

1. Publicação nº <i>INPE-4195-PRE/1079</i>	2. Versão	3. Data <i>Junho/87</i>	5. Distribuição <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DME</i>	Programa <i>MICRA</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>COMPONENTES DE RADIAÇÃO ALBEDO FLORESTA AMAZÔNICA</i>			
7. C.D.U.: <i>551.521.14( 811.3)</i>			
8. Título <i>INPE- 4195--PRE/1079 COMPONENTES DO BALANÇO DE RADIAÇÃO ACIMA DA COPA DA FLORESTA AMAZÔNICA (TERCEIRA CAMPANHA DE COLETA DE DADOS)</i>		10. Páginas: <i>49</i>	
		11. Última página: <i>43</i>	
		12. Revisada por <i>Keiko Tanaka</i> <i>Keiko Tanaka</i>	
9. Autoria <i>Yelisetty Viswanadham Romísio Geraldo Bouhid André* Leonardo Deane de Abreu Sá Antônio Ocimar Manzi Vicente de Paula Silva Filho</i>		13. Autorizada por <i>Marco Antonio Raupp</i> <i>Marco Antonio Raupp</i> Diretor Geral	
Assinatura responsável <i>Y. Viswanadham</i>			
14. Resumo/Notas <p><i>São investigadas as variações diurnas das componentes do balanço de radiação: radiação solar incidente <math>K\downarrow</math>, radiação refletida <math>K\uparrow</math>, saldo de radiação <math>Q^*</math> e saldo de radiação de onda longa <math>L^*</math>, de julho a Agosto de 1984, acima da Floresta Amazônica. Este estudo se baseia em um conjunto muito amplo de dados de radiação coletados na Reserva Florestal "Ducke" (<math>2^{\circ}57'S</math>; <math>59^{\circ}57'W</math>), situada na região central da Bacia Amazônica. A variação de <math>Q^*</math> é similar à de <math>K\downarrow</math>. Durante o período diurno as diferenças entre <math>K\downarrow</math> e <math>Q^*</math> são significativas devido à presença de nuvens convectivas e mostram padrões sistemáticos. Os valores máximos de <math>K\downarrow</math> e <math>Q^*</math> foram de 1301 e 713 <math>W m^{-2}</math>, respectivamente. O comportamento de <math>Q^*</math> foi explicado a partir do montante de radiação solar incidente <math>K\downarrow</math> e do saldo de radiação de onda longa <math>L^*</math>. Evidencia-se uma forte dependência do albedo em relação ao ângulo solar zenital. Esta dependência é menor durante dias com nebulosidade. O albedo medido acima da cobertura vegetal variou de um valor máximo de 0,33 (à tarde) a um valor mínimo de 0,12 (no meio do dia).</i></p>			
15. Observações <p><i>* UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.</i></p>			

### ABSTRACT

Daytime variation of radiation balance components of solar radiation  $K_{\downarrow}$ , reflected radiation  $K_{\uparrow}$  net radiation  $Q^*$  and net longwave radiation  $L^*$ , from July to August 1984, over the tropical evergreen Amazon forest was investigated. This study is based on a most comprehensive set of radiation data in the Ducke Reserve Forest ( $2^{\circ}57'S$ ;  $59^{\circ}57'W$ ) of the Amazon Basin, Amazonas, Brazil. The variation of  $Q^*$  is similar to that of  $K_{\downarrow}$ . During daytime hours the differences in  $K_{\downarrow}$  and  $Q^*$  are significant due to the presence of convective clouds, and exhibit a systematic pattern. The maximum values of  $K_{\downarrow}$  and  $Q^*$  were  $1301$  and  $713 \text{ W m}^{-2}$ , respectively. The behaviour of  $Q^*$  was explained from the radiant input  $K_{\downarrow}$  and net longwave radiation  $L^*$ . A strong dependence of the albedo on the zenith angle is evident. This dependence is subdued during cloudy days. The daily albedo of solar radiation determined over the forest canopy varied from a maximum value of  $0.33$  (in the afternoon) to a minimum value of  $0.12$  (in the middle of a day).



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos Drs. James Shuttleworth, Christopher J. Moore, John H.C. Gash e John Roberts e do Sr. Colin R. Lloyd, do Institute of Hydrology de Wallingford, Reino Unido, que formaram a equipe britânica correalizadora do Experimento Micrometeorológico na Amazônia. São gratos igualmente aos Drs. Luiz Carlos Baldicero Molion e Carlos Afonso Nobre, do Instituto de Pesquisas Espaciais, aos Srs. Ari de Oliveira Marques Filho, Gilberto Fernando Fisch, Mauro Januário e Sra. Maria de Nazaré Goes Ribeiro, do Instituto de Pesquisas da Amazônia; ao Sr. Oswaldo M.R. Cabral, da Empresa Brasileira de Pesquisas Agrícolas; ao Sr. José Carvalho de Moraes, da Universidade Federal do Pará; ao Sr. Sukaran R. Patel, da Universidade Federal da Paraíba; ao Sr. Leandro Ferreira de Aguiar, da Fundação Universidade do Amazonas, os quais integraram a equipe brasileira participante do mencionado Experimento.

Os autores expressam seus agradecimentos às autoridades do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), por possibilitarem a realização deste trabalho. Agradecem, também, às Sras. Keiko Tanaka e Elisabete C. Moraes a revisão do manuscrito; aos membros da seção de Desenho do INPE a preparação das figuras; e à Sra. Maria de Fátima Santana Massunaga a datilografia. Este trabalho foi parcialmente patrocinado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), sob contrato 3.2.83.0127.00.



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. LOCAL DO EXPERIMENTO E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS .....	2
3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	4
4. ELEMENTOS TEÓRICOS .....	5
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
6. CONCLUSÕES .....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13



## 1. INTRODUÇÃO

O fluxo de radiação que penetra dentro de uma cobertura vegetal é primariamente função da geometria do sistema sol-terra, da estrutura da copa, das propriedades óticas dos fitoelementos e da razão entre radiação difusa e direta. (Colwell, 1974; Ross, 1976, 1981). Já foram feitos muitos estudos sobre a incidência da radiação solar sobre monoculturas agrícolas homogêneas (Ross, 1981; André e Viswanadham, 1983) para uma revisão do assunto. Todavia, são raras as investigações realizadas sobre a incidência de radiação sobre florestas. A maior parte das pesquisas que têm sido desenvolvidas referem-se a reservas com árvores caníferas (Reifsnyder et al., 1971; Gay et al., 1971; Tajchman, 1972; Norman e Jarvis, 1974, 1975; Jarvis et al., 1976; Sinclair e Knoerr, 1982). Dentre os que têm abordado medições da radiação solar acima e dentro de florestas decíduas ou permanentemente verdes, citam-se Anderson (1964), Miller (1969), Horn (1971), Hutchison e Matt (1976, 1977), Raunser (1976), Moore (1976), Thompson e Hinckley (1977), Floyd et al. (1978), Pinker et al. (1980), Baldocchi et al. (1984), Shuttleworth et al. (1984), McCaughey (1980, 1981, 1985), Hanschildt (1984) e Manzi et al. (1986).

Estudos adicionais sobre radiação solar acima e dentro de florestas são justificáveis por várias razões. Primeira: as florestas têm características muito mais complexas do que as monoculturas agrícolas investigadas com maior frequência. Segundo: a maior parte das pesquisas estão ou foram limitadas em seus propósitos, ou foram realizadas com técnicas não-adequadas ou sensores impróprios. Em vista destas limitações, foram iniciados em 1983 estudos da radiação incidente sobre a Floresta Amazônica. O objetivo deste trabalho é apresentar várias componentes da radiação e seu balanço para a Floresta Amazônica, os quais desempenham um papel importante no clima da Terra. Serão apresentados aqui alguns resultados obtidos na terceira campanha de coleta de dados do Experimento Micrometeorológico na Região Amazônica, a qual se realizou em julho e agosto de 1984.



## 2. LOCAL DO EXPERIMENTO E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

O sítio experimental, no qual se realizou o Experimento Micrometeorológico na Região Amazônica é considerado representativo da floresta tropical chuvosa existente na Bacia Amazônica, sítio este que se situa na Reserva Florestal "Ducke" (RFD), a 26km da cidade de Manaus, Amazonas, Brasil ( $2^{\circ}57'S$ ;  $59^{\circ}57'W$ ). Esta reserva, pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), fica, em média, a uma altura de 84m acima do nível do mar. Nela foi instalada uma torre de 45m de altura montada conjuntamente por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA); do Instituto Hidrológico de Wallinfgord, Reino Unido (IH); do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE); das Universidades Federais do Pará (UFPA) e da Paraíba (UFPB); e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

A caracterização do clima da Bacia Amazônica é uma tarefa difícil. Sua área é estimada em  $6,3Mm^2$ , dos quais  $4,8Mm^2$  estão em território brasileiro e o restante encontra-se nos territórios da Bolívia, Colômbia, Peru e Equador. A Bacia Amazônica é limitada a oeste pela Cordilheira dos Andes, com elevações superiores a 6.000m; ao norte, pelos contrafortes das Guianas (com elevações de até 3.000m), que a separam da Bacia do Orenoco; ao sul, pelo Planalto do Centro-Oeste, o qual chega a atingir 1.200m de altura e separa a Bacia Amazônica da Bacia do Rio Paraná; a leste, pelo rio Amazonas, que desemboca no Oceano Atlântico (Lettau et al., 1979).

A topografia da Bacia Amazônica é levemente ondulada, possuindo vales que podem atingir algumas dezenas de metros de profundidade. Cerca de 75% da Bacia está cobertas por florestas naturais. O contorno da cobertura vegetal é modulado pelo crescimento diferencial da vegetação. A torre está localizada perto do topo de uma elevação mais pronunciada que a média. As medições de perfis e covariâncias de grandezas micrometeorologicamente relevantes foram realizadas sob a suposição de que os fluxos são unidimensionais e requerem condições adequadas de pista. Com relação a estas, admite-se que a torre as satisfazna

maioria das direções, pois a floresta se estende por mais de dez quilômetros a partir da torre em quase todos os sentidos. Uma regra comumente usada entre os micrometeorologistas é a de considerar 1/200 como o valor máximo ideal para a razão entre altura e pista. Isto seria necessário se um nível de ajustamento da tensão de cisalhamento de 90% fosse aceitável (Bradley, 1968).

Na vasta extensão da Bacia Amazônica a distribuição de estações meteorológicas é insuficiente, o que torna difícil a compreensão das condições de tempo necessárias para uma interpretação adequada das condições climáticas. Os trabalhos de Nimer (1972) e Ratisbona (1976) apresentam descrições dos vários aspectos de elementos do clima do Brasil e áreas circunvizinhas. Os valores médios anuais da temperatura do ar, precipitação e evapotranspiração da Bacia Amazônica são de 26,7°C, 2478mm e 1554mm, respectivamente (Vila Nova et al., 1976). Em Manaus, capital do Estado do Amazonas (3°08'S; 60°01'W), os valores médios correspondentes a setenta anos de dados (1910-1979) de temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa e velocidade do vento à superfície foram de 31,4°C; 23,3°C, 82% e 2,4 ms<sup>-1</sup>, respectivamente. O valor médio anual da variável "horas de brilho solar" foi de 2017 horas (Ribeiro e Adis, 1984).

Há dois tipos de regiões na Bacia Amazônica: regiões de inundação e regiões de terra firme. Ribeiro e Adis (1984) salientam que a precipitação anual é menor em regiões de inundação (1150-2550mm). A RFD está situada na floresta de terra firme.

Um cálculo efetuado com dados de dezesseis anos indicou um valor de 2362mm para a precipitação média anual na RFD (Marques Filho et al., 1981). Segundo Ribeiro e Adis (1984), a média climatológica da precipitação para esta região apresentou uma acentuada dependência sazonal, com estação seca de junho a novembro (médias mensais entre 24 e 162mm) e estação chuvosa de dezembro a maio (médias mensais entre 211 e 300mm).

Takeuchi (1961) mostrou que mais de 40% das árvores da Amazônia Central pertencem às famílias Leguminosa (*Aldina heterophylla* Sp. ex Benth.) e Sapotaceae (*Glycoxylon inophyllum* (Mart. ex Miq.)). A cobertura florestal na RFD possui também outras espécies variadas e típicas de floresta natural não modificada. Ela permanece verde durante o ano inteiro. As alturas das árvores variam de 20 a 42m, com uma altura média de 30m e desvio padrão de 4m (Barbosa, 1983, comunicação pessoal). A densidade de plantas chega ao nível de 11220 árvores por hectare. Pode haver 10470 árvores por hectare com perímetro à altura do peito menor que 300mm e 750 árvores por hectare com perímetro à altura do peito maior que 300mm (Jordan and Heuvelink, 1981).

Aproximadamente 85% das amostras de solo examinadas na RFD são de laterita amarela que apresenta densidade variada. Os 15% restantes são de solos hidromórficos. As propriedades físicas destes solos são boas, ao passo que as propriedades químicas são bastante desfavoráveis, no que diz respeito ao potencial agrícola delas (IPEAN, 1969). O fósforo é um dos elementos que controlam o complexo ciclo de nutrientes da floresta tropical de terra firme na Amazônia Central (Brinkmann and Santos, 1977). A média da temperatura máxima da superfície do solo medida na RFD durante o período de setembro a novembro foi de aproximadamente 46°C, ao passo que durante o período restante do ano foi de 43°C. A média anual da temperatura da superfície do solo foi de cerca de 28°C (Decico et al., 1977).

### 3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para medir o saldo de radiação dispôs-se de dois saldo-radiômetros do tipo Funk, com sensibilidade de 0,85mV/mW cm<sup>-2</sup>. Eles foram nivelados com precisão na extremidade de hastes de 3,5m de comprimento, orientadas aproximadamente para 30° oeste e 30° leste a partir da direção norte, a fim de que a sombra não interferisse nas medições. Para medir a radiação solar incidente e a radiação solar refletida foram usados solarímetros do tipo Kipp, com sensibilidade de 0,75 mV/mW cm<sup>-2</sup>. Para estes instrumentos o efeito do vento é inferior a 1% para velocidades de vento até 22m/s.

Foi usado um radiômetro unidirecional para medidas da radiação incidente em todos os comprimentos de onda. (Neste instrumento, a cúpula inferior de plástico do saldo-radiômetro Funk foi substituída por um hemisfério de metal opticamente negro, cuja temperatura foi medida com um termistor calibrado. A radiação infravermelha proveniente da cobertura vegetal é então estimada a partir da temperatura do hemisfério de metal. Todos os instrumentos mencionados foram colocados a 45m de altura, fixados ao nível do topo da torre de alumínio.

#### 4. ELEMENTOS TEÓRICOS

Neste trabalho são utilizadas as seguintes grandezas físicas:

$K_{\downarrow}$  - radiação de onda curta global ( $W m^{-2}$ );

$K_{\uparrow}$  - radiação solar global refletida pela superfície ( $W m^{-2}$ );

$K^*$  - saldo de radiação de ondas curtas na superfície ( $W m^{-2}$ );

$Q^*$  - saldo de radiação (para todos os comprimentos de onda) ( $W m^{-2}$ );

$L_{\downarrow}$  - radiação de onda longa, proveniente da atmosfera ( $W m^{-2}$ );

$L_{\uparrow}$  - radiação de onda longa emitida pela superfície ( $W m^{-2}$ );

$L^*$  - saldo de radiação de onda longa ( $W m^{-2}$ );

$\alpha$  - albedo (adimensional) =  $K_{\uparrow}/K_{\downarrow}$ ;

$\varepsilon$  - emissividade da superfície (adimensional);

$\sigma$  - constante de Stefan-Boltzmann,  $5,67 \times 10^{-8}$  ( $W m^{-2} K^{-4}$ );

$T_s$  - temperatura da superfície (K).

O balanço de radiação na superfície é expresso pela equação:

$$Q^* = (K_{\downarrow} - K_{\uparrow}) + (L_{\downarrow} - L_{\uparrow}). \quad (1)$$

A Equação 1 pode ser reescrita de maneira a mostrar a influência da superfície nas trocas radiativas.

$$Q^* = K_{\downarrow}(1 - \alpha) + L_{\downarrow} - [\epsilon \sigma T_s^4 + (1 - \epsilon) L_{\uparrow}]. \quad (2)$$

O primeiro termo do segundo membro da Equação 2 é o saldo de onda curta; o segundo termo é a emissão da superfície e o terceiro representa a emissão da atmosfera.

Durante o dia o saldo de radiação de onda curta  $K_{\downarrow}(1 - \alpha)$  é o termo dominante para  $Q^*$ , e o albedo governa o recebimento de radiação solar. À noite os demais termos, referentes ao saldo de onda longa, passam a governar os processos de perdas as quais são controladas pela temperatura e emissividade da superfície considerada (McCaughey, 1985).

As Equações 1 e 2 podem ser escritas de uma maneira resumida em Manzi et al. (1986):

$$Q^* = K^* + L^*, \quad (3)$$

onde:

$$K^* = K_{\downarrow} - K_{\uparrow},$$

$$L^* = L_{\downarrow} - L_{\uparrow}. \quad (4)$$

Neste trabalho, os valores de  $Q^*$ ,  $K_{\downarrow}$  e  $K_{\uparrow}$  foram medidos diretamente e  $L^*$  foi obtido de forma residual, conforme a Equação 1.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1a a 1i são apresentadas as componentes do balanço de radiação acompanhadas do valor da umidade relativa nos horários de observações, obtidos para alguns dias secos específicos. A finalidade da apresentação destas tabelas foi oferecer uma visão quantitativa dos termos componentes do balanço de radiação.

Nas Figuras 1a a 1i são mostradas as variações diurnas das principais componentes do balanço de radiação em dias em que não houve precipitação. Assim foram traçadas curvas referentes às seguintes variáveis: saldo de radiação  $Q^*$ , radiação de onda curta incidente  $K_{\downarrow}$ , radiação de onda curta refletida pela superfície  $K_{\uparrow}$  e saldo de radiação de onda longa  $L^*$ . De uma maneira geral o comportamento dos termos é similar para a maioria dos dias considerados. Assim,  $K_{\downarrow}$  e  $Q^*$  experimentam um crescimento acentuado a partir das 6:00h, atingem um máximo por volta das 12:00h e decrescem rapidamente depois das 14:00h. O valor máximo para  $K_{\downarrow}$  foi de  $974 \text{ W m}^{-2}$  (veja Tabela 1e) e o de  $Q^*$  atingiu  $699 \text{ W m}^{-2}$  (Tabela 1g).

De uma maneira geral as flutuações nos valores de  $K_{\downarrow}$  e  $Q^*$  estão em fase e começam a se manifestar assim que as primeiras formações de núvens cumulus ocorrem na atmosfera (Figuras 1a - 1i). No início da manhã, todavia, dificilmente encontram-se muitas núvens, o que só vem a acontecer após as 11:00h. É nesta ocasião que as flutuações nos termos do balanço se manifestam com maior frequência. Em alguns casos chegam a ser observados três pontos de máximo relativos aos valores de  $K_{\downarrow}$  e  $Q^*$ , o que exprime a forte instabilidade existente na atmosfera nestes horários. Após as 15:00h, de um modo geral, não são mais constatadas flutuações significativas nos valores dos parâmetros acima. Com relação à radiação de onda curta refletida  $K_{\uparrow}$ , o que se observa é um pequeno crescimento no período matinal. Ela atinge, em média, um valor máximo da ordem de  $100 \text{ W/m}^2$  por volta do meio-dia. Suas flutuações, embora estejam em fase com as dos maiores componentes do balanço de radiação, têm amplitudes menores do que as de  $K_{\downarrow}$  e  $Q^*$ . As flutuações obser

vadas antes das 10:00h, como as da Figura 1b, podem ser atribuídas à presença de persistente névoa a qual, ao se dissipar, cria pequenos *fractus* e torna a atmosfera instável.

Quanto ao saldo de radiação de onda longa, este apresenta um comportamento decrescente durante o período da manhã, podendo atingir valores mínimos inferiores a  $-200\text{W/m}^2$ . Suas flutuações são mais frequentes que as dos demais termos e possuem amplitudes acentuadas em comparação com os valores médios de  $L^*$ . Isto pode ser atribuído à sua própria composição a qual contém: um termo devido à emissão de radiação pela superfície o qual, portanto, está associado à temperatura da superfície; e um termo devido à emissão de onda longa da atmosfera associado à temperatura e à quantidade de vapor d'água do ar, entre outros fatores. São dois termos relativamente grandes, cuja subtração fornece  $L^*$ , em termo menor, o que introduz maior incerteza em seu resultado.

Feitas estas considerações a respeito do comportamento dos termos do balanço de radiação sobre a copa de uma floresta tropical chuvosa, passar-se-á a compará-las com as de outros autores que estudaram situações diversas. Assim, Shuttleworth et al. (1984) apresentaram valores médios (seis dias seguidos de dados referentes ao mês de setembro de 1983) dos termos do balanço de radiação para a Floresta Amazônica. Eles mostram que os valores médios de  $K+$  e de  $Q^*$  estão em fase, apresentando um ponto de máximo anterior ao meio-dia de maneira diferente do que é exposto na Figura 1. Nesta, os pontos de máximo para  $K+$  e  $Q^*$  ocorrem comumente em torno do meio-dia. Tal diferença pode ser atribuída ao fato de a estação seca de 1983 ter sido mais úmida do que a de 1984, em virtude da ocorrência do "El Niño" no Pacífico Sul. Em dias úmidos a grande convecção costuma manifestar-se mais cedo (do que a que se verifica em dias mais secos), dada a presença de grande quantidade de vapor d'água na atmosfera, que contribui para a constituição dos cumulus.

Outros autores estudaram o balanço de radiação em florestas de latitudes médias, em clareiras e em campos cultivados. McCaughey (1985) comparou os termos do balanço de radiação de uma floresta mista situada em Ontário (45°58'N, 77°25'W), Canadá com as de uma clareira, encontrando diferenças significativas entre eles para dias secos. Assim, o saldo de radiação sobre a floresta foi de 11 a 21% maior do que aquele sobre a clareira. As configurações mostradas pelo autor apontam pouca ou nenhuma flutuação nos termos radiativos no decorrer do dia. André e Viswanadham (1983) mostraram as variações dos termos do balanço de radiação em vários estágios do desenvolvimento de uma cultura de soja. Eles concluíram que a radiação solar, incidente apresentou variações de 21,6 a 29,6 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e que as variações diurnas dos componentes do balanço não são simétricas em relação ao meio dia, apesar da observadas em K<sub>t</sub>. Estes resultados evidenciam as diferenças existentes entre balanços de radiação obtidos sob condições diversas.

Nas Figuras 2a a 2i são apresentadas curvas que indicam a variação diurna do albedo para dias secos. De uma maneira geral o comportamento mostrado é aquele que comumente tem sido constatado em outros trabalhos, ou seja, valores mais elevados do albedo nos períodos de transição (tanto do dia para a noite, quanto da noite para o dia), em comparação com valores dos períodos propriamente diurnos. Uma característica marcante da variação diurna do albedo é a de praticamente não apresentar flutuações acentuadas, e que mostra quase uma constância neste período com valores próximos a 0,12. Os valores máximos chegam a alcançar 0,33. Estes resultados corroboram com os apontados por Shuttleworth et al. (1984), que analisaram preliminarmente médias horárias do albedo para a Floresta Amazônica, com dados referentes a setembro de 1983.

Nas Figuras 2a a 2i, os valores do albedo da Floresta Amazônica são máximos para altos ângulos solares zenitais (isto é, nos horários próximos do amanhecer e do anoitecer) e geralmente mínimos próximo ao meio do dia. As características da variação do albedo no decorrer do dia são determinadas predominantemente pelas grandes modificações sofridas por K<sub>t</sub>. Os baixos valores de albedo ao meio-dia são de



vidos à grande quantidade de energia recebida quando o sol está a pino. Tem sido sugerido (Miller, 1969) também que o menor albedo para pequenos ângulos zenitais (próximo ao meio-dia local) é provocado pela captura da radiação abaixo da cobertura vegetal (superfície solo). O efeito seria reduzido para altos ângulos zenitais, pois a radiação solar direta não penetraria com tal intensidade radiante. Os altos valores do albedo para períodos com altos ângulos zenitais poderiam ser atribuídos à pouca radiação capturada nestas ocasiões, presumivelmente porque os planetas, quando vistos pelo sol, se tornam mais parecidos com superfícies planas (Ramanadham and Viswanadham, 1966; André and Viswanadham, 1983).

Assim, as variações diárias no albedo da floresta podem ser causadas por: (i) dependência da radiação de onda curta refletida em relação ao ângulo zenital; (ii) modificação da estrutura da cobertura vegetal (principalmente sob a ação do vento). Há duas hipóteses não-exclusivas para o efeito do ângulo zenital. A primeira é a de que superfícies naturais (neste caso, principalmente as superfícies das folhas) refletem specularmente sob altos ângulos zenitais. A segunda é a de que as refletividades são diferentes para radiação direta e difusa. Segundo esta hipótese, a razão entre a radiação solar difusa e a direta varia durante o dia devido a mudanças no caminho óptico (Ramanadham and Viswanadham, 1966; Pinker et al., 1980; André e Viswanadham, 1983).

## 6. CONCLUSÕES

O comportamento dos termos do balanço de radiação, em termos absolutos, é similar, com crescimento na parte da manhã, atingindo um máximo próximo ao meio-dia e decrescendo no período da tarde. É comum o aparecimento de flutuações em todos os termos do balanço, devido principalmente ao crescimento da nebulosidade, o que ocorre com frequência após às 11:00hs.

No que se refere ao albedo, observa-se que este apresenta valores mais elevados nos períodos de transição entre dia e noite. Não apresenta praticamente flutuações e o seu valor mínimo ocorre nas horas de maior incidência da radiação solar.

Em trabalhos sobre Agricultura e Engenharia Florestal, o estudo do albedo como função da altura da vegetação é muito importante. Com relação a isto, o Experimento Micrometeorológico na Amazônia não forneceu nenhum dado que associasse albedo com a altura da vegetação a fim de investigar a mencionada função. No futuro seria interessante planejar alguns experimentos para medir o albedo em associação com a variação da altura da vegetação natural.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, H.C.; 1964. Studies of the woodland light climate. II. Seasonal variation in the seasonal light climate. *J. Ecol.* 52:643-663.
- ANDRÉ, R.G.B. and VISWANADHAM, Y., 1983. Radiation balance of soybeans grown in Brazil. *Agric. Meteorol.*, 30:157-173.
- BALDOCCHI, D.D.; MATT, D.R.; HUTCHISON, B.A.; McMILLAN, R.T., 1984. Solar radiation within an oak-hickory forest: An evaluation of the extinction coefficients for several radiation components during fully-leafed and leafless periods. *Agric. Forest. Met.*, 32:307-322.
- BRADLEY, E.F., 1968. A micrometeorological study of velocity profiles and surface drag in the region modified by a change in surface roughness. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 94:361-379.
- BRINKMANN, W.L.F.; SANTOS, A., 1971. Natural waters in Amazônia. V. Soluble magnesium properties. *Turrialba*, 21(4):459-465.
- COLWELL, J.E., 1974. Vegetation canopy reflectance. *Remote Sensing Environ.*, 3:175-183.
- DECICO, A.; SANTOS, H.M.; RIBEIRO, M.N.G.; SALATI, E.; 1977. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazônica*, 7(4):485-494.
- FLOYD, B.W.; BURLEY, J.W.; NOBLE, R.D., 1978. Foliar developmental effects in forest floor light quality. *For. Sci.*, 24:445-451.
- GAY, L.W.K.; KNOERR, R.; BRAATAN, M.O., 1971. Solar radiation variability in the floor of a pine plantation. *Agric. Meteorol.*, 3:39-50.
- HAUSCHILDT, P., 1984. Radiation balance studies in a Nature Mined Forest and at a Field Site at the Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontário, M.Sc. Thesis, Dept<sup>o</sup> of Geography, Queen's Univ., Kingston, Ontário. 108 pp.
- HORN, H.S., 1971. The adaptive geometry of trees. Princeton University Press, Princeton, NJ, 144 pp.

- HUTCHISON, B.A.; MATT, D.R., 1976. Beam enrichment of diffuse radiation in a Deciduous Forest. *Agric. Meteorol.*, 17:93-110.
- HUTCHISON, B.A.; MATT, D.R., 1977. The distribution of solar radiation within a deciduous forest. *Ecolog. Monogr.*, 47:185-207.
- INSTITUTO DE PESQUISAS E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA DO NORTE (IPEAN), 1969. Os solos da área Manaus-Itacoatiara. Série Estudos e Ensaios, Belém, 1:1-177.
- JARVIS, P.G.; JAMES, G.B.; LANDSBERG, J.J., 1976. Coniferous Forests. In: *Vegetation and the Atmosphere. Vol. 2, Case Studies* J.L. Monteith Ed., Academic Press, London, 171-240.
- JORDAN, C.F.; HEUVELDOP, J., 1981. The water budget of an Amazonian rain forest. *Acta Amazonica*, 11(1):87-92.
- LETTAU, H.; LETTAU, K.; MOLION, L.C.B., 1979. Amazonia's hydrologic cycle and the role of atmospheric recycling in assessing deforestation effects. *Month. Wea. Rev.*, 107:227-238.
- MANZI, A.O.; VISWANADHAM, Y.; SÃ, L.D.A.; ANDRÉ, R.G.B., 1986. Um estudo sobre o balanço de radiação da Floresta Amazônica. Workshop on GTE/ABLE-2A, INPE, São José dos Campos.
- MARQUES FILHO, A.O.; RIBEIRO, M.N.G.; SANTOS, H.M.; SANTOS, J.M., 1981. Estudos climatológicos da Reserva Floresta I Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 11(4):759-768.
- McCAUGHEY, J.H., 1980. Net radiation at Forest Montmorency, P.Q. *Climatol. Bull.*, McGill Univ., 28:1-10.
- McCAUGHEY, J.H., 1981. Impact of clearcutting of Coniferous Forest on the surface radiation balance. *J. Appl. Ecol.*, 18:815-826.
- McCAUGHEY, J.H., 1985. A radiation and energy balance study of Mature Forest and clear-cut sites. *Bound.-Layer Met.*, 32:1-24.
- MILLER, P.C., 1969. Solar radiation profiles in opening in canopies of Aspean and Oak. *Science*, 164:308-309.
- MOORE, C.J., 1976. A comparative study of radiation balance above forest and grassland. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 102:889-899.

- NIMER, E., 1972. Climatologia da região norte. Introdução a Climatologia Dinâmica. Revista Brasileira de Geografia, 34(3):124-153, Rio de Janeiro.
- NORMAN, J.M.; JARVIS, P.G., 1974. Photosynthesis in Sitka Spruce (*Picea Sitchensis* (Bong) (Carr)). III. Measurements of Canopy Structure and Interception of radiation. J. Appl. Ecol., 11:375-398.
- NORMAN, J.M.; JARVIS, P.G., 1975. Photosynthesis in Sitka Spruce. V. Radiation penetration theory and a test case. J. Appl. Ecol., 12: 839-878.
- PINKER, R.T.; THOMPSON, G.E.; ECK, T.T., 1980. The albedo of a tropical evergreen forest. Quart. J. Roy. Met. Soc., 106:551-558.
- RAMANADHAM, R.; VISWANADHAM, Y., 1966. The dependence of the surface albedo on solar elevation at Waltair. IQSY - Symposium Volume, National Physical Laboratories, New Delhi, India, 598-604.
- RATISBONA, L.R., 1976. The climate of Brazil in World Survey of Climatology, Vol. 12. Edited by Schwerdtfeger, Elsevier, Amsterdam, 219-293.
- RAUNER, J.L., 1976. Deciduous Forests. In: Vegetation and the Atmosphere, Vol. II. Edited by J.L. Monteith, Academic Press, London, 241-264.
- REIFSYNDER, W.E.; FURNIVAL, G.M.; HOROWITZ, J.L., 1971. Spatial and temporal distribution of solar radiation beneath forest canopies. Agric. Meteorol., 9:31-37.
- RIBEIRO, M.N.G.; ADIS, J., 1984. Local rainfall variability - A potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. Acta Amazonica, 14(1-2):159-174.
- ROSS, J.; 1976. Radiative transfer in plant communities. In: Vegetation and the Atmosphere. Vol. 1. Edited by J.L. Monteith, Academic Press, London, 13-55.
- ROSS, J., 1981. The Radiation Regime and Architecture of Plant Stands. W. Junk publishers, The Hague, 391 pp.

- SHUTTLEWORTH, W.J.; GASH, J.H.C.; LLOYD, C.R.; MOORE, C.J.; ROBERTS, J.; MARQUES FILHO, A.O.; FISCH, G.; SILVA FILHO, V.P.; RIBEIRO, M.N.G.; MOLION, L.C.B.; ABREU SÁ, L.D.; NOBRE, C.A.; CABRAL, O.M.R.; PATEL, S.R.; MORAES, J.C., 1984 (a). Eddy correlation measurements of energy partition for Amazonian Forest. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 110:1143-1162.
- SHUTTLEWORTH, W.J.; GASH, J.H.C.; LLOYD, C.R.; MOORE, C.J.; ROBERTS, J.; MARQUES FILHO, A.O.; FISCH, G.; SILVA FILHO, V.P.; RIBEIRO, M.N.G.; MOLION, L.C.B.; ABREU SÁ, L.D.; NOBRE, C.A.; CABRAL, O.M.R.; PATEL, S.R.; MORAES, J.C., 1984 (b). Observations of radiation exchange above and below Amazonian Forest. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 110:1163-1169.
- SINCLAIR, T.R.; KNOERR, K.R., 1982. Distribution of photosynthetically active radiation in the canopy of a loblolly pine plantation. *J. Appl. Ecol.*, 19:183-191.
- TAJCHMAN, S.J., 1972. The radiation and energy balance of coniferous and deciduous forests. *J. Appl. Ecol.*, 9:359-375.
- TAKEUCHI, M., 1961. The structure of the Amazonian Vegetation - II. Tropical Rain Forest. *Jour. Fac. Sci. Tokyo Univ., Section III. Botany*, 8(3):1-26.
- THOMPSON, D.R.; HINCKLEY, T.M., 1977. Effect of vertical and temporal variations in stand microclimate and soil moisture on water status of several species in a Oak-Hickory Forest. *Am. Midl. Nat.*, 97:373-380.
- VILA NOVA, W.; SALATI, E.; MATSUI, E., 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica.

TABELA 1a

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO (Q\*), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE (K↓),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA (K↑), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
(L\*), ALBEDO (α), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA (K\*)  
E UMIDADE RELATIVA (Ur), REFERENTES  
AO DIA 23 DE JULHO DE 1984

Data	Hora	Q*	K↓	K↑	L*	α	K*	Ur
23 784	10: 0	569	733	92	-73	0.12	642	67
23 784	10:20	549	715	88	-78	0.12	627	69
23 784	10:40	548	714	86	-81	0.12	628	68
23 784	11: 0	332	451	54	-65	0.12	397	67
23 784	11:20	507	685	78	-100	0.11	606	65
23 784	11:40	607	783	91	-85	0.12	692	61
23 784	12: 0	344	421	49	-28	0.12	372	61
23 784	12:20	555	767	87	-125	0.11	680	60
23 784	12:40	634	893	100	-159	0.11	793	56
23 784	13: 0	614	882	97	-172	0.11	786	52
23 784	13:20	501	718	82	-135	0.11	637	54
23 784	13:40	552	779	89	-138	0.11	690	54
23 784	14: 0	446	630	76	-108	0.12	554	55
23 784	14:40	451	628	78	-99	0.12	550	52
23 784	15:20	342	480	66	-72	0.14	414	52
23 784	15:40	286	421	59	-76	0.14	362	51
23 784	16: 0	216	325	49	-61	0.15	277	52
23 784	16:20	172	286	44	-70	0.15	242	54
23 784	16:40	111	213	37	-66	0.17	177	54
23 784	17: 0	52	136	27	-57	0.20	109	56
23 784	17:20	0	66	18	-48	0.27	48	58
23 784	17:40	-34	19	6	-47	0.32	13	59

Os valores de Q\*, K↓, K↑, L\* e K\* são expressos em Wm<sup>-2</sup> e o de Ur, em percentagem.



TABELA 1b

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO (Q\*), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE (K<sub>+</sub>),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA (K<sub>-</sub>), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
(L\*), ALBEDO (α), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA (K\*)  
E UMIDADE RELATIVA (Ur), REFERENTES  
AO DIA 27 DE JULHO DE 1984

Data	Hora	Q*	K <sub>+</sub>	K <sub>-</sub>	L*	α	K*	Ur
27 784	6:20	19	31	6	-7	0.19	25	98
27 784	6:40	50	76	13	-13	0.17	63	98
27 784	7: 0	86	135	24	-24	0.18	111	98
27 784	7:20	140	215	32	-43	0.15	183	98
27 784	7:40	172	237	34	-32	0.14	203	98
27 784	8: 0	273	356	46	-37	0.13	311	98
27 784	8:20	338	452	56	-58	0.12	397	95
27 784	8:40	393	528	64	-71	0.12	464	92
27 784	9: 0	272	379	47	-60	0.12	332	86
27 784	9:20	440	582	67	-76	0.11	516	82
27 784	9:40	273	368	41	-54	0.11	328	77
27 784	10: 0	503	675	76	-96	0.11	599	74
27 784	10:20	466	610	70	-74	0.11	540	71
27 784	11:40	540	832	83	-209	0.10	749	65
27 784	12: 0	533	769	84	-152	0.11	685	64
27 784	12:20	658	941	101	-182	0.11	840	60
27 784	13: 0	619	870	96	-155	0.11	774	57
27 784	13:20	561	754	88	-105	0.12	666	55
27 784	13:40	589	796	94	-113	0.12	702	54
27 784	14: 0	575	780	93	-112	0.12	687	53
27 784	14:20	501	684	83	-100	0.12	601	52
27 784	14:40	494	670	83	-93	0.12	587	53
27 784	15: 0	423	582	75	-84	0.13	507	53
27 784	15:20	373	523	69	-81	0.13	453	52
27 784	15:40	317	458	63	-79	0.14	396	52
27 784	16: 0	260	413	56	-96	0.14	356	52
27 784	16:20	155	298	40	-103	0.13	258	54
27 784	16:41	50	150	21	-80	0.14	129	56
27 784	17: 0	50	153	26	-77	0.17	127	58
27 784	17:20	16	97	23	-58	0.24	74	61

Os valores de Q\*, K<sub>+</sub>, K<sub>-</sub>, L\* e K\* são expressos em Wm<sup>-2</sup> e o de Ur, em percentagem.

TABELA 1c

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO ( $Q^*$ ), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE ( $K_{\downarrow}$ ),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA ( $K_{\uparrow}$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
( $L^*$ ), ALBEDO ( $\alpha$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA ( $K^*$ )  
E UMIDADE RELATIVA ( $U_r$ ), REFERENTES  
AO DIA 29 DE JULHO DE 1984

Data	Hora	$Q^*$	$K_{\downarrow}$	$K_{\uparrow}$	$L^*$	$\alpha$	$K^*$	$U_r$
29 784	9: 0	412	570	66	-92	0.12	504	74
29 784	9:20	453	623	73	-98	0.12	551	72
29 784	9:40	504	688	81	-103	0.12	607	69
29 784	10: 0	557	757	89	-111	0.12	668	66
29 784	10:20	568	771	89	-113	0.12	681	64
29 784	10:40	612	831	98	-121	0.12	734	60
29 784	11: 0	638	865	100	-127	0.12	765	59
29 784	11:20	620	847	99	-128	0.12	748	56
29 784	11:40	642	862	100	-119	0.12	761	53
29 784	12: 0	525	723	84	-114	0.12	639	57
29 784	12:20	627	867	100	-140	0.12	767	54
29 784	12:40	335	437	53	-50	0.12	385	54
29 784	13: 0	484	657	79	-95	0.12	578	56
29 784	13:20	489	672	81	-102	0.12	591	51
29 784	13:40	344	481	59	-78	0.12	422	53
29 784	14: 0	513	694	84	-97	0.12	610	52
29 784	14:20	433	582	73	-77	0.12	510	47
29 784	14:40	468	619	79	-73	0.13	541	48
29 784	15: 0	405	572	72	-95	0.13	500	50
29 784	15:20	192	310	37	-81	0.12	273	49
29 784	15:40	311	439	61	-68	0.14	378	50
29 784	16: 0	164	262	38	-60	0.14	224	50
29 784	16:20	66	141	20	-55	0.14	121	51
29 784	16:40	49	117	17	-51	0.14	100	52
29 784	17: 0	58	125	21	-46	0.17	104	53
29 784	17:20	23	87	16	-47	0.19	70	54
29 784	17:40	-27	29	8	-48	0.27	21	56

Os valores de  $Q^*$ ,  $K_{\downarrow}$ ,  $K_{\uparrow}$ ,  $L^*$  e  $K^*$  são expressos em  $Wm^{-2}$  e o de  $U_r$ , em percentagem.

TABELA 1d

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO ( $Q^*$ ), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE ( $K_{\downarrow}$ ),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA ( $K_{\uparrow}$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
( $L^*$ ), ALBEDO ( $\alpha$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA ( $K^*$ )

E UMIDADE RELATIVA ( $U_r$ ), REFERENTES

AO DIA 30 DE JULHO DE 1984

Data	Hora	$Q^*$	$K_{\downarrow}$	$K_{\uparrow}$	$L^*$	$\alpha$	$K^*$	$U_r$
30 784	6: 0	-41	7	2	-47	0.26	6	68
30 784	6:20	-15	42	6	-51	0.14	36	72
30 784	6:40	37	108	14	-57	0.13	94	75
30 784	7: 0	98	180	22	-60	0.12	158	77
30 784	7:20	160	255	32	-62	0.12	223	77
30 784	7:40	220	326	40	-66	0.12	286	75
30 784	8: 0	283	401	48	-69	0.12	353	70
30 784	8:20	341	474	56	-77	0.12	418	65
30 784	8:40	395	540	62	-82	0.12	477	63
30 784	9: 0	445	606	70	-91	0.12	536	58
30 784	9:20	491	667	77	-99	0.12	590	54
30 784	9:40	528	714	82	-104	0.12	632	53
30 784	10: 0	552	746	86	-108	0.12	660	52
30 784	10:20	586	795	92	-117	0.12	704	47
30 784	10:40	615	834	95	-124	0.11	738	49
30 784	11: 0	634	861	100	-127	0.12	761	50
30 784	11:20	646	876	99	-131	0.11	777	50
30 784	11:40	647	867	100	-120	0.12	767	47
30 784	12: 0	550	767	89	-128	0.12	678	44
30 784	12:20	637	852	98	-117	0.11	754	43
30 784	12:40	613	828	97	-119	0.12	732	45
30 784	13: 0	403	549	66	-81	0.12	484	47
30 784	13:20	638	859	103	-118	0.12	755	46
30 784	13:40	531	708	85	-93	0.12	624	46
30 784	14: 0	552	759	92	-116	0.12	667	45
30 784	14:20	515	700	87	-98	0.12	613	44
30 784	14:40	468	635	80	-87	0.13	555	45
30 784	15: 0	413	569	73	-83	0.13	496	45
30 784	16: 0	252	370	55	-63	0.15	315	45
30 784	16:20	188	294	48	-59	0.16	246	44
30 784	16:40	119	212	38	-54	0.16	173	44
30 784	17: 0	52	131	27	-51	0.21	103	45

Os valores de  $Q^*$ ,  $K_{\downarrow}$ ,  $K_{\uparrow}$ ,  $L^*$  e  $K^*$  são expressos em  $Wm^{-2}$  e o de  $U_r$ , em percentagem.

TABELA 1e

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO ( $Q^*$ ), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE ( $K_{\downarrow}$ ),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA ( $K_{\uparrow}$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
( $L^*$ ), ALBEDO ( $\alpha$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA ( $K^*$ )  
E UMIDADE RELATIVA ( $U_r$ ), REFERENTES  
AO DIA 31 DE JULHO DE 1984

Data	Hora	$Q^*$	$K_{\downarrow}$	$K_{\uparrow}$	$L^*$	$\alpha$	$K^*$	$U_r$
31 784	9:20	514	677	81	-82	0.12	596	74
31 784	9:40	555	738	88	-95	0.12	650	71
31 784	10: 0	567	754	87	-100	0.12	667	67
31 784	10:20	592	784	89	-104	0.11	695	65
31 784	10:40	613	822	93	-116	0.11	729	62
31 784	11: 0	635	852	96	-121	0.11	756	59
31 784	11:20	674	898	101	-123	0.11	797	58
31 784	11:40	602	798	93	-103	0.12	705	57
31 784	12: 0	647	841	96	-98	0.11	745	57
31 784	12:20	630	834	97	-107	0.12	737	54
31 784	12:40	582	773	91	-100	0.12	681	53
31 784	13: 0	671	886	106	-109	0.12	780	50
31 784	13:20	506	678	81	-91	0.12	597	52
31 784	13:40	612	974	97	-266	0.10	878	47
31 784	14: 0	406	649	66	-177	0.10	583	50
31 784	14:20	511	815	84	-220	0.10	731	47
31 784	14:40	464	739	80	-194	0.11	658	47
31 784	15: 0	401	640	72	-168	0.11	568	45
31 784	15:20	341	595	66	-188	0.11	529	46
31 784	15:40	294	551	60	-197	0.11	491	46
31 784	16: 0	227	453	50	-176	0.11	403	45
31 784	16:20	158	326	41	-127	0.13	284	46
31 784	16:40	117	271	37	-117	0.14	234	47
31 784	17: 0	22	110	11	-77	0.10	99	49
31 784	17:20	9	50	6	-35	0.12	44	51
31 784	17:40	-3	1	5	1		-5	52

Os valores de  $Q^*$ ,  $K_{\downarrow}$ ,  $K_{\uparrow}$ ,  $L^*$  e  $K^*$  são expressos em  $Wm^{-2}$  e o de  $U_r$ , em percentagem.

TABELA 1f

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO (Q\*), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE (K↓),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA (K↑), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
(L\*), ALBEDO (α), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA (K\*)  
E UMIDADE RELATIVA (Ur), REFERENTES  
AO DIA 05 DE AGOSTO DE 1984

Data	Hora	Q*	K↓	K↑	L*	α	K*	Ur
5 884	6: 0	-29	11	2	-38	0.22	9	84
5 884	6:20	-3	49	7	-44	0.15	41	80
5 884	6:40	46	109	16	-47	0.14	94	81
5 884	7: 0	103	179	24	-51	0.14	155	80
5 884	7:20	166	255	34	-55	0.13	221	79
5 884	7:40	228	331	43	-60	0.13	288	78
5 884	8: 0	288	402	50	-64	0.12	352	77
5 884	8:20	345	473	58	-70	0.12	415	75
5 884	8:40	399	542	65	-77	0.12	476	74
5 884	9: 0	450	607	73	-84	0.12	534	72
5 884	9:20	494	667	79	-94	0.12	588	70
5 884	9:40	535	721	86	-99	0.12	635	69
5 884	10: 0	578	774	92	-105	0.12	682	67
5 884	10:20	571	782	94	-117	0.12	688	65
5 884	10:40	489	657	77	-92	0.12	580	65
5 884	11: 0	391	508	58	-58	0.11	450	64
5 884	11:20	440	564	65	-59	0.12	499	63
5 884	11:40	543	700	83	-74	0.12	617	62
5 884	12: 0	600	818	97	-120	0.12	721	58
5 884	12:20	578	744	88	-78	0.12	656	59
5 884	12:40	650	857	102	-105	0.12	755	56
5 884	13: 0	496	678	81	-101	0.12	597	56
5 884	13:20	462	612	76	-73	0.12	536	55
5 884	13:40	619	827	101	-108	0.12	727	52
5 884	14: 0	504	668	83	-81	0.12	585	53
5 884	14:20	483	647	79	-84	0.12	567	56
5 884	14:40	331	448	56	-61	0.12	392	56
5 884	15: 0	361	517	66	-90	0.13	451	57
5 884	15:20	370	509	68	-72	0.13	442	58
5 884	15:40	307	429	59	-63	0.14	370	57
5 884	16: 0	254	364	53	-57	0.15	311	57
5 884	16:20	191	288	46	-51	0.16	242	58
5 884	16:40	130	214	38	-46	0.18	176	58
5 884	17: 0	79	152	31	-42	0.20	121	60
5 884	17:20	12	73	19	-42	0.25	55	61
5 884	17:40	-29	23	7	-44	0.32	16	62

Os valores de Q\*, K↓, K↑, L\* e K\* são expressos em Wm<sup>-2</sup> e o de Ur, em per-  
centagem.

TABELA 1g

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO (Q\*), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE (K↓),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA (K↑), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
(L\*), ALBEDO (α), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA (K\*)  
E UMIDADE RELATIVA (Ur), REFERENTES  
AO DIA 07 DE AGOSTO DE 1984

Data	Hora	Q*	K↓	K↑	L*	α	K*	Ur
7 884	6: 0	-24	13	3	-34	0.22	10	92
7 884	6:20	8	52	8	-36	0.15	44	89
7 884	6:40	47	100	14	-38	0.14	86	85
7 884	7: 0	116	184	24	-43	0.13	159	84
7 884	7:20	183	266	36	-47	0.13	231	87
7 884	7:40	236	330	44	-51	0.13	287	88
7 884	8: 0	302	404	51	-51	0.13	353	85
7 884	8:20	322	435	53	-60	0.12	382	83
7 884	8:40	374	484	57	-53	0.12	427	81
7 884	9: 0	449	596	70	-77	0.12	527	80
7 884	9:20	487	647	76	-85	0.12	572	76
7 884	9:40	459	600	71	-70	0.12	530	74
7 884	10: 0	562	758	88	-108	0.12	670	72
7 884	10:20	590	789	93	-106	0.12	696	70
7 884	10:40	339	472	53	-80	0.11	419	68
7 884	11: 0	615	802	93	-95	0.12	709	64
7 884	11:20	699	917	105	-113	0.11	812	62
7 884	11:40	680	891	102	-108	0.11	788	61
7 884	12: 0	607	808	94	-107	0.12	714	59
7 884	12:20	632	829	98	-99	0.12	731	59
7 884	12:40	615	831	95	-120	0.11	736	59
7 884	13: 0	618	817	96	-103	0.12	721	57
7 884	13:20	597	789	94	-97	0.12	695	56
7 884	13:40	508	686	81	-98	0.12	606	55
7 884	14: 0	458	611	74	-79	0.12	537	58
7 884	14:20	518	708	88	-102	0.12	620	56
7 884	14:40	163	224	32	-30	0.14	192	63
7 884	15: 0	128	183	24	-31	0.13	159	81
7 884	15:20	190	278	36	-52	0.13	242	72
7 884	15:40	277	384	52	-55	0.14	333	69
7 884	16: 0	252	356	50	-54	0.14	306	71
7 884	16:20	152	231	33	-46	0.14	197	69
7 884	16:40	38	91	13	-40	0.14	78	71
7 884	17: 0	8	56	8	-40	0.14	48	73
7 884	17:20	-12	32	5	-39	0.16	27	74
7 884	17:40	-29	12	3	-38	0.21	9	75

Os valores de Q\*, K↓, K↑, L\* e K\* são expressos em Wm<sup>-2</sup> e o de Ur, em per-  
centagem.

TABELA 1h

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO ( $Q^*$ ), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE ( $K_{\downarrow}$ ),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA ( $K_{\uparrow}$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
( $L^*$ ), ALBEDO ( $\alpha$ ), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA ( $K^*$ )  
E UMIDADE RELATIVA ( $U_r$ ), REFERENTES  
AO DIA 08 DE AGOSTO DE 1984

Data	Hora	$Q^*$	$K_{\downarrow}$	$K_{\uparrow}$	$L^*$	$\alpha$	$K^*$	$U_r$
8 884	6: 0	-28	10	2	-36	0.23	7	86
8 884	6:20	-5	40	6	-39	0.15	34	85
8 884	6:40	49	106	15	-42	0.14	91	84
8 884	7: 0	108	177	24	-45	0.14	153	84
8 884	7:20	170	253	34	-48	0.13	219	82
8 884	7:40	232	329	43	-54	0.13	286	81
8 884	8: 0	296	408	52	-60	0.13	356	81
8 884	8:20	355	482	59	-68	0.12	423	80
8 884	8:41	407	550	66	-77	0.12	484	79
8 884	9: 0	455	612	74	-83	0.12	538	75
8 884	9:20	499	668	80	-90	0.12	588	72
8 884	9:40	537	722	87	-97	0.12	635	69
8 884	10: 0	573	768	91	-103	0.12	676	68
8 884	10:21	611	820	97	-112	0.12	723	66
8 884	10:40	501	681	81	-99	0.12	601	65
8 884	11: 0	565	769	90	-114	0.12	679	62
8 884	11:20	680	915	108	-127	0.12	807	61
8 884	11:40	688	913	108	-118	0.12	806	61
8 884	12: 1	577	789	95	-117	0.12	694	61
8 884	12:20	372	507	61	-73	0.12	445	61
8 884	12:40	530	697	82	-85	0.12	615	60
8 884	13: 0	585	788	94	-109	0.12	694	60
8 884	13:20	638	860	104	-119	0.12	756	56
8 884	13:40	433	601	72	-95	0.12	529	58
8 884	14: 0	448	617	76	-93	0.12	541	57
8 884	14:20	509	682	87	-86	0.13	595	56
8 884	14:40	460	622	80	-81	0.13	541	57
8 884	15: 0	401	550	72	-76	0.13	477	57
8 884	15:20	353	490	66	-71	0.14	424	57
8 884	15:40	298	423	61	-65	0.14	362	58
8 884	16: 0	236	348	53	-59	0.15	296	58
8 884	16:20	168	266	44	-55	0.17	222	60
8 884	16:40	103	190	35	-52	0.19	155	60
8 884	17: 0	49	124	26	-49	0.21	98	60
8 884	17:20	0	64	16	-47	0.26	47	62
8 884	17:40	-33	20	7	-47	0.33	14	65

Os valores de  $Q^*$ ,  $K_{\downarrow}$ ,  $K_{\uparrow}$ ,  $L^*$  e  $K^*$  são expressos em  $Wm^{-2}$  e o de  $U_r$ , em per-  
centagem.

TABELA 1i

DADOS DO SALDO DE RADIAÇÃO (Q\*), RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE (K↓),  
RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA (K↑), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA  
(L\*), ALBEDO (α), SALDO DE RADIAÇÃO DE ONDA CURTA (K\*)  
E UMIDADE RELATIVA (Ur), REFERENTES  
AO DIA 09 DE AGOSTO DE 1984

Data	Hora	Q*	K↓	K↑	L*	α	K*	Ur
9 884	6: 0	-24	14	3	-35	0.20	11	83
9 884	6:20	5	54	9	-40	0.16	45	83
9 884	6:40	56	116	16	-43	0.14	99	82
9 884	7: 0	114	188	26	-48	0.14	162	81
9 884	7:20	178	267	36	-53	0.13	231	80
9 884	7:40	241	344	45	-58	0.13	299	78
9 884	8: 0	303	419	53	-64	0.13	366	75
9 884	8:20	363	495	61	-71	0.12	433	73
9 884	8:40	417	564	70	-78	0.12	495	71
9 884	9: 0	466	626	76	-84	0.12	550	69
9 884	9:20	507	681	82	-92	0.12	599	67
9 884	9:40	549	738	89	-100	0.12	649	66
9 884	10: 0	586	780	94	-99	0.12	686	64
9 884	13:40	513	679	83	-84	0.12	597	57
9 884	14: 0	389	525	65	-71	0.12	460	56
9 884	14:20	377	534	68	-89	0.13	466	56
9 884	14:40	398	525	67	-60	0.13	458	56
9 884	15: 0	326	499	58	-116	0.12	442	55
9 884	15:20	271	501	52	-177	0.10	448	58
9 884	15:40	271	516	51	-193	0.10	465	60
9 884	16: 0	157	304	34	-113	0.11	270	62
9 884	16:20	178	366	42	-146	0.11	325	62
9 884	16:40	115	252	35	-102	0.14	217	63
9 884	17: 0	70	175	29	-75	0.17	145	64
9 884	17:20	10	94	19	-65	0.20	75	65

Os valores de Q\*, K↓, K↑, L\* e K\* são expressos em Wm<sup>-2</sup> e o de Ur, em per centagem.



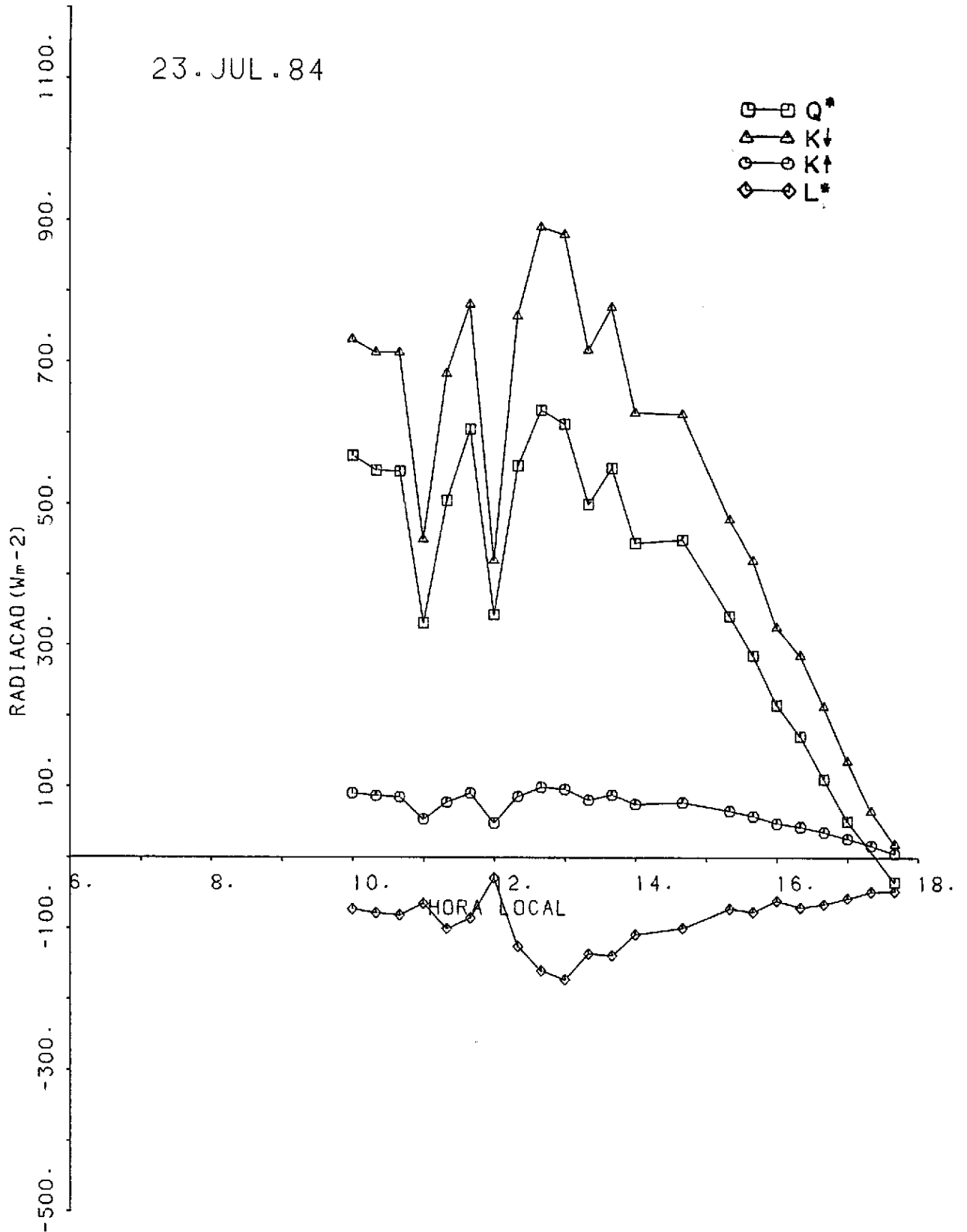


Fig. 1a - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 23 de julho de 1984.

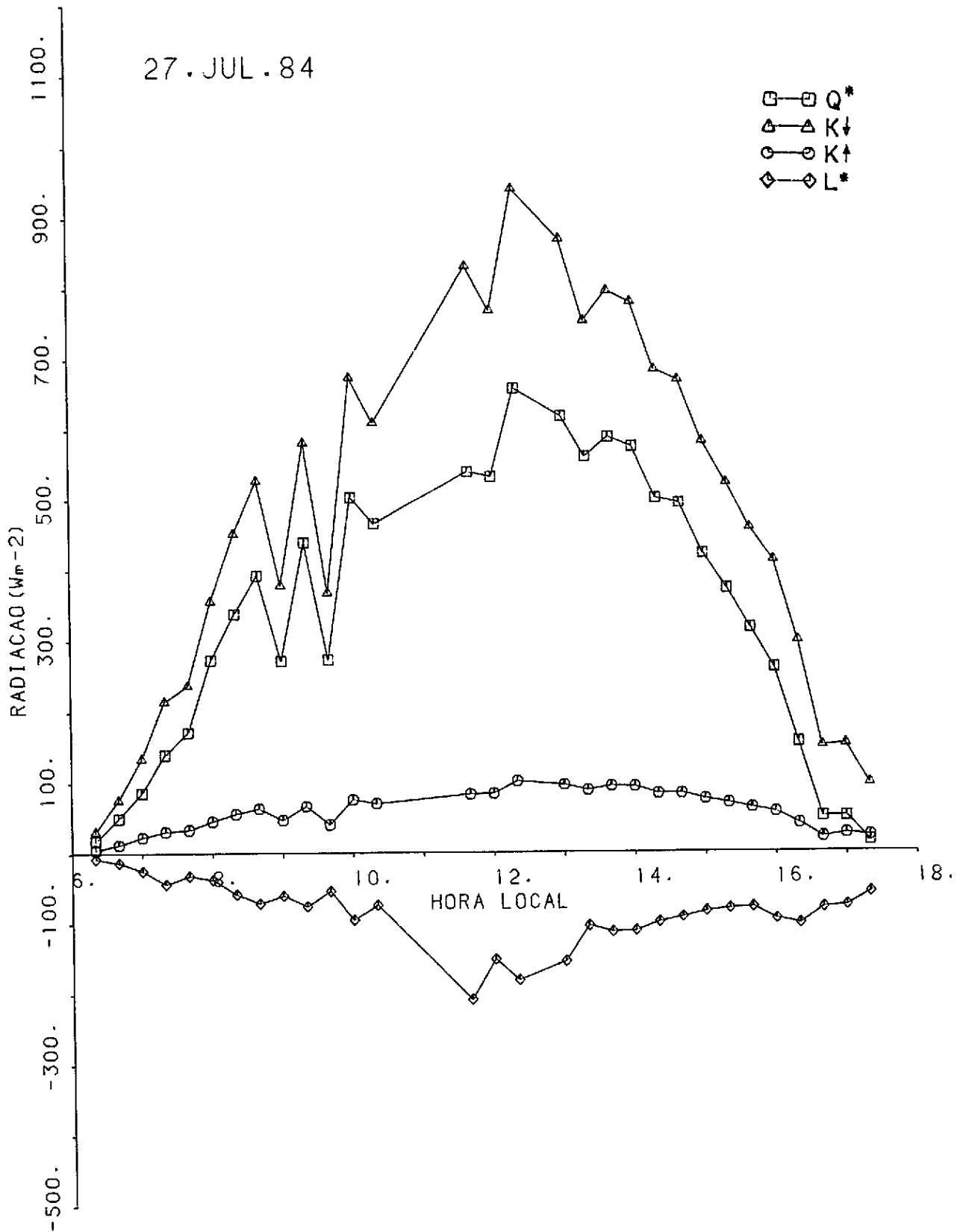


Fig. 1b - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 27 de julho de 1984.

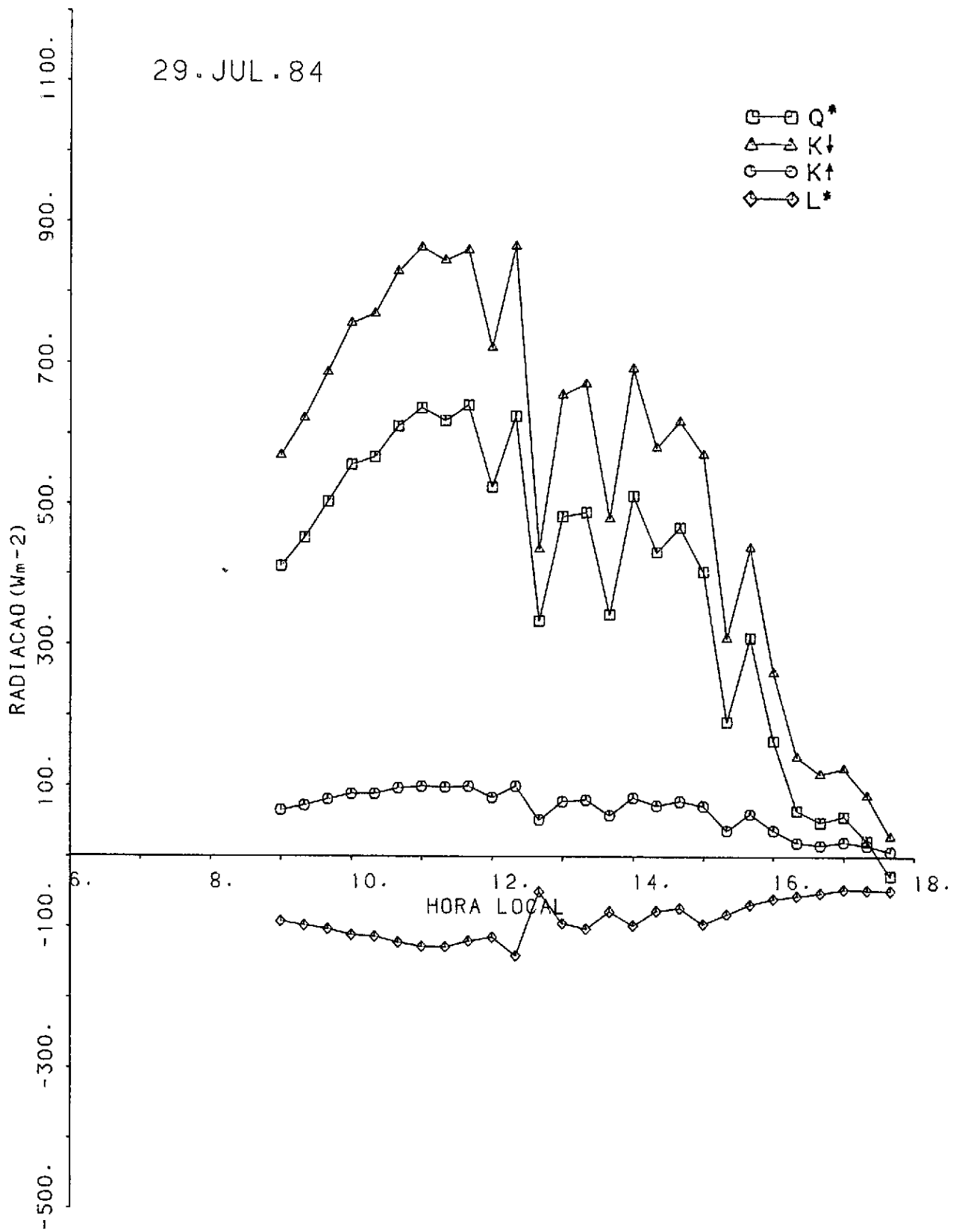


Fig. 1c - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 29 de julho de 1984.

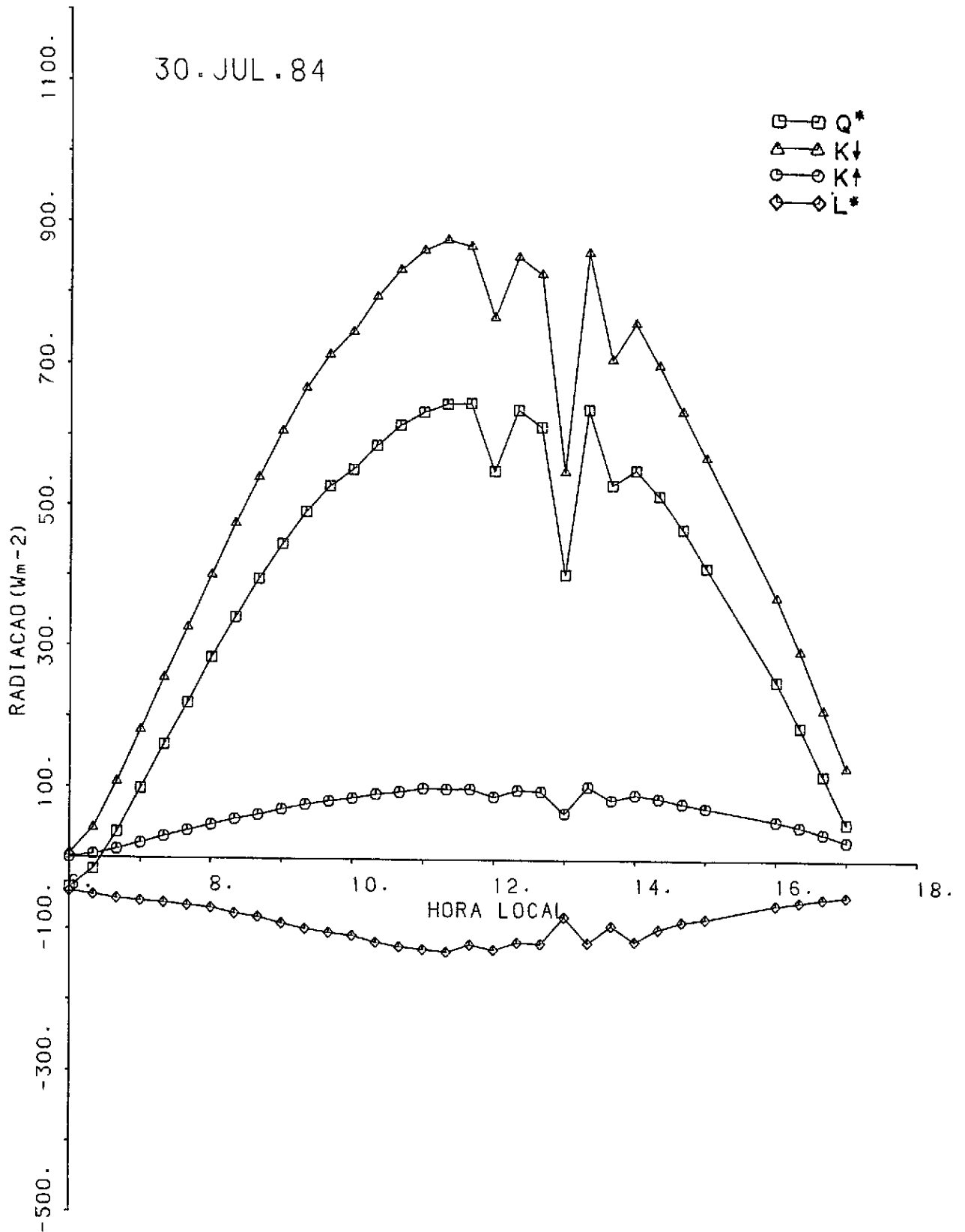


Fig. 1d - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 30 de julho de 1984.

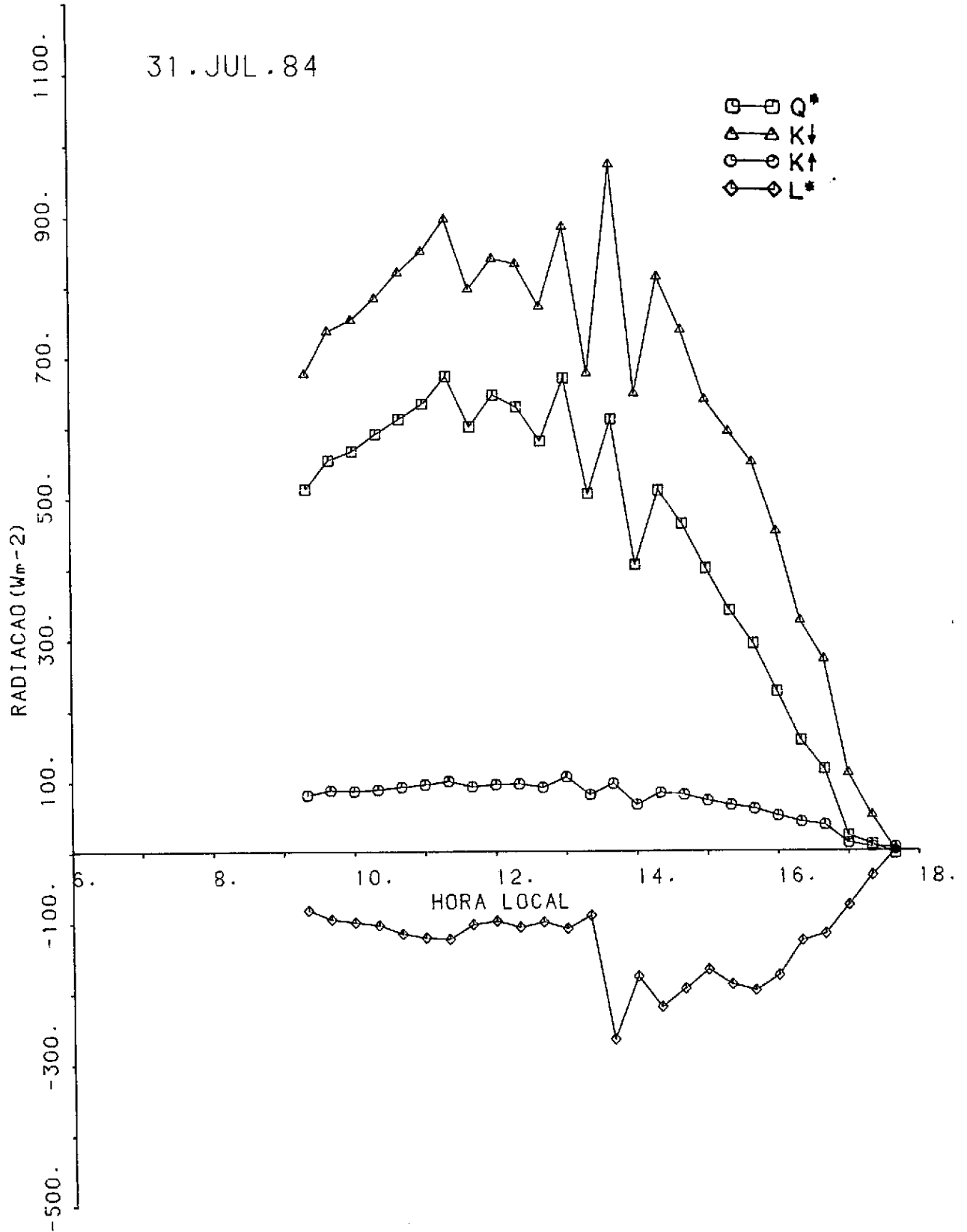


Fig. 1e - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 31 de julho de 1984.

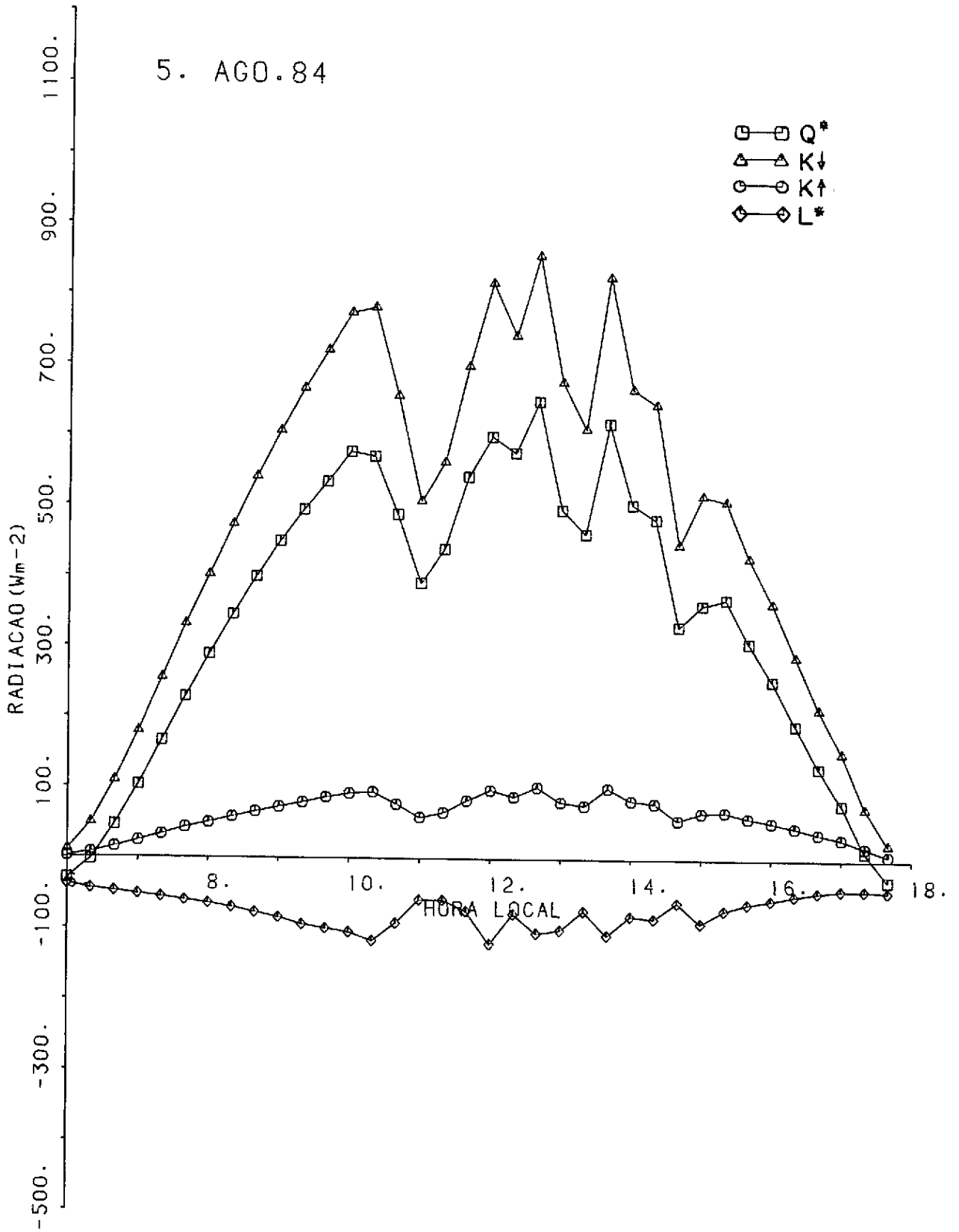


Fig. 1f - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 05 de agosto de 1984.

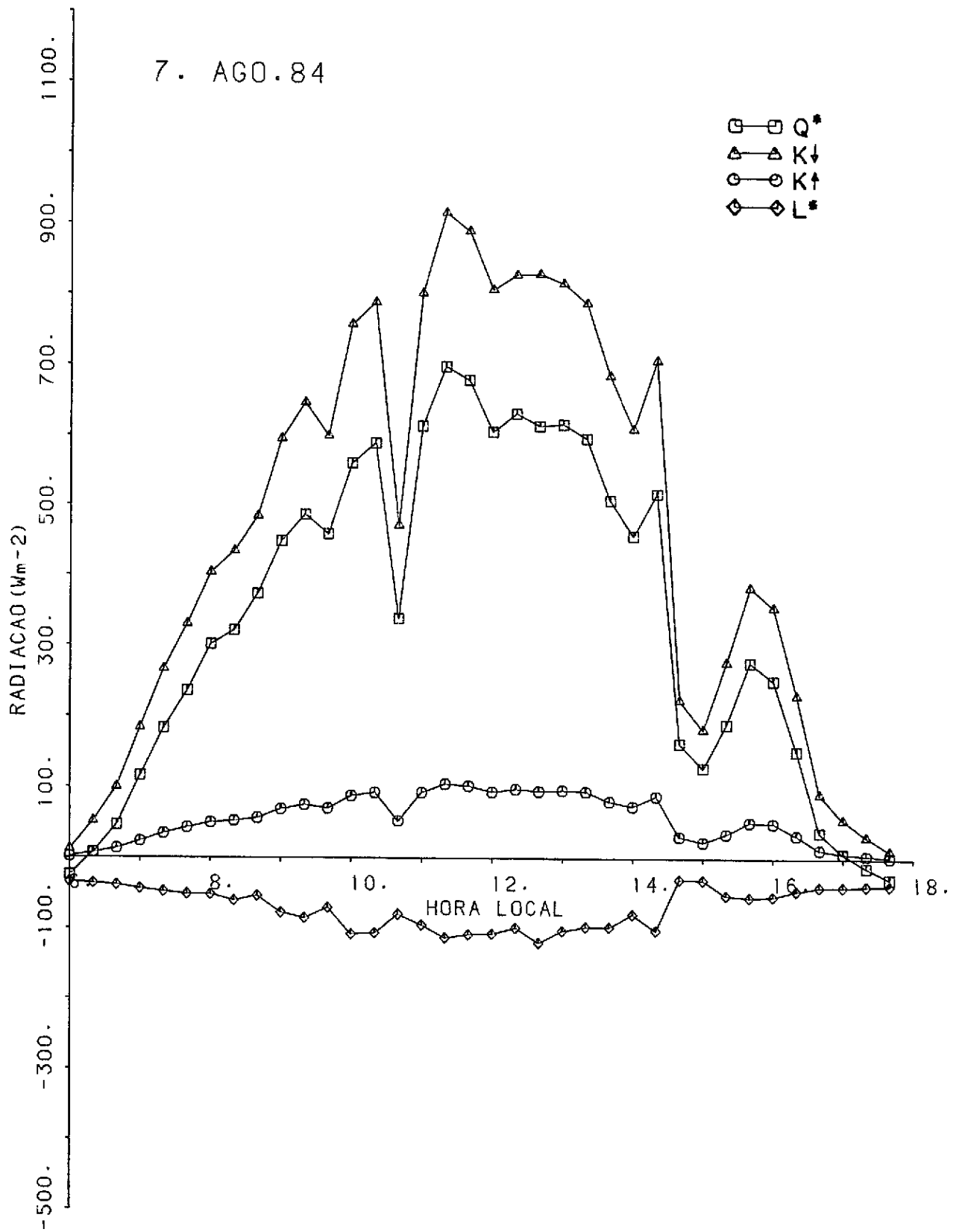


Fig. 1g - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 07 de agosto de 1984.

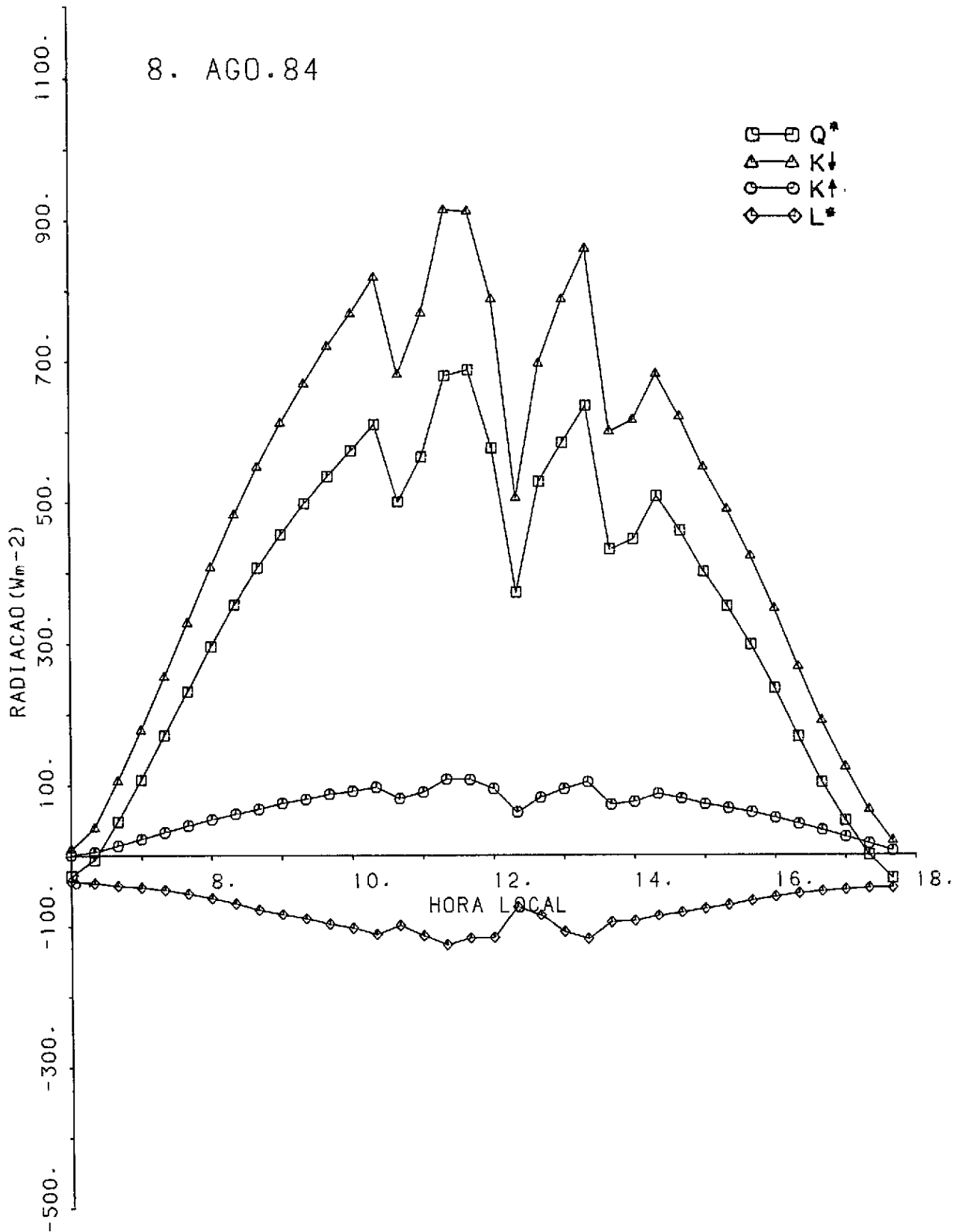


Fig. 1h - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 08 de agosto de 1984.



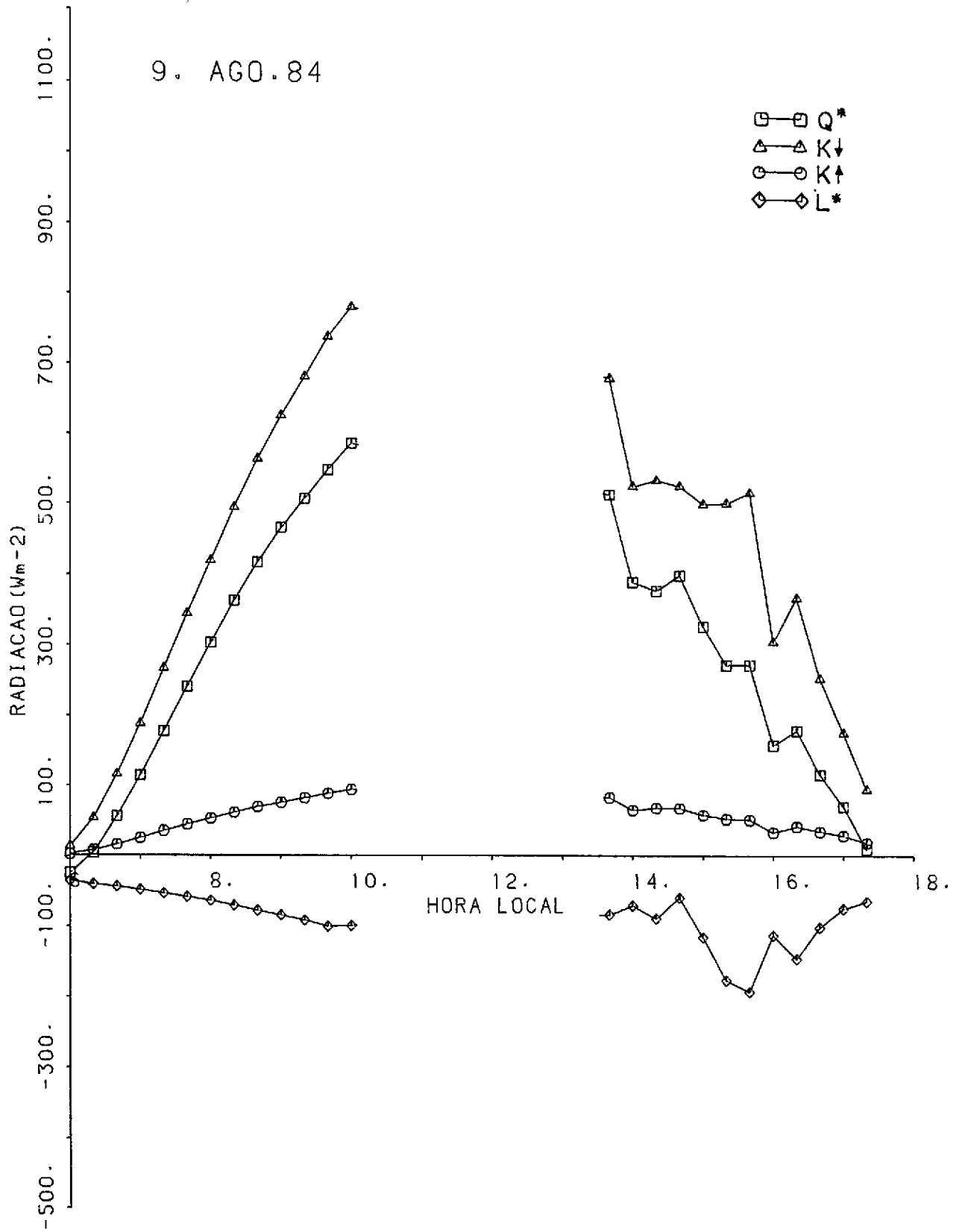


Fig. 11 - Variação diurna dos componentes do balanço de radiação para o dia 09 de agosto de 1984.

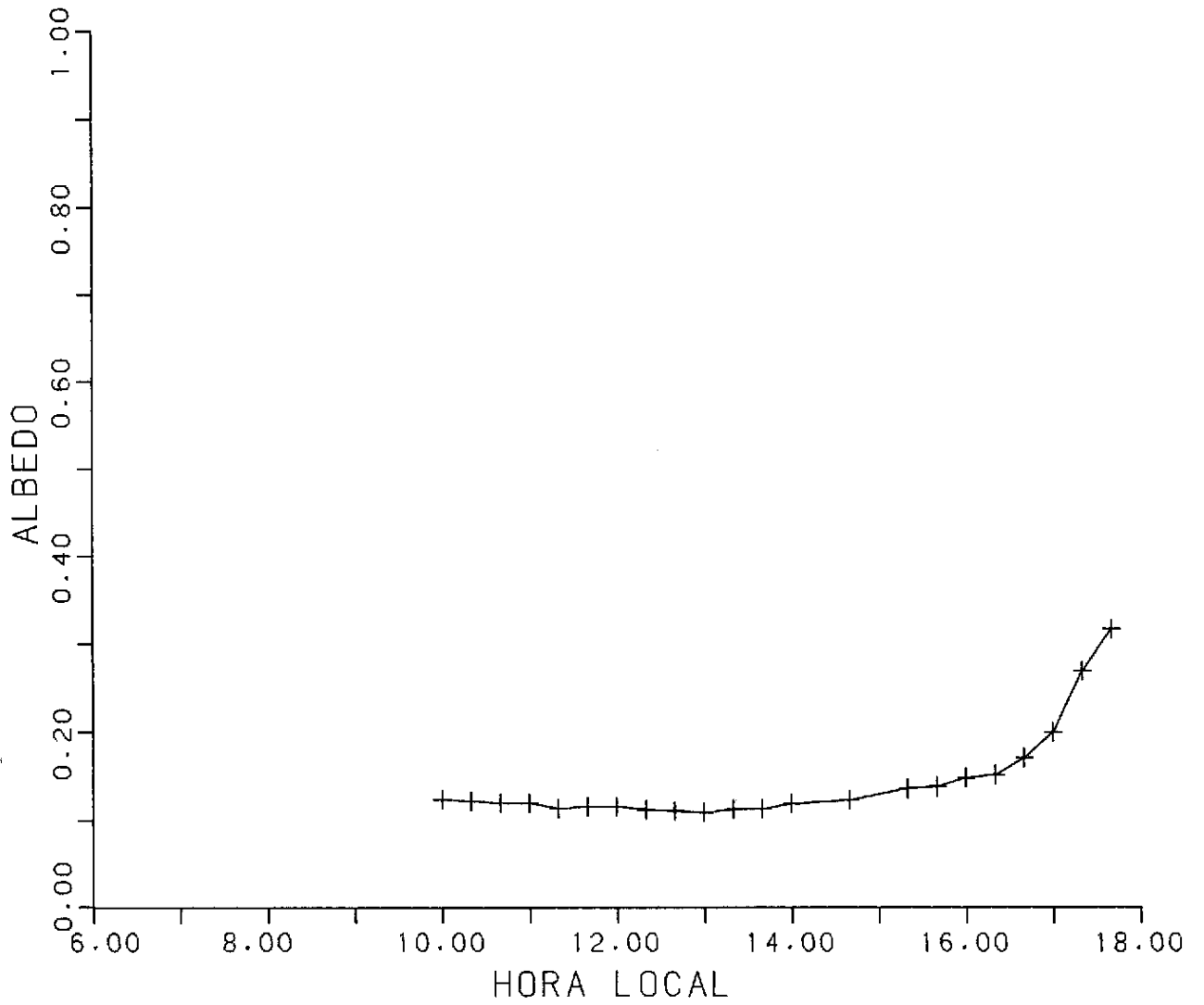


Fig. 2a - Variação do albedo ao longo do dia 23 de julho de 1984.

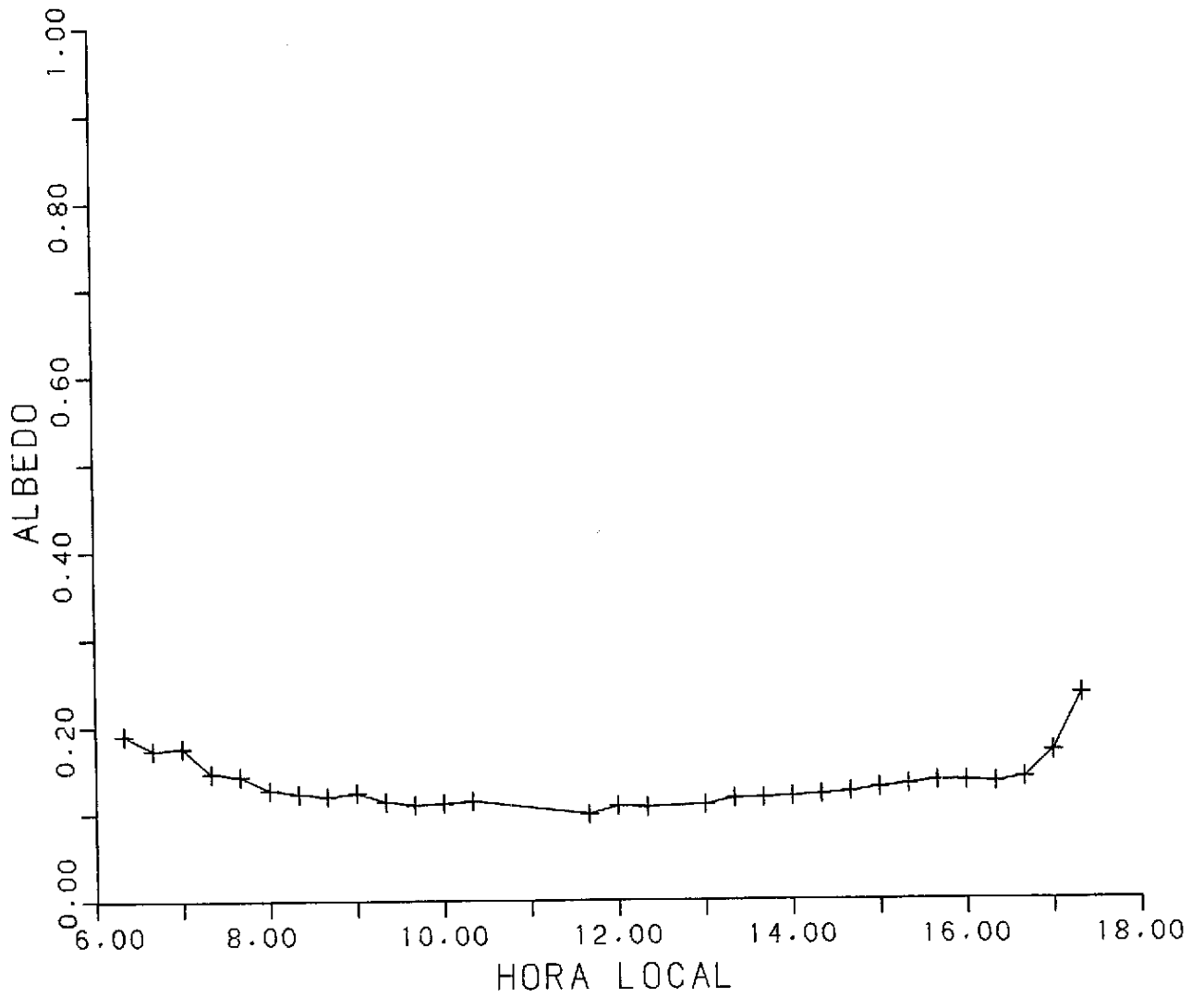


Fig. 2b - Variação do albedo ao longo do dia 27 de julho de 1984.

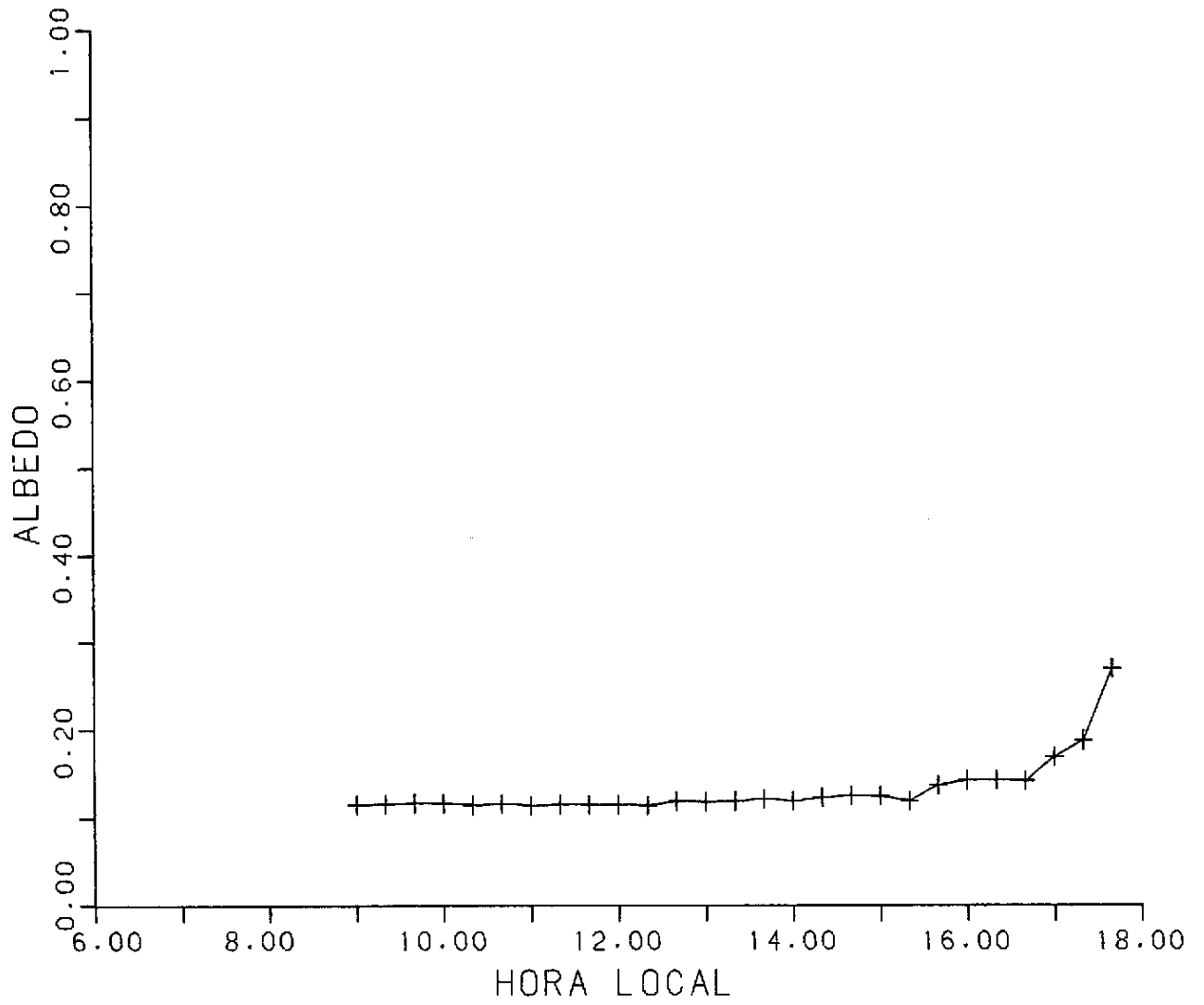


Fig. 2c - Variação do albedo ao longo do dia 29 de julho de 1984.

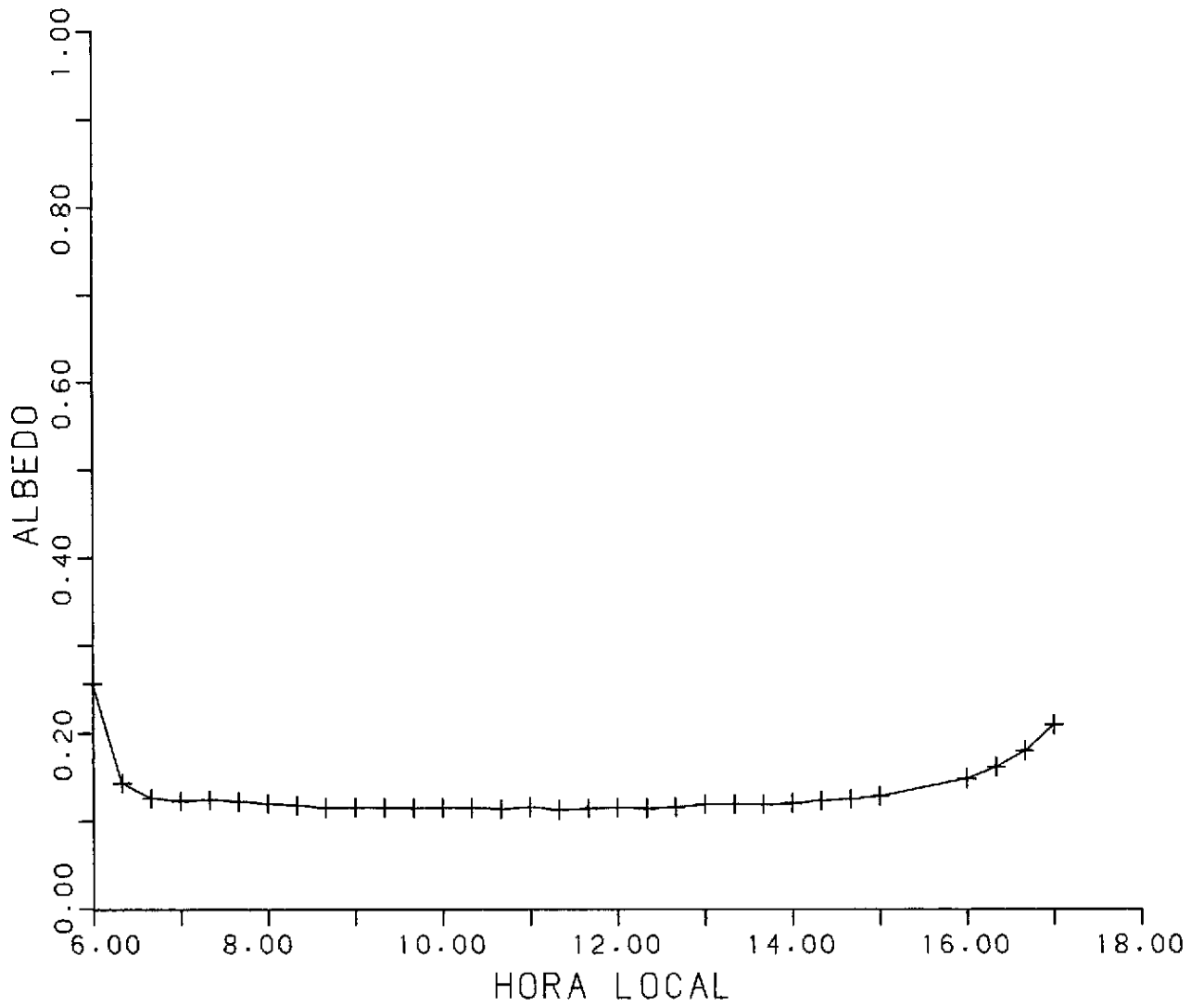


Fig. 2d - Variação do albedo ao longo do dia 30 de julho de 1984.

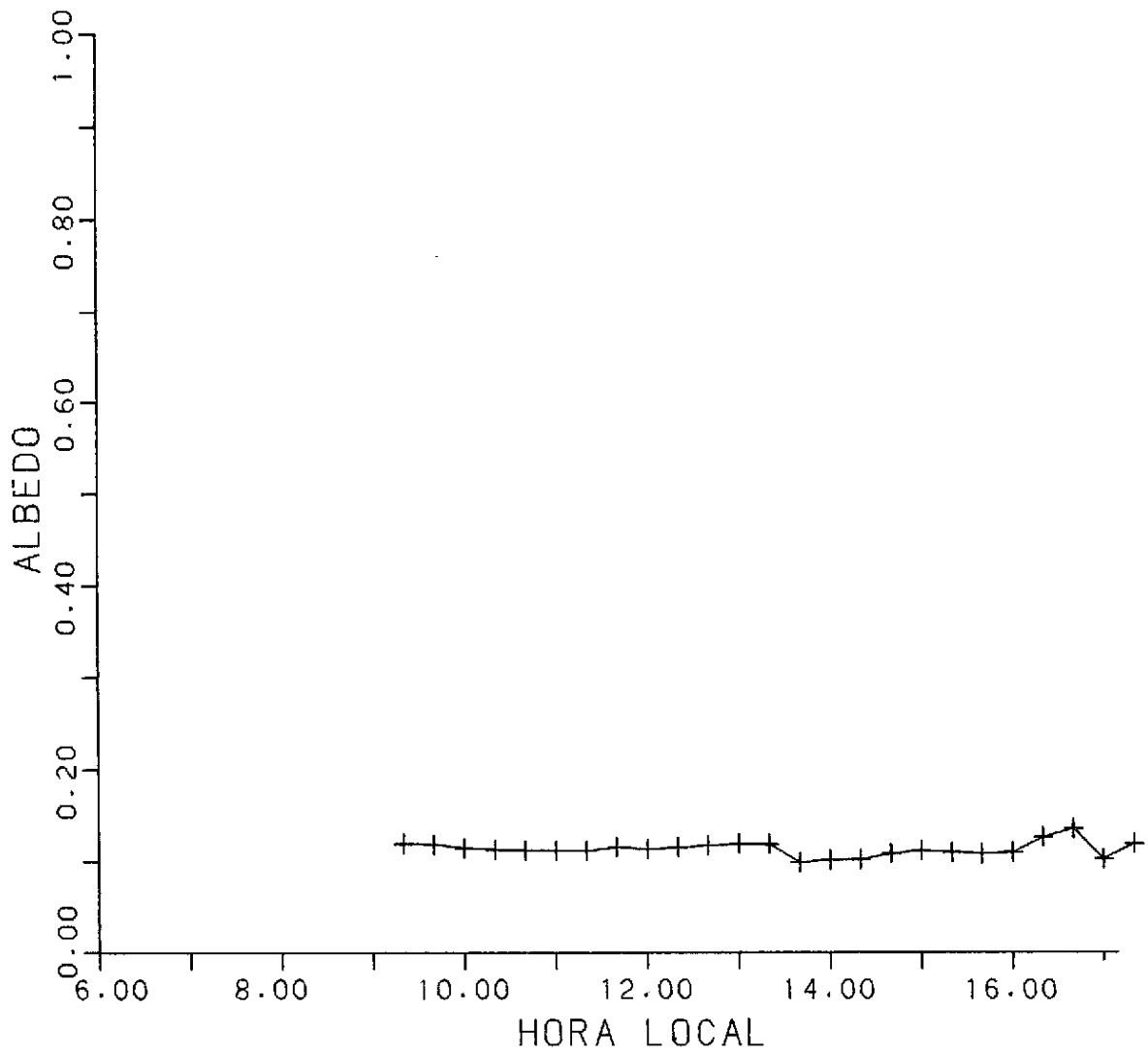


Fig. 2e - Variação do albedo ao longo do dia 31 de julho de 1984.

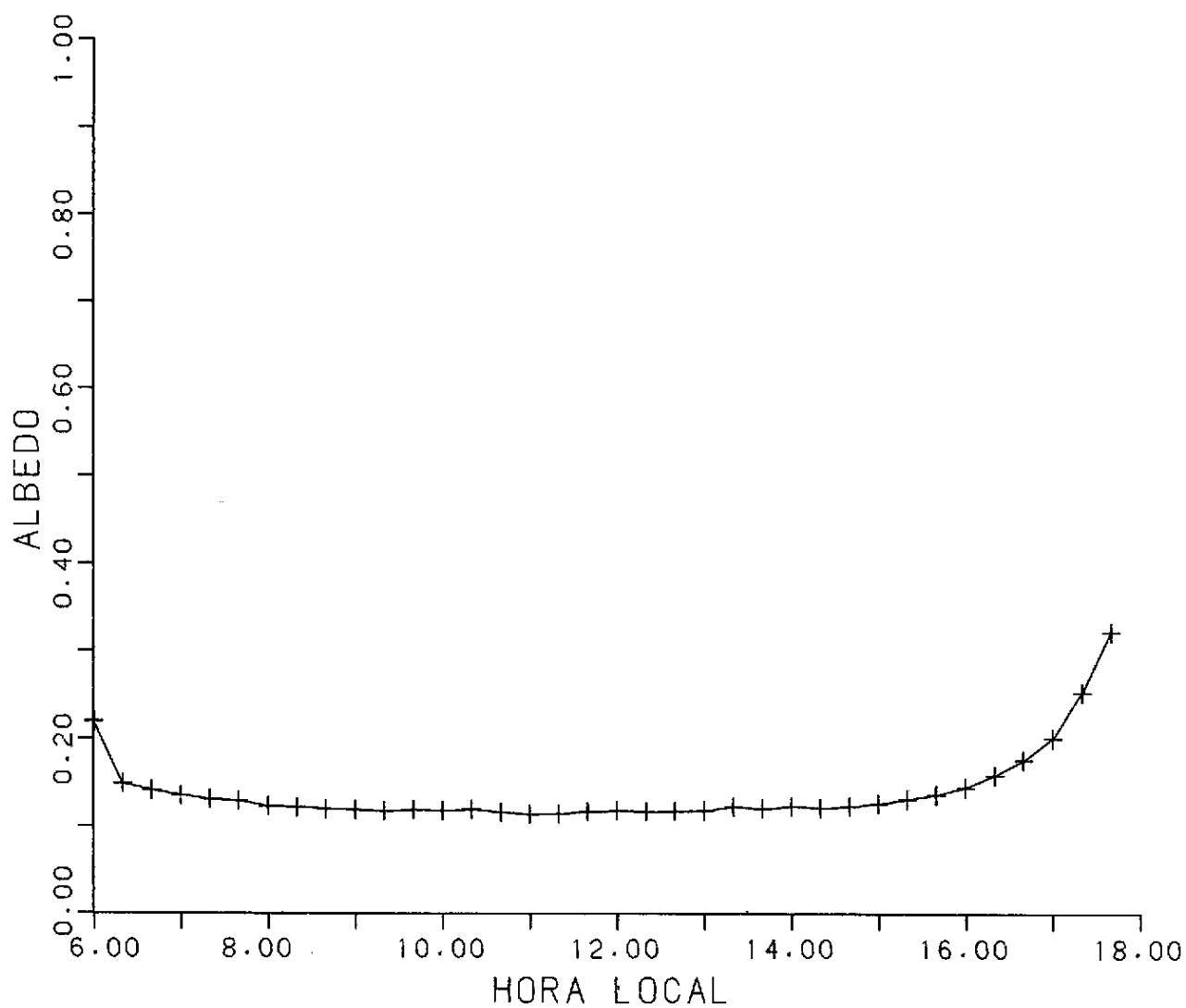


Fig. 2f - Variação do albedo ao longo do dia 05 de agosto de 1984.

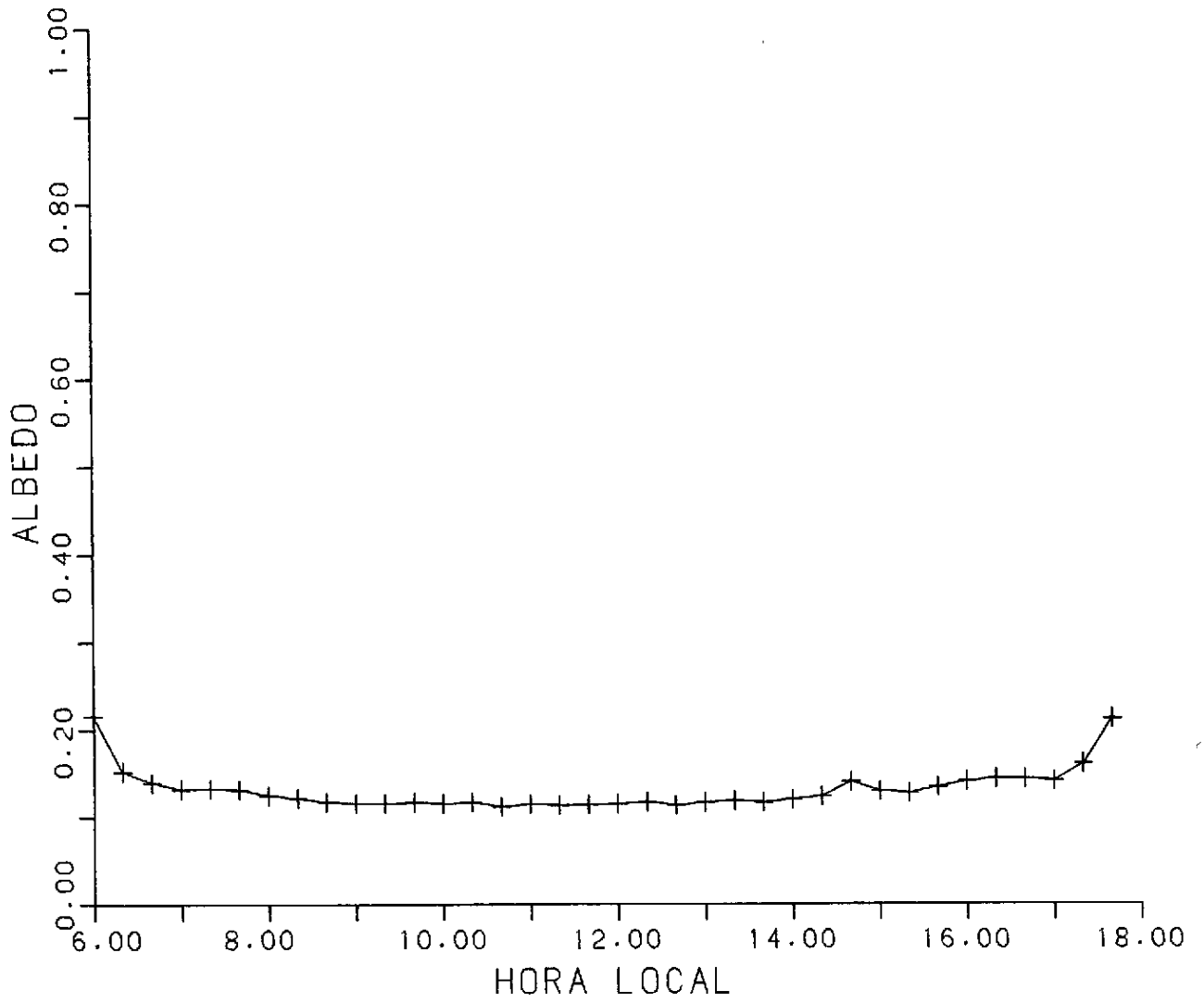


Fig. 2g - Variação do albedo ao longo do dia 07 de agosto de 1984.



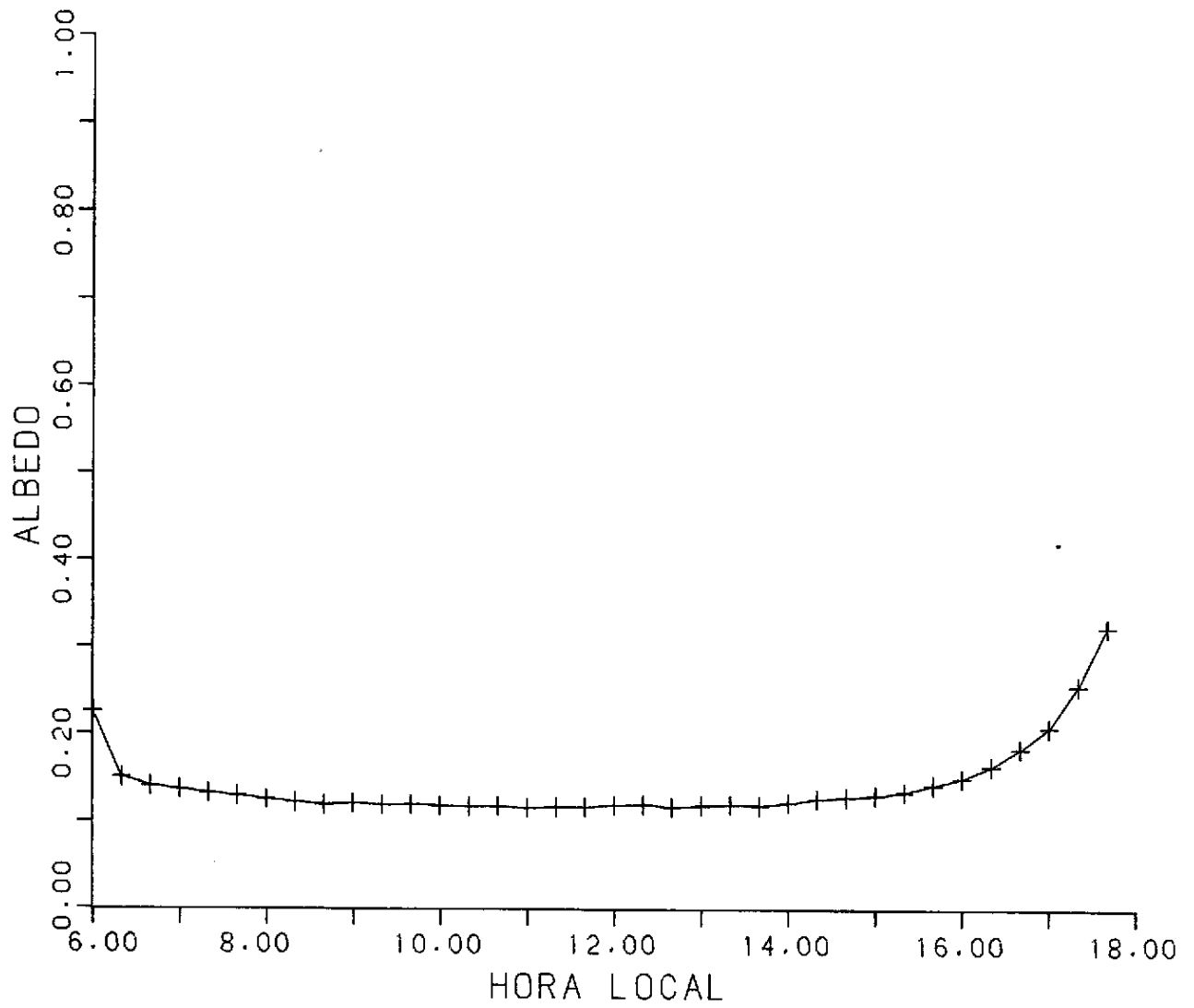


Fig. 2h - Variação do albedo ao longo do dia 08 de agosto de 1984.

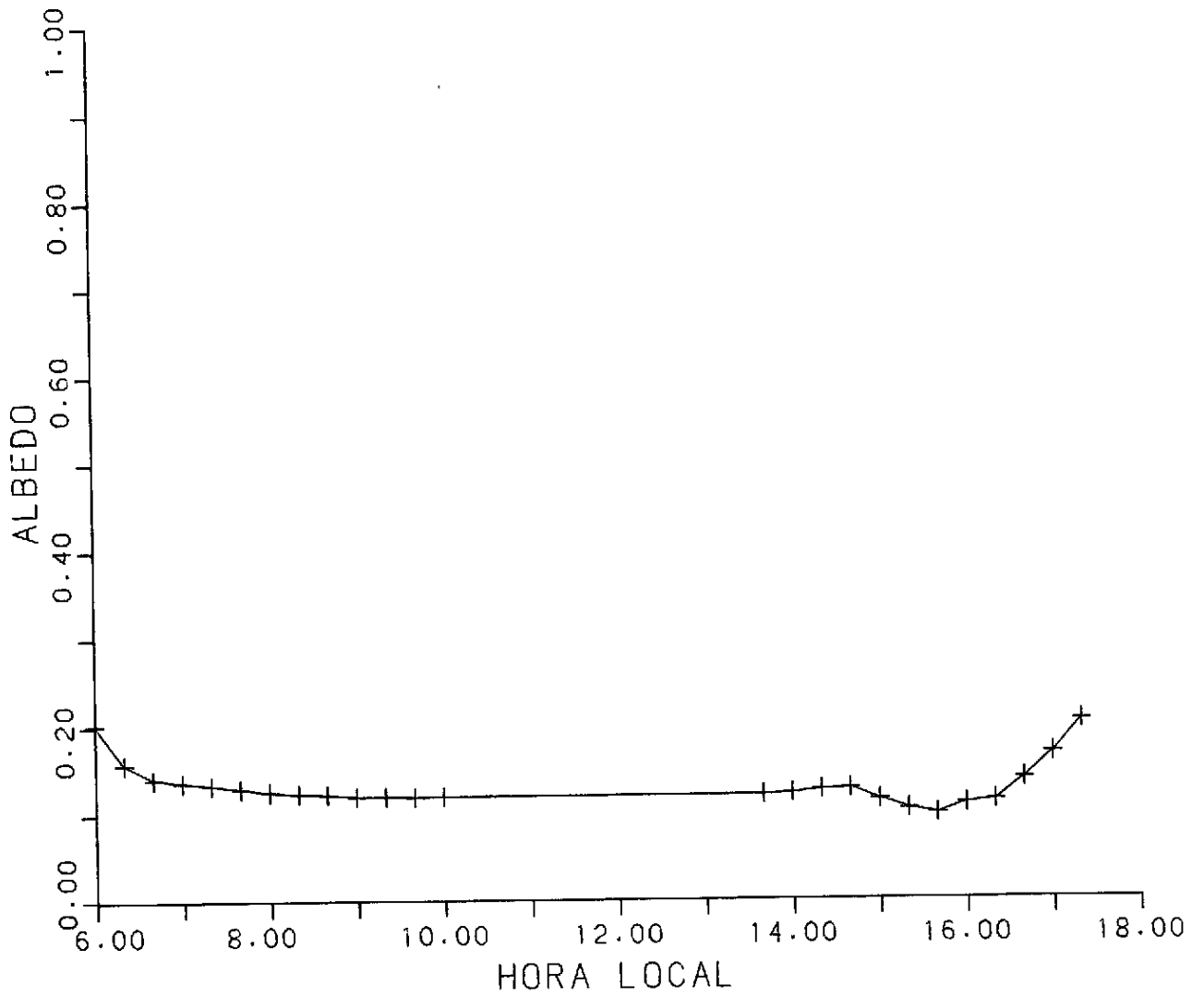


Fig. 2i - Variação do albedo ao longo do dia 09 de agosto de 1984.



5/02/87

PROPOSTA PARA PUBLICAÇÃO

DATA

TÍTULO  
COMPONENTES DO BALANÇO DE RADIAÇÃO ACIMA DA COPA DA FLORESTA AMAZÔNICA (TERCEIRA CAMPANHA DE COLETA DE DADOS)

IDENTIFICAÇÃO

AUTORIA  
Yelisetti Viswanadham  
Romísio Geraldo Bouhid André  
Leonardo Deane de Abreu Sa  
Antônio Ocimar Manzi  
Vicente de Paula Silva Filha

PROJETO/PROGRAMA  
MICRA

DIVISÃO

DEPARTAMENTO  
DME

DIVULGAÇÃO  EXTERNA  INTERNA MEIO:

REVISOR TÉCNICO  
KEIKO TANAKA

RECEBI EM: 4/11/86 REVISADO EM: 10/11/86

OBSERVAÇÕES:  NÃO HÁ  VER VERSO

DEVOLVI EM: 13/11/86 ASSINATURA

APROVADO:  SIM  NÃO  VER VERSO

DATA CHEFE DIVISÃO

APROVADO:  SIM  NÃO  VER VERSO

22/12/86 DATA CHEFE DEPARTAMENTO

APROVAÇÕES

REVISÃO DE LINGUAGEM

Nº: 472 PRIORIDADE: 2

DATA: 23.12.86

REVISADO  COM  SEM

CORREÇÕES  VER VERSO

POR: Maíla R. Canalle ASSINATURA

5.5.87 DATA

O(S) AUTOR(ES) DEVE(M) MENCIONAR NO VERSO, OU ANEXAR NORMAS E/OU INSTRUÇÕES ESPECIAIS

RECEBIDO EM: \_\_\_\_\_

CONCLUÍDO EM: \_\_\_\_\_

DATILÓGRAFA: \_\_\_\_\_

003/87 ASSINATURA

DATILOGRAFIA

PARECER

FAVORÁVEL:  SIM  NÃO  VER VERSO  VERSO

DATA RESPONSÁVEL/PROGRAMA

EM CONDIÇÕES DE PUBLICAÇÃO EM: \_\_\_\_\_

AUTOR RESPONSÁVEL

Autorizo a publicação:  SIM  NÃO

DIVULGAÇÃO  INTERNA  EXTERNA MEIO: \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

DATA DIRETOR

SEC

PUBLICAÇÃO: \_\_\_\_\_ PÁGINAS: \_\_\_\_\_ ÚLTIMA PÁGINA: \_\_\_\_\_

CÓPIAS: \_\_\_\_\_ TIPO: \_\_\_\_\_ PREÇO: \_\_\_\_\_