,29	57,25	63,32	3,04
1:54	0,190	68,59	65,14	72,04	3,45
1:56	0,201	72,56	68,92	76,21	3,65
1:57	0,207	74,73	70,98	78,48	3,75
1:58	0,218	78,70	74,75	82,65	3,95
1:59	0,222	80,14	76,12	84,17	4,02
2:00	0,229	82,67	78,52	86,82	4,15
2:01	0,232	83,75	79,55	87,96	4,20
2:02	0,230	83,03	78,87	87,20	4,17
2:03	0,239	86,28	81,95	90,61	4,33
2:05	0,251	90,61	86,07	95,16	4,55

contato U2

contato U3

tabela 1

\* Taxa de iluminação do disco lunar  
 \*\* Desvio padrão para a taxa de iluminação.

## Registros Fotométricos da Equipe REA-SAAD

Hora (TU)	Leitura do Voltímetro (V)	Taxa* (%)	Taxa Mín. (%)	Taxa Máx. (%)	Erro na taxa** (%)
1:37	0,110	8,95	7,90	10,00	1,05
1:49	0,280	22,79	20,91	24,66	1,88
1:56	0,470	38,25	35,30	41,20	2,95
1:58	0,550	44,76	41,34	48,16	3,42
2:02	0,570	46,39	42,85	49,92	3,54
2:07	0,930	75,68	70,01	81,36	5,67
2:10	0,980	79,75	73,78	85,72	5,97
2:13	0,990	80,57	74,54	86,60	6,03
2:16	1,040	84,64	78,31	90,96	6,33
2:26	1,100	89,52	82,83	95,21	6,69
2:36	1,150	93,59	86,60	100,58	6,99
2:49	1,200	97,66	90,37	104,94	7,29
2:57	1,210	98,47	91,12	105,82	7,35
3:03	1,220	99,28	91,88	106,69	7,41
3:11	1,230	100,00	92,54	107,46	7,46
3:29	1,230	100,00	92,54	107,46	7,46

tabela 2

\* Taxa de iluminação do disco lunar

\*\* Desvio padrão para a taxa de iluminação.

### 3.1.1. Equipes.

-Equipe REA-Planetário:

Observadores:

Marco Aurélio Minozzo (REA/Brasil - SP)

Alessandro Aparecido Rodrigues da Silva (colaborador)

Elias Tavares (Planetário - SP)

Equipamento:

Refrator 60mm f/12.5 (foco primário).

Fotômetro 1996C (Descrito no item fotômetro).

-Equipe REA/Brasil-SAAD:

Observadores:

Joel Furlani (REA/Brasil-SAAD).

Marcelo Breganhola (REA/Brasil-SAAD).

Equipamento:

Refletor 96mm f/7 (foco primário)

Fotômetro 1996C (descrito no item fotômetro).

### 3.1.2. Fotômetro.

Este projeto é o terceiro aperfeiçoamento do fotômetro utilizado na observação do eclipse solar de 2/11/94, devido a este fato chamado de Foto-1996C.

O primeiro sensor utilizado em 94 era composto apenas de um foto-detector que provocava uma diferença de potencial registrada num voltímetro (referência 1).

Durante o eclipse parcial do Sol de 29/4/95 foi testado o segundo fotômetro da série, que somava ao foto-detector um bloco oscilador. Ao receber luz o

foto-detector provoca uma alteração na frequência do oscilador, conforme mostra a figura.

O registro das observações foi feito através de fita cassete e posteriormente analisado com auxílio de um microcomputador do tipo PC equipado com uma placa digitalizadora de som. Este equipamento não apresentou bons resultados no eclipse parcial do Sol.

Agora no terceiro projeto o foto-detector e o bloco oscilador continuam sendo os mesmos do segundo, mas foi implementado um terceiro bloco que converte frequência em diferença de potencial dispensando o uso da fita cassete e do microcomputador, conforme mostra a figura abaixo:

O registro das observações novamente pode ser feito através de um voltímetro (que mede a diferença de potencial ou simplesmente voltagem).

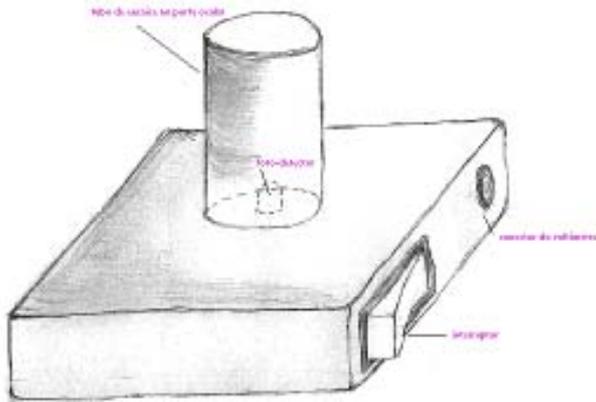
### 3.2. Procedimento.

Para realizar as medições, o fotômetro foi adaptado aos telescópios no foco primário, ou seja, não foram utilizadas oculares no equipamento. Estando a Lua focalizada, toma-se os valores no voltímetro de tempos em tempos de acordo com o andamento do eclipse.

### 4. Análise das Observações.

Através dos gráficos 1, 2, 3, 4 e 5 é possível perceber o comportamento do fotômetro com o decorrer do eclipse. Infelizmente, por falta de observações de equipes diferentes para horários iguais, não foi possível chegar a valores médios para a curva de luz. Valores médios, que iriam demonstrar com maior

Aparência Externa do Fotômetro 1896-C



Fotômetro

precisão a realidade da observação.

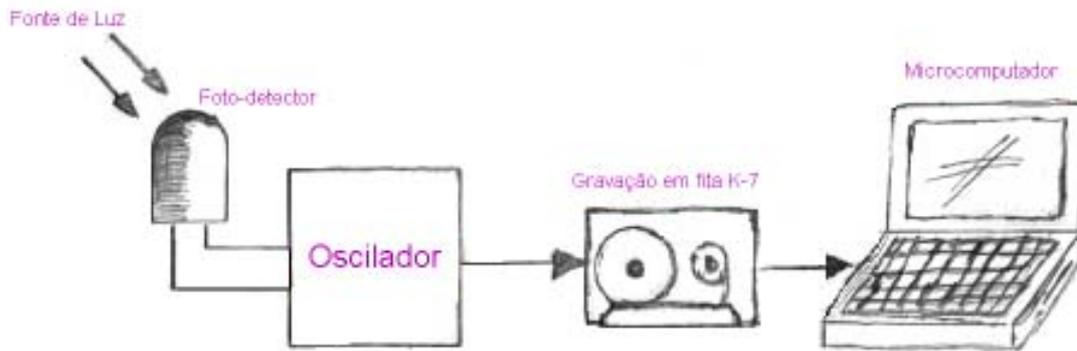
Um fato importante e que deve ser notado é o registro da penumbra pelas duas equipes, que no final da fase parcial ainda registraram acréscimo na

planetário, com o alinhamento do fotômetro com o foco do refrator. Fato que pode ser notado nitidamente, nos primeiros registros do gráfico da imersão desta equipe. Particularmente, isto se deve ao tipo de encaixe do fotômetro no equipamento utilizado, que deve ser substituído para as próximas observações.

O acompanhamento manual do movimento diurno e de translação da Lua pode ter introduzido erros nas medidas. Para as próximas observações pretendemos utilizar uma montagem motorizada para eliminar este problema.

A falta de um número significativo de observadores não permitiu uma melhor precisão e acurácia na análise dos dados. Com certeza se tivéssemos um número maior de registros para horários iguais em sítios observacionais diferentes, teríamos resultados mais significativos. Por isso peço às pessoas interessadas em obter informações sobre o equipamento e o método de observação, que entrem em contato com

Diagrama em Blocos do 2º Fotômetro



Sensor 2

curva de luz.

### 5. Conclusões e Discussão Final.

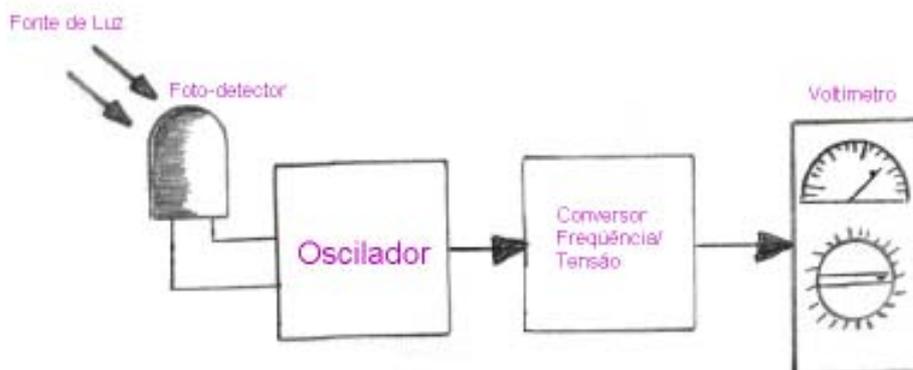
-Referentes ao equipamento:

Ao iniciarmos as medições, houve uma certa dificuldade por parte da equipe situada no

o autor que poderá fornecer os detalhes necessários à observação.

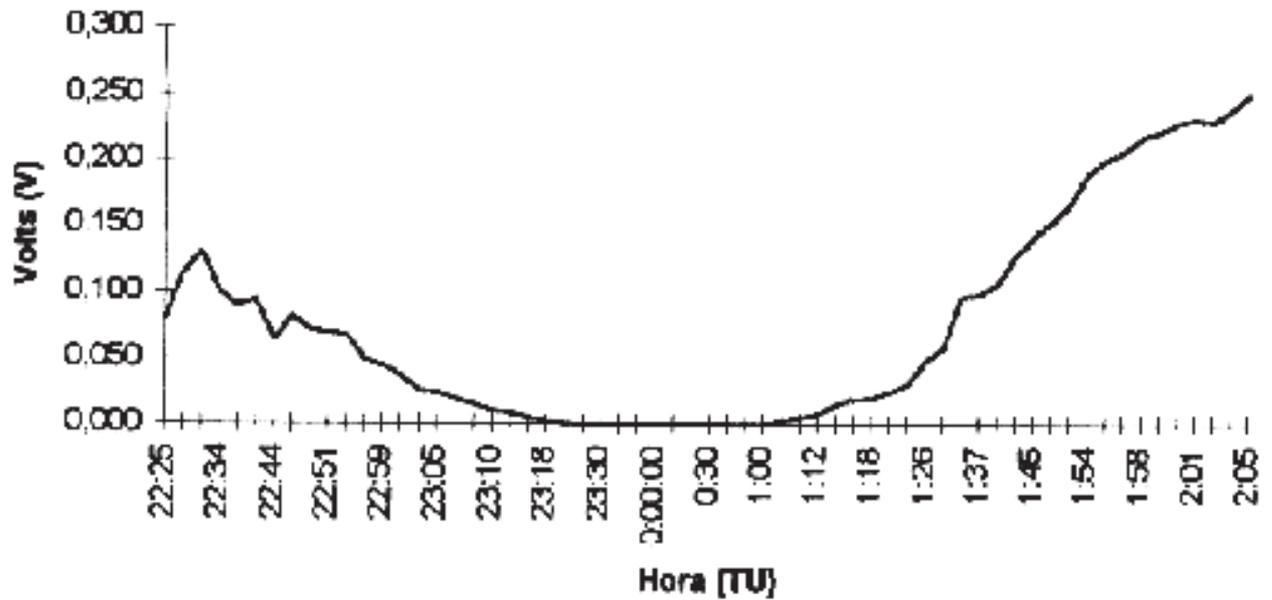
Está sendo estudada também, a possibilidade de introdução de um controle de sensibilidade no equipamento. Assim será possível

Diagrama em Blocos do 3º Fotômetro

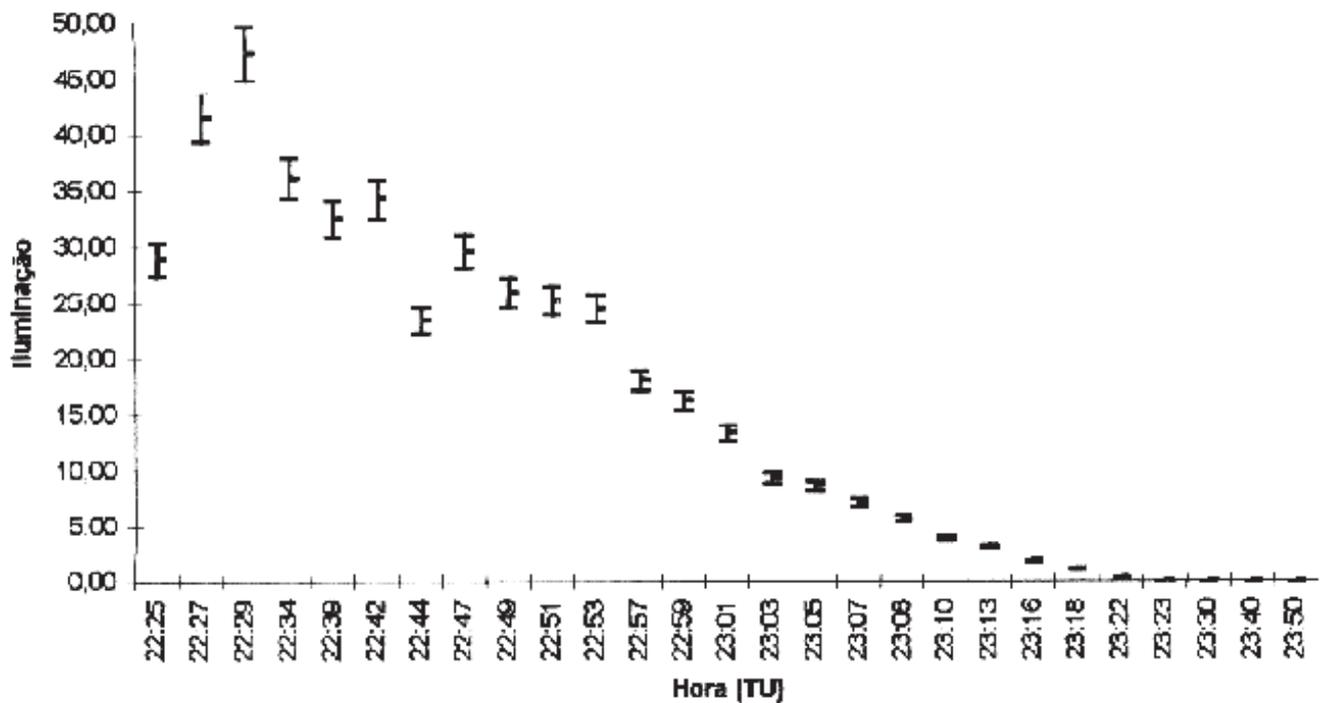


Sensor 3

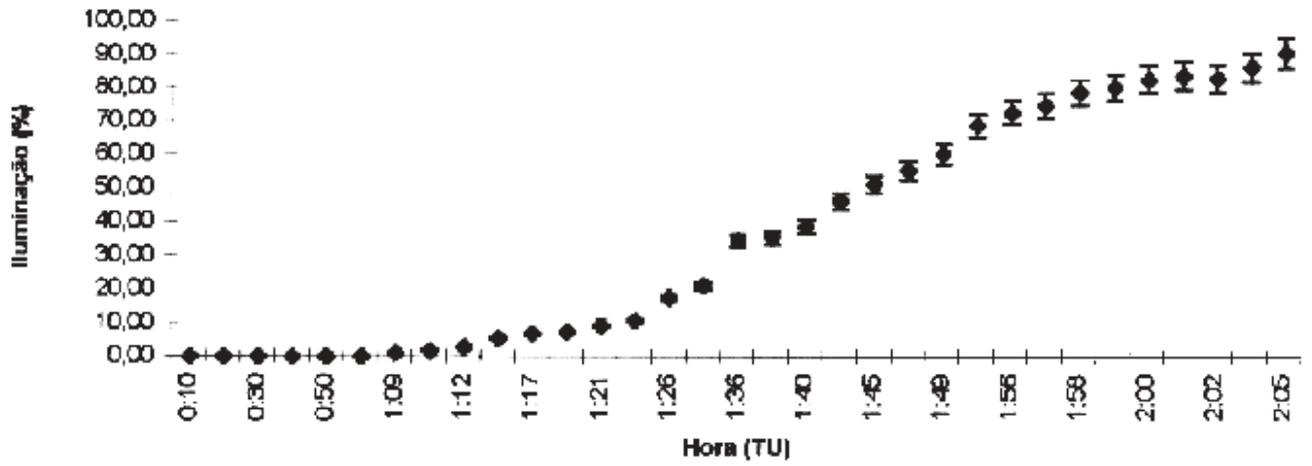
### Leitura do Fotômetro Equipe REA-Planetário



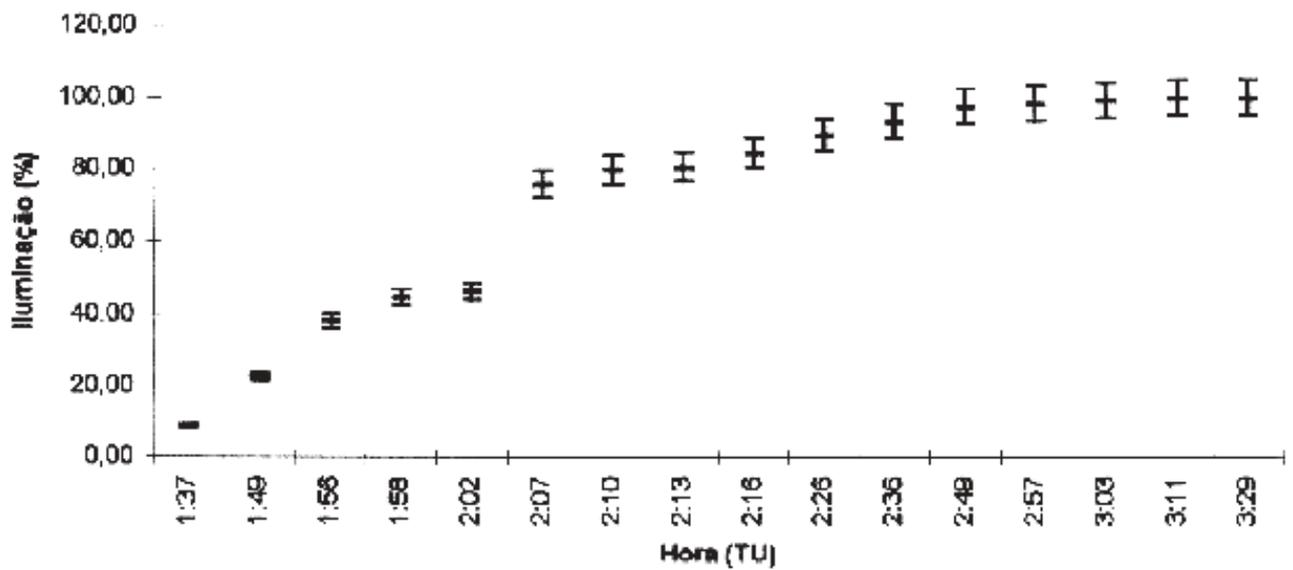
### Taxa de iluminação recebida do disco lunar na imersão



**Taxa de iluminação recebida do disco lunar na Emerção**



**Taxa de iluminação recebida do disco lunar na emergência**



melhorar os registros na fase total do eclipse, registrando também referências ao número de Danjon.

-Referentes ao Eclipse:

Apesar de alguns fatores adversos a curva de luz do eclipse apresenta variações corretas no brilho do disco lunar.

Os instantes U1, U2, U3, U4 e P4 são

registrados com boa aproximação.

Percebe-se nitidamente o registro da segunda fase penumbral, onde o brilho lunar cresce de 90% no início da fase (U4) a 100% no final do eclipse (P4).

## Leitura do Fotômetro Equipe REA-SAAD

