

Gilberto F. Fisch (\*\*)

Mauro Januário (\*\*\*)

Renato C. Senna (\*\*\*)

## RESUMO

*Neste trabalho, mostra-se o comportamento climático da região da UHE de Tucuruí, durante o período de Dezembro de 1982 a Dezembro de 1986. São apresentados os padrões sazonais de temperatura e umidade relativa do ar, regime de velocidade de vento (a 2 metros), distribuição da precipitação local, fluxo de radiação solar e razão de insolação. Aplica-se a formulação de Penman-Monteith para a evapotranspiração potencial (EP) na região. Como resultados, encontra-se uma evapotranspiração média diária maior à encontrada na literatura, pois assumiu-se condições de saturação da superfície para todos meses antecedentes da formação do lago.*

## INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) estuda e monitora desde 1980, através de pesquisas interdisciplinares, as possíveis consequências do impacto ecológico causado pela formação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE - Tucuruí), no Pará.

São 2430 km<sup>2</sup> de área inundada, iniciada em setembro de 1984, pelas águas do Sistema Araguaia-Tocantins.

Dentre os estudos que estão sendo desenvolvidos ressalta o meteorológico, representando um dos principais componentes físicos do meio ambiente, devido à sua interação com o corpo d'água (reservatório) e o conjunto eco-biológico.

Existem vários métodos de quantificação das condições climáticas decorrentes da formação do lago. Para todos eles é necessário obter-se um conjunto de dados que caracterizem o clima local. Este tem sido um dos objetivos iniciais do subprojeto Meteorologia na área da UHE-Tucuruí.

---

(\*) Estudo financiado pelo convênio ELN/CNPq/INPA.

(\*\*) Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) - São José dos Campos - SP.

(\*\*\*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM.

Por conseguinte, pretendemos apresentar, neste trabalho, comportamento das variações climáticas (temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, velocidade dos ventos, fluxo de radiação e razão de insolação), no período compreendido entre dezembro/82 a dezembro/86, obtendo-se uma estimativa do fluxo de calor latente (evapotranspiração potencial) da região pela aplicação da formulação proposta por Penman (48) e modificada por Monteith (85).

## MATERIAL E MÉTODO

As variáveis meteorológicas utilizadas neste trabalho foram coletadas na estação climatológica do INPA/ELN [3° 50' S; 49° 40' W], localizada no canteiro de obras da barragem da UHE de Tucuruí, distante cerca de 1 km do lago formado. A altitude da estação é de 143 metros acima do nível do mar. Atualmente, fazem-se observações diárias de velocidade dos ventos (totalizador), precipitação, evaporação, insolação, fluxo de radiação solar e observações horárias de temperatura e umidade relativa do ar. Um resumo desses parâmetros climatológicos para o período de Dezembro de 1982 a Dezembro de 1986 são apresentados na Tabela 1.

Os elementos climáticos velocidade dos ventos [a 2.0 m] e fluxo de radiação foram determinados através de estimativas usualmente utilizadas em meteorologia. No caso da velocidade dos ventos, utilizou-se a fórmula adaptada por Penman (63) que baseia-se na lei de potência para variação vertical do vento, ou seja:

$$u(z1) = u(z2) * (z1/z2)^{0.14}$$

Nos estudos  $z2 = 0,50\text{m}$  (anemômetro do tanque evaporimétrico).

Para o fluxo de radiação, admitiu-se a relação entre o fluxo de radiação solar incidente (S), fluxo de radiação que atinge o topo da atmosfera ( $S_0$ ) e a razão de insolação [n/N].  $S = S_0 [a + bn/N]$  [W.m<sup>-2</sup>] e os coeficientes a e b como sendo 0.31 e 0.29 respectivamente. Esses valores foram determinados para a região de Tucuruí.

Para o cálculo da evapotranspiração, utilizou-se formulação derivada por Penman (48) e, mais tarde, modificada por Monteith (65). Esta equação, válida para superfícies vegetadas não-saturadas, é descrita por:

$$LE = \frac{S^* (R_n) + c_p (e_s - e)/r_a}{(S^* + (1 + r_s/r_a))} \quad (\text{W.m}^{-2}) \quad (1)$$

Onde as variáveis de resistência estomática ( $r_s$ ) e aerodinâmica ( $r_a$ ) expressam as gumas das características de superfície.

A equação (1) pode fornecer estimativas da evapotranspiração de florestas, dependendo do conhecimento dos termos de balanço de energia ( $R_n - S - G$ ), deficit de pressão

de vapor (es-e) e de es e ra. Vários autores utilizam-se desta expressão para o cálculo de evapotranspiração (por exemplo Shuttleworth et al. (84b), Villa Nova et al. (76), Goes Ribeiro e Villa Nova (79)). Stewart (84) salienta que a utilização desta equação nos leva a uma indeterminação entre 15 a 20%. Na falta de estudos para a determinação da resistência aerodinâmica, utilizaram-se informações da literatura.

Shuttleworth et al. (84b) determinaram o comportamento de ra em função do vento para as condições de floresta de terra firme (Reserva Florestal do INPA, em Manaus), na forma de:

$$r_a = \frac{32.5}{u(z)} \quad (\text{sm}^{-1})$$

Para as condições de superfície com grama, estação climatológica de Tucuçu, a forma utilizada para o cálculo de ra é a seguinte:

$$r_a = \frac{31.0}{u(z)}, \quad \text{sendo } d \approx 0 \text{ e } Z_0 \approx .05 \text{ m.}$$

O cálculo da resistência estomática é mais problemático, devido à absoluta falta de informações. Para floresta heterogênea, esta variável é de difícil mensuração (Szeicz, 69). No entanto para vegetação de pinheiros são disponíveis alguns dados: Monteith & Rutter, ambos citados por Szeicz, determinaram rs como  $90 \text{ sm}^{-1}$  e  $100 \text{ sm}^{-1}$ , respectivamente.

Devido as dificuldades assinaladas, para o presente trabalho supomos, para todo o período disponível,  $r_s = 0$  (superfície saturada), calculando, assim, a evapotranspiração potencial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estações de seca e chuva, caracterizadas pelos diferentes regimes pluviométricos, são determinados pelas situações sinóticas predominantes na região e pela circulação geral da atmosfera (Ratisbona, 72). Segundo a definição proposta pelo mesmo autor, o clima da região de Tucuçu pode ser considerado como de regime tropical, relacionado com a expansão e retraimento do anti-ciclone semi-estacionário do Atlântico Sul.

A seguir as características dos elementos climáticos durante o período de dezembro de 1982 a dezembro de 1986 são descritos.

### Regime de precipitação

A chuva na região amazônica é de caráter quase que estritamente convectiva, ou seja, bem localizada. Com isso, torna-se extremamente difícil caracterizar a chuva em uma região com informações de apenas uma localidade. Não obstante, para se ter uma idéia da distribuição temporal da precipitação é possível utilizar-se os valores normais para uma certa localidade. Na Tabela 2 são apresentados os totais pluviométricos mensais da estação do INPA/ELN para o período de 1976 a 1986. A Fig. 1 contém a distribuição temporal

média dos totais mensais para o período. Apresentam-se também os coeficientes de variação da precipitação (CV).

Fevereiro e março são os meses mais chuvosos (predominando fevereiro) e os meses de julho, agosto e setembro, os mais secos, sendo julho predominante.

A sazonalidade da precipitação está associada ao desenvolvimento do cinturão de alta subtropical do Atlântico Sul, sobre o Brasil Central, durante o período de junho a setembro. Por isso, os movimentos ascendentes de convecção de ar, que formam as nuvens do tipo Cumulus-Nimbus e Cumulus, são inibidos, ocasionando apenas nuvens rasas, resultando pequenas chuvas. Na época de inverno (janeiro a abril) ocorre o inverso, isto é, o retraimento do anti-ciclone possibilita o surgimento do cinturão de baixa pressão sobre o Brasil Central devido ao aquecimento da superfície. Portanto os movimentos de ar são favorecidos e os índices de pluviosidade são elevados (total mensal de 400mm). Mesmo com esse mecanismo físico de controle de precipitação os totais anuais de chuva são elevados (da ordem de 2200mm).

A Tabela 3 mostra as maiores quantidades de chuva registradas no período, sendo que o maior total diário ocorreu no mês de janeiro de 1982 (135mm em 24h).

#### **Padrões de temperatura do ar**

A temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na região, como em toda a região Amazônica, é caracterizada por altos valores e uma quase isotermia através do ano. Na Figura 2 é apresentada a distribuição temporal da temperatura média do ar. A temperatura média do ar raramente é inferior a  $25^{\circ}\text{C}$  e, neste período de coleta de dados, situa-se em torno de  $26.5^{\circ}\text{C}$ . Mesmo com sua isotermia, distingue-se uma sazonalidade na temperatura: os meses de "inverno" atingem valores levemente inferiores aos meses de "verão", sendo essa característica decorrente do regime de precipitação.

A amplitude diária da temperatura situa-se em torno de  $10^{\circ}\text{C}$ . Os padrões de temperatura extremas seguem as características citadas acima. Os valores médios de temperatura máxima e mínima do ar situa-se em torno de  $31.0^{\circ}\text{C}$  e  $23.0^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

#### **Padrões de umidade relativa do ar**

A umidade relativa depende da quantidade de vapor d'água no ar e da sua temperatura. Nas regiões tropicais, existem grandes quantidades de vapor d'água submetidos a altas temperaturas. A distribuição temporal da umidade relativa média é apresentada na Figura 2.

#### **Velocidade dos ventos**

A velocidade dos ventos apresenta valores típicos da ordem de  $1.0$  a  $2.0 \text{ m.s}^{-1}$ . Estes valores, apesar de baixos, são característicos de regiões tropicais. Esta diminuição de velocidade dos ventos quando comparada aos valores de locais de latitudes maiores, é decorrente dos pequenos gradientes horizontais de pressão e do movimento de massas de ar da zona de Convergência Inter-Tropical (ITCZ) (Ratisbona, 72). Do ponto de vista da macro e meso-escala os ventos na região amazônica são fracos e provêm de todas as direções, com predominância de ventos do leste. Também há a ocorrência de muitas calmarias. Para o micro-clima, essa situação deve ser acrescida dos efeitos locais (relevo, nature

za da superfície e diferenças térmicas entre terra-água (circulação de brisa).

Em Tucuruí, no período considerado, encontramos os menores valores nos meses de ABRIL-MAIO (0.9ms-1), embora a diferença entre meses com maiores valores, nunca seja superior a 1.0 m.s-1. A estação de Tucuruí não dispõe de sistema para registro da direção dos ventos. Os valores da velocidade do vento são apresentados na Tabela 1.

### **Radiação solar e razão de insolação**

A região de Tucuruí, por estar próximo ao Equador, não possui uma distinção clara entre a época em que o sol está no hemisfério Sul ou no Norte. Com isso, os valores de radiação são aproximadamente iguais e apresentam uma transmissividade média da atmosfera de 48%. Já os valores de razão de insolação, definida como horas de brilho solar real para brilho solar máximo, exibem uma diferença marcante entre os meses de chuva e de seca. Nos meses-chuvosos, pela ocorrência de grandes aglomerados de nuvens (especialmente Cb e Cu), os valores de razão de insolação são menores. A nuvem atua como interceptador do fluxo de radiação, absorvendo, refletindo e difundindo a luz solar. Nos meses secos, a predominância de alta pressão inibe a formação de grandes aglomerados de nuvens, resultando assim em maiores valores de razão de insolação. A distribuição temporal do fluxo da radiação e da razão de insolação são apresentados na Figura 3.

### **Estimativa da evapotranspiração**

A variação anual da evapotranspiração, calculada segundo Penman-Monteith, apresenta seus menores valores nos meses de chuva e o inverno nos meses mais secos. Este comportamento é apresentado na Figura 1, utilizando médias mensais. Os valores da evapotranspiração para todos os meses estão na Tabela 4.

Para os meses que antecedem a formação do lago (set/84) os dados estimados certamente são maiores aos valores médios encontrados na literatura, pois assumiu-se para todo o período a potencialidade da superfície ( $r_s = 0$ ).

Comparando-se os meses pré e pós enchimento nota-se a queda do fluxo de vapor para a atmosfera a partir da formação do reservatório.

Shuttleworth *et al.* (84b) utilizou-se de dados meteorológicos obtidos por uma estação automática sobre a floresta (Manaus), e efetuou estimativas de evapotranspiração segundo vários métodos diferentes: Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Thom-Oliver e de Radiação, encontrando valores próximos 5.1, 5.3, 4.8, 3.8 mm.dia<sup>-1</sup> respectivamente.

Outros estudos realizados para a região Amazônica (Villa Nova (79), Marques *et al.* (80), Marques Filho *et al.* (82) mostram que a evapotranspiração situa-se na faixa de 1000mm ao ano. Destes trabalhos, a média diária situa-se de 4 mm. dia<sup>-1</sup>.

Salati *et al.* (79) determinaram, através de técnicas de isotopia, a importância da Evapotranspiração Real no ciclo hidrológico como sendo de 50%.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem aos srs. Jesus Mardem dos Santos e Vicente de Paula Silva Fi

Iho, pela participação inicial no subprojeto "Meteorologia em Tucuruí" e aos colegas da Divisão de Ciências do Ambiente pelo incentivo na execução do subprojeto e na colaboração do tratamento dos dados. Agradecemos também aos observadores meteorológicos Hermes Xavier e Adalto Aparecido Alves.

#### SUMMARY

*In this work, the climatic pattern of the UHE Tucuruí - Region is shown, for the period of december/1982 to december/1986. The seasonal patterns of temperature, relative humidity, wind velocity (2 m height) precipitation, intensity of solar radiation and the ratio of sunshine hours are presented. Penman-Monteith's method is used to determine the potential evapotranspiration of that region. As a result daily evapotranspiration average is higher than in the literature, because assumed the saturation of the surface for all months that anticipate the formation of the reservoir.*

**Tabela 1.** Parâmetros meteorológicos (Médias Mensais) da estação climatológica do INPA/ELN-Tucuruí. Período dezembro/82 a dezembro/86.

MÊS/PAR	Tar (°C)	UR (%)	U(z) (ms <sup>-1</sup> )	S (Wm <sup>-2</sup> )	n/N (h)
DEZ/82	27.5	71	1.7	186	.48
JAN/83	27.2	76	1.7	180	.41
FEV	26.4	81	1.5	193	.49
MAR	26.1	85	1.3	174	.35
ABR	26.6	81	1.1	188	.55
MAI	27.0	79	1.1	182	.62
JUN	27.4	75	1.1	185	.73
JUL	27.1	74	1.3	181	.69
AGO	27.1	75	1.4	175	.58
SET	26.9	69	1.5	186	.50
OUT	25.8	72	1.7	182	.42
NOV	26.1	70	1.5	170	.33
DEZ	25.6	80	1.3	164	.29
JAN/84	24.6	83	1.1	174	.36
FEV	25.0	88	.9	182	.40
MAR	25.1	90	1.1	189	.47
ABR	24.8	92	1.0	164	.34
MAI	25.5	90	.9	187	.48
JUN	27.2	80	1.0	191	.79
JUL	27.2	78	1.1	185	.71

continuação (Tabela 1).

MÊS/PAR	Tar (°C)	UR (%)	U(z) (ms <sup>-1</sup> )	S (Wm <sup>-2</sup> )	n/N (h)
AGO	27.1	79	1.2	185	.68
SET	26.9	82	1.1	202	.63
OUT	27.2	82	1.3	196	.53
NOV	27.0	84	1.1	186	.46
DEZ	26.9	86	1.0	186	.48
JAN/85	25.0	91	1.0	163	.27
FEV	25.0	89	.9	178	.37
MAR	25.7	91	.9	185	.44 *
ABR	25.5	91	.8		
MAI	26.3	88	.7	174	.54 *
JUN	27.2	80	1.1	175	.84
JUL	27.6	76	2.8	188	.74
AGO	28.3	74	1.2	203	.76
SET	27.9	78	1.4	192	.55
OUT	27.9	83		189	.48
NOV	27.3	85		187	.42
DEZ	26.2	85	1.3	163	.28
JAN/86	26.7	83	1.3	182	.42
FEV	24.3	87	1.3	178	.36
MAR	23.8	87	1.2	174	.34
ABR	24.5	88	1.1	167	.36
MAI	25.8	84	1.1	180	.59
JUN	26.4	78	1.3	181	.68
JUL	26.4	76	1.2	189	.73
AGO	26.7	75	1.3	196	.68
SET	26.8	77	1.3	186	.48
OUT	26.4	81	1.1	188	.46
NOV	26.5	82	1.1	178	.39
DEZ	26.6	83	1.0	183	.45

(\*) Média calculada com 11 observações.

Tabela 2. Totais mensais de precipitação (mm), para a estação do INPA/ELN-Tucuruí. Período: Janeiro/76 a Dezembro/86.

ANO/MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
76	334.6	389.4	350.0	433.4	70.0	69.6	37.6	22.1	3.3	26.6		223.2	1960
77	550.0	609.6	529.6	602.3	319.0	73.0	37.1	3.2	29.0	95.6	16.9		2865
78	446.6	260.7	408.1	555.1	357.7	100.0	116.3	10.3	15.9	51.4		103.9	2426
79	320.7	327.4	210.2	155.3	155.3	52.8	7.6	78.6	66.8	87.0	89.4	339.0	1890
80	288.6	503.2	311.5	271.3	93.5	20.8	10.3	14.2	20.5	43.2	93.7	70.9	1742
81	250.2	375.5	336.9	226.4	107.0	81.8	63.6	0.2	.8	52.2	121.2	151.5	1767
82	520.7	619.0	468.8	320.3	108.7	27.7	9.7	30.8	24.3	91.0	89.2	102.4	2413
83	226.2	466.4	519.0	183.5	131.0	50.0	30.2	42.6	32.2	37.0	17.6	272.0	2008
84	369.5	698.4	464.3	536.7	217.4	68.2	14.1	47.2	71.8	132.2	112.4	268.2	3000
85	554.4	542.8	443.0	443.6	266.6	72.6	50.5	17.2	13.6	83.5	110.7	402.8	3001
86	355.3	476.1	735.8	437.0	180.3	140.9	11.4	12.8	56.1	401.5	126.0	170.5	3104
P	383.3	479.0	434.3	378.6	182.4	69.4	35.3	25.4	26.3	96.9	83.1	204.0	2380
CV	.3	.3	.3	.4	.5	.5	.9	.9	.8	1.0	.5	.5	.2



**Tabela 3.** Valores de maiores quantidades de chuvas registradas no período de 1976-1986.

ANO	DATA	PRECIPITAÇÃO EM 24 hs (mm)
1977	12/01	127.8
1979	12/12	103.4
1981	12/03	112.6
1982	24/01	135.2
1983	24/03	120.0
1986	02/04	118.0

**Tabela 4.** Evapotranspiração potencial ( $r_s = 0$ ) Média mensal. Período de DEZ/82 a DEZ/86. Estação de Tucuruí-PA.

MÊS/ANO	E(mm dia <sup>-1</sup> )	MÊS/ANO	E(mm dia <sup>-1</sup> )
DEZ/82	6.7	JAN/85	3.2
JAN/83	6.1	FEV	3.7
FEV	5.2	MAR	2.8
MAR	4.5	ABR	
ABR	4.8	MAI	2.2
MAI	4.9	JUN	2.7
JUN	5.3	JUL	4.5
JUL	5.8	AGO	5.8
AGO	5.5	SET	4.1
SET	6.5	OUT	
OUT	6.4	NOV	
NOV	5.8	DEZ	2.6
DEZ	4.6	JAN/86	3.2
JAN/84	4.3	FEV	2.5
FEV	3.8	MAR	2.2
MAR	4.2	ABR	1.7
ABR	3.2	MAI	2.5
MAI	3.5	JUN	2.6
JUN	4.7	JUL	2.9
JUL	5.0	AGO	3.4
AGO	5.1	SET	3.6
SET	5.0	OUT	3.5
OUT	3.7	NOV	3.2
NOV	3.3	DEZ	3.3
DEZ	3.2		

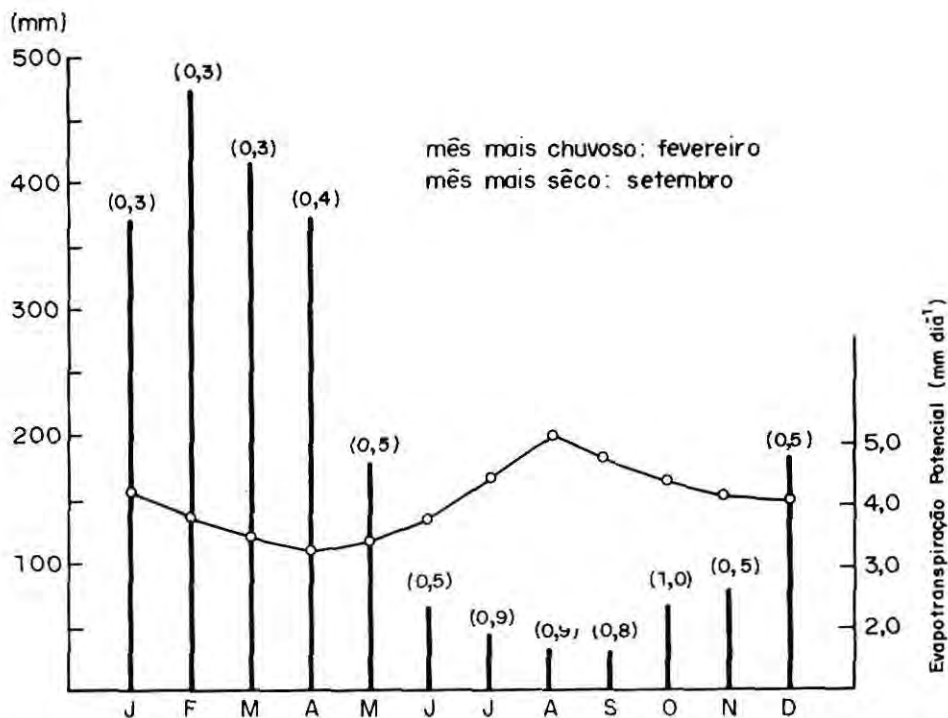


Fig. 1. Distribuição temporal dos totais mensais de precipitação e coeficiente de Variação e Evapotranspiração. Potencial média mensal, para Tucuruí/PA. Período Dez./82 a Dez./86.

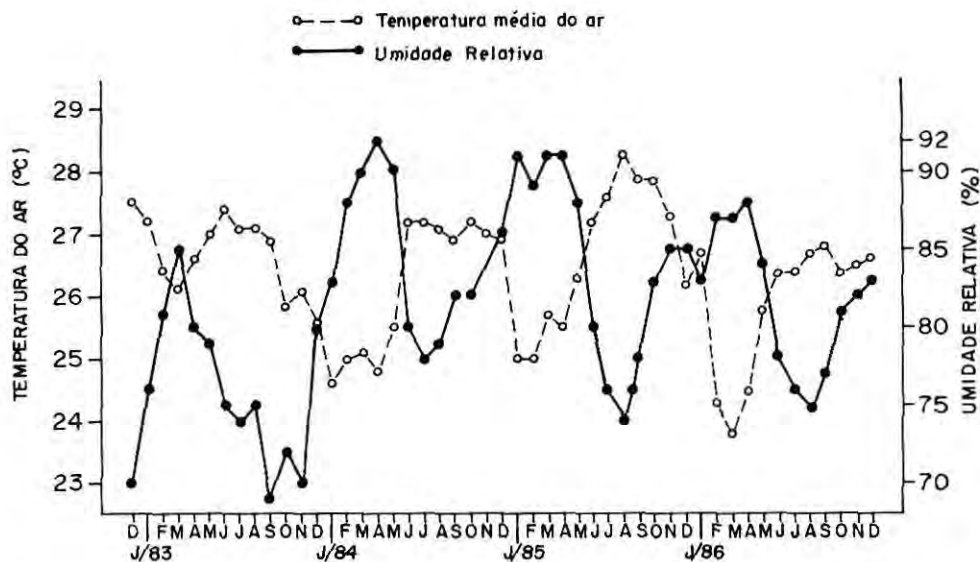


Fig. 2. Distribuição temporal da Temperatura Média do Ar e Umidade Relativa, para Tucuruí/PA.

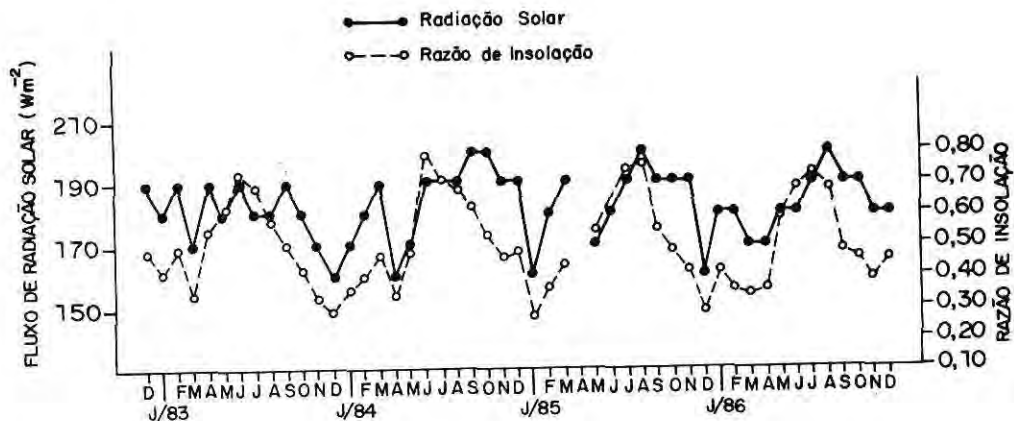


Fig. 3. Distribuição temporal do Fluxo de Radiação Solar e Razão de Insolação, para Tucuruí/PA.

#### Referências bibliográficas

- Almeida, R.; Salati, E.; Villa Nova, N. A. - 1979. Distribuição espectral e Coeficiente de transmissão da radiação solar para condições de céu limpo em Manaus. **Acta Amazonica**, 9(2):279-285.
- Kousky, V. E.; Molion, L. C. B. - 1981. **Uma contribuição à climatologia da dinâmica da atmosfera sobre a Amazônia**. INPE - 2030 - RPI/50.
- Kousky, V. E. & Virji, H. - 1982. A entrada de um sistema frontal em latitudes baixas e seus efeitos na atividade convectiva tropical. In: **Anais do II Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Pelotas, RS.
- Marques, J.; Salati, E.; dos Santos, J. M. - 1980. A divergência do campo de fluxo de vapor d'água e as chuvas na região Amazônica. **Acta Amazonica**, 10(1):133-140.
- Marques Filho, A. O.; Ribeiro, M. N. G.; Salati, E. - 1982. Evapotranspiração de floresta da região Amazônica. In: **Anais do II Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Pelotas - RS.
- Molion, L. C. B. - 1975. **A climatologic study of the energy and moisture fluxes of the Amazon basin with considerations of deforestation effect**. INPE 923-TPT-035.
- Monteith, J. L. - 1965. Evaporation and the environment. **Symp. soc. Expl. Biol.**, 19: 1-205.
- Moura, A. D.; Kagano, M. T. - 1982. **Variabilidade espacial da precipitação na região Norte-Nordeste da América do Sul**. INPE - 2381 RPE/402.
- Nimer, E. - 1972. Climatologia da região Norte: Introdução à climatologia Dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, 34(3):124-153.
- Penman, H. L. - 1948. Natural evaporation from open water bare soil and grass. **Proc. Roy. Soc., London**, A193. 120p.
- - 1963. Evaporation: an introductory survey. **Netherlands J. Agr. Sci.**, 1:9-29.

- Ratisbona, L. R. - 1972. The climate of Brasil in world survey of climatology, v. 12. Landsberg, H.; Salati, E.; Dall'Olio, A. Matsui, E. Gat, R. J. (eds.), 1975: Recycling of water in the Amazon Basin: as isotopic study. **Water Resources Research**, 15 (5):1250-1258.
- Salati, E. & Goes Ribeiro, M. N. - 1979. Floresta e clima. **Acta Amazonica**, 9(4):15-22.
- Salati, E. & Vose, P. B. - 1984. Amazon Basin: a system in equilibrium. **Science**, 225 (4658):129-138.
- Shuttleworth, W. J.; Gash, J. H. C.; Lloyd, C. R.; Moore, C. J.; Roberts, J. M.; Marques Filho, A. O.; Fisch, G.; Silva Filho, V. P.; Ribeiro, M. N. G.; Molion, L. C. B. Sa., L. D. A.; Nobre, C. A.; Cabral, O. M. R.; Patel, S. R.; de Moraes, J.C. - 1984a. Observations of radiant exchange above and below Amazonian forest. **Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.**, 110:1143-1162.
- - 1984b. Eddy - Correlation measurements of energy partition for Amazonian forest. **Quant. J. Roy. Meteorol. Soc.**, 110:1163-1169.
- Smithsonian Meteorological Tables, Robert, L. List sixth revised edition.
- Stewart, J. B. - 1984. Measurement and prediction of evaporation from forested and agricultural catchments. **Agric. Water Management**, 8:1-28.
- Szeicz, G.; Endrodi, G.; Tajchman, S. - 1969. Aerodynamic and surface factors in evaporations. **Water Resources Research**, 5(2):380-394.
- Villa Nova, N. A.; Salati, E.; Matsui, E. - 1976. Estimativa da evapotranspiração na bacia Amazônica. **Acta Amazonica**, 8(2):215-228.
- Villa Nova, N. A.; Santos, J. M.; Salati, E.; Goes Ribeiro, M. N. - 1976b. Coeficiente de transmissão de radiação solar em Manaus em junho. **Acta Amazonica**, 6(3):319-322.
- Villa Nova, N. A.; Salati, E.; Goes Ribeiro, M. N.; Nobre, C. A. - 1978. Radiação Solar em Manaus. **Acta Amazonica**, 8(3):417-421.

(Aceito para publicação em 25.10.90)