

CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS PARA DETERMINAÇÃO DO ALBEDO

Por

JESUS MARDEN DOS SANTOS

TESE DE DOUTORAMENTO APRESENTADA À
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

1957

PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO

BRASIL

ERRATA

- Página 3 - Parágrafo 4, 2a. linha, onde se lê: "relativo à instrumentação utilizada" leia-se "ao instrumental utilizado".
- Página 10 - Último parágrafo, 2a. linha, onde se lê: "superior a 40.000 Å" leia-se "superiores a 40.000 Å".
- Página 21 - Parágrafo 1, 7a. linha, onde se lê: "com sua superfície útil r," leia-se "com sua superfície útil no foco do refletor parabólico como sendo r,".

À memória de minha mãe

dedico

Ào meu bondoso pai

ofereço

- AGRADECIMENTOS -

Diversas pessoas, sem cujo auxílio e incentivo não teríamos podido realizar este trabalho, são credoras da nossa gratidão.

Queremos agradecer ao Prof. Dr. Admar Cervellini a orientação segura que nos tem proporcionado, o trabalho de revisão do texto e a amizade sincera que nos dispensa.

O nosso reconhecimento sincero é extensivo aos Professores Verner E. Suomi, P. M. Kuhn e Robert H. Shaw pelos ensinamentos preciosos que nos dispensaram no período de abril de 1956 a julho de 1957.

À Fundação Rockefeller queremos expressar a nossa admiração pelo plano de intercâmbio cultural e técnico que vem desenvolvendo nesta Faculdade de Agronomia, sem o qual oportunidades de pesquisas como esta, não seriam possíveis.

Nosso muito obrigado a tôdas as pessoas que colaboraram para a realidade desta contribuição.

Finalmente, quero consignar os meus mais puros sentimentos de afeto à minha espôsa, Angelina Godoy dos Santos, sem cuja compreensão e incentivo este trabalho não teria existência real.

I N D I C E

I - INTRODUÇÃO	1
II - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A DETERMINAÇÃO DO ALBEDO	3
III - FINALIDADE DO TRABALHO	7
IV - MATERIAL	9
4.1 - Pireliômetro de Eppley	9
4.2 - Bateria Solar S-1A	12
4.3 - Refletor Parabólico	13
4.4 - Câmara Fotográfica Robin Hill	14
4.5 - Medidor	14
V - MÉTODOS	15
5.1 - Métodos de calibragem	15
5.1.1 - Calibragem da Bateria Solar S-1A	15
5.1.2 - Calibragem do Refletor Parabólico ...	15
5.2 - Método de montagem	16
VI - RESULTADOS	19
6.1 - Resultados da calibragem das baterias solares S-1A	19
6.2 - Resultados da calibragem do refletor parabólico com o pireliômetro de Eppley	21
6.3 - Determinações do albedo de uma superfície verde natural de Paspalum notatum Flügge	22
6.3.1 - Determinações utilizando o pireliômetro de Eppley	22
6.3.2 - Determinações utilizando a Bateria Solar S-1A	23
6.4 - Determinações do albedo em uma superfície de terra rôxa misturada	26
6.4.1 - Determinações utilizando o pireliômetro de Eppley	26
6.4.2 - Determinações utilizando a Bateria Solar S-1A	27
6.5 - Determinações do albedo das superfícies artificiais branca e preta	27
VII - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
7.1 - Discussão dos resultados da calibragem das baterias solares S-1A	29
7.2 - Discussão dos resultados da calibragem do refletor parabólico com o pireliômetro de Eppley	29
7.3 - Discussão dos resultados obtidos na determinação do albedo de uma superfície verde natural de Paspalum notatum, Flügge	30

7.3.1 - Discussão relativa à utilização do pireliômetro de Eppley	30
7.3.2 - Discussão relativa à utilização da Bateria Solar	31
7.4 - Discussão dos resultados da determina- ção do albedo em uma superfície de ter- ra rôxa misturada	31
7.4.1 - Discussão relativa à utilização do Eppley	31
7.4.2 - Discussão relativa à utilização da Bateria Solar S-1A	32
7.5 - Discussão dos resultados da determina- ção do albedo de superfícies artifi- ciais branca e preta	32
VIII - DISCUSSÃO GERAL	33
8.1 - Dos aparêlhos	33
8.2 - Dos métodos de determinação	33
IX - CONCLUSÕES	37
BIBLIOGRAFIA	39

I - INTRODUÇÃO

Em meteorologia a expressão, "albedo de uma superfície", é definida como sendo a relação existente entre a radiação solar refletida por aquela superfície e o total de radiação incidente sobre a mesma. Nenhuma relação aos comprimentos de onda do espectro é considerada, porém, pela própria definição, os mais variados valores de λ podem ser estudados. Trabalhos muito precisos têm sido realizados, nos quais, se levam em consideração regiões limitadas do espectro.

Tais estudos, no entanto, só se aplicam para a solução de problemas específicos de acordo com finalidades a que se destinam. Para aplicações gerais, o albedo tem sido calculado levando-se em conta os comprimentos de onda incluídos entre 4.500 A° a 9.000 A° aproximadamente.

É de notável importância, para os estudos do balanço de calor na atmosfera, as determinações do albedo das superfícies desde que, com esta grandeza, poderemos calcular o total de energia utilizada no aquecimento diferencial dessa camada de ar que nos envolve. Se procedemos ao estudo micro-climático relacionado ao balanço de calor no sistema solo-ar-planta, a importância da determinação do albedo cresce, de maneira sensível, por causa das diferenças de cor nas superfícies consideradas.

As primeiras determinações desta constante foram aquelas relativas ao globo terrestre como um todo. A medida que novos métodos de pesquisa se desenvolveram e a importância das observações microclimáticas se tornaram óbvias, cresceram igualmente as necessidades relativas à determinação desta grandeza, principalmente se relacionarmos estes estudos com o aquecimento do ar atmosférico e solo, e perda de água por evaporação e eva-

infant

pòtranspiração. Êstes estudos podem ter ainda aplicação nos cálculos de irrigação e aproveitamento da energia solar para fotosíntese vegetal.

Estas propriedades das superfícies que se relacionam ao albedo podem ser aproveitadas, inclusive, para a própria modificação do microclima, segundo as citações de H. Schanderl e N. Weger (1940).

Se voltarmos nossa atenção para a arquitetura funcional moderna veremos também a influência notável do albedo nas condições que prevalecem no ambiente, principalmente quando tratarmos do aquecimento das paredes e das condições saudáveis de vida.

Estudos relativos à determinação desta grandeza podem ser realizados em espécies animais para que tenhamos uma idéia das trocas de calor entre o corpo animal e o meio, e a adaptação de certas espécies aos diversos climas do país.

São os solos, as superfícies que nos fornecem as maiores variabilidades em relação ao albedo. Mesmo que não consideremos as coberturas vegetais, o solo nu possui inúmeras causas de variação do albedo, como por exemplo: cor, tratamentos culturais e teor de umidade. Estas diferentes reações dos vários tipos de solo, são de uma influência direta na economia de calor do ar em contacto ao mesmo, pois um solo com alto índice de reflexão, se aquece muito menos durante o dia do que um outro com alto poder de absorção.

Podemos aquilatar, após estas considerações, qual é a importância dessa grandeza, em todos os estudos relacionados ao balanço de calor na superfície do globo.

Enfau T. J.

II - CONSIDERAÇÕES GERAIS SÔBRE A DETERMINAÇÃO DO ALBEDO

Desde quando iniciamos as primeiras consultas em busca de bibliografia para a confecção deste trabalho, encontramos material muito esparsa o que suscitou, certa vês, o aparecimento da seguinte expressão: Nos estudos do albedo duas hipóteses podem ser aventadas, ou é uma pesquisa muito difícil ou pouca aplicação deve ter encontrado para que exista tão pouco material. Sabemos, agora, que foi apenas a falta de material disponível, no Brasil, que causou aquela dúvida. Com o passar do tempo conseguimos consultar praticamente todos os trabalhos nas línguas inglesa e francesa, alguns trabalhos alemães e russos - traduzidos para a língua inglesa.

Por tudo quanto temos lido podemos dizer que inúmeras dificuldades surgiram e ainda existem para o estudo sistemático e objetivo do albedo.

Expressamo-nos desta forma porque estudos teóricos têm sido realizados, o que falta é a adoção de um método simples, prático, que não implique em muitos gastos e que possa ser utilizado nas observações comuns de estudos de microclima e nas de um posto meteorológico padrão.

Os problemas que surgiram desde 1889 foram os mais diversos. O primeiro deles foi aquele relativo à instrumentação utilizada.

Iniciaram-se, por volta daquele ano, os ensaios para obtenção de instrumentos aplicáveis aos estudos da radiação solar e do céu. Com o desenvolvimento daquelas experimentações deu-se o aparecimento de um dos primeiros aparelhos para estudo da radiação solar que foi o "pireliómetro de compensação" de K. Ångström (1886). Com a intensificação destes estudos surgiram inúmeros tipos de instrumentos como o pireliómetro de Cal

Snfawtj

-4-

lendar, Miller (1920), o solarímetro, o solarígrafo, e o actinómetro, Gorczynski (1924), 1926 e 1933), o pireliómetro e pyranómetro, Abbot e Aldrich (1916 e 1932) o kampómetro, Abbot (1933), o pireliómetro de fluxo d'água, Abbot e Aldrich (1932), o uviómetro de Aurén, Rodskjer (1955), o solarímetro de Aurén, Rodskjer (1955), os tipos de radiómetros, espectrómetros e fotómetros e mais recentemente o pyranómetro totalizador de distilação, Borrel (1943).

Com o aparecimento desta aparelhagem foram surgindo os métodos para determinação do albedo. O problema se resumia na determinação da radiação total recebida do sol e do céu e na da radiação refletida pela superfície. Nem todos aqueles aparelhos serviam para taes tipos de determinação.

Dos métodos utilizados para estas determinações alguns merecem ser discutidos neste trabalho.

Ångström (1925) foi um dos pioneiros nestas determinações e utilizou o seu pireliómetro nas posições normal e voltada para o nadir. Colocava o instrumento alternadamente nestas duas posições. Kalitin (1930 e 1931) utilizou o pyranómetro de Ångström colocado na extremidade de um suporte de madeira de aproximadamente 2 metros e voltava o instrumento para cima e para baixo, alternadamente, como fazia Ångström, porém, utilizou para nivelção um sistema bastante engenhoso que colocava o aparelho em nível automaticamente. As suas determinações eram feitas entre 130 e 150 cm. acima da superfície do solo.

Luckiesh (1919), Fritz (1948), Neiburger (1948), Suomi e Kuhn (1956) utilizando fotômetros especiais o primeiro, e pireliómetros de Eppley os seguintes, realizaram estudos de albedo a grande altitude com o emprêgo de aviões. Os aparelhos eram instalados na parte superior e inferior da asa da aeronave e vôos regulares eram realizados. Os resultados destas observa-

Infant

ções são bastante gerais para nos fornecerem dados satisfatórios desde que se adotem certas restrições relativas à nivelção dos aparêlhos, variações na altitude de vôo, variações de nebulosidade e, principalmente, ângulo sólido de captação da radiação.

Kuhn e Suomi (1956) utilizando um pireliómetro de Eppley no foco de um refletor parabólico colocado sob as asas de um aeroplano eliminaram, em parte, os erros causados pelo ângulo sólido de captação, correspondente a 180 graus. Este mesmo método de utilização do refletor parabólico foi empregado em observações a 3 metros de altura do solo.

Krinov (1953) com o uso dos espectrógrafos e espectrofotômetros realizou um estudo estafante, de 1937 à 1953, correspondente à determinação de albedo nos mais variados tipos de superfícies assim como dos diversos comprimentos de onda no espectro de radiação solar desde 4.000 à 9.000 Å. Suas observações foram feitas tanto à superfície do solo como a bordo de um aeroplano. Um resumo dos dados de albedo obtidos por alguns pesquisadores poderá ser encontrado na tabela (III) do apêndice.

Após estas considerações podemos dizer que o problema da radiação solar e do céu pode ser considerado sob dois aspectos. Primeiramente podemos estar interessados no registro destas observações de um ponto de vista puramente estatístico e relativo aos totais de radiação que atinge a superfície da terra no local de observação e às variações destes totais durante um dia ou estações do ano. Em segundo lugar, o interesse poderá ser puramente teórico para que se estude detalhadamente a qualidade destas radiações assim como a origem das variações que sofre ao atravessar a atmosfera. Os estudos relativos ao albedo podem ser considerados como problemas deste último tipo, se levarmos em conta os estudos até agora realizados

Entretanto, nos últimos anos, tentativas têm si-

Infant.

-6-

do realizadas para a solução do problema sob o ponto de vista -
prático. Pode parecer um paradoxo o fato de apesar de ser consi-
derado o principal fator meteorológico, a radiação solar não -
tem recebido o tratamento que realmente merece e, principalmen-
te, levando-se em conta que os principais instrumentos de medi-
da da radiação solar nos fornecem resultados que são comparáveis
entre si tendo-se em vista a precisão com que são obtidos. Ora,
acontece que em um posto meteorológico nem sempre o observador
está apto a trabalhar com instrumentos desta natureza e o preço
do aparelho em certos casos se torna proibitivo.

8/Jan/79

III - FINALIDADE DO TRABALHO

Após estas considerações podemos dizer que, nem sempre a aparelhagem utilizada na determinação do albedo é de fácil manêjo, e os métodos de medida, ou são muito precisos ou deixam muito a desejar. O preço de todo êsse instrumental tem sido um grande impecilho para a sua utilização mais frequente. Também as medidas da radiação solar são realizadas sòmente por observatórios oficiais ou por estações meteorológicas muito bem aparelhadas. Os estudos relacionados à êstes problemas devem ser realizados no sentido de obtenção de aparelhagem simples, rústica e de baixo preço, assim como da organização de uma réde para observações que de fato venha suprir as reais necessidades do país.

A la. Cadeira - Física e Meteorologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", tem procurado desenvolver um plano para a adoção de instrumental que, não sendo muito dispendioso, possa ser útil à determinação dos diversos meteoros que maiores influências exercem sôbre a vida vegetal e animal procurando, dêsse modo, a solução dos muitos problemas que chamariâmos meteoro-agrários, por causa da interdependência notável que têm com a agricultura.

É dentro dêste plano que realizamos êstes estudos para substituir, um dos aparelhos atualmente utilizados na determinação do albedo, por um ou mais outros que fôssem também úteis e de baixo custo.

Se as conclusões dêste trabalho e também dos que a la. Cadeira pretende realizar, forem adotadas, cremos que procedendo à uma padronização nos métodos de observação e montagem assim como à uma aferição dos aparelhos utilizados, poderemos sem muito trabalho e sem muitos gastos, realizar estudos que nos

Sin(ante):

-8-

mostrem mais de perto as verdadeiras necessidades regionais, para a modificação consciente do microclima e principalmente àquelas que se referem aos processos relacionados com o balanço térmico da atmosfera.

Sabemos que as determinações aqui preconizadas não possuem o valor das que são obtidas com aparelhagem ultrasensível como no caso de uso dos espectrofotômetros, espectrógrafos e microfotômetros, segundo E. L. Krinov (1953), mas queremos salientar que para a finalidade à que se destinam, as medidas obtidas são suficientemente exatas e de aplicação prática bastante satisfatória.

Não queremos afirmar que a solução do problema foi encontrada, mas procuramos realizar um passo, ainda que vacilante, para a solução do mesmo. Estudos melhores e quem sabe mais úteis deverão ser realizados pois este trabalho nos propiciou diretrizes a serem seguidas.

Enjant

IV - MATERIAL

O material do presente trabalho constou de aparelhagem cujo uso já se tornou comum para as medidas do albedo, de duas baterias solares experimentadas para possível substituição dos primeiros e de alguns acessórios indispensáveis à consecução das medidas.

4.1 - Pireliômetro de Eppley

Os pireliômetros utilizados são de procedência norte-americana e fabricados pelo The Eppley Laboratory, Inc. de Newport, R.I. Os números de fabricação são respectivamente 2879 e 2876. O primeiro nos fornece uma resposta de $2,34 \text{ mV} \cdot \text{ly}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e o segundo $2.29 \text{ mV} \cdot \text{ly}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Estas duas medidas foram obtidas tendo por referência o pireliômetro padrão nº 2.742 e cuja aferição é realizada pela própria fábrica. Em conexão com estes dois elementos pireliométricos, para registro de suas medidas, utilizamos dois potenciômetros Speedomax de ns. 1.173.336 e 1.173.347 da Leeds and Northrup Company, Philadelphia, Penn.USA.

O pireliômetro de Eppley é um aparelho utilizado para a medida de toda a radiação que é recebida em sua superfície receptora e cujos comprimentos de onda se incluem entre 3.000 e 40.000 \AA . Cada um destes instrumentos é calibrado individualmente para operar em posição horizontal afim de medir a radiação hemisférica acima do horizonte (1).

Kleinschmidt (1935), Mörkofer (1939) e Buettner e Albrecht (1929 e 1930) classificam o Eppley como um piranômetro, pois ele se assemelha ao piranômetro termoelétrico construído pelo U.S.W.B. por Kimball e Hobbs (1923).

O elemento sensível do pireliômetro de Eppley (fig. 1) é constituído de 10 junções de pares termoelétricos - construídos com fios de $0,0041 \text{ cm}$ de diâmetro os quais são ligas

Sanfau 79

de ouro-paládio (60-40%) e platina-ródio (90-10%) e conectados à duas equi-áreas tèrmicamente isoladas entre sí e de forma anular. Êstes anéis concêntricos possuem uma espessura de 0,0254 cm. Os terminais dos pares estão em contacto tèrmico com êstes anéis mas são elètricamente isolados dos mesmos.

O anel externo é coberto com óxido de magnésio e o anel interno é pintado com negro de fumo colocado em suspensão em verniz especial.

Êste conjunto todo é montado no centro de uma ampola esférica de vidro especial com propriedades características de transmissão para os diversos comprimentos de onda da radiação solar e do céu, e tem aproximadamente 0,75 mm. de espessura. Esta ampola que muito se assemelha em seu formato a uma lâmpada elétrica, tem 7,62 cm. de diâmetro ou seja três vèzes o diâmetro do anel externo. No momento de se fixar o envólucro de vidro à base metálica, o mesmo é aquecido cuidadosamente para que se consiga expelir tóda a umidade adsorvida e então êle é cheio de ar sêco, e à pressão normal, para prevenir qualquer condensação de umidade sôbre a sua superfície interna em caso de abaixamento intenso de temperatura.

Segundo Miller (1942) o óxido de magnésio tem um poder de reflexão de 97 a 98% para as radiações de comprimento de onda entre 3.000 e 40.000 Å, mas é bom absorvente das radiações de comprimento de onda superior a 40.000 Å. A superfície negra por sua vèz é ótima absorvente para todos aquêles valores citados.

Se existe uma absorção aproximadamente igual para os comprimentos de onda superior a 40.000 Å nas duas placas. Êste fato nos propicia condições para que possamos desprezar as influências das radiações tèrmicas devidas ao envólucro de vidro e que pudessem afetar as leituras. Teremos assim, um aqueci

En Jan 74
iferência dos anéis coletores, que s o resultado da
uência dos pequenos comprimentos de onda (3.000 a 25.000 Å)
da radiação solar e do céu, em consequência do qual teremos o
aparecimento de uma f.e.m. nos pares, a qual será proporcional
àqueles comprimentos de onda citados.

As variações de temperatura exercem uma certa in-
fluência nas respostas do pireliometro de Eppley. Mac Donald -
(1951) e Fuguay e Buettner (1957) realizaram estudos teóricos e
de experimentações em laboratório para determinar o coeficiente
de correção devido àquelas variações de temperatura. Nos traba-
lhos citados são encontrados os métodos teórico e experimental.
No presente trabalho não realizamos aquelas correções por falta
de material e instrumental adequado.

Como já explanamos o Eppley possui, em seu inte-
rior, ar seco à pressão normal, portanto, o aquecimento de su-
perfícies expostas resultará em correntes de convecção dentro -
do envólucro de vidro desde que o mesmo é suficientemente vo-
luminoso para permitir o fenômeno. Estas correntes de convecção,
devido à geometria do aparelho, devem resfriar mais intensamen-
te a superfície quente (preta) do que a superfície fria (branca)
e com isso transportam calor daquela para esta superfície produ-
zindo uma redução na resposta do aparelho.

Variações nas respostas do instrumento também são
causadas pelo ângulo que o raio incidente faz com a vertical, â-
ngulo zenital, devido às características da tinta preta emprega-
da nêstes aparelhos. Tais variações, entretanto, só se acentuam
quando êsse ângulo ultrapassa 60 graus. Até êste valor as res-
postas não são afetadas de modo sensível, o gráfico 1 nos forne-
ce uma idéia do tipo de variação observada e pelo gráfico 2 po-
demos ver a variação da eficiência da cor preta do material uti-
lizado, quando se leva em conta o ângulo da incidência dos raios

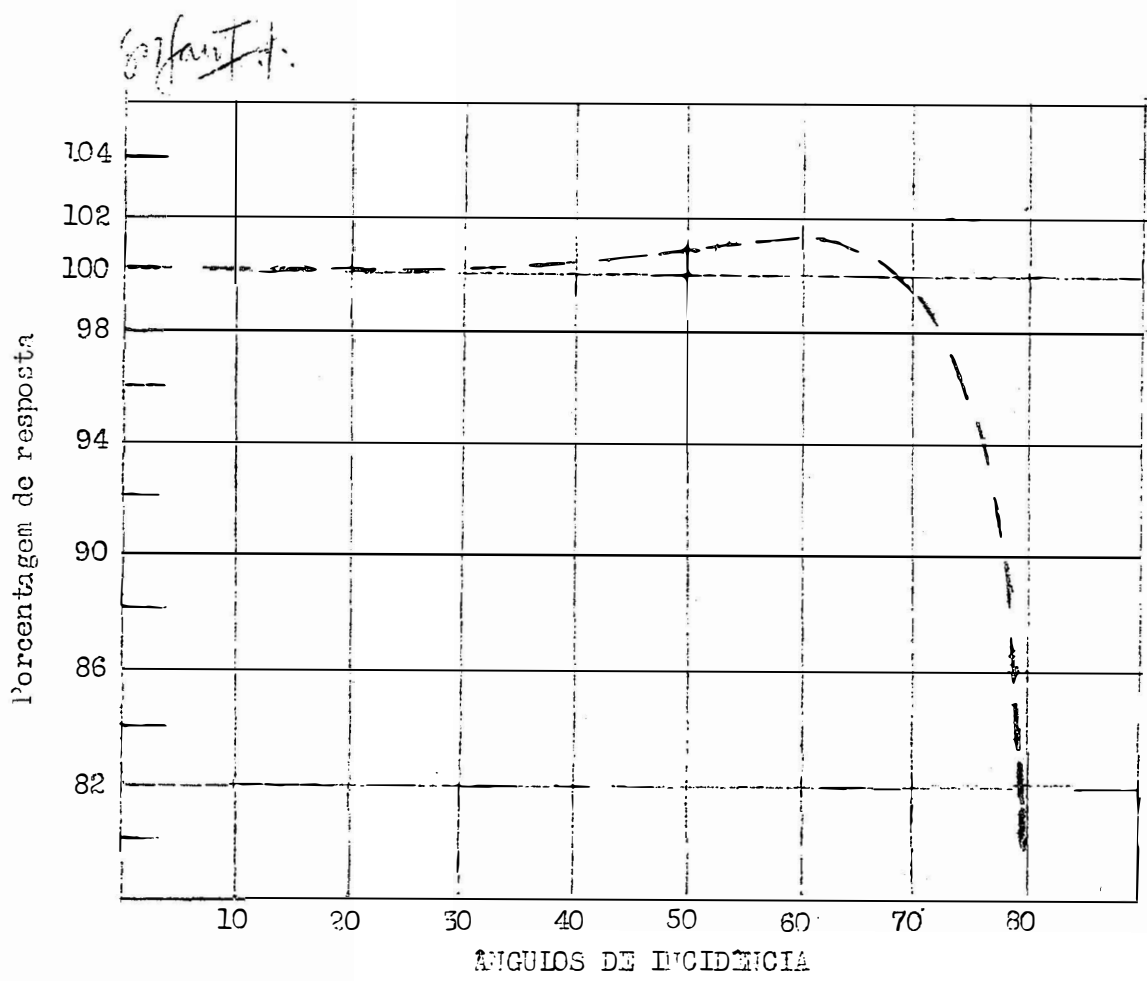


Gráfico n.1. Percentagem de resposta como função do ângulo de incidência da radiação solar (segundo Woertz e Hand, conforme citação de MacDONALD - 1951.)

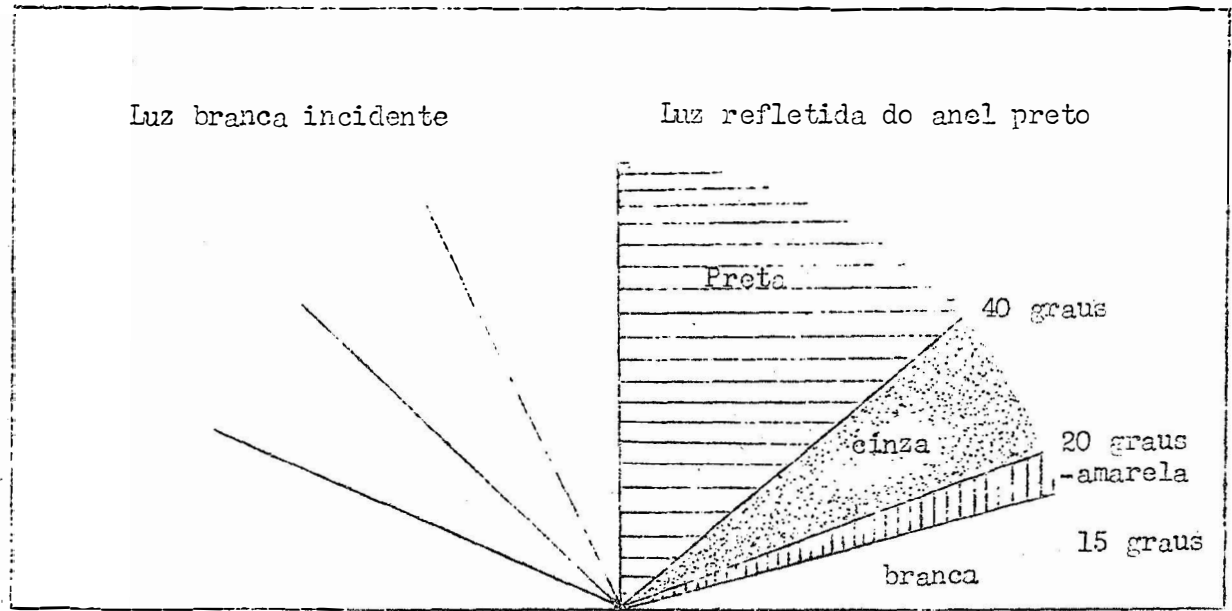


Gráfico nº 2.- Variações na cor da superfície preta do pireliômetro de Eppley causadas pelos vários ângulos de incidência da radiação solar (segundo Fuquay e Buettner - 1957).

8/10/54

solares. Já existem tintas especiais preto-opaca que eliminam -
aquele efeito de variação e poderão substituir perfeitamente -
aquela atualmente utilizada.

O vidro que envolve os elementos úteis possui de
terminada transmissão de acordo com os diversos comprimentos de
onda do espectro. A tabela I do apêndice, nos fornece os valo--
res das medidas realizadas por Ralf Stair, físico do Radiometry
Laboratory do Bureau of Standards (1).

4.2 - Bateria Solar S-1 A.

As baterias solares utilizadas (fig. 2) são de
procedência norte americana e fabricadas pela National Fabrica--
ted Products de Chicago, que é uma divisão da Hoffman Electro--
nics Corporation. Este tipo S-1 A Silicon Solar Cell possui as
seguintes características: a eficiência da célula é de 4,6% no
processo de aproveitamento da conversão de energia luminosa em
energia elétrica e sua área ativa é de 7,8 cm² de silício com
junção p-n construída para uma conversão eficiente de energia -
solar em energia elétrica. Os seus limites de temperatura para
operação normal são de -65° C a 175° C. O uso desta célula em
circuitos com miliamperímetros traz a vantagem de, nestas condi--
ções, a corrente de resposta ser praticamente independente da
temperatura.

As baterias solares colocadas à venda possuem -
eficiências que variam de 3 a 9%.

A bateria solar de silício com junção p-n consis--
te simplesmente de uma série de pequenas tiras de silício sob
a qual é depositada uma camada microscópica de 25,4 microns de
boro. Aqui teremos a formação de uma junção p-n de semi-conduto--
res tendo o silício como tipo p e a camada de boro como base do
tipo n.

Segundo Chapin, Fuller e Pearson (1954) os fotons

Enfaut 9.

-13-

de 1,02 eletron-volts ($\lambda = 1,2$ microns) são capazes de produzir pares de "eletron-holes" no silício. Na presença de uma barreira p-n, interface de contacto, no caso, entre o silício e o boro, êstes pares de "eletron-holes" são separados e capazes de produzir trabalho em um circuito externo. Tôda radiação luminosa de comprimento de onda menor que 1,2 microns é potencialmente útil para a produção de pares de "eletron-holes". A eficiência de conversão da energia decresce, porém, para menores comprimentos de onda. As determinações teóricas de eficiência das baterias solares nos fornecem valores muito elevados como 51,4%, segundo cálculos de Cumberow (1954) e 22% segundo cálculo de Chapin e outros (1954); entretanto, muitos fatores concorrem para o abaixamento dêstes rendimentos tão elevados, pois a própria superfície do silício refletirá cêrca de 50% da radiação incidente. Outro fator preponderante é a recombinação dos pares de "eletron-holes" antes que os mesmos venham atingir a barreira p-n.

As baterias dêste tipo de silício com junção p-n possuem características bastante interessantes que são indicadas nos gráficos 3, 4 e 5. A Tabela II do apêndice nos fornece algumas características de outras baterias solares de silício do tipo de junção p-n.

4.3 - Refletor Parabólico

O refletor parabólico utilizado para a consecução do método de determinação do albedo, foi preconizado por Suomi e Kuhn (1956). É construído de alumínio polido internamente para que se consiga um máximo de reflexão. O espêlho tem 62 cm. de diâmetro e a flexa do parabolóide de revolução é igual a 23 cm. O seu foco se encontra a 11 cm. do vértice e se passarmos um plano horizontal cortando o espêlho na altura do foco, obteremos um círculo cujo diâmetro será de 42 cm. O gráfico nº

Griffith

-14-

6 nos fornece uma idéia de tôdas as dimensões do espêlho. Nas bordas do espêlho fizemos a instalação de um suporte com três braços. Sôbre êste suporte instalamos o pireliômetro de Eppley de tal modo que a superfície receptora dos aneis se situasse no foco do espêlho. Quando da instalação da Bateria Solar S-1 A no lugar do Eppley a montagem se fêz também tendo-se o cuidado de deixar a superfície da bateria exatamente no foco do espêlho. A superfície espelhada dêste refletor tem a propriedade de convergir para o foco principal, todos os raios luminosos paralelos - ao seu eixo principal.

4.4 - Câmara Fotográfica Robin Hill

Nestas experimentações utilizamos uma câmara fotográfica Robin Hill, de fabricação inglesa, própria para fotografias do céu e que possui uma abertura angular de 180 graus. As chapas utilizadas foram do tipo rígido, Panatomic X.

4.5 - Medidor

O medidor utilizado para estudo da variação de corrente fornecida pela Bateria Solar S-1 A foi um miliamperímetro marca Triplet, fundo de escala 0-200 miliampéres, graduado de 5 em 5 miliampéres, modelo 420 PL.

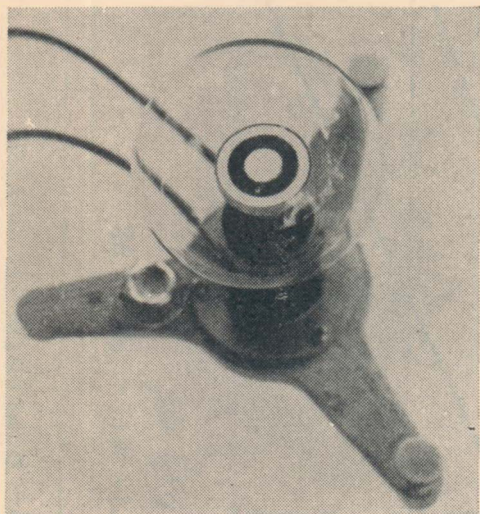


Fig. 1 — Pireliómetro de Eppley

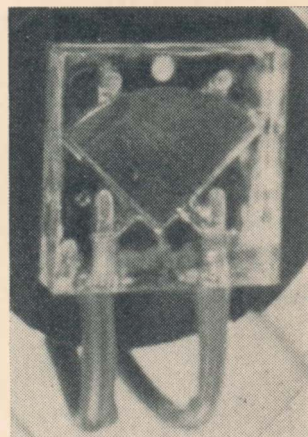


Fig. 2 — Bateria solar P-100
Área ativa
correspondente a 1/4 do
tipo S1A

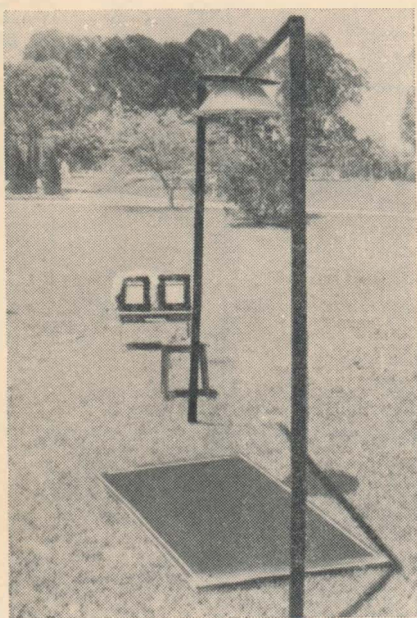


Fig. 3 — Montagem no campo

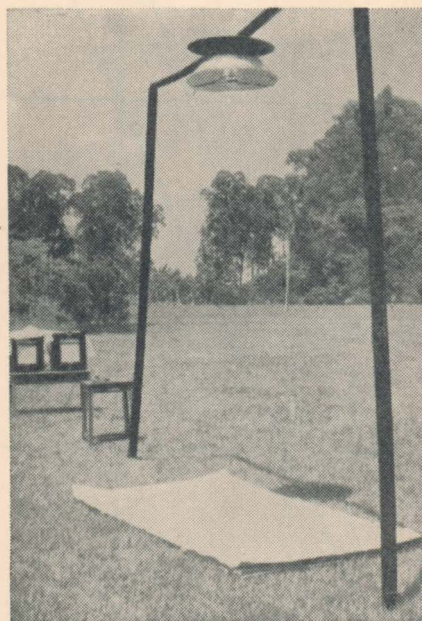


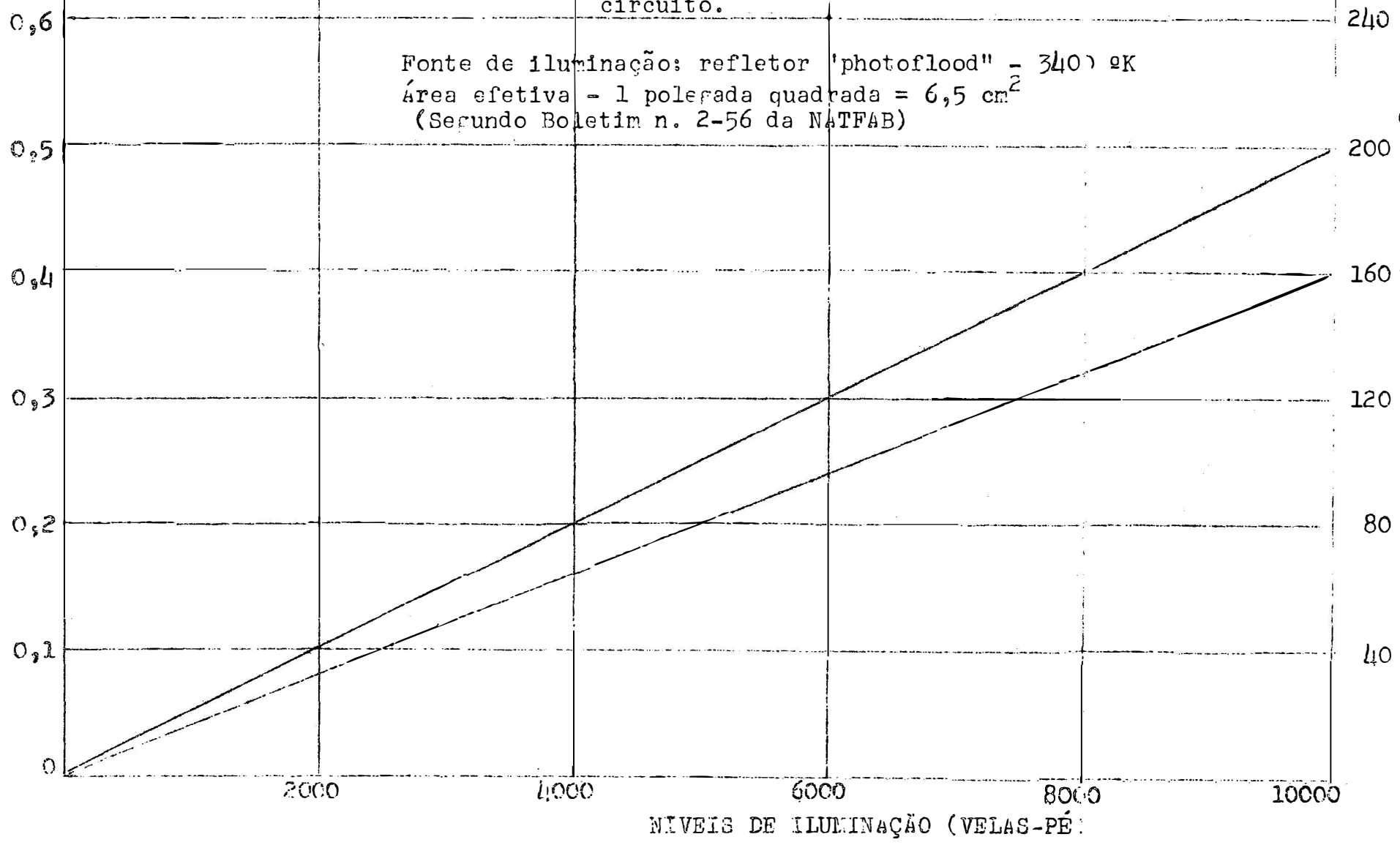
Fig. 4 — Montagem no campo

Gráfico nº 3.

Gráfico nº 3.

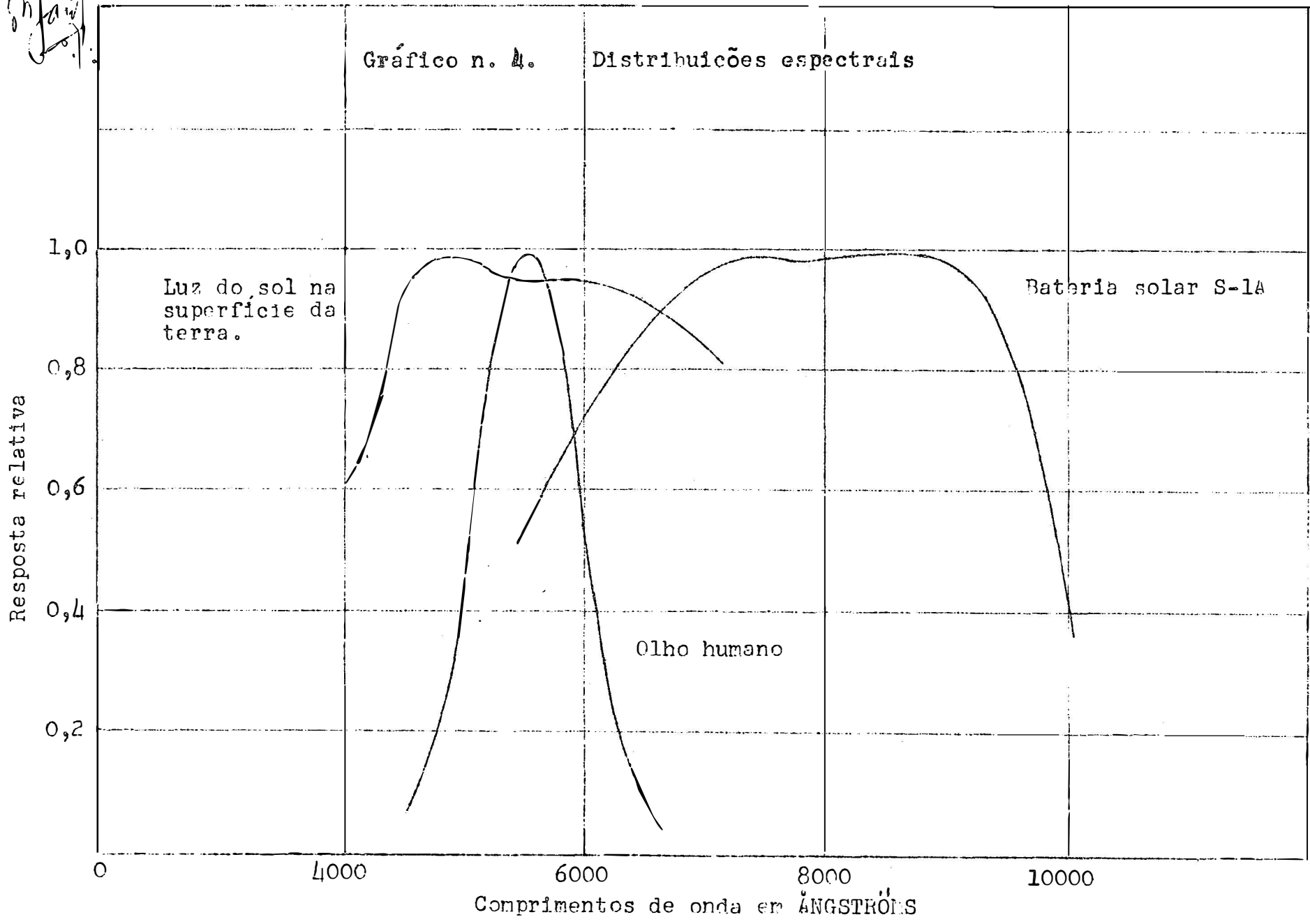
Bateria solar S- 1A
Níveis de iluminação vs. corrente curto circuito.

Fonte de iluminação: refletor "photoflood" - 3400 oK
Área efetiva - 1 polegada quadrada = 6,5 cm²
(Segundo Boletim n. 2-56 da NATFAB)



5/11/71

Gráfico n. 4. Distribuições espectrais



Enfau J.

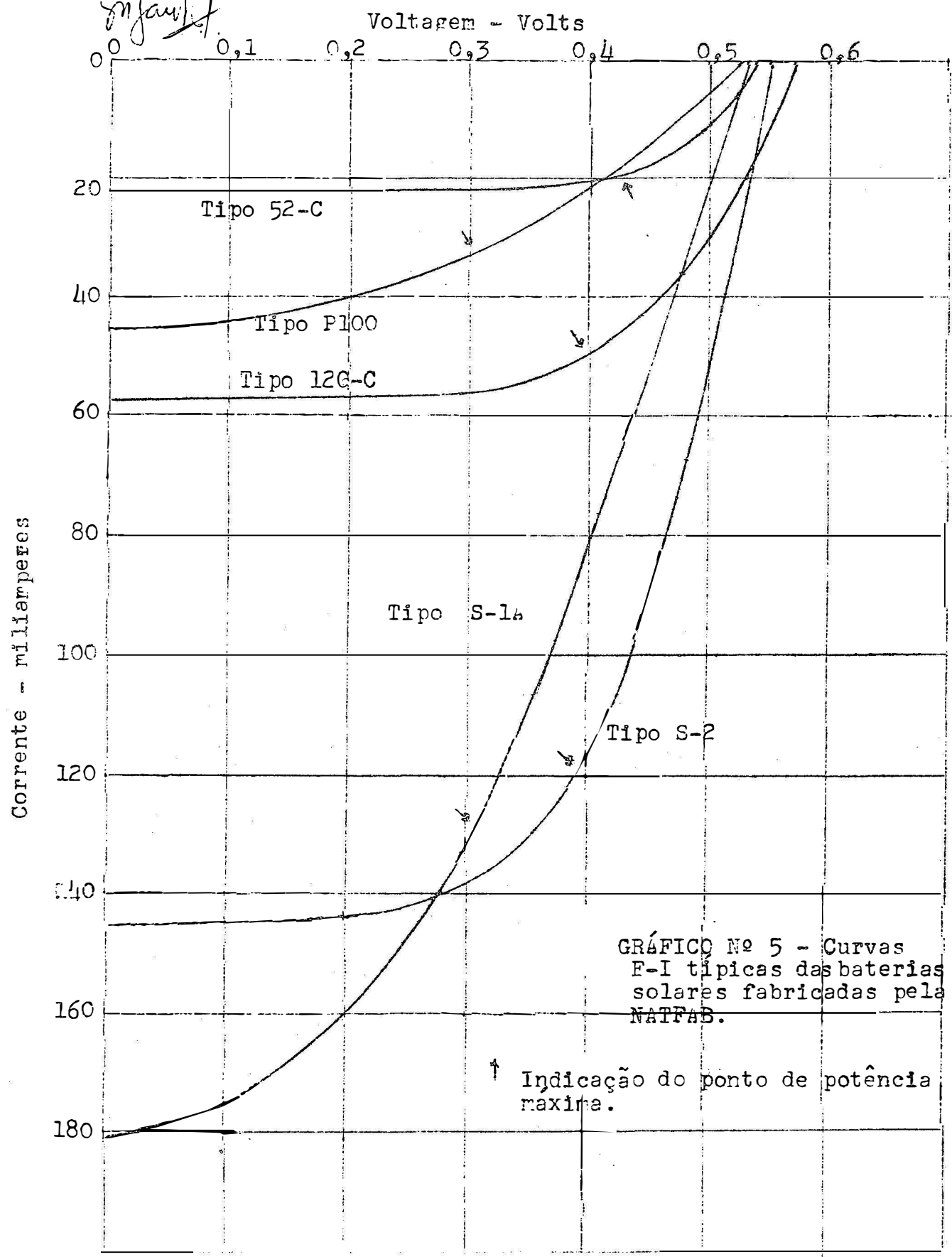


GRÁFICO Nº 5 - Curvas E-I típicas das baterias solares fabricadas pela NATFAB.

Enfau 79

V - MÉTODOS

5.1 - Métodos de calibragem

5.1.1. Calibragem da Bateria Solar S-1 A

Para proceder à calibragem da bateria solar S-1 A, instalamos o pireliômetro de Eppley em sua posição normal sô bre uma pequena mesa e céu aberto. Ao seu lado e nas mesmas con dições de exposição, colocamos as duas baterias solares S-1 A que deveriam ser calibradas. Leituras simultâneas do pireliôme tro de Eppley e das baterias solares S-1 A foram realizadas sob radiação solar direta e difusa e só radiação difusa. Procedemos a esta prática para ver se as respostas das baterias solares - eram proporcionais às do pireliômetro de Eppley quer recebessem radiação do sol e do céu ou só radiação do céu. As respostas es tão indicadas no quadro I.

5.1.2 - Calibragem do Reflector Parabólico

Para a regulagem do refletor parabólico o método ideal seria a instalação de um pireliômetro de Eppley com o ele mento útil no fóco do mesmo e voltar êste refletor para o céu. Ao lado desta montagem colocar um pireliômetro de Eppley em con dições normais de funcionamento. A condição do céu para a cali bragem deverá ser a de uma camada de stratus bastante uniforme. Considerando as leituras do pireliômetro de Eppley, em posição normal, como sendo aquelas de valor verdadeiramente real, calcu lar uma correção para as leituras obtidas com o pireliômetro de Eppley instalado no espêlho.

Em nosso caso pretendiamos realizar uma calibra- gem idêntica porém, as condições de nebulosidade não foram favo ráveis para que tal método fôsse aplicado. Imaginamos, então, a montagem de uma armação de madeira com dimensões de 150 x 150 x 100 cm. e coberta completamente, nas partes superior e laterais,

Infante

por lençol branco para que fôsse conseguida a difusão da luz no seu interior. Sob esta armação instalamos o reflector parabólico voltado para cima, com um pireliómetro tendo o elemento útil em seu foco e, ao lado, na mesma altura, o pireliómetro de Eppley livre e em condições normais. Sob esta armação o disco solar não era visível.

Para proceder à calibragem do espelho consideramos as respostas do pireliómetro livre como sendo aquelas de valor real.

5.2 - Metodo de montagem

Para as determinações do albedo usamos o reflector parabólico suspenso em uma armação de madeira e com as dimensões que estão indicadas no gráfico 7. No foco do espelho utilizamos, para medida da radiação, o pireliómetro de Eppley e a Bateria Solar S-1 A.

Realizamos uma determinação experimental da superfície que se encontrava sob a ação do espelho, quando este se encontrava a 3 metros do solo. Foi nos possível fazer a determinação de um círculo de aproximadamente 80 cm. de diâmetro. Ao lado da montagem com o reflector, instalamos a bateria solar S-1 A, ou o pireliómetro de Eppley quando era o caso, para as determinações de radiação direta do sol e do céu. Com o espelho obtínhamos apenas os valores correspondentes à radiação refletida pela superfície.

Para evitar a ação direta dos raios solares sobre a superfície do reflector parabólico, pois tal fato poderia trazer erros nas respostas da Bateria Solar S-1 A devido às radiações térmicas do próprio espelho, utilizamos um disco de papelão pintado de branco na parte superior e de preto na parte inferior, conforme pode ser observado na fig. 4.

Para determinações de albedo de uma superfície ..

Infant
branca e de uma superfície preta utilizamos uma montagem de madeira de 240 x 140 cm. coberta com papel dos dois lados. De um lado pintamos com tinta branca preparada com óxido de zinco. O outro lado foi pintado com tinta preta opaca, marca Tabolina, da fabrica Horst.

As figuras 3 e 4 nos mostram a montagem do espêlho e do suporte no campo. No gráfico 7 vemos o esquema da montagem e tôdas as dimensões do instrumental no campo.

Conforme comentamos no capítulo II, muitos investigadores têm utilizado o pireliômetro, na posição invertida, para a determinação do albedo de superfícies. Porém Suomi (1956) e Fuguay e Buettner (1957) desaconselharam tal prática por causa dos êrros que advêm do uso do Eppley quando em posição invertida.

Duas causas de êrro, mais importantes, poderemos citar nêste caso. A primeira delas é aquela devida às correntes de convecção no interior do envólucro de vidro do pireliômetro de Eppley, correntes estas causadas pelo aquecimento diferencial das diversas partes que compõe o aparêlho e que exercem uma ação mais efetiva quando a superfície receptora da posição horizontal passa a ser utilizada na vertical ou voltada para o nadir. Fuguay e Buettner (1957) afirmam que são observadas variações na leitura, quando a superfície coletora do Eppley está na posição vertical ou voltada para o nadir, enquanto que Mac Donald (1951) afirma terem sido notadas variações de 4 a 5%, na diminuição da resposta do Eppley, quando os anéis se encontravam em posição vertical porém, nenhuma variação foi observada com o Eppley voltado para o nadir.

São também conclusões recentes de Fuguay e Buettner (1957) aquelas referentes aos êrros devido à reflexão pela superfície interna do vidro protetor, quando um feixe de raios

8/1/59

adentra o Eppley por um plano inferior àquele dos anéis. Essa superfície terá uma ação mais ou menos idêntica à de um espelho côncavo, refletindo a luz nêle incidente para a superfície dos anéis. Como resultados dêste fenômeno teremos um aumento sempre crescente devido à influência da radiação refletida. Para ângulos zenitais de 90 até 60 graus, os anéis preto e branco recebem praticamente igual iluminação. Entretanto, para ângulos zenitais menores que 60°, o anel branco é mais iluminado do que o preto. Apesar da alta refletividade da superfície branca nota-se um aquecimento anormal do anel branco e, portanto, uma redução na resposta do aparelho. Para uma melhor idéia dêste efeito o gráfico 8 é bem elucidativo. A área não riscada representa a porção iluminada dos anéis receptores.

A grandeza dos êrros, devido à reflexão da ampôla protetora de vidro, quando o pireliômetro de Eppley é utilizado em posição invertida, dependerá do albedo da superfície, do método de montagem do instrumento e da proteção que dermos ao aparelho.

Quando pois utilizamos o Eppley invertido, para as medidas do albedo, um certo número de êrros instrumentais devem ser levados em conta. Muitas vezes fatores de correção podem ser calculados para compensar êstes êrros de refletividade do vidro e variações de côr da superfície preta devido ao ângulo de incidência da luz.

Tendo em vista tôdas estas inconveniências, Suomi e Kuhn (1956) preconizaram o uso de refletores parabólicos. É êsse o método que estamos utilizando.

S. A. A.

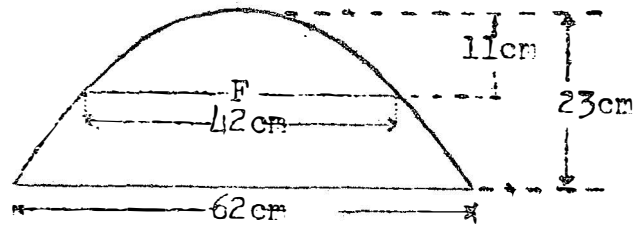


Gráfico n. 6. Corte mostrando as dimensões do refletor parabólico.

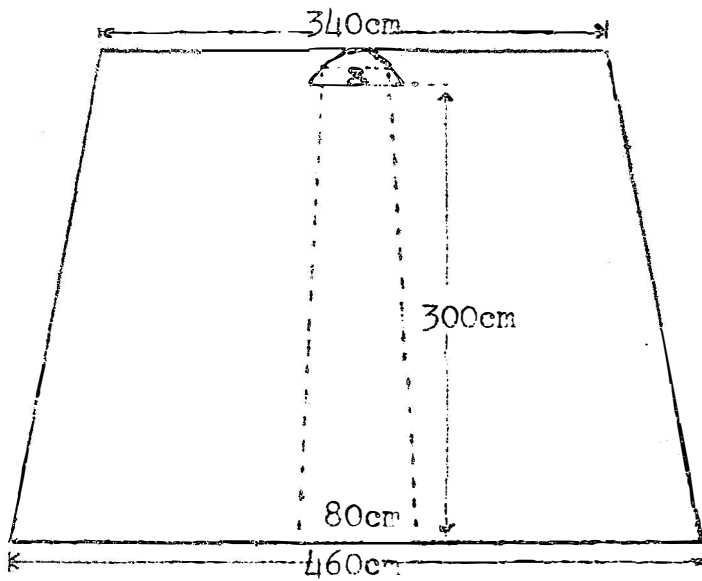


Gráfico n. 7. Esquema da montagem do refletor parabólico nas observações de campo.

Infante

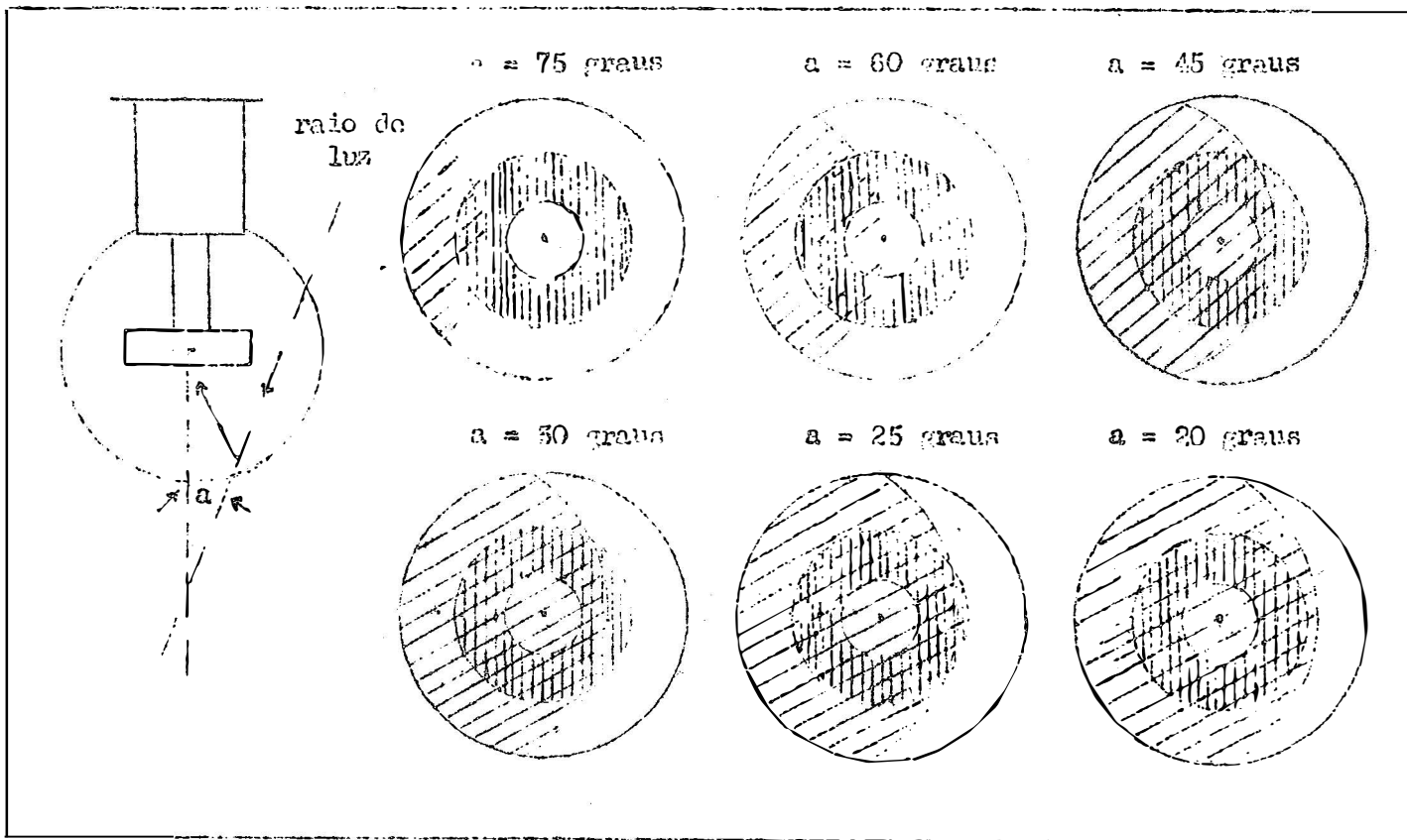


Gráfico 8 - Porções da superfície receptora do pireliômetro de Eppley, iluminadas por radiação refletida pela superfície interna do envólucro de vidro; segundo Fuquay e Buettner (1957)

S. J. A. T.

VI - RESULTADOS

6.1. - Resultados da calibragem das baterias solares S-1 A

A regulagem das baterias solares S-1 A, tendo como instrumento padrão o pireliômetro de Eppley foi realizada - no dia 11/10/57 das 10 horas e 34 minutos às 12 horas e 45 minutos com leituras feitas a intervalos de aproximadamente 5 minutos. Damos abaixo um quadro com todas as leituras e horas respectivas de observação.

QUADRO I

HORAS h. min.	A	B	C	D	E
10,39	1,321	122,5	0,0108	134,0	0,0099
10,40	1,310	122,0	0,0107	133,5	0,0098
10,43	1,330	125,0	0,0106	136,0	0,0098
10,45	1,325	125,0	0,0106	136,0	0,0097
10,50	1,335	127,5	0,0105	138,0	0,0097
10,52	1,340	127,5	0,0105	139,0	0,0096
10,55	1,335	127,0	0,0105	138,0	0,0097
11,00	1,355	130,0	0,0104	140,0	0,0097
11,05	1,360	130,0	0,0105	140,0	0,0097
11,08	1,360	130,0	0,0105	140,0	0,0097
11,11	1,390	132,5	0,0105	145,0	0,0096
11,18*	0,365**	32,5**	0,0112**	35,0**	0,0104**
11,20	1,380	132,5	0,0104	142,5	0,0097
11,25	1,385	134,0	0,0103	145,0	0,0096
11,28	1,380	134,0	0,0103	145,0	0,0095
11,30	1,380	134,0	0,0103	145,0	0,0095
11,35	1,410	135,0	0,0104	147,0	0,0096
11,40	1,410	135,0	0,0104	147,0	0,0096
11,45	1,395	134,0	0,0104	145,0	0,0096
11,50	1,430	137,5	0,0104	149,0	0,0096
11,55	1,430	137,5	0,0104	149,0	0,0096
12,05	1,510	146,0	0,0103	157,5	0,0096
12,06**	0,385**	37,5**	0,0103**	38,5**	0,0096**
12,10	1,470	142,5	0,0103	152,5	0,0096
12,15	1,555	151,0	0,0104	162,0	0,0098
12,20	1,610	154,0	0,0104	165,0	0,0103
12,35**	0,630**	55,0**	0,0108**	61,0**	0,0098**
12,40**	0,530**	49,0**	0,0103**	54,0**	0,0100**
12,45**	0,520**	48,0**	0,0108**	53,0**	0,0098**
12,50**	0,530**	48,0**	0,0110**	52,5**	0,0101**

* = Leituras feitas apenas com radiação de céu.

** = Leituras feitas com nuvens escondendo o disco solar.

A = Leituras obtidas do pireliômetro de Eppley em ly min.⁻¹

S. J. A.

B = Leituras correspondentes à bateria solar que montamos no foco do reflector parabólico em mA.

C = Fatores de correção para multiplicar os números da coluna B afim de transformar mA em $ly.min.^{-1}$.

D - Leituras correspondentes à bateria solar que montamos em posição normal.

E = Fatores de correção para multiplicar os números da coluna D afim de transformar mA em $ly.min.^{-1}$.

Com a determinação destes fatores de correção das colunas C e E, do quadro I, realizamos o cálculo afim de obter um valor médio para os fatores de correção correspondentes às duas baterias S-1 A.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Cálculo com valores da coluna C do quadro I:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= 0,01051 \\ \sum x &= 0,3152 \\ \sum x^2 &= 0,00331314 \\ \frac{(\sum x)^2}{30} &= \frac{0,09935104}{30} = 0,00331170 \\ s^2 &= \frac{0,00000144}{29} = 0,00000049 \\ s &= 0,000221 \\ s_m &= \frac{0,000221}{5,477226} = 0,00004 \\ X &= 0,01055 \pm 0,00004\end{aligned}$$

Cálculo com valores da coluna E do quadro I:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= 0,00971 \\ \sum x &= 0,2921 \\ \sum x^2 &= 0,00284545 \\ \frac{(\sum x)^2}{30} &= \frac{0,00853224}{30} = 0,00284408\end{aligned}$$

Infante

$$s^2 = \frac{0,00000137}{29} = 0,00000047$$

$$s = 0,000217$$

$$s_m = 0,00004$$

$$X = 0,00974 \pm 0,00004$$

6.2 - Resultados da calibragem do reflector parabólico com o pi- reliómetro de Eppley

Realizamos a calibragem do espelho no dia 25/9/57. Os resultados correspondentes à divisão das leituras obtidas com o pireliómetro de Eppley em posição normal, pelas leituras obtidas com o pireliómetro de Eppley que tinha sua superfície receptora na altura do foco do reflector parabólico, estão discrimina- dos no quadro II. Se considerarmos a leitura do Eppley livre co- mo sendo R e a leitura do Eppley com sua superfície útil r , o fa- tor de correção F é calculado fazendo-se a relação $\frac{R}{r} = F$.

QUADRO II

HORA	Eppley livre R	Eppley espelho r	Fator de correção F
11,13	0,303	0,201	1,507
11,17	0,108	0,087	1,241
11,19	0,287	0,218	1,271
11,23	0,282	0,209	1,349
11,25	0,278	0,214	1,299
11,31	0,239	0,183	1,306
11,35	0,188	0,148	1,270
11,36	0,154	0,124	1,242
11,37 - 12,30*	0,265	0,201	1,318
12,30 - 12,50	0,282	0,211	1,336
12,50 - 13,30	0,325	0,227	1,431
13,30 - 14,20	0,256	0,181	1,414
14,20 - 15,30	0,248	0,175	1,417
15,30 - 15,45	0,227	0,153	1,483
16,10 - 16,22	0,265	0,201	1,318

* = Valores muito constantes e que perduraram por 1 hora e 23 mi-
nutos.

Ernaut

Procedemos também a determinação do valor médio deste fator de correção e também ao cálculo do erro da média. Os valores obtidos foram os seguintes:

$$\bar{X} = 1,3468$$

$$\sum x = 20,202$$

$$\sum x^2 = 27,308352$$

$$(\sum x)^2 = 408,120804$$

$$\frac{(\sum x)^2}{15} = 27,208054$$

15

$$s^2 = \frac{0,100298}{14} = 0,007164$$

$$s = 0,085$$

$$s_m = 0,02$$

$$\bar{X} = 1,35 \pm 0,02$$

6.3 - Determinações do albedo de uma superfície verde natural de Paspalum notatum Flügge

6.3.1 - Determinações utilizando o pireliômetro de Eppley

As medidas do albedo de uma superfície verde natural de Paspalum notatum com 8 cm. de altura, foram realizadas no dia 11/10/57.

Os valores do albedo conseguidos estão expressos no quadro abaixo.

Enjau

QUADRO III

Determinações do albedo de uma superfície verde natural de *Paspalum notatum* Flüggé, utilizando os pireliômetros de Eppley - 11/10/1957.

HORAS hs. min.	Leituras do Eppley insta- lado no espē- lho.	Leituras do Eppley livre	Valores do Albedo
9,36	0,171	1,120	0,15
9,48	0,159	1,147	0,14
9,50	0,148	1,180	0,13
9,54	0,166	1,200	0,14
10,00	0,172	1,210	0,14
10,04	1,174	1,210	0,14
10,09	0,175	1,240	0,14
10,18	0,182	1,270	0,14
10,20	0,186	1,270	0,15
10,26	0,195	1,290	0,15
10,32	0,199	1,300	0,15
10,36	0,213	1,315	0,16
10,45	0,222	1,327	0,17
10,52	0,222	1,330	0,17
10,57	0,229	1,338	0,17
11,01	0,236	1,355	0,17
11,06	0,240	1,360	0,18
11,13	0,242	1,370	0,18
11,20	0,249	1,400	0,18
11,27	0,259	1,370	0,19
11,32	0,269	1,380	0,19
11,39	0,269	1,410	0,19
11,45	0,269	1,410	0,19
11,52	0,269	1,400	0,19
12,10	0,296	1,430	0,21
12,13	0,314	1,500	0,21
12,16	0,323	1,580	0,20
12,20	0,310	1,610	0,19
12,22	0,337	1,540	0,22
12,27	0,323	1,660	0,19
12,28	0,337	1,615	0,21
12,40	0,337	1,680	0,20
12,46	0,310	1,640	0,19
12,50	0,330	1,495	0,22
12,53	0,323	1,620	0,20
12,58	0,310	1,605	0,19
13,24	0,303	1,570	0,19
13,28	0,343	1,510	0,23
13,38	0,269	1,640	0,16

6.3.2 - Determinações utilizando a bateria solar S-1 A.

Determinações do albedo da mesma superfície foi realizada com a bateria solar S-1 A no dia 27/9/57. O quadro IV indica a constância dos valores obtidos.

S. Faust

QUADRO IV

Determinação do albedo em uma superfície verde natural de *Paspalum notatum* Flüggé utilizando um par de baterias solares S-1 A

Dia 27 de setembro de 1957

HORAS hs. min.	Leituras da bateria instala- lada no espe- lho	Leituras da bateria livre	Valores do Albedo
11,15	0,20	1,51	0,13
11,16	0,20	1,50	0,13
11,17	0,20	1,49	0,13
11,18	0,20	1,49	0,13
11,19	0,20	1,51	0,13
11,20	0,20	1,51	0,13
11,22	0,20	1,51	0,13
11,30	0,20	1,51	0,13
11,31	0,18	1,51	0,12
11,32	0,19	1,51	0,13
11,33	0,18	1,49	0,12
11,34	0,18	1,48	0,12
11,41	0,18	1,48	0,12
11,42	0,20	1,50	0,13
11,43	0,20	1,51	0,13
11,44	0,20	1,51	0,13
11,45	0,20	1,51	0,13
11,55	0,20	1,51	0,13
11,56	0,20	1,53	0,13
11,57	0,20	1,52	0,13
11,58	0,20	1,52	0,13
11,59	0,20	1,53	0,13
12,00	0,20	1,52	0,13
12,01	0,20	1,52	0,13
12,02	0,20	1,51	0,13
12,03	0,20	1,51	0,13
12,04	0,20	1,52	0,13
12,05	0,20	1,52	0,13
12,06	0,20	1,52	0,13
12,08	0,20	1,51	0,13
12,10	0,20	1,51	0,13

Infant A

QUADRO IV A

Dia 29 de setembro de 1957

HORAS hs. min.	Leituras da bateria insta- lada no espe- lho	Leituras da bateria livre	Valores do Albedo
11,09	0,17	1,43	0,12
11,10	0,17	1,43	0,12
11,12	0,17	1,43	0,12
11,15	0,17	1,43	0,12
11,18	0,18	1,43	0,13
11,20	0,19	1,43	0,13
11,21	0,19	1,43	0,13
11,22	0,18	1,42	0,13
11,24	0,18	1,42	0,13
11,25	0,19	1,42	0,13
11,27	0,19	1,43	0,13
11,28	0,19	1,43	0,13
11,29	0,19	1,43	0,13
11,30	0,19	1,43	0,13
11,31	0,19	1,43	0,13
11,35	0,19	1,43	0,13
11,38	0,20	1,46	0,14
11,39	0,20	1,46	0,14
11,40	0,20	1,46	0,14
11,42	0,20	1,45	0,14
11,45	0,20	1,45	0,14
11,50	0,20	1,45	0,14
11,55	0,20	1,45	0,14

infant 1.

6.4 - Determinações do albedo em uma superfície de terra roxa misturada.

6.4.1 - Determinações utilizando o pireliômetro de Eppley.

Estas determinações foram realizadas no dia 2/10/57 no campo da 4a. Cadeira - Agricultura Especial e Genética Aplicada, desta Escola. As características deste solo podem ser encontradas na tabela IV do Apêndice. O terreno havia sido lavrado dois meses antes. Providenciamos à execução da limpeza de uma área de 4 por 4 metros para que pudéssemos proceder a estas medidas. Deixamos a superfície bem homogênea. Os resultados obtidos estão relacionados abaixo, no quadro V.

QUADRO V

Determinação do albedo em terra roxa misturada utilizando os pireliômetros de Eppley -- Dia 2 de outubro de 1957

HORAS hs. min.	Leituras do Eppley insta- lado no espelho	Leituras do Eppley livre	Valores do Albedo
11.15	0,170	1,596	0,11
11.21	0,178	1,641	0,11
11.24	0,175	1,580	0,11
11.26	0,184	1,595	0,11
11.31	0,195	1,680	0,12
11.33	0,184	1,630	0,11
11.39	0,195	1,667	0,12
11.42	0,195	1,650	0,12
11.45	0,193	1,637	0,12
11.47	0,195	1,676	0,12
11.50	0,193	1,659	0,12
11.54	0,198	1,720	0,11
12.00	0,190	1,619	0,12
12.07	0,207	1,720	0,12
12.11	0,217	1,728	0,12
12.15	0,211	1,728	0,12
12.25	0,198	1,624	0,12
12.32	0,211	1,676	0,13
12.50	0,184	1,554	0,12
12.55	0,194	1,659	0,12

Solano J.

6.4.2 - Determinações utilizando a bateria solar S1A.

Os resultados obtidos foram conseguidos, também, no dia 2/10/57. O quadro VI, abaixo, nos fornece uma idéia da constância no valor das determinações.

QUADRO VI

Determinação do albedo em terra roxa misturada utilizando as baterias solares S1A

Dia 2 de outubro de 1957.

HORAS hs. min.	Leituras da ba- teria instala- da no espelho	Leituras da bateria livre	Valores do Albedo
13.30	0,12	1,59	0,08
13.32	0,13	1,63	0,08
13.37	0,03	0,38	0,07
14.01	0,11	1,45	0,07
14.02	0,09	1,43	0,08
14.03	0,09	1,40	0,07
14.04	0,09	1,40	0,07
14.05	0,09	1,39	0,07
14.06	0,09	1,38	0,07
14.07	0,09	1,39	0,07
14.10	0,09	1,39	0,07

6.5 - Determinações do albedo das superfícies
artificiais branca e preta.

Estas medidas foram realizadas no dia 19/10/57. Utilizamos nesta série de medidas, o pirieliômetro de Eppley. Os resultados obtidos estão relacionados no quadro VII.

sn/ant J.

QUADRO VII

Determinação do albedo de superfícies artificiais
branca e preta utilizando os pirieliômetros de Eppley.

Dia 1º de outubro de 1957

HORAS hs. min.	Leituras do Eppley instala do no espelho	Leituras do Eppley livre	Valores do Albedo
Superfície branca			
11.35	1,16	1,54	0,76
11.37	1,19	1,60	0,74
11.38	1,23	1,61	0,76
11.40	1,19	1,60	0,74
14.00	1,17	1,61	0,73
Superfície preta			
11.45	0,05	1,59	0,03
11.50	0,03	1,55	0,02
14.05	0,03	1,55	0,02

QUADRO VII - A

Determinação do albedo de superfícies artificiais branca e
preta utilizando as baterias solares SIA.

HORAS hs. min.	Leituras do Eppley instala do no espelho	Leituras do Eppley livre	Valores do Albedo
Superfície branca			
10.10	0,79	1,16	0,68
10.15	0,79	1,16	0,68
10.20	0,79	1,16	0,68
Superfície preta			
10.11	0,05	1,16	0,04
10.16	0,05	1,16	0,04
10.21	0,05	1,16	0,04

Sinfantia

VII - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

7.1 - Discussão dos resultados da calibragem das baterias solares S1A.

O estado do céu no dia 11/10/57 apresentou condições notáveis para trabalhos de calibragem desde 10 horas às 12 horas e 20 minutos, quando começaram aparecer grandes formações de nuvens, o que veio prejudicar, em parte, a constância das observações.

Esta calibragem nos forneceu valores bastante homogêneos como pode ser verificado no quadro I. Nêstes trabalhos ficou patente a existência de diferente sensibilidade nas duas baterias solares utilizadas. Êste fato nos leva a reafirmar a necessidade de uma aferição dêstes elementos, antes de serem utilizados nas observações de campo. Foi com base nestas observações de campo que conseguimos os fatores utilizados para a conversão das leituras em miliamperes, para os valores correspondentes de $ly.min^{-1}$, os quais foram 0,0105 para a bateria solar utilizada no espelho e 0,0097 para aquela que foi utilizada livre.

7.2 - Discussão dos resultados da calibragem do refletor parabólico com o pireliômetro de Eppley.

Os resultados obtidos na determinação do fator de correção para as leituras do pireliômetro de Eppley instalado no foco do espelho parabólico foram diferentes daqueles conseguidos por Suomi e Kuhn (1956). Êstes autores conseguiram com sua montagem, um fator aproximadamente igual à unidade. Em nosso caso o fator de correção foi 1,347, ou seja, as respostas fornecidas pelo pireliômetro de Eppley instalado no refletor foram menores que aquelas do pireliômetro de Eppley ins

en [aut] :
talado em posição normal.

Nesta serie de leituras do quadro II podemos notar que das 11 horas e 37 minutos às 12 horas e 50 minutos, tivemos praticamente o mesmo valor nas leituras do "Speedomax". Este período de observação forneceu uma série de valores bastante útil para o cálculo do fator de correção.

7.3 - Discussão dos resultados obtidos na determinação do albedo de uma superfície verde natural de Paspalum notatum, Flügge.

7.3.1 - Discussão relativa à utilização do pireliômetro de Eppley.

Os resultados aqui obtidos são bastante interessantes e podem perfeitamente ser comparados com os resultados obtidos por outros investigadores. A Tabela III do apêndice mostra alguns valores de albedo de diferentes superfícies.

Não realizamos estas determinações desde o nascer do sol até o crepúsculo porque achamos desnecessário a utilização de um período tão longo, mesmo porque precisávamos evitar os erros devidos a um ângulo zenital superior a 60 graus.

Krinov (1953) utilizou as leituras em um período que abrangia aproximadamente 4 horas de observação, duas horas antes e duas horas depois do meio dia e aconselha que estes estudos devem ser realizados naquele período.

A tendência dos resultados, por nós obtidos, foi a de aumentar até 13 ou 14 horas e depois diminuir novamente. Este fato está em desacordo com as medidas realizadas por Suomi em julho de 1956 em O'Neill - Nebraska, U.S.A.

Não temos uma explicação para o fato mas podemos afirmar que certa influência de radiação direta era notada no pireliômetro com o elemento útil no foco do refletor parabólico.

Enfante

lico, no arranjo de Suomi, pois o foco do refletor, por êle utilizado, se situava em um ponto externo ao plano da base do mesmo.

7.3.2 - Discussão relativa à utilização da Bateria Solar.

Os resultados obtidos com a bateria solar se caracterizam por uma certa constância durante o período de observação.

Podemos ainda notar que os valores obtidos são inferiores àqueles conseguidos com o pireliômetro de Eppley. Este fato tem uma explicação pois os dois aparelhos possuem diferente sensibilidade em função dos comprimentos de onda do espectro. Se o Eppley tem o máximo de resposta para os comprimentos de onda de 5.600 \AA a 7.200 \AA a bateria por sua vez tem uma resposta máxima para os comprimentos de onda entre 7.000 \AA a 9.000 \AA .

Tendo por base os valores obtidos por Krinov (1953) poderíamos supor, então, que a bateria é que deveria dar um maior valor para o albedo. Devemos no entanto salientar que precisamos levar em conta aqui, não só a qualidade de radiação mas também as porcentagens que devem ser consideradas, no caso de cada um dos comprimentos de onda, separadamente. Trabalhos desta natureza ainda não foram realizados.

7.4 - Discussão dos resultados da determinação do albedo em uma superfície de Terra Rôxa misturada.

7.4.1 - Discussão relativa à utilização do Eppley.

Como era de se prever o valor do albedo neste caso, deveria ser menor do que o da superfície verde. Houve uma maior constância na determinação destes dados. Não existem resultados, na literatura consultada, que possam ser comparados aos que acabamos de obter, por ser a primeira vez que

su fant.

se faz uma destas determinações em solo dêste tipo.

Estudos mais completos precisarão ser realizados não só para a terra rôxa mas também para os diversos tipos de solo do Estado, assim como para as diversas condições do solo no campo.

7.4.2 Discussão relativa à utilização da Bateria Solar S-1A.

Também aqui os valores obtidos com a Bateria Solar S-1A são inferiores àqueles obtidos com o Eppley. As mesmas considerações feitas para o outro caso, aqui podem ser reproduzidas.

7.5 - Discussão dos resultados da determinação do albedo de superfícies artificiais branca e preta.

Krinov (1953) construiu uma superfície branca para poder comparar as respostas dela com as que iria determinar. O albedo nestas condições foi de aproximadamente 0,85. Nenhuma superfície preta foi utilizada.

Em nosso caso apenas para conseguirmos valores de comparação foi que construímos aquelas superfícies branca e preta.

Os resultados obtidos também não podem ser comparados com os existentes na literatura, tendo em vista a qualidade das tintas e das superfícies utilizadas. A finalidade destas determinações foi apenas procurar saber se as respostas da bateria solar S-1A acompanhavam aquelas do pirôliômetro de Eppley.

Infant

VIII - DISCUSSÃO GERAL.

Realizamos no capítulo II, dêste trabalho, uma explanação sucinta dos métodos empregados para a determinação do albedo. Nesta discussão geral pretendemos abordar certos fatos e alguns problemas relativos aos métodos de determinação daquela grandeza, aos resultados obtidos, ao instrumental utilizado e às necessidades e possíveis soluções do problema.

8.1 - Dos aparêlhos.

Existe uma certa confusão na nomenclatura dos aparêlhos utilizados para êstes estudos de radiação. Preferimos denominar todos êles sob um nome genérico de radiômetros e utilizar, quando fôr o caso, o nome específico dado pelo inventor do aparêlho sem levar em conta a divergência existente na nomenclatura dos mesmos. Assim procedemos tendo por base as finalidades para as quais, cada um dêles, foi construído e também as características técnicas de cada um. Pircliômetro, piranômetro, kampômetro, uviômetro, actinômetro, "melikeron" e solarímetros são denominações utilizadas porque o inventor do instrumento achou que esta ou aquela expressão era a que fornecia melhor descrição das características do aparêlho.

8.2 - Dos métodos de determinação.

No capítulo II descrevemos alguns métodos utilizados e que parecem ser de aplicação prática tendo-se em conta a finalidade às quais se destinam.

Os métodos que utilizam as observações a bordo de aeroplanos são de aplicação muito geral e servem para estudos do aproveitamento da energia solar no aquecimento de grandes massas de ar. Tais estudos carecem de aplicação prática relativa aos problemas meteorológicos. Além disso nem sempre

Sinfant
os resultados são, de fato, a especificação precisa da superfície em estudo. Isto é fácil de se concluir tendo em vista a variação de nebulosidade durante um vôo e a heterogeneidade na superfície da terra quando visadas de um avião. Acreditamos que tais estudos são de aplicação imediata para fins bélicos, como aquêles da descoberta de camuflagens.

Relativamente aos outros métodos, podemos dizer que a maior fonte de erro advém do fato das leituras serem realizadas alternadamente e com o mesmo instrumento. Todos os dados, de determinação do albedo, já publicados, foram conseguidos pelo emprêgo dos métodos descritos. Se atentarmos para o fato de que várias causas concorrem para a diferenciação dos valores do albedo de uma superfície natural, veremos a insuficiência dos dados já obtidos e a necessidade de intensificação das observações que tenham por finalidade as aplicações à microclimatologia.

Dentre os trabalhos que consultamos achamos que o mais completo e que trata do assunto intensiva e extensivamente é o de Krinov (1953). Entretanto se cálculos de porcentagem referentes aos diversos comprimentos de onda e relativos ao total de radiação tivessem sido apresentados, teríamos um trabalho quase completo. Este problema se encontra, sem solução, até agora.

Quando consultamos a bibliografia encontramos certa tendência a uma multiplicidade de expressões relativas à mesma grandeza, que é o albedo. Expressões como fator de reflexão aparente, coeficiente de reflexão, brilho relativo e refletividade são muito frequentes. Um estudo detalhado dos dados nos forneceu a conclusão de que tôdas aquelas expressões se referem ao albedo.

Sm Jant J.

Com estas discussões podemos ver a necessidade de se proceder a determinações daquela grandeza tendo por base um instrumento padrão, um método padrão e superfícies características padronizadas. A finalidade dêste trabalho foi apresentar uma contribuição no sentido de solucionarmos êste problema em nosso meio. Agora que esforços têm sido conjugados, entre o Instituto Agronômico de Campinas e a 1a. Cadeira - Física e Meteorologia, desta Escola, no sentido de maiores pesquisas no campo da fitometeorologia, esforços precisam ser realizados para que seja conseguida uma padronização nos métodos de medida. Com o trabalho agora realizado cremos que diretrizes poderão ser traçadas para o caso do estudo da radiação solar e da determinação do albedo.

Os resultados que obtivemos para o caso de formações naturais de *Paspalum notatum* e terra roxa misturada nos animam a prosseguir, nestas pesquisas, procurando realizar determinações nos mais variados tipos e estágios das culturas e tipos e condições de solos do Estado de São Paulo. Estas determinações deverão, também, ser realizadas sob três condições que chamaríamos de "condições padrão" e que seriam: céu descoberto, céu completamente coberto e céu de nebulosidade média.

Para que os futuros estudos sejam completos precisaremos fotografar os estados do céu nas horas de observação. Nesta contribuição tentamos dar uma idéia de que maneira isso pode ser feito, conforme nos indicam as figuras n.ºs 5, 6, 7, 8 e 9. Estas fotos foram tomadas nos dias de observação, aproximadamente às 14 horas momento em que boa nebulosidade era conseguida. Em estudos futuros, dependendo das condições do céu, pelo menos três fotografias precisarão ser tomadas em diferentes horas do dia. Após o término desta fase preliminar e inicial dos estudos de determinação do albedo em nosso meio,

Infant.

-36-

acreditamos na possibilidade de substituição do pireliômetro de Eppley pela bateria solar S-1A. não só para estas determinações como também para os estudos normais da radiação solar. É fora de dúvida que fatores de correção deverão ser conseguidos e um laboratório central deverá se incumbir dêste trabalho. Em relação ao laboratório a 1a. Cadeira - Física e Meteorologia - já está se aparelhando para a sua montagem; o que necessitam ser realizados são estudos mais extensivos para que se proceda àquela substituição.

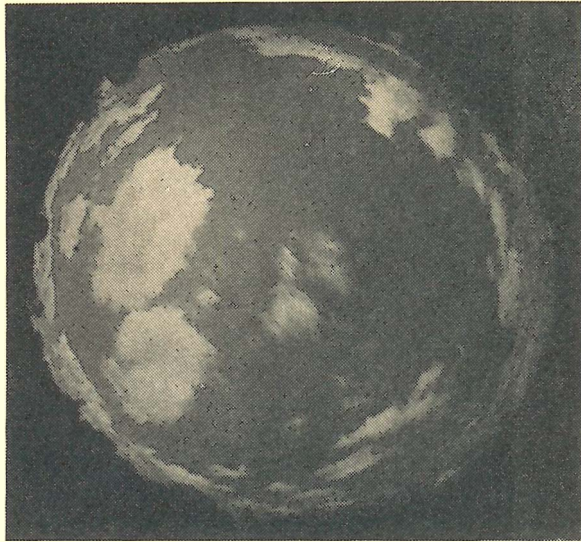


Fig. 5
Estado do céu
25-9-57

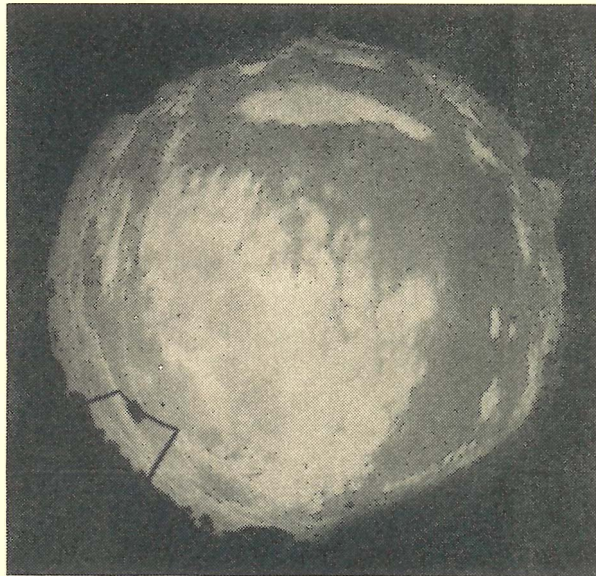


Fig. 6
Estado do céu
27-9-57



Fig. 7
Estado do céu
1.º-10-57



Fig. 8 — Estado do céu - 2-10-57



Fig. 9 — Estado do céu - 11-10-57

gn/ant

IX - CONCLUSÕES.

Após os estudos realizados, conseguimos as seguintes conclusões gerais:

1)- Devem ser desenvolvidos estudos e experimentações para que se obtenham, em laboratório, condições reproduzíveis para as calibragens dos refletores parabólicos, condições essas que dêem resultados iguais aquêles que se obtenham com a condição ideal de calibragem. Além disso, estudos relativos à influência do aparelhamento nas respostas correspondentes aos diferentes valores de λ .

2)- As diferentes montagens, no campo, dos aparelhos utilizados nas determinações do albedo precisam ser de fácil e rápida instalação, pequeno pêsso e ter grande maneabilidade.

3)- A utilização do pireliômetro de Eppley nas condições atuais deixa muito a desejar, pois não é sempre que possuímos energia elétrica disponível nos campos e locais de observação. No que concerne a êstes inconvenientes a bateria solar nos fornece inúmeras vantagens, pois dispensa a utilização da energia elétrica e possui, além disso, grande facilidade de manejo.

4)- Os resultados conseguidos para uma superfície verde natural de *Paspalum notatum* não diferem grandemente dos valores conseguidos para as superfícies verdes naturais.

Os resultados por nós obtidos com o uso do pireliômetro de Eppley variaram de 0,13 a 0,25, sendo que o valor médio se situou ao redor de 0,17. Com o emprêgo da bateria solar S-1A

Os resultados obtidos va-

Sanjantó

riaram em tórno de 0,12 a 0,13.

5)- Os resultados que conseguimos nas observações de uma superfície natural de terra rôxa misturada não podem ser comparados com os dados existentes na literatura, pois é a primeira vez que se procede a estas determinações neste tipo de solo. Com o pirieliômetro de Eppley os resultados obtidos variaram de 0,11 a 0,13. Com a bateria solar S-1A os resultados obtidos se situaram ao redor de 0,07 e 0,08.

6)- Há possibilidade de substituição do pirieliômetro de Eppley pela bateria solar S-1A, não só para aplicação aos estudos de determinação do albedo mas também nas observações relativas ao total de radiação do sol e recebida na superfície do solo, desde que fatores de correção sejam introduzidos.

7)- Os resultados conseguidos para o valor do albedo de superfície branca artificial concordam com alguns valores já determinados para diversas superfícies brancas.

8)- Os valores determinados para o caso da superfície preta artificial foram um pouco elevados. Isso se deveu à qualidade da tinta empregada.

9)- Pesquisas intensivas e extensivas deverão ser realizadas para que se possa aquilatar da exatidão nas determinações que acabamos de realizar.

Sinfant

BIBLIOGRAFIA

ABBOT, C.G.

- 1933 - "The karpometer, a new instrument of extreme sensitiveness for measuring radiation
Smithsonian Miscellaneous Collections, 89(Fev.).

ABBOT, C.G. e L.B. Aldrich

- 1916 - "The pyranometer - an instrument for measuring sky radiation. - On the use of the pyranometer."
Smithsonian Miscellaneous Collections, 66 (7)
e (11).
- 1932 - "An improved water-flow pyr heliometer and the standard scale of solar radiation."
Smithsonian Miscellaneous Collections, 87(15).

ÅNGSTRÖM, A.

- 1925 - "On the albedo of various surfaces of ground".
Geographiska Ann., Stockh., 7: 322-342.

ÅNGSTRÖM, K.

- 1886 - "Sur une nouvelle méthode de faire des mesures absolues de la chaleur rayonnante".
Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsa-
liensis.

BORREL, F.

- 1943 - "Sur la théorie du pyranomètre à distillation".
La Meteorologie: Julho-Dezembro.

BUETTNER, K. e F. Albrecht

- 1930 - "Zur theorie von aktinometern and pyranometern".
Part I - Gerlands Beitr Geophys., 26: 241-282.

CHAPIN, D M., C.S. Fuller e G.L. Pearson

- 1954 - "A new silicon p-n junction photocell for converting solar radiation into electrical power".
Journal of Applied Physics 25 (5): 676-677.

gmlaw:1

-40-

CUMMEROW, R.L.

- 1954 "Photovoltaic effect in p-n junctions".
The Physical Review 95 (1): 2a. série: 16-21.
- 1954 - "Use of silicon p-n junctions for converting
solar energy to electrical energy".
The Physical Review 95 (2): 2a. série: 561-562.

FUQUAY, D. e K. Buettner

- 1957 - "Laboratory investigations of some characte-
ristics of the Eppley pyrheliometer".
Transactions of the American Geophysical Union
38 (1): 38-43.

FRITZ, S.

- 1948 - "The albedo of the ground and atmosphere".
Bulletin of the American Meteorological Society
29: 303-312.

GORCZYNSKI, L.

- 1924 - "Sur un instrument thermo-électrique simple
pour enregistrer l'intensité du rayonnement
solaire".
Revue d'Optique 3: 473-475.
- 1926 - "Solarimeters and solarigraphs".
Monthly Weather Review 54 (9): 271-272.
- 1933 - "Actinomètres à lecture directe et enregistreurs
pour les mesures du rayonnement solaire".
Riviera Scientifique. Memoire IV.

HEWSON, E.N.

- 1943 - "The reflection, absorption and transmission
of solar radiation by fog and cloud".
Quarterly Journal of the Royal Meteorological
Society 69: 47-48.

KALITIN, N.N.

- 1930 - "Measurement of the albedo of a snow cover".
Monthly Weather Review 58: 59-61.
- 1931 - "A field albedometer".
Monthly Weather Review 59(3): 118-119.

8/Jan/79

KIMBALL, H.H. e H.E. Hobbs

1923 - "A new form of thermoelectric recording pyrhe-
liometer".

Monthly Weather Review 51 (5): 239-241.

KLEINSCHMIDT, E.

1939 - "Handbuch der Meteorologischen Instrumente".

Julius Springer, Berlin.

KRINOV, E.L.

1953 - "Spectral reflectance properties of natural
formations". Traduzido para o inglês por

G. Belkov sob o patrocínio do National Research
Council do Canadá.

LUCKIESH, M.

1919 - "Aerial photometry".

Astrophysical Journal 49: 108-115.

MacDONALD, T.H.

1951 - "Some characteristics of the Eppley pyrhe-
liometer".

Monthly Weather Review 79 (8): 153-159.

MILLER, E.R.

1920 - "Some characteristics of the Callendar pyrhe-
liometer".

Monthly Weather Review 48: 344-346.

MILLER, L.F.

1942 - "Comparative Runs Between the Eppley and a
pyrheliometer having a spherical absorber".

Bulletin of the American Meteorological Society
23 (8): 323-328.

MORIKOFER, W.

1939 - "Meteorologische Strahlungsmessmethoden".

Urban and Schwarzenberg, Berlin.

Enfante J.
NEIBURGER, M.

- 1948 - "The reflection of diffuse radiation by the sea surface".
Trans. Amer. Geophysical Union 29: 647-652.

RODSKJER, N.

- 1955 - "The uviometer, an actinometer constructed by T.E. Aurén".
Arkiv för Geofysik Band 2, n° 16.
- 1955 - "The Aurén solarimeter".
Arkiv för Geofysik Band 2, n° 17.

SCHANDERL, H. e N. Weger

- 1940 - "Stud. über d. Mikrokl. vor verschiedenfarb. manerflächen u.d. Einfl. auf wachstum u. ertrag v. Tomaten".
Biok. B. 7, 134-142. (Segundo citação de R. Geiger em "Climate near the ground" - 1957.

SUOMI, V.E. e P.M. Kuhn

- 1956 - "Airborne observations of albedo with a beam reflector". Trabalho mimeografado apresentado a 148ª Reunião Nacional da American Meteorological Society em 30 de outubro.

THE EPPLEY LABORATORY, INC.

- (1) - Boletim n° 2.
Newport, R.I., U.S.A. (sem data).

A P Ê N D I C E -

Suñerit

TABELA I

Medidas de transmissão para comprimentos de onda de 3.000 a 57.000 Å feitas com amostras de vidro do bulbo de pirômetros de Eppley. As medidas de 3.000 até 11.000 Å foram realizadas com o espectrofotometro de Perkin-Elmer. (Segundo MacDonald - 1951).

Comprimento de onda em Å	Transmissão em %
3.000	25,4
3.200	70,3
3.400	87,5
3.600	91,2
3.800	91,5
4.000 a 9.000	91,5
10.000	90,3
11.000	88,4
12.000	90,6
14.000	90,4
16.000	90,4
18.000	90,6
20.000	90,5
22.000	90,2
24.000	89,9
26.000	89,4
28.000	73,7
30.000	68,0
32.000	66,6
34.000	61,2
36.000	59,1
38.000	59,3
40.000	61,0
42.000	56,3
44.000	39,7
46.000	17,3
48.000	6,5
50.000	3,5
52.000	0,6
54.000	0,1
56.000	0,0
57.000	0,0

8/10/74

TABELA II

Características elétricas das Baterias Solares fabricadas
pela NATFAB

Tipo	Tamanho (cm)	Área ativa (cm ²)	Voltagem em circui- to aberto (v)	Corrente em curto circuito (ma)	Eficiência solar (%)
S-1A	3,15 (Diam. do Círculo)	7,8	0,52	170	4,6
P100	($\frac{1}{4}$ S-1A)	1,95	0,52	42	4,6
52 C	0,5 x 2 (Retângulo)	0,8	0,54	20,3	9,0
120 C	1 x 2 (Retângulo)	1,8	0,55	51	8,8
S 2	2,86 (Diam. do Círculo)	4,75	0,55	150	8,7

Mant. A.

TABELA III

Valores do albedo de diversas superfícies

Tipo da superfície	Valor do albedo	Fonte de referência
superfície artificial pintada com branco opaco.....	0,71	International Critical Tables - pg 262
fôlhas verdes.....	0,25	" " " " " "
prêto opaco veludo.....	0,01	" " " " " "
verde A ₁ - tinta para camuflagens.....	0,32	" " " " " "
tinta verde escura	0,12	" " " " " "
tinta verde clara	0,47	" " " " " "
superfície natural de grama, cor clara, Phleum pra- sense e Dactylis glomerata (26-6-1925).....	0,26	Ångström (1925)
a mesma superfície (13-8-1925).....	0,31	" "
superfície de rocha, coberta com líquen verde escuro	0,15	" "
albedo de neve caída recentemente e excepcional- mente branca.....	0,81	" "
nevoeiro com 200 m de espessura.....	0,75	Hewson (1943)
nevoeiro com 500 m de espessura.....	0,82	" "
Florestas.....	0,05-0,18	Geiger (1957) pg 129
campos verdes.....	0,15-0,30	" " " "
grama - várias condições.....	0,14-0,37	Compendium - Tab. VI - pg 27
superfície branca artificial.....	0,80-0,89	Krinov (1953)
superfície verde natural de grama, diversos tipos..	0,15-0,33	" "
	0,07-0,25	" "
	0,05-0,37	" "
	0,06-0,54	" "
	0,05-0,45	" "
	0,09-0,13	" "
solo nú.....		
superfície verde natural - pasto		
O'Neill - Nebraska - Julho 1956.....	0,15-0,16	Suomi e Kuhn (1956)
campos verdes.....	0,09-0,13	U.S.W.B. - 1956 (Citado por Suomi)
grama úmida.....	0,14-0,37	" " " " " "

Sinfant A

TABELA IV

Características do solo citado nos itens 6.4 e 7.4, fornecidas pela 13a. Cadeira - Agricultura Geral - desta Escola.

Localizado no ponto mais elevado de um espigão, em terras da Secção de Zootecnia-la., da E.S.A.L.Q., à margem esquerda do Rio Piracicaba à altitude de aproximadamente 585 m.

Terra rôxa misturada, revelando a composição granulométrica indicada no quadro abaixo.

Êste solo provém da decomposição local de diabásios e contém pequena contribuição de sedimentos arenosos eólicos.

Atualmente pastagem onde predomina o capim gordura.

O perfil apresentou a seguinte morfologia:

- 0 - 10 cm, A₁₁ (2,5 YR3/4), pH 6,1 sêco, estrutura granular fraca, argilo-arenoso, raízes finas abundantes, carvões esparsos, drenagem perfeita, gradualmente para
- 10 - 30 cm, A₁₂ (10R3/4), pH 6,1 mais úmido não estruturado, apresentando locas esparsas, argilo arenoso pouco plástico, gradualmente para
- 30 - 60 cm, B (10R3/4), pH 6,2, aparentemente o mais denso. Bastante argiloso, moldavel, plástico e pegajoso. Estrutura em blocos sub-angulares grandes. Gradualmente para
- 60 - 100 cm, C₁ (10R3/4) pH 6,4, horizonte de transição, menos plástico que o anterior, mais solto e não estruturado. Progressivamente para
- 100 - 250 cm, C₁ e C₂ (10R3/4) pH 6,5 friável, menor densidade, semelhante a pó de café.

Quadro da análise granulométrica do perfil do solo.

Profundidade (cm)	Horizonte	Areia	Limo	Argila
		2 - 0,02mm	0,02 - 0,002 mm	< 0,002 mm
0 - 10	A ₁₁	38,5	10,0	51,5
10 - 30	A ₁₂	46,0	10,0	44,0
30 - 60	B	33,0	6,0	61,0
60 - 100	B ₃ /C ₁	33,1	8,0	58,9
100 - 200	C ₁	38,1	9,0	52,9
200 - 250	C ₂	40,0	12,0	48,0

TABELA V

Dados meteorológicos coletados das observações do Pôsto Meteorológico Padrão da E.S.A.L.Q. no período de 15 a 30 de setembro de 1957.

Dias	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
15	27,5	15,0	12,5	22,6	65	8,3	N	N	S	4,7	-	3,1	5,0	-
16	22,1	16,8	5,3	19,6	85	10,0	NE	N	N	3,0	3,4	4,9	0,4	0,20
17	29,4	15,1	14,3	23,1	72	0,7	E	E	NE	2,0	3,5	0,9	10,1	0,30
18	30,4	14,4	16,0	22,3	69	3,7	C	C	NE	0,3	-	4,1	8,2	-
19	24,2	15,7	8,5	20,4	76	7,7	E	SE	E	1,3	-	4,0	2,4	-
20	27,7	14,5	13,2	21,3	68	1,3	E	SE	E	2,3	-	3,0	9,5	-
21	28,6	16,4	12,2	20,9	80	9,7	N	SE	SE	1,3	2,4	3,5	5,6	1,50
22	19,0	15,0	4,0	17,5	94	10,0	E	SE	C	1,3	4,1	2,5	0,0	0,36
23	24,8	16,2	8,6	20,6	84	10,0	SE	W	SW	3,3	13,8	0,5	1,3	6,10
24	21,0	14,2	6,8	17,1	77	4,7	SE	E	E	1,7	7,3	2,8	1,1	2,50
25	25,8	10,4	15,4	19,5	68	1,0	E	SE	E	2,0	-	2,3	10,2	-
26	28,0	11,8	16,2	21,9	66	0,3	C	SE	N	1,0	-	3,6	9,7	-
27	28,3	12,1	16,2	22,8	58	0,3	C	W	NE	1,3	-	4,0	10,3	-
28	25,8	13,9	11,9	21,0	71	9,7	C	SW	N	1,0	-	5,2	1,0	-
29	26,0	11,9	14,1	19,8	66	0,7	E	E	E	2,7	-	3,9	10,3	-
30	26,4	11,3	15,1	18,9	77	4,7	W	SE	E	2,0	-	4,1	6,1	-

Observações:- A = Temperatura máxima em graus centígrados; B = Temperatura mínima em graus centígrados; C = Amplitude de temperatura; D = Temperatura média do ar em graus centígrados (à sombra); E = Umidade relativa em porcentagem; F = Nebulosidade média; G = Direção do vento às 7 horas; H = Direção do vento às 14 horas; I = Direção do vento às 21 horas; J = Velocidade média do vento em m/s; K = Chuva em mm; L = Evaporação em mm; M = Insolação em horas; N = Duração da chuva em horas e minutos.

TABELA VI

Dados meteorológicos coletados das observações do Pôsto Meteoro-Agrário Padrão da E.S.A.L.Q. no período de 1 a 15 de outubro de 1957.

Dias	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	28,2	10,7	17,5	21,6	55	0,7	E	N	NE	2,7	-	3,6	10,1	-
2	27,0	12,9	14,1	20,3	60	0,7	E	SE	SE	2,7	-	5,8	9,9	-
3	27,5	11,8	15,7	20,4	59	1,0	E	S	SE	3,0	-	6,2	9,7	-
4	26,8	11,3	15,5	20,0	60	1,0	E	W	SE	2,3	-	5,5	10,7	-
5	28,2	10,7	17,5	21,6	55	1,0	C	W	E	1,7	-	4,6	11,3	-
6	30,5	11,1	19,4	23,7	50	0,7	NE	W	E	1,0	-	5,4	10,9	-
7	32,5	12,8	19,7	24,9	44	0,0	E	W	E	2,0	-	6,2	11,3	-
8	33,2	12,3	20,9	25,6	48	0,3	NE	NW	E	2,3	-	7,6	11,1	-
9	32,0	14,1	17,9	25,8	51	4,7	NE	NW	E	1,7	-	8,2	10,5	-
10	32,8	19,0	13,8	27,2	53	2,3	E	W	E	2,0	-	7,1	8,3	-
11	30,0	18,4	11,6	23,1	64	7,7	E	SE	S	3,0	-	8,7	8,2	-
12	23,7	16,9	6,8	20,3	85	8,0	S	S	C	1,3	0,5	5,0	0,0	0,10
13	31,5	16,4	15,1	24,1	66	4,0	NE	SW	SE	3,0	-	1,9	10,7	-
14	30,4	16,2	14,2	24,2	61	2,3	NE	SW	NE	2,3	-	5,6	9,1	-
15	33,4	15,2	18,2	26,1	51	0,7	NE	SW	E	2,3	-	4,8	10,8	-

Observações: - A = Temperatura máxima em graus centígrados; B = Temperatura mínima em graus centígrados; C = Amplitude de temperatura; D = Temperatura média do ar em graus centígrados (à sombra); E = Umidade relativa em porcentagem; F = Nebulosidade média; G = Direção do vento às 7 horas; H = Direção do vento às 14 horas; I = Direção do vento às 21 horas; J = Velocidade média do vento em m/s; K = Chuva em mm; L = Evaporação em mm; M = Insolação em horas; N = Duração da chuva em horas e minutos.

Infante

TABELA VII

Registros do Actinógrafo instalado no Pôsto Meteorológico
Padrão da E.S.A.L.Q., no período de 25/9 a 12/10/57.

Horas	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Dias												
25				0,92	1,18	1,21	1,22	1,24	1,03	0,80	0,45	0,15
26	0,15	0,28	0,78	0,95	1,10	1,14	1,15	1,05	0,80	0,58	0,33	0,10
27	0,13	0,40	0,70	1,05	1,05	1,10	1,10	1,03	0,82	0,58	0,35	0,10
28	0,15	0,22	0,45	0,40	0,60	0,55	0,53	0,75	0,50	0,28	0,17	0,08
29	0,23	0,55	0,88	1,03	1,15	1,15	1,15	1,02	0,80	0,53	0,25	0,07
30	0,13	0,20	0,37	1,05	1,25	1,23	0,55	0,62	0,65	0,70	0,35	0,13
1										0,74	0,58	0,25
2	0,25	0,58	0,88	1,06	1,25	1,22	1,30	0,33	0,50	0,50	0,25	0,10
3		0,50	0,82	1,03	1,17	1,20	1,27	0,55	1,03	0,70	0,45	0,15
4	0,22	0,55	0,85	1,05	1,18	1,28	1,25	1,14		0,65	0,38	0,10
5	0,20	0,55	0,83	1,03	1,13	1,18	1,18	1,07	0,90	0,64	0,35	0,12
6	0,20	0,54	0,84	1,03	1,16	1,17	1,15	1,05	0,88	0,70	0,33	0,10
7	0,20	0,53	0,84	1,03	1,11	1,16	1,15	1,08	0,86	0,65	0,35	0,13
8	0,15	0,43	0,75	0,95	1,08	1,10	1,12	0,72	0,88	0,65	0,40	0,15
9	0,17	0,43	0,72	0,90	1,03	1,10	1,06	1,00	0,75	0,55	0,38	0,10
10												
11	0,20	0,50	0,80	1,00	1,10	1,15	1,20	0,60	0,28	0,25	0,25	0,08
12	0,09	0,12	0,20	0,35	0,35	0,23	0,25	0,44	0,18	0,27	0,25	0,09

Observações:- Os dados da tabela acima são expressos em
ly. min.⁻¹