

Comunicado técnico

Número 35

6p.

100 exemplares

nov./2000

ISSN 1517-1469

ZONEAMENTO CLIMÁTICO DA CULTURA DO CAFÉ (*Coffea Arabica*) PARA O ESTADO DE GOIÁS

Eduardo Delgado Assad¹; Balbino Antônio Evangelista²;
Fernando Antônio Macena da Silva³; Enislaine Rosa dos Santos⁴

A maioria das culturas apresenta características que diferem quanto as suas necessidades climáticas gerais e específicas. No caso da cultura do café, a deficiência hídrica e a temperatura média anual são parâmetros fundamentais para estudos de aptidão climática.

Quando o deficit hídrico está muito elevado, o cafeeiro começa a apresentar os seguintes sintomas: murcha, desfolha, secamento dos ramos, morte das raízes e aparecimento de deficiências induzidas de nutrientes. A consequência desses sintomas é a queda na produção uma vez que a planta, normalmente, necessita encontrar umidade no solo durante todo o período de vegetação e de frutificação. [Carelli et al. \(2000\)](#) mostraram também que a densidade do fluxo de seiva no xilema aumenta em condições de irrigação, ou seja: quando a deficiência hídrica é reduzida. Nesse mesmo caso, constatou-se que a relação entre a densidade do fluxo da seiva do período noturno/diurno diminui com o aumento da disponibilidade de água no solo. [Arruda et al. \(2000\)](#) concluíram que o consumo de água do café cessa quando se esgotam 113 mm de água da camada do solo de 0 a 100 cm. Essas informações reforçam a adoção do critério estabelecido por [Camargo \(1985\)](#) em que é fixado o valor de 150 mm/ano como deficiência hídrica limite para cultivo do café.

As áreas com temperatura média anual inferior a 18 °C, em geral, têm o período de dormência das gemas florais retardado e o desenvolvimento dos frutos mais lento, fazendo com que o período de maturação seja coincidente com o novo florescimento, dificultando a colheita ([Camargo & Pereira, 1994](#)). Já nas regiões com temperaturas médias anuais superiores a 23 °C e temperatura média mensal de novembro a 24 °C, é freqüente haver problemas de frutificação por abortamento das flores, [Camargo \(1985\)](#); [Thomaziello et al. \(1999\)](#).

Na região do Cerrado Brasileiro, de maneira geral, a estação chuvosa ocorre de outubro a março. Uma importante revisão de literatura e organização de dados pluviométricos foi feita pela Embrapa Cerrados, ([Assad, 1994](#)). Nessa revisão a estação chuvosa foi analisada, quantificada e mapeada, utilizando 100 estações pluviométricas com mais de 20 anos de dados diários. Logo após o início das primeiras chuvas que têm pequena probabilidade de ocorrência no mês de setembro, verifica-se a floração do cafeeiro, influenciada pela temperatura. Nessa fase, a flor do café passa por mudanças muito rápidas e a florada dá-se entre 8 e 10 dias. Essa florada terá alta probabilidade de acontecer no mês de outubro quando as chuvas nessa região estão mais regulares. Coincidentemente, nos meses de outubro e novembro são observadas

¹ Eng. Agríc. Dr., Embrapa Cerrados. (assad@cpac.embrapa.br)

² Geógr. Bs., Embrapa Cerrados. (balbino@cpac.embrapa.br)

³ Eng. Agrôn. M.Sc., (macena@cpac.embrapa.br)

⁴ Estagiária Embrapa Cerrados

as maiores temperaturas máximas, podendo chegar facilmente a 34 °C. Nessa temperatura, a fotossíntese do cafeeiro é bastante afetada e pode ocorrer o abortamento das flores. Assim, para efeito de zoneamento, caso fosse utilizada a média da temperatura do período de floração, ou seja: setembro, outubro e novembro, os efeitos fisiológicos ficariam mascarados no mês de setembro, com temperaturas mais amenas, e o efeito da maior temperatura média mensal (mês de novembro) não teria a abrangência espacial necessária para suprimir as regiões com alta frequência de ocorrência de altas temperaturas. A escolha do mês de novembro teve como base os parâmetros que definiram a necessidade climática do cafeeiro, conforme trabalhos básicos efetuados pelo [Zoneamento..., 1972](#), [Instituto Brasileiro do Café \(1977 e 1986\)](#) e [Camargo et al. \(1977\)](#), observando-se que na definição da limitação térmica, as temperaturas máximas acima de 34°C que ocorrem nos meses de outubro a novembro e prejudicam o florescimento do cafeeiro foram associadas às temperaturas médias mensais acima de 24 °C.

Como toda a cafeicultura brasileira está situada em áreas de latitudes superiores a 4°, o café encontra-se fenologicamente em condições tropicais, não equatoriais. O ciclo fenológico é bem definido, como ilustrado na Figura 1, ou seja: florescimento na primavera, frutificação no verão, maturação no outono e colheita no inverno. Como a estação seca é bem definida no Estado de Goiás, o café tem um período de floração destacado e um período de maturação e colheita relativamente curto (abril a agosto), conforme [Instituto Brasileiro do Café - IBC. \(1986\)](#); [Camargo \(1985\)](#).

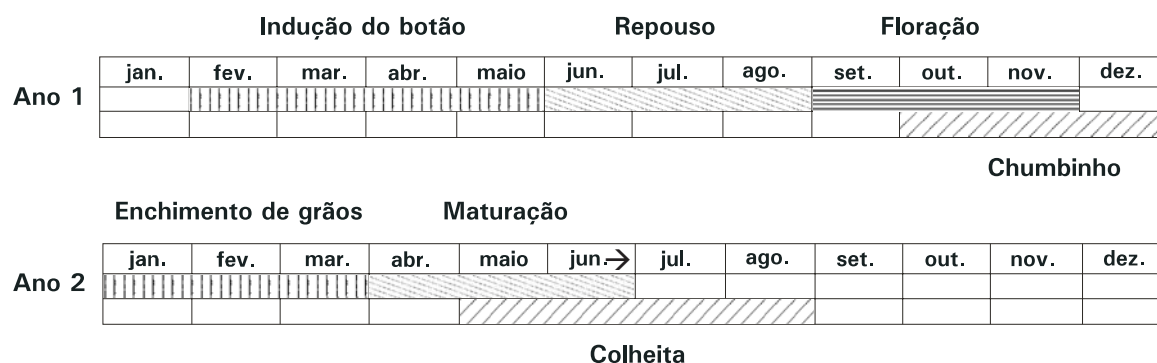


FIG. 1. Ciclo de produção do café em condições normais.

Sabendo-se que o crescimento e o rendimento da cultura do café são influenciados, principalmente, pelos fatores acima citados, neste trabalho procurou-se definir as áreas aptas, do ponto de vista agroclimático, para o plantio do café no Estado de Goiás. Essas áreas estão localizadas na região Centro-Oeste entre as latitudes 13°00' e 19°00' S e longitudes 46°00' e 53°00' W. Utilizaram-se os dados pluviométricos de 137 postos cadastrados no banco de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Com o uso do modelo de balanço hídrico definido por [Thornthwaite & Mather \(1957\)](#) e, considerando a capacidade de armazenamento de água de 125 mm, calculou-se a deficiência hídrica anual (DHA). Foram estabelecidas as seguintes classes de DHA para definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista hídrico:

DHA < 150 mm → Área apta sem irrigação
 DHA > 150 mm → Área apta com irrigação

Os dados sobre a temperatura média anual, medidos em 27 postos climatológicos, gerenciados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) foram insuficientes. Por isso, usou-se um modelo de regressão linear para estimar os dados médios men-

sais de temperatura em função da altitude e latitude (Tabela 1). Foram estabelecidas as seguintes classes de temperaturas médias anual (T_a) e do mês de novembro (T_n) para definição das áreas aptas e das inaptas do ponto de vista térmico:

- $T_a < 18^\circ\text{C} \rightarrow$ Área inapta
- $T_n > 24^\circ\text{C}$ Área inapta
- $18^\circ\text{C} < T_a < 23^\circ\text{C}$ Área apta
- $T_n < 24^\circ\text{C}$ Área apta
- $T_a > 23^\circ\text{C}$ Área inapta

TABELA 1. Valores dos parâmetros estimados (β_0 , β_1 , β_2), coeficiente de determinação (R^2) e modelo de regressão linear múltipla ajustado aos dados das temperatura média do ar para o Estado de Goiás.

Meses	Parâmetros da regressão						Modelo de regressão linear múltipla
	β_0	β_1	β_2	R^2	F(%)		
					LAT	ALT	
jan.	31.23	-0.23	-0.01	0.94	0.0047	0.0001	$T = 31.23 - 0.23\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
fev.	31.51	-0.22	-0.01	0.89	0.0456	0.0001	$T = 31.51 - 0.22\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
mar.	30.62	-0.16	-0.01	0.88	0.1274	0.0001	$T = 30.62 - 0.16\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
abr.	30.82	-0.21	-0.01	0.87	0.0629	0.0001	$T = 30.82 - 0.21\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
maio	30.39	-0.23	-0.01	0.83	0.1065	0.0001	$T = 30.39 - 0.23\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
jun.	30.79	-0.35	-0.01	0.74	0.0933	0.0002	$T = 30.79 - 0.35\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
jul.	29.08	-0.25	-0.01	0.68	0.2595	0.0004	$T = 29.08 - 0.25\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
ago.	29.26	-0.17	-0.01	0.66	0.4555	0.0005	$T = 29.26 - 0.17\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
set.	30.29	-0.16	-0.01	0.55	0.5576	0.0025	$T = 30.29 - 0.16\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
out.	31.14	-0.21	-0.01	0.58	0.3815	0.0020	$T = 31.14 - 0.21\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
nov.	31.05	-0.22	-0.01	0.72	0.2065	0.0002	$T = 31.05 - 0.22\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
dez.	30.40	-0.20	-0.01	0.82	0.1000	0.0001	$T = 30.40 - 0.20\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$
anual	30.66	-0.23	-0.01	0.84	0.0954	0.0001	$T = 30.66 - 0.23\text{LAT} - 0.01\text{ALT}$

Em seguida, os valores de DHA, T_a e T_n foram georreferenciados e espacializados num sistema de informações geográficas, dando origem aos mapas de deficiência hídrica anual, temperatura média anual e temperatura média no mês de novembro. Utilizando-se o módulo de programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) disponível no Sistema de Informações Geográficas - SPRING/INPE, efetuaram-se os cruzamentos dos respectivos mapas, caracterizando as áreas aptas para o cultivo do café no Estado de Goiás. As regiões que apresentaram $DH < 150\text{ mm}$, $18^\circ\text{C} < T_a < 23^\circ\text{C}$ e $T_n < 24^\circ\text{C}$ foram consideradas aptas sem irrigação. Quando $DH > 150\text{ mm}$, $18^\circ\text{C} < T_a < 23^\circ\text{C}$ e $T_n < 24^\circ\text{C}$ foram consideradas aptas com irrigação e, aquelas regiões que apresentaram combinação diferente das anteriores foram consideradas inaptas para o plantio de café.

Com a simulação do balanço hídrico para os 137 postos pluviométricos, calculou-se a deficiência hídrica anual. Esses valores foram georreferenciados por meio de latitude e longitude e, com de um interpolador disponível no SPRING (inverso do quadrado das distâncias), foram espacializados, dando origem ao mapa temático que representa as deficiências hídricas na região. Todo o Estado de Goiás apresenta deficiência superior a 150 mm. Isso significa que o plantio de café (*Coffea arabica*), na região, só é recomendado caso sejam adotadas práticas de irrigação suplementar. Ao se constatar esse fato, as variáveis que definiram a aptidão da região para o desenvolvimento da cultura foram as temperaturas médias anuais e a do mês de novembro que, de forma idêntica à disponibilidade hídrica, tiveram seus dados

georreferenciados, especializados e combinados por meio de cruzamentos, proporcionando, dessa maneira, a confecção do mapa final que representa a delimitação das áreas aptas e das áreas inaptas para a cultura do café Estado de Goiás (Figura 2).

Utilizando as técnicas de geoprocessamento e adotando as temperaturas médias anuais juntamente com a deficiência hídrica anual, foi possível identificar as áreas aptas, por município, para o cultivo do café no Estado de Goiás (Tabela 2). Os resultados do balanço hídrico indicam que o café, nessas regiões, só pode ser cultivado se adotadas as práticas de irrigação. Dessa maneira, o principal fator limitante é a temperatura. Quando estabelecidos os limites espaciais dos critérios adotados, as áreas aptas para plantio de café nas duas regiões (Goiás e sudoeste da Bahia) é de 21.929.300 hectares o que é muito próximo da área total de café plantada no Brasil, estimada em 22 milhões de hectares. Nesse sentido, após esse refinamento, sugere-se que novos filtros sejam estabelecidos para reavaliar a aptidão de áreas para se ter um café com diferencial de qualidade. Novos estudos devem ser feitos levando-se em consideração o tipo de solo, a iluminação de encostas e a declividade.



FIG. 2. Delimitação das áreas recomendadas para o plantio do café arábica no Estado de Goiás.

TABELA 2. Municípios do Estado de Goiás com áreas aptas para plantio de café irrigado.

Municípios	área apta (%)	Municípios	área apta (%)
Santa Rosa de Goiás	100	Chapadão do céu	65
Abadia de Goiás	100	Trindade	65
Abadiânia	100	São João d'Aliança	65
Água Fria de Goiás	100	Guaraitá	63
Águas Lindas de Goiás	100	Mineiros	62
Alexânia	100	Urutaí	61
Americano do Brasil	100	Vila Propício	59
Anápolis	100	Cromínia	57
Aragoiânia	100	Montividiu	56
Bonfinópolis	100	Guapo	56
Brazabrantes	100	Avelinópolis	56
Caldazinha	100	Goianeira	56
Cidade Ocidental	100	Goianésia	52
Corumbá de Goiás	100	Formosa	50
Cristianópolis	100	Rio Quente	45
Damolândia	100	Sao Francisco de Goiás	44
Goianápolis	100	Nazário	44
Goianira	100	Rio verde	42
Inhumas	100	Piracanjuba	41
Itaucu	100	Caiapônia	40
Leopoldo de Bulhões	100	Jataí	40
Mineiros	100	Itaguari	40
Nerópolis	100	Portelândia	38
Nova Veneza	100	Itaguaru	38
Novo Gama	100	Teresina de Goiás	37
Ouro Verde de Goiás	100	Buriti Alegre	34
Palmelo	100	Pilar de Goiás	32
Perolândia	100	Morro Agudo de Goiás	32
Petrolina de Goiás	100	Ouvidor	31
Planaltina	100	Caldas Novas	31
Santo Antônio de Goiás	100	Cavalcante	29
Santo Antônio do Descoberto	100	Barro Alto	26
São Miguel do Passa Quatro	100	Mossamedes	25
Silvânia	100	Varjão	25
Terezópolis de Goiás	100	Davinópolis	25
Valparaíso de Goiás	100	Niquelândia	24
Vianópolis	100	Mambaí	24
Cristalina	100	Morrinhos	23
Taquaral de Goiás	100	Sítio d'Abadia	22
Cabeceiras	100	Guarani de Goiás	22
Luziânia	98	Hidrolina	21
Cocalzinho de Goiás	98	Turvânia	20
Campo Alegre de Goiás	97	Mairipotaba	20
Goiânia	97	Vila Boa	18
Senador Canedo	93	Professor Jamil	18
Caturai	92	Campos Belos	16
Aparecida de Goiânia	90	Jesúpolis	16
Anicuns	88	Flores de Goiás	15
Bela Vista de Goiás	88	Faina	15
Aracu	86	Rubiataba	15
Mimoso de Goiás	85	Cumari	14
Hidrolândia	82	Nova Roma	13
Catalão	82	Baliza	12
Pirenópolis	79	Marzagão	12
Santa Cruz de Goiás	78	Serranópolis	12
Ipameri	78	Nova Iguacu de Goiás	11
Itaberaí	76	Santa Rita do Araguaia	11
Pires do Rio	73	Heitorai	11
Padre Bernardo	72	Posse	11
Alto Paraíso de Goiás	71	Jaraguá	10
Orizona	70		

CLIMATIC ZONNING OF COFFEE (*Coffea Arabica*) FOR GOIÁS STATE

ABSTRACT - The goal of this study was the identification of areas in the Goiás State with low climatic restrictions for coffee by using Geographical Information System capabilities and a water balance model. The input parameters of the model were: annual water deficit (< 150 mm); weighed annual average temperature ($18 - 23$ °C); and average of monthly maximum temperature (< 24 °C). The temperature values for every 30 seconds of latitude and longitude in the State were derived through an empirical relationship between temperature and elevation. In this way, we generated a set of 15,000 point-based temperatures in the study area. In all cases, the annual water deficit were higher than 150 mm, indicating the need of irrigation. The integration of climatological data allowed the identification of regions suitable for coffee cultivation in the State of Goiás.

Key words: cerrado, water deficit, climatic risk

Referências Bibliográficas

- ARRUDA, F.B.; IAFFE, A ; WEILL, M.A .; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.O . Resultados do consumo de água e do coeficiente de cultura do cafeeiro a partir do controle da umidade do solo em Pindorama. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos**. Brasília: Embrapa Café/MINASPLAN, 2000. p.775-778.
- ASSAD, E.D., coord. **Chuvas nos Cerrados: análise e espacialização**. [Planaltina]: EMBRAPA-CPAC / Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 423p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas** (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.
- CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I., PEZZOPANE, J.R.M.; ALFONSI, E.L.; MAGOSSO, R. Densidade de fluxo de seiva em plantas de café (*coffea arabica* L.) em diferentes regimes de água e irradiância. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos**. Brasília: Embrapa Café/MINASPLAN, 2000. p.42-45.
- CAMARGO, A.P.; O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.13-26, jun. 1985.
- CAMARGO, A.P. de; PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization. 1994. 42p + anexos. (CagM Report, n.58; WMO/TD, n.615).
- CAMARGO, A.P. de; ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S.; CHIARINI, J.V. . Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em áreas do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília, DF. **Bases para utilização agropecuária**. Belo Horizonte: Itatiaia / São Paulo: USP, 1977. p.89-120.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura (Rio de Janeiro, RJ). Clima e fenologia. In: INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura (Rio de Janeiro, RJ). **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro, 1986. p.8-21.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura (Rio de Janeiro, RJ). **Plano de renovação e revigoramento de cafezais - 1977/78**. Rio de Janeiro, 1977. 45p.
- THOMAZIELLO, R.A.; OLIVEIRA, E.G.; TOLEDO FILHO, J.A.; COSTA, T.E. **A cultura do café**. Campinas: CATI, 1999. 77p. (Boletim Técnico, 193).
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1957. 311 p.
- ZONEAMENTO do café arábica a pleno sol no Brasil por viabilidade climática Campinas: IAC, 1972. 81p. Relatório das atividades desenvolvidas pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas no período de junho de 1971 a junho de 1972.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza, Caixa Postal 08223

CEP 73301-970, Planaltina, DF

Telefone: (61) 388-9898 FAX: (61) 388-9879