

## BALANÇO HÍDRICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE EM DUAS BARRAS (RJ)

*Ricardo Augusto Calheiros de Miranda<sup>1</sup>*  
*Aline de Souza dos Santos<sup>2</sup>*

### RESUMO

O conhecimento detalhado das condições meteorológicas predominantes na região serrana centro norte fluminense é de fundamental importância para todas as atividades desenvolvidas nessa região, muito embora se observe enorme carência de informações básicas sobre parâmetros climáticos nessa microrregião em apoio as atividades agropecuárias. Assim, visando aumentar a disponibilidade destas, é que se utilizou de dados meteorológicos primários coletados no Município de Duas Barras – RJ e adjacências, para se conhecer o balanço hídrico climático regional e conseqüentemente utilizar da classificação climática de Thornthwaite, os quais poderão ser usados como representativos dessa microrregião. Desse modo, foi determinada uma fórmula climática representada por B2rB'3a' evidenciando tratar-se de clima mesotérmico e úmido, com pequena deficiência hídrica. As médias anuais da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica foram 19,4 °C e 1277 mm, respectivamente, enquanto que a evapotranspiração real atingiu 871,1 mm e a deficiência hídrica foi de 22,1 mm.

**Palavras-chave:** Clima, balanço hídrico, cafeeiros, Duas Barras.

### Hidrological Balance and Climatic Classification of Thornthwaite in Duas Barras (RJ)

#### ABSTRACT

The detailed knowledge of the prevailing meteorological conditions in the center north fluminense mountain ridge region is fundamental importance for all the activities developed in that area. However, enormous lack of information is observed on the subject in support to agricultural activities. Thus, seeking to increase the availability of these data and using primary meteorological data of the Duas Barras and adjacency, this work established the Thornthwaite climatic classification and water balance of the station, which can be used as been representative of this microregion. This way, a climatic formula represented by B2rB'3a' evidencing to be classified as mesotermic and humid, with little annual hydric deficiency. The yearly temperature and rainfall was 19,4 °C and 1277 mm, respectively, while the real evapotranspiration reached 871,1 mm and the water deficiency was 21,8 mm.

**Keywords:** Climate, water balance, coffee plantations, Duas Barras.

---

<sup>1</sup> Prof. Titular do Instituto de Geografia – UERJ. [rmiranda@nitnet.com.br](mailto:rmiranda@nitnet.com.br)

<sup>2</sup> Bolsista do Departamento de Geografia Física. [nine\\_santos@hotmail.com](mailto:nine_santos@hotmail.com)

## 1 – INTRODUÇÃO

*Nesta terra em se plantando tudo dá!* Esta foi à primeira avaliação do potencial agrícola do Brasil feita por Pero Vaz de Caminha logo após a chegada de Cabral em terras brasileiras. Embora essa afirmativa seja dentro do contexto brasileiro, uma realidade, sabe-se que não se pode plantar indiscriminadamente qualquer espécie em qualquer lugar. Algumas regiões têm potencial agrícola maior que outras, basicamente porque o ambiente, clima e o solo, controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas (ASSAD et al., 2001). Por isso as condições predominantes do tempo atmosférico devem ser previamente avaliadas antes de se implantar qualquer atividade agrícola.

Assim sendo, o clima é um dos componentes mais importantes do meio ambiente por afetar diretamente os processos geomorfológicos, pedológicos e o desenvolvimento vegetal. Do clima depende a produtividade econômica de cada cultura cuja influência durante o seu ciclo vegetativo exige determinados limites de temperatura e de uma quantidade mínima de água, e de um período seco nas fases de maturação e colheita. O atendimento dessas exigências é que fará de uma determinada região ser considerada adequada climaticamente para uma dada cultura.

No Estado do Rio de Janeiro, a atividade agrícola desempenha função relevante para o desenvolvimento social e econômico de alguns municípios da região centro norte fluminense. Dentre estes, destaca-se o município de Duas Barras com um potencial histórico para a cafeicultura em uma área plantada de 800 ha, com aproximadamente 4.000.000 de pés de café (CIDE, 1999). Lá os produtores divididos entre a cafeicultura, fruticultura e floricultura e alguma atividade direcionada a avicultura, têm optado pela utilização de um modelo sustentado por experiências em outros locais e/ou regiões produtoras do país. Lá não há muita preocupação, com as possíveis diferenciações intra e inter-regionais do ponto de vista climático, decorrentes da topografia local e do tipo de solo (ASSAD et al., 2001).

Nesse contexto, o balanço hídrico climatológico de Thornthwaite & Matter (ROLIN e SENTELHAS, 1999) passa a ser ferramenta de fundamental importância no planejamento agropecuário regional, além de servir como instrumento para delimitar áreas com aptidão climática apropriadas para diferentes tipos plantios (OMETO, 1981).

Assim, objetivando disponibilizar maior número de informações sobre os aspectos climáticos da região centro norte fluminense e utilizando-se os dados de precipitação e temperatura, estabeleceu-se o balanço hídrico e a classificação climática de Thornthwaite do município de Duas Barras.

Este trabalho é particularmente relevante nesta fase em que à cafeicultura do pólo da região serrana centro norte fluminense opta pela utilização de um modelo de adensamento (SIQUEIRA et al., 1985) sustentado por experiências em outros locais e/ou regiões produtoras.

## 2 – METODOLOGIA

Para suprir a ausência de registros contínuos de temperatura do ar em Duas Barras, se utilizou dados diários compensados da série histórica do Instituto Nacional de Meteorologia monitorada em Cordeiro para estimativa das respectivas médias mensais.

Para tanto se aplicou à metodologia proposta por TRONCI et al, (1986), validada por HUBARD (1994; 1999) pela qual um determinado elemento meteorológico pode, desde que apresente pequena dispersão em torno da sua média, ser estimado em função do inverso da distância entre a localidade desprovida de informações e a estação meteorológica de referência circunvizinha ( $d_i$ ; km), ou seja:

$$V_0 = \frac{\sum_1^{12} V_i / d_i}{\sum_1^{12} 1/d_i} \quad (1)$$

onde:

$V_0$  – elemento meteorológico a ser estimado;

$V_i$  – valor médio do elemento meteorológico correspondente ao mês na estação mais próxima;

Quanto à adoção da metodologia acima TRONCI et al, (1986), concluíram que no caso de estimativas da temperatura e umidade relativa do ar em regiões de clima tropical, diferentemente dos dados pluviométricos, a dispersão dos totais mensais e anuais em torno

Artigo encaminhado para publicação em março de 2008.

Artigo aceito para publicação em maio de 2008

ISSN: 1981-9021 – Geo UERJ. Ano 10 - nº 18 - Vol. 1 - 1º semestre de 2008. 11p.

dos seus respectivos valores médios é em geral pequena ( $\approx 5\%$ ). O que permiti que se verificasse que num raio de ação de até 100 km é muito pequena a variabilidade espaço temporal das principais variáveis meteorológicas (HUBARD, 1994).

Considerando-se que a região de Duas Barras devida sua topografia sofre maior irregularidade das chuvas por causa dos aspectos ligados à dinâmica atmosférica, que em última análise controla a sucessão dos tipos de tempo e clima, os estudos sobre a variabilidade deste fenômeno, se tornam imprescindíveis (SANT'ANNA NETO, 1999).

Em uma análise pluviométrica de caráter temporal, NIEUWOLT, (1977) recomenda uma série mínima de 10 anos como referência de estabilidade. Assim sendo, considerando-se o compromisso entre a escolha de uma série histórica longa, aliada com a qualidade e disponibilidade de dados coletados em Duas Barras, escolheu-se o período de 1989 a 2001 para realização deste estudo.

Para se ter uma idéia mais aproximada das reais disponibilidades de água em qualquer região e em particular no pólo cafeeiro de Duas Barras, onde o problema do déficit hídrico provoca grandes impactos sociais, não basta apenas que se conheça o regime pluviométrico, é necessária, também, a realização do balanço hídrico (TEIXEIRA e SILVA, 1999; PINTO et al, 2001)

Foi utilizado o método de balanço hídrico de THORNTHWAITE & MATTER (1955) para realizar os cálculos. O nível de armazenamento de água no solo de 125 mm foi considerado como satisfatório de acordo com análises anteriores realizadas para cultura do café (CARAMORI et al, 2001).

A classificação climática foi elaborada a partir do método proposto por THORNTHWAITE (1948), citado em PEREIRA et al, (2002). Utilizando os dados do balanço hídrico para cada o período estudado determinou-se inicialmente o índice de umidade, que é a relação em percentagem entre o excesso de água e a evapotranspiração potencial, qual seja:

$$Iu = ((EXC)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}})100 \quad (2)$$

A seguir obteve-se o índice de aridez, que expressa deficiência hídrica em percentagem da evapotranspiração potencial, varia de 0 a 100. Atinge o valo zero quando não

existe déficit hídrico e 100 quando a deficiência é igual a evapotranspiração potencial. É calculado pela fórmula abaixo:

$$Ia = ((DEF)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}})100 \quad (3)$$

O índice efetivo de umidade ou índice hídrico relaciona os dois índices acima, e com este valor determina-se o tipo climático local, obtendo-se assim o primeiro indicativo da fórmula climática representado por uma letra maiúscula, com ou sem um algarismo subscrito. Segundo THORTHWAITE (1948), o índice hídrico reflete todas as condições prevalentes durante o ano, abrangendo períodos secos e chuvosos. Para Thornthwaite não ocorrerá seca se as deficiências hídricas não ultrapassarem 60% dos excedentes hídricos na estação úmida ( $I_h = 0$ ). Este índice foi posteriormente utilizado para a classificação climática do local estudado. A expressão que fornece este índice é:

$$I_h = (EXC_{\text{anual}} - 0,6 \cdot DEF_{\text{anual}}) / ETP_{\text{anual}} \quad (4)$$

A segunda letra da fórmula, que pode ser maiúscula ou minúscula com ou sem algarismo subscrito, reflete o sub-tipo climático e diferencia os períodos de excesso e aridez ocorridos durante o ano em função da distribuição intra-anual da pluviosidade.

O índice de eficiência térmica (ETP), que é o próprio valor numérico da evapotranspiração potencial, serve para indicar a terceira letra da fórmula climática, e é função direta da temperatura e do fotoperíodo. É apresentada por uma letra maiúscula com apóstrofo e, com ou sem, um algarismo subscrito.

A quarta letra da fórmula fornece o subtipo climático de acordo com a percentagem de evapotranspiração potencial anual que ocorre nos meses do verão. É indicada por uma letra minúscula com apóstrofo e, com ou sem, um algarismo subscrito. Esta variação estacional de ETP (verão) é que estabelece as estações de crescimento e desenvolvimento das culturas, sendo daí, importante relacionar a condição energética do verão contra outros períodos do ano.

### 3 - RESULTADOS

O cafeeiro (*Coffea* sp.) é um arbusto da família rubiaceae originário da Arábia, que tem seu crescimento e desenvolvimento fortemente afetado pelo regime hídrico, ora prejudicando, ora favorecendo a produção final, dependendo do estágio fenológico em que este se encontra durante uma possível estiagem (ASSAD et al., 2001; CARAMORI et al., 2001). Para se ter um conhecimento mais aprofundado do consumo de água do cafeeiro, assim como para um manejo da irrigação mais eficiente, uma ferramenta muito útil é o balanço hídrico, que pode ser medido no campo ou mesmo estimado através de modelos climatológicos (ROLIN e SETELHAS, 1999; PEREIRA et al., 2002). O monitoramento do balanço hídrico no plantio é demasiado trabalhoso, por isso os modelos como proposto por THORNTWHAITE & MATTER (1955) são frequentemente utilizados em virtude de sua rapidez e facilidade de aplicação (PEREIRA et al., 2002).

Um dos principais elementos de entrada para o cálculo do balanço hídrico é a precipitação pluviométrica, e o rigor de sua medida pode determinar se este será ou não condizente com a realidade, devendo sua variabilidade intra-anual ser levada em conta, o que não ocorre na maioria dos casos.

Os resultados do balanço hídrico climático podem ser visualizados na Tabela 1. Nela se verifica que a média anual das chuvas precipitadas em Duas Barras atinge valores de 1277 mm.ano<sup>-1</sup> (3,5 mm.dia<sup>-1</sup>) irregularmente distribuída durante o ano. Caracteristicamente, representado por uma estação chuvosa (novembro-março) e outra seca (abril-outubro).

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	Arm (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
<b>Jan</b>	22,5	210	108,4	101,6	125	108,4	0,0	101,6
<b>Fev</b>	22,7	153	95,2	57,8	125	95,2	0,0	57,8
<b>Mar</b>	22,0	153	93,9	59,1	125	93,9	0,0	59,1
<b>Abr</b>	20,0	75	70,6	4,4	125	70,6	0,0	4,4
<b>Mai</b>	17,6	44	53,9	-9,9	115,5	53,5	0,4	0,0
<b>Jun</b>	15,9	29	42,0	-13,3	104,0	40,4	1,6	0,0
<b>Jul</b>	15,4	22	41,8	-19,8	88,8	37,3	4,6	0,0
<b>Ago</b>	16,6	22	51,5	-29,5	70,1	40,6	10,8	0,0
<b>Set</b>	17,9	52	61,6	-9,6	65,0	57,2	4,4	0,0
<b>Out</b>	19,6	100	80,6	19,4	84,4	80,6	0,0	0,0
<b>Nov</b>	20,8	171	91,1	79,9	125,0	91,1	0,0	39,3
<b>Dez</b>	21,6	246	102,2	143,8	125,0	102,2	0,0	143,8
<b>ANO</b>	<b>19,4</b>	<b>1277</b>	<b>893</b>	<b>384</b>		<b>871</b>	<b>21,8</b>	<b>405,9</b>

Tabela 1 – Balanço hídrico climatológico (CAD=125 mm), período 1972 a 2001, para o município de Duas Barras, Rio de Janeiro, segundo Thornthwaite & Matter, 1955.

No período de outubro a março (correspondendo a 80% do total anual de chuva precipitada na região) se obteve índices pluviométricos superiores a 100 mm.mês<sup>-1</sup>, sendo dezembro o mês de maior total mensal ( $\pm 250$  mm). A maior variabilidade das chuvas no local é, portanto, observada nos meses de janeiro ( $210 \pm 75$  mm) e fevereiro ( $153 \pm 76$  mm). Nos meses do inverno e início da primavera, os índices pluviométricos que alcançam à região são bastante diminuídos e se caracterizam por apresentar um grande número de pancadas de chuvas de fraca a moderada ( $P \leq 3,5$  mm). Sendo que os meses de junho a agosto são os que apresentam os menores índices pluviométricos ( $\approx 20$  mm. mês<sup>-1</sup>) e a menor variabilidade ( $\pm 15$  mm). Caracteristicamente, em Duas Barras, entre maio e setembro se verifica um pequeno déficit hídrico anual de 21,8 mm. Um excedente hídrico (novembro a abril) de 405,9 mm o que corresponde a 32 % do total anual precipitado nessa mesoregião.

Pelo o observado na Tabela (1), a região serrana centro norte fluminense, não apresenta condições climáticas de extremo desconforto térmico, com uma temperatura média anual de 19,4 °C, oscilando entre um máximo de 22,7 °C (fevereiro) e um mínimo de 15,4 °C em julho. Esses padrões se assemelham aos registrados nas regiões produtoras do Estado do Paraná (CARAMORI et al., 2001).

Sob a ótica agrometeorológica a prática tem mostrado que o melhor meio de conhecer as disponibilidades térmicas e hídricas de uma determinada região é através do balanço hídrico (ROLIN e SETELHAS, 1999; PEREIRA et al., 2002). Ou seja, para se estudar o fator umidade do clima, não basta avaliar somente os dados da precipitação pluviométrica (AZEVEDO e VIEIRA, 2000). É indispensável também que se considere a perda de água do solo para atmosfera (evapotranspiração) como elemento de identificação climática, de acordo com o apresentado na Tabela 2 e na Figura 2, respectivamente.

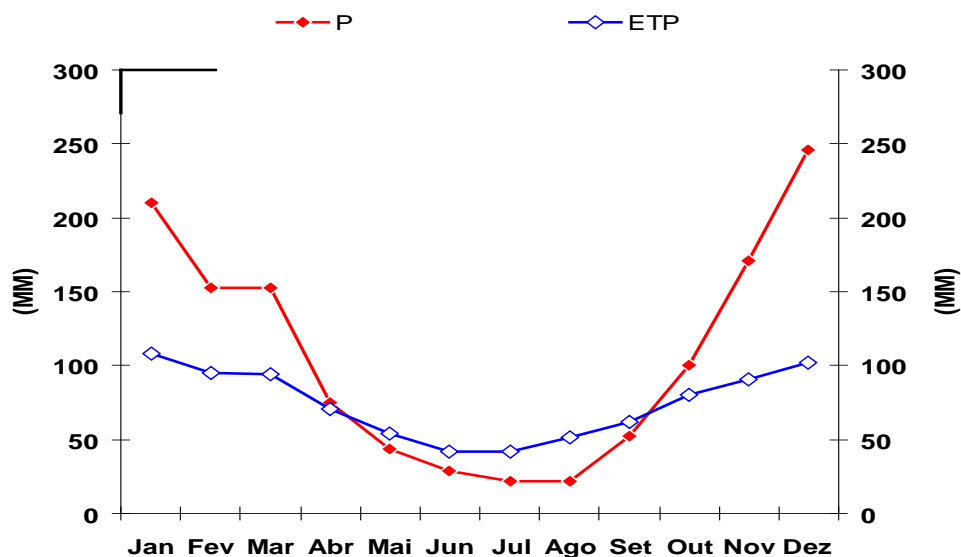


Figura 2 - Distribuição intra-anual dos índices de disponibilidades hídricas em Duas Barras (RJ) de acordo com critérios de classificação de Thornthwaite (1948).



MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P/ETP	1,94	1,61	1,63	1,06	0,82	0,69	0,53	0,43	0,84	1,24	1,88	2,41
CLASSIF.	C	C	C	R	S	S	ES	ES	S	R	C	EC

Tabela 2 – Critérios de classificação climática de Thornthwaite (1948), baseado na relação P/ETP. Critérios de Classificação (C.Cl.): meses secos (S), chuvosos (C), extremamente chuvosos (EC), extremamente secos (ES); e regular (R).

Assim sendo a caracterização mensal do clima se seco e/ou úmido estaria ligada à relação entre P/ETP.

Em Duas Barras durante a estação chuvosa esse índice é de 1,90 e na estação seca fica inserida entorno de 0,55 e bem acima dos 0,38 obtido no município de Serra Negra do Norte – RN para região semi-árida (SANTANA et al. 2004).

Com base nas médias mensais da temperatura do ar estimadas e precipitação pluviométrica foi aplicada para a região de Duas Barras a rotina para o cálculo do balanço hídrico proposta por D'ANGIONELLA (2003) para uma capacidade de retenção de água no solo de 125 mm. Pelo apresentado na Tabela (1) foram obtidos índices-limite do clima, os quais serviram de base para a classificação climática para região de Duas Barras (RJ) citada por OMETO (1981). Ou seja:

EXC = 405,9 mm Excedente hídrico;

DEF = 21,8 mm Deficiência hídrica;

ETP = 893,0 mm Evapotranspiração potencial anual;

ETP (verão) = 305,8 mm Evapotranspiração potencial no verão.

E assim sendo se obteve os seguintes resultados para região de Duas Barras (RJ) cuja tipologia climática foi elaborada a partir da classificação climática de Thornthwaite:

Iu = 45 é úmido (B2);

Ia = 2,5 % representado por um sub-tipo climático (r) apresentando uma pequena deficiência hídrica;

ETP = 893 mm/ano de acordo com o índice térmico é classificado como mesotérmico (B'3); (ETP (verão) / ETP (anual)). 100 = 34 % sendo classificado como sub-tipo a'.

### CONCLUSÃO

Como índices-limite consideraram-se os fatores térmico e hídrico. Para as demais regiões produtoras brasileiras observou-se que a faixa de temperaturas médias anuais, para desenvolvimento ideal da cultura do café, é entorno de 18 a 22 °C com uma deficiência hídrica inferior a 150 mm.ano-1.

Nas condições de Duas Barras, podemos concluir, portanto, que a evapotranspiração potencial estimada apresenta valores oscilando entre 41,8 mm (julho, mês mais seco) e 108, 4 mm (janeiro, mês chuvoso), com temperaturas média entre 22,7 °C e 15,4 °C, respectivamente. A deficiência hídrica se manteve em 22 mm.ano-1 dentro da faixa esperada para regiões produtoras de café do Estado do Paraná. Não sendo observados períodos do ano com excedente hídrico, apenas uma reposição de água no solo, no período de novembro a janeiro, meses em que a precipitação pluviométrica supera a evapotranspiração potencial.

Nos meses (dezembro a março) o solo apresenta-se com excesso de umidade, passando por um período de transição durante o mês de abril, quando começa uma fase extremamente seca (julho a agosto), onde é posto em jogo a reserva de água armazenada no solo durante o ano (outubro a março). Até atingir o período mais crítico, que vai de agosto, em que se inicia há reposição de água no solo pelo reinício da estação chuvosa no mês de setembro.

Analisando-se a média histórica de Duas Barras, o índice de umidade efetiva revelou-se ser do tipo úmido (B2) e, segundo a eficiência térmica, mesotérmico (B'3). Para o período estudado apresentou um total pluviométrico médio anual de 1277 mm, uma evapotranspiração potencial anual de 893 mm e uma pequena deficiência hídrica de 22 mm que se estende de fevereiro a outubro. Desse modo, o clima em Duas Barras é classificado por uma fórmula climática representada por B2rB'3a' evidenciando tratar-se de clima mesotérmico e úmido, com pequena deficiência hídrica (equivalente a 2% do total anual precipitado na região).

#### 4 - REFERÊNCIAS

ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A.; da SILVA, F.A.M.; da Cunha, S.A.R.; ALVES, E.R.; LOPES, T.S.S.; PINTO, H.S. e JR. ZULLO, J. Zoneamento agroclimático para a cultura de café (*Coffea Arábica L.*) no estado de Goiás e sudeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Passo Fundo (RS), Vol 9, N° 3, p 510-518. 2001.

AZEVEDO, P.V., da SILVA, G.B. Potencial agroclimático da região da “Chapada Diamantina” no Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Meteorologia*. Vol 15, n1, 77-88. 2000.

CARAMORI, P.H., CAIGLIONE, J.H; WREGE, M.S.; GOLÇALVES, S.L.; FARIA, R.T, ANDROCIOLI FILHO, A., SERA, T.; CHAVES, J.C.D. e KOGUISHI, M.S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arábica L.*) no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, passo Fundo, v.9, n.3, p. 486-494. 2001

HUBBARD, K.G. Spatial and temporal variability of daily weather variables in sub-humid and semi-arid areas of the United States high plains. *Agriculture and Forest Meteorology*. V 93. p 141-148.1999.

HUBBARD, K.G. Spatial variability of daily weather variables in the high plains of the USA. *Agricultural and Forest Meteorology*. 68, p 29-41. 1994.

CENTRO DE INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CIDE. Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro - 1999. Rio de Janeiro. 45p. 1999.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática à classificação climática. (algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). In: *Revista Geográfica*, no57. Instituto Pan-Americano de Geografia e História. Rio de Janeiro, 1962.

NIEUWOLT, S. *Tropical Climatology: An introduction to the climates of the low latitudes*. John Wiley and Sons. England. 207pp. 1977.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. e SENTELHAS, P.C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Livraria e Editora agropecuária. Rio Grande do Sul. 2002. 478p.

PINTO, H.S.; ZULLO Jr., J.; ASSAD, E.D.; BRUNINI, O., ALFONSI, R.R. e CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para cafeicultura do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Passo Fundo (RS), Vol 9, nº 3, p 495-500. 2001.

Artigo encaminhado para publicação em março de 2008.

Artigo aceito para publicação em maio de 2008

ISSN: 1981-9021 – Geo UERJ. Ano 10 - nº 18 - Vol. 1 - 1º semestre de 2008. 11p.

- OMETO, J.C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo. Editora Ceres, 1981. 435p.
- SANT'ANNA NETO, J.L. A variabilidade temporo - espacial das chuvas no Estado de São Paulo no período de 1971-1993. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 11, Florianópolis. CD-Rom. 1991.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C. Balanço hídrico normal por Thornthwaite & Matter (1955). Piracicaba. ESALQ. 1999. CD-ROM.
- SIQUEIRA A.R., ANDROCIOILLI FILHO, A., CARAMORI, P.H. Espaçamento e produtividade do cafeeiro. Londrina. Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR. Informe da Pesquisa, v.56, 1985. 5p.
- TEIXEIRA, A.H.C.; SILVA, B.B. Balanço hídrico seriado de Petrolina, Pernambuco. Revista Bahia Agrícola, v3, n3 1999. p15-18.
- THORTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographic Review. 38. 55-93. 1948.
- THORTHWAITE, C.W.; MATTER, J.R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Thecnology, 104p. 1955.
- TRONCY, N.; MOLTENI, F., BOZZINI, M. A comparison of local approximation methods for the analysis of meteorological data. Archive Meteorological. Bioclimatology. v 36, p 189-211. 1986.