

03725

CPAC

1982

FL-03725

Out. Fev. 09/82

lar Técnica

JULHO, 1982

Número 9

O CLIMA DA  
REGIÃO DOS CERRADOS  
EM RELAÇÃO  
À AGRICULTURA



EMBRAPA  
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS

O clima da região dos cerrados

1982

FL-03725



29759-1

CIRCULAR TÉCNICA Nº 9



**O CLIMA DA  
REGIÃO DOS CERRADOS  
EM RELAÇÃO  
À AGRICULTURA**

*Waldo Espinoza  
Luiz Guimarães de Azevedo  
Milton Jarreta Júnior*



**EMBRAPA  
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS  
Planaltina – DF**

---

## SUMÁRIO

<i>Resumo</i>	5
<i>Introdução</i>	6
<i>Características climáticas gerais da região dos Cerrados</i>	11
<i>Condições responsáveis pelas características climáticas</i>	20
<i>O clima em relação à disponibilidade de água nos solos de Cerrados</i>	22
<i>Balanço hídrico</i>	24
<i>Perspectivas da agricultura na região dos Cerrados com relação às suas características climáticas</i>	34
<i>Bibliografia</i>	37

## O CLIMA DA REGIÃO DOS CERRADOS EM RELAÇÃO À AGRICULTURA<sup>1</sup>

*Waldo Espinoza Garrido, Ph.D.<sup>2</sup>  
Luiz Guimarães de Azevedo, Ph. D.<sup>3</sup>  
Milton Jarreta Júnior, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup><sup>4</sup>*

---

### RESUMO

O clima da região dos Cerrados, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo AW (tropical chuvoso), nas suas partes baixas, em CWh<sub>1</sub> (temperado chuvoso de inverno seco), no Planalto Central.

A característica principal do clima dessa área, que se estende de 5° a 20° Lat. Sul e de 45° a 60° Long. W. Gr., é a presença de dois períodos definidos: a) estação chuvosa, entre outubro e abril, quando caem mais de 90% das chuvas, e b) estação seca, com ausência quase total de chuvas e que se prolonga de maio a setembro, característica essa que resulta fundamentalmente da ação da Frente Polar Antártica, da Frente de Alta Pressão do Atlântico e da Frente Equatorial.

Os dados climatológicos analisados indicam que as precipitações anuais variam na faixa de 1.822 mm para Alto Araguaia (Mato Grosso), 1.696 mm para Pirenópolis (Goiás), 1.072 mm para Barra de Corda (Maranhão) e 1.063 mm para Corumbá (Mato Grosso do Sul), e que as temperaturas médias anuais variam desde 25,8°C, em Porto Nacional, Goiás, a 19,3°C em Oliveira, Minas Gerais. A diferença de temperatura entre o mês mais frio e o mês mais quente atinge 1°C para Porto Nacional e 5°C para Oliveira.

As chuvas na região dos Cerrados são em geral intensas, tendo atingido 135 mm/dia no CPAC, no dia 13/04/77 e 42,7 mm/30 min no dia 25/10/73.

<sup>1</sup> Anteriormente publicado como Comunicado Técnico nº 4 do CPAC, 1976.

<sup>2</sup> Pesquisador da EMBRAPA-CPAC no período de 76-81.

<sup>3</sup> Pesquisador da EMBRAPA-CPAC.

<sup>4</sup> Pesquisador da EMBRAPA-CPAC no período de 75-76.

Essas condições, complementadas por uma vegetação em geral esparsa e pelas características físicas e físico-químicas dos solos, geram uma atividade erosiva intensa que deve ser minimizada o mais breve possível, em face dos programas governamentais de expansão da fronteira agrícola com base na ocupação dos Cerrados.

Na área considerada, a atividade varia entre 117m, em Cáceres (MT), e 1.341m, na Chapada da Contagem (DF), atingindo cotas ainda mais elevadas na Chapada dos Veadeiros. A sede do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (DF) está a uma altitude de 1007,4m.

A época da seca é caracterizada por grande evaporação e baixa umidade relativa, chegando a reduzir a presença de doença e de pragas nas lavouras.

As características climáticas da área permitem o desenvolvimento, durante a estação das chuvas, da maior parte das culturas que não são sensíveis ao fotoperíodo ou que não precisam de temperaturas mínimas médias inferiores a 15°C. Contudo, persistem problemas devido à irregularidade das chuvas no período de máximo desenvolvimento das culturas, fenômeno regionalmente denominado "veranico", e que reduz os rendimentos de 30 a 40%.

Este fenômeno é agravado pelas características ácidas dos solos, devido aos elevados teores de Al, que impedem o desenvolvimento normal das raízes, e também pela baixa capacidade de retenção de água do solo.

Em relação à disponibilidade da chuva para as culturas, Hargreaves classifica a região como úmida-seca, com MAI mensal (índice de água disponível) durante cinco ou mais meses consecutivos superior a 0,34. No entanto, o déficit hídrico real anual da região dos Cerrados varia em torno de 114 mm para Pirenópolis (GO), 31 mm para Formosa (GO), 399 para Cáceres (MT) e 552mm para Pirapora (MG).

O déficit hídrico tende a diminuir à medida que os Cerrados atingem as proximidades da região Amazônica, ao mesmo tempo que aumenta o número de meses com MAI superior a 0,34, possibilitando uma estação agrícola mais prolongada. O método de Hargreaves do balanço hídrico mensal, entretanto, não é apropriado para determinar os dias de déficit hídrico. Mais adequado é o método do balanço hídrico diário proposto por Thornthwaite & Mather, que determina os dias de déficit hídrico em função da capacidade de armazenamento do solo, da evapotranspiração potencial e da pluviometria, e que, inclusive, pode ser usado para prever a ocorrência de veranicos com 3 a 4 dias de antecipação.

A distribuição variável da pluviosidade anual apresenta um risco ao produtor agrícola, podendo retardar a expansão da área cultivada dos Cerrados. Considerando ser o clima um fator de produção ainda não controlado — excetuadas as áreas em que os agricultores dispõem de irrigação suplementar — a pesquisa deve gerar um conjunto de práticas adequadas de manejo do solo e da planta, que permitam reduzir o risco climático a um mínimo, assegurando, assim, produções rentáveis para o agricultor, com a diminuição do risco de investimento.

---

## I – INTRODUÇÃO

Alvim e Araújo (1952), ao levantarem problemas de fertilidade dos solos da região dos Cerrados, estimaram que a área ocupada por esse tipo de vegetação alcançaria cerca de um e meio milhão de quilômetros quadrados.

Sánchez, Lopes e Buol (1974), enfocando também o aspecto pedológico da região, mencionam que 22% do Brasil são cobertos por Cerrados (Tabela 1).

TABELA 1. Distribuição de solos de Cerrados no Brasil.

Unidade da Federação	Área de Cerrado (1 x 10 <sup>6</sup> ha)	Percentual dos Cerrados	
		no Estado	no Brasil
Goiás	55,5	88	30
Mato Grosso <sup>5</sup>	47,9	39	26
Minas Gerais	30,8	53	17
Piauí	11,5	46	06
Bahia	10,5	19	06
Maranhão	9,8	30	05
Roraima	4,4	19	02
São Paulo	4,1	17	02
Pará	3,9	3	02
Amazonas	2,0	1	01
Amapá	1,9	14	01
Distrito Federal	0,6	100	01
Outros	—	—	—
	182,9	—	100

Fonte: Fundação IBGE.

Se ao lado dessas estimativas acrescentarmos dados obtidos a partir dos trabalhos dos projetos RADAM (Brasil, 1973, 1974 e 1975) e RADAM BRASIL (Brasil, 1975 e 1976) e incluirmos as áreas periféricas, chegaremos facilmente a uma área estimada superior a dois milhões de quilômetros quadrados, isto é, em torno de 25% do território brasileiro. O estágio atual do conhecimento sobre a sua distribuição é mostrada nas Figuras 1 e 2, com a indicação dos principais grandes grupos de solos que, de acordo com Sánchez, Lopes e Buol (1974), ocorrem na região.

Entretanto, a região dos Cerrados, como área contínua, por sua distribuição desde as proximidades da linha do Equador até abaixo do paralelo 20° Lat. Sul, apresenta grande heterogeneidade, que se traduz não só por variações ecológicas e florísticas, como por sua biomassa, dando lugar a uma caracterização fisionômica que distingue: Cerradão, Cerrados, Campos Cerrados e Campos Limpos. O Distrito Federal, segundo a CODEPLAN (1976), em 1975 era revestido em 35,8% por Cerrados, enquanto os Campos Cerrados, as Matas Ciliares, os Cerradões, os Banhados e a agricultura ocupavam, respectivamente, 46,88%, 5,30%, 0,87% e 1,32 da área.

Segundo o IPEA (1973), o estudo do clima das áreas de Cerrados é limitado pela deficiência de dados climáticos em vastas áreas do País. Praticamente inexistem estudos microclimáticos na área dos Cerrados, e os Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, perfazendo cerca de 73% do total dos Cerrados (aproximadamente 134 milhões de hectares), possuem apenas 46 estações climatológicas em operação, sendo 30 no primeiro, sete no segundo e nove no terceiro, a maioria delas concentrada ao sul da área "core" dos Cerrados, como mostra a Figura 3. Também "Brasília e toda a zona do Distrito Federal, a exemplo da maior parte do território nacional, não dispõe de rede meteorológica com densidade e distribuição regional adequadas para estudos climatológicos detalhados. Nesta região, comum a uma superfície calculada em 5.814km<sup>2</sup>, encontramos dados meteorológicos mais ou menos com-

<sup>5</sup>Inclui a área do Estado de Mato Grosso do Sul.

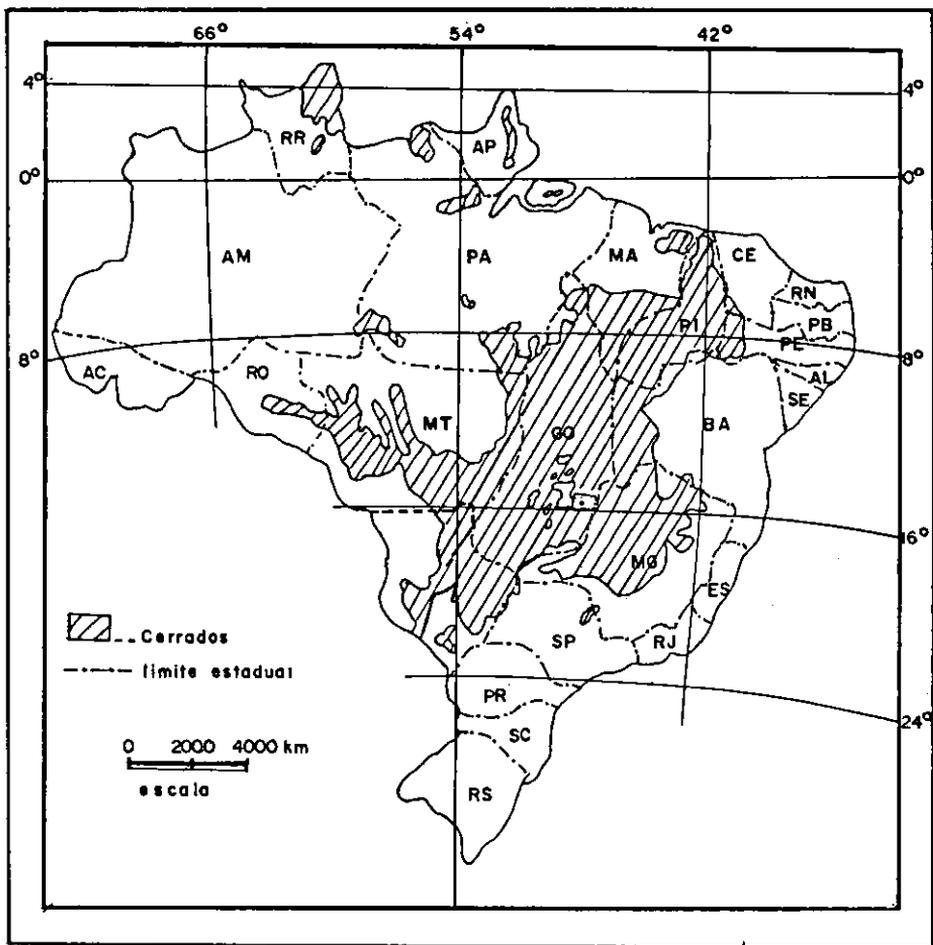


FIG. 1. Estádio atual do conhecimento da distribuição dos Cerrados.

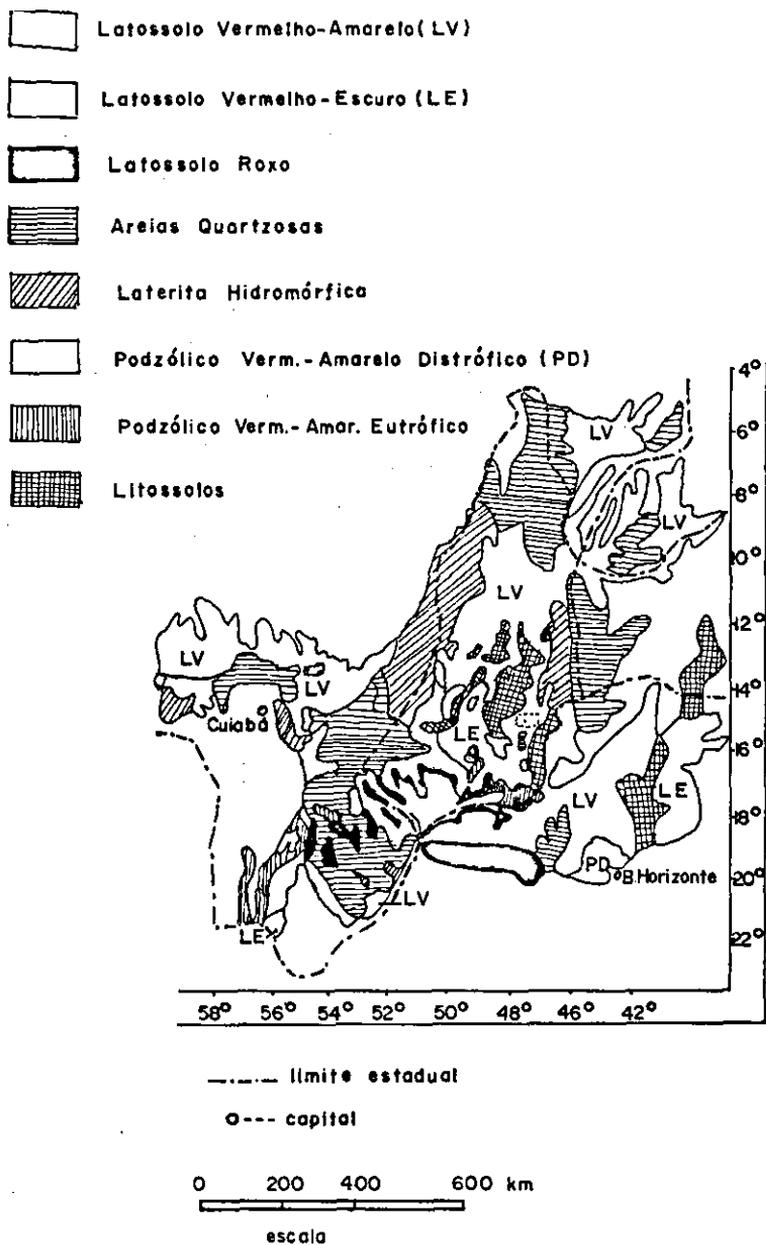
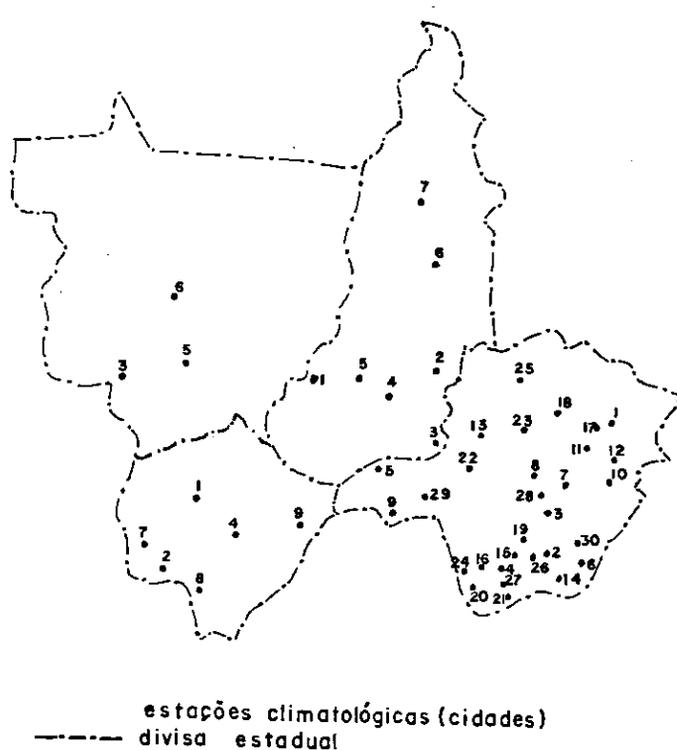


FIG. 2. Solos da área dos Cerrados segundo Sánchez, Lopes e Buol (1974).



**Mato Grosso  
e Mato Grosso do Sul**

- 1- Aquidauana
- 2- Bela Vista
- 3- Cáceres
- 4- Campo Grande
- 5- Cuiabá
- 6- Diamantino
- 7- Meruri
- 8- Ponta Porá
- 9- Três Lagoas

**Goiás e D.F.**

- 1- Aragarças
- 2- Taguatinga
- 3- Catalão
- 4- Goiânia
- 5- Goiás
- 6- Paranã
- 7- Porto Nacional

**Minas Gerais**

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| 1- Araçuaí                | 16- Machado          |
| 2- Barbacena              | 17- Minas Novas      |
| 3- Belo Horizonte         | 18- Montes Claros    |
| 4- Cambuquira             | 19- Oliveira         |
| 5- Capinópolis            | 20- Ouro Fino        |
| 6- Cataguases             | 21- Passa Quatro     |
| 7- Conceição do M. Dentro | 22- Patos de Minas   |
| 8- Curvelo                | 23- Pirapora         |
| 9- Frutal                 | 24- Poço de Caldas   |
| 10- Gov. Valadares        | 25- São Francisco    |
| 11- Itamarandiba          | 26- São João Del Rei |
| 12- Itambacuri            | 27- São Lourenço     |
| 13- João Pinheiro         | 28- Sete Lagoas      |
| 14- Juiz de Fora          | 29- Uberaba          |
| 15- Lavras                | 30- Viçosa           |

FIG. 3. Localização das Estações Climáticas em operação nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais (IPEA, 1973).

pletos em apenas duas estações, que estão funcionando desde 1961 e 1962, respectivamente" (CODEPLAN, 1976).

Por outro lado, os dados referentes à área do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados são recentes e seu registro é feito a partir de julho de 1973.

Em função dessa constatação e da idéia de contribuir para colocar ao alcance daqueles que, a nível de pesquisa, ou mesmo de empresariado agrícola, buscam elementos sobre as condições climatológicas da área nuclear da região dos Cerrados, é que os Autores se dispõem a divulgar este trabalho, de caráter informativo e de sistematização de dados.

## *II – CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS GERAIS DA REGIÃO DOS CERRADOS*

---

As principais características climáticas de algumas áreas de Cerrados são indicadas na Tabela 2 e na Figura 4.

Na Tabela 3, os dados se referem à estação climatológica localizada no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA) e correspondem ao período julho/73 a dezembro/77.

Os principais aspectos térmicos e pluviométricos da área "core" dos Cerrados são mostrados nas Figuras 5 e 6, respectivamente, elaboradas com dados do IPEA (1973).

### *Temperatura*

Em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, as normais das temperaturas médias anuais variam entre 25,8°C (Porto Nacional) e 17,7°C (Poços de Caldas). Segundo o IPEA (1973), dentre os diversos fatores responsáveis pelas variações térmicas no Estado de Minas Gerais, destaca-se o relevo que predomina sobre os demais na caracterização dos regimes.

A carta das isotermas anuais demonstra aumento relativo de temperatura no sentido sudeste – nordeste – noroeste, com as médias mais elevadas no vale do São Francisco, norte e nordeste de Minas Gerais, onde as condições de relevo explicam esses contrastes. As médias mais baixas associam-se às regiões mais elevadas, com temperatura que varia entre 18° e 20°C, correspondendo exatamente às elevações das serras da Mantiqueira e do Espinhaço, com índice mais baixos no trecho sul e na região central, áreas mais submetidas às penetrações da Massa Tropical Atlântica (MTA), e também de níveis altimétricos mais elevados.

Outro fator que também condiciona o regime térmico de Minas Gerais é a circulação atmosférica, dependendo das diferentes posições ocupadas pelas massas de ar no decorrer do ano. Sendo assim, durante o verão, a posição da depressão continental ciclônica favorece a penetração dos alísios de sudeste e nordeste, permitindo a chegada de ventos mais quentes úmidos que elevam consideravelmente as temperaturas de 18°C e 20°C a 23°C e 24°C, na região do Planalto Mineiro (Triângulo Mineiro, Paracatu e Alto Paranaíba). No período considerado, forma-se uma faixa entre a Frente Intertropical (FIT) e a Massa Equatorial Continental (MEC), facilitando a penetração dos alísios de nordeste que, possuindo temperatura mais elevada, invadem o vale médio do rio São Francisco, indo atingir a zona de sudoeste, correspondente ao Triângulo Mineiro (áreas de Cerrados), (IPE, 1973).

No vale do rio São Francisco, ao norte do Estado, e no vale do Jequitinhonha, as médias de verão oscilam em torno de 24° C e 25°C, ao passo que nas regiões central,

TABELA 2. Principais características climáticas de regiões representativas dos Cerrados (Hargraves, 1975),

BARRA DO CORDA - MARANHÃO											LAT	5°30'	LONG	45°16'	81 METROS
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL		
Temp. Média	25.7	25.	25.5	25.6	25.2	24.6	24.3	25.6	25.7	27.9	27.3	26.5	26.0		
U. R. Média	83.6	85.	87.	86.	84.	78.	72.	66.	64.	67.	72.	78.	77.		
% Horas Sol	47.	45.	46.	54.	65.	76.	82.	80.	67.	57.	53.	51.	60.		
Rad. Solar Média	478.	472.	469.	480.	482.	500.	528.	562.	555.	529.	508.	492.	505.		
Precipitação	186.	174.	228.	156.	53.	14.	5.	4.	16.	42.	75.	118.	1072.		
Evapot. Pot.	150.	133.	146.	145.	149.	147.	160.	176.	176.	174.	160.	157.	1873.		
Déficit Prec.	-36.	-41.	-82.	-11.	96.	133.	155.	172.	160.	132.	84.	39.	802.		
CAROLINA - MARANHÃO											LAT	7°20'	LONG	47°28'	183 METROS
Temp. Média	25.6	25.6	25.8	26.1	26.4	26.1	26.3	27.7	28.3	27.1	26.4	26.1	26.5		
U. R. Média	84.	84.	84.	82.	74.	64.	55.	49.	61.	73.	80.	82.	73.		
% Horas Sol	47.	46.	45.	49.	58.	69.	77.	82.	72.	60.	52.	49.	59.		
Rad. Solar Média	483.	478.	465.	449.	449.	463.	500.	561.	527.	545.	510.	492.	497.		
Precipitação	243.	226.	294.	166.	47.	8.	10.	5.	40.	119.	190.	217.	1564.		
Evapot. Pot.	151.	135.	146.	137.	143.	142.	158.	184.	184.	177.	157.	155.	1870.		
Déficit Prec.	-92.	-91.	-148.	-29.	96.	134.	149.	180.	144.	58.	-33.	-62.	306.		
TEREZINA - PIAUÍ											LAT	5°3'	LONG	42°49'	79 METROS
Temp. Média	27.2	26.5	26.2	26.3	26.6	26.4	26.5	27.6	29.1	29.5	29.2	28.2	27.4		
U. R. Média	77.	83.	85.	82.	81.	74.	65.	57.	55.	57.	61.	68.	71.		
% Horas Sol	51.	49.	45.	53.	69.	79.	84.	88.	81.	75.	68.	58.	67.		
Rad. Solar Média	498.	489.	462.	477.	501.	512.	539.	592.	612.	605.	576.	523.	532.		
Precipitação	175.	235.	311.	254.	91.	15.	8.	6.	9.	23.	60.	105.	1297.		
Evapot. Pot.	162.	141.	146.	146.	160.	158.	172.	194.	201.	207.	189.	174.	2049.		
Déficit Prec.	-13.	-95.	-165.	-107.	70.	143.	164.	188.	191.	179.	129.	68.	752.		
PORTO NACIONAL - GOIÁS											LAT	10°31'	LONG	48°43'	237 METROS
Temp. Média	25.3	25.3	25.4	26.0	25.8	24.8	24.8	26.4	27.9	27.0	25.9	25.5	25.8		
U. R. Média	84.	85.	85.	81.	75.	67.	62.	53.	57.	73.	81.	84.	74.		
% Horas Sol	42.	40.	40.	57.	77.	85.	89.	87.	66.	52.	42.	38.	60.		
Rad. Solar Média	471.	452.	435.	474.	497.	489.	513.	559.	540.	510.	468.	447.	488.		
Precipitação	274.	229.	272.	150.	36.	1.	2.	3.	35.	142.	233.	284.	1663.		
Evapot. Pot.	146.	127.	135.	145.	156.	145.	157.	178.	172.	164.	142.	139.	1808.		
Déficit Prec.	-128.	-103.	-137.	-5.	119.	144.	155.	175.	137.	23.	-91.	-144.	145.		
TAGUATINGA - GOIÁS											LAT	12°16'	LONG	45°54'	660 METROS
Temp. Média	23.8	23.7	23.8	24.3	23.9	23.2	22.9	24.4	26.1	25.7	24.2	23.5	24.1		
U. R. Média	76.	78.	78.	72.	62.	54.	49.	43.	46.	59.	73.	78.	64.		
% Horas Sol	56.	53.	54.	61.	71.	78.	82.	87.	85.	73.	60.	54.	68.		
Rad. Solar Média	548.	527.	503.	484.	465.	455.	479.	549.	607.	608.	565.	537.	527.		
Precipitação	281.	244.	265.	132.	20.	0.	1.	2.	29.	113.	251.	330.	1669.		
Evapot. Pot.	164.	142.	150.	142.	139.	129.	140.	167.	186.	190.	165.	159.	1873.		
Déficit Prec.	-118.	-102.	-115.	10.	120.	129.	138.	165.	156.	77.	-86.	-170.	205.		
FORMOSA - GOIÁS											LAT	15°32'	LONG	47°18'	912 METROS
Temp. Média	22.0	22.1	21.9	21.5	20.1	19.0	18.9	20.7	22.8	22.9	21.9	21.6	21.3		
U. R. Média	80.	81.	81.	77.	71.	66.	59.	50.	52.	66.	79.	84.	71.		
% Horas Sol	45.	45.	50.	64.	77.	84.	86.	85.	66.	52.	37.	34.	61.		
Rad. Solar Média	504.	490.	478.	479.	461.	445.	465.	523.	527.	515.	454.	436.	481.		
Precipitação	252.	204.	227.	93.	17.	3.	5.	3.	30.	127.	255.	342.	1558.		
Evapot. Pot.	144.	127.	136.	130.	125.	113.	122.	144.	149.	150.	125.	123.	1589.		
Déficit Prec.	-108.	-77.	-90.	38.	108.	110.	117.	142.	119.	23.	-130.	-219.	31.		
LUZITÂNIA - GOIÁS											LAT	16°15'	LONG	47°56'	958 METROS
Temp. Média	21.9	22.0	21.7	21.1	19.4	19.3	18.1	20.0	21.1	22.3	21.9	21.9	20.9		
U. R. Média	81.	81.	82.	79.	75.	69.	63.	56.	58.	69.	79.	84.	73.		
% Horas Sol	51.	51.	49.	53.	57.	64.	69.	76.	75.	54.	52.	46.	59.		
Rad. Solar Média	533.	518.	471.	434.	391.	383.	413.	491.	557.	569.	539.	513.	484.		
Precipitação	228.	201.	229.	96.	16.	7.	4.	5.	27.	130.	215.	316.	1478.		
Evapot. Pot.	152.	134.	134.	117.	104.	96.	106.	133.	154.	104.	149.	145.	1586.		
Déficit Prec.	-76.	-67.	-95.	21.	88.	89.	102.	128.	127.	34.	-67.	-172.	111.		
CATALÃO - GOIÁS											LAT	18°10'	LONG	47°58'	857 METROS
Temp. Média	22.3.	22.6	22.3	21.4	19.8	18.8	18.7	20.9	22.7	23.0	22.6	22.1	21.4		
U. R. Média	79.	79	78.	75.	70.	64.	58.	49.	51.	54.	75.	81.	69.		
% Horas Sol	46.	49.	55.	68	76.	82.	83.	82.	63.	53.	47.	39.	62.		
Rad. Solar Média	511.	508.	498.	482.	439.	416.	436.	495.	508.	519.	514.	479.	484.		
Precipitação	315.	234.	229.	82.	28.	9.	5.	4.	36.	142.	240.	341.	1665.		
Evapot. Pot.	147.	133.	143.	131.	118.	105.	114.	137.	143.	152.	144.	137.	1605.		
Déficit Prec.	-168.	-101	-86.	49.	90.	97.	109.	133.	106.	9.	-95.	-204.	-60.		

TABELA 2 - Continuação

CÁCERES - MATO GROSSO											LAT	16°3'	LONG	57°41'	117 METROS
Temp. Média	26.4	26.4	26.2	25.3	23.5	22.1	21.5	23.9	26.1	26.8	26.6	26.6	25.1		
U. R. Média	84.	85.	85.	83.	82.	80.	75.	67.	65.	72.	78.	82.	78.		
% Horas Sol	41.	41.	45.	52.	58.	61.	67.	65.	48.	49.	45.	41.	51.		
Rad. Solar Média	480.	466.	452.	432.	396.	374.	408.	454.	430.	497.	502.	480.	449.		
Precipitação	215.	206.	171.	77.	48.	20.	11.	7.	36.	94.	157.	197.	1238.		
Evapot. Pot.	153.	134.	143.	130.	118.	104.	115.	136.	138.	160.	155.	153.	1637.		
Déficit Prec.	-62.	-72.	-28.	52.	70.	84.	103.	129.	102.	66.	-2.	-43.	399.		
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL											LAT	20°27'	LONG	54°37'	566 METROS
Temp. Média	24.3	24.2	23.8	22.0	20.3	19.3	19.1	21.1	22.8	23.5	24.0	24.5	22.4		
U. R. Média	80.	81.	80.	78.	76.	73.	68.	59.	62.	69.	72.	75.	73.		
% Horas Sol	52.	50.	52.	54.	56.	60.	65.	74.	71.	64.	61.	57.	60.		
Rad. Solar Média	551.	517.	477.	419.	362.	339.	369.	455.	526.	566.	589.	584.	480.		
Precipitação	229.	199.	140.	101.	80.	50.	36.	28.	62.	162.	164.	191.	1442.		
Evapot. Pot.	167.	141.	143.	116.	99.	87.	97.	127.	148.	168.	171.	177.	1641.		
Déficit Prec.	-62.	-58.	3.	15.	18.	37.	62.	98.	87.	6.	7.	-13.	199.		
TRÊS LAGOAS - MATO GROSSO DO SUL											LAT	20°47'	LONG	51°42'	313 METROS
Temp. Média	25.8	25.8	25.3	23.1	20.2	18.9	18.5	21.1	23.2	24.6	25.3	25.8	23.1		
U. R. Média	79.	80.	79.	78.	79.	79.	74.	66.	65.	69.	72.	75.	75.		
% Horas Sol	49.	54.	60.	67.	72.	72.	74.	73.	54.	36.	57.	52.	62.		
Rad. Solar Média	537.	536.	511.	465.	405.	370.	391.	452.	461.	531.	574.	560.	483.		
Precipitação	234.	202.	139.	92.	63.	41.	24.	19.	47.	108.	128.	205.	1303.		
Evapot. Pot.	168.	152.	159.	132.	110.	94.	102.	126.	131.	162.	172.	176.	1684.		
Déficit Prec.	-65.	-50.	20.	40.	48.	53.	78.	107.	84.	53.	44.	-30.	381.		
CUIABÁ - MATO GROSSO											LAT	15°36'	LONG	56°6'	172 METROS
Temp. Média	26.5	26.5	26.2	25.5	24.3	23.2	22.8	25.0	27.0	27.2	26.8	26.6	25.6		
U. R. Média	81.	82.	82.	81.	77.	73.	65.	56.	58.	69.	76.	79.	73.		
% Horas Sol	42.	43.	47.	57.	66.	71.	75.	70.	56.	51.	49.	43.	56.		
Rad. Solar Média	484.	477.	463.	455.	426.	408.	435.	473.	483.	508.	520.	492.	469.		
Precipitação	216.	198.	232.	115.	52.	14.	6.	12.	39.	130.	165.	194.	1375.		
Evapot. Pot.	154.	137.	147.	137.	129.	116.	127.	146.	151.	165.	161.	157.	1727.		
Déficit Prec.	-62.	-60.	-85.	22.	77.	102.	120.	133.	111.	35.	-3.	-37.	352.		
PIRAPORA - MINAS GERAIS											LAT	17°21'	LONG	44°37'	412 METROS
Temp. Média	24.7	24.9	24.7	23.5	21.3	19.9	19.7	21.5	24.1	25.3	24.9	24.4	23.2		
U. R. Média	78.	78.	78.	77.	74.	72.	69.	61.	58.	64.	74.	79.	72.		
% Horas Sol	49.	56.	57.	67.	78.	79.	80.	82.	62.	51.	47.	36.	62.		
Rad. Solar Média	527.	546.	508.	481.	449.	417.	434.	501.	504.	509.	513.	469.	488.		
Precipitação	220.	143.	127.	63.	11.	3.	3.	1.	19.	75.	202.	278.	1145.		
Evapot. Pot.	161.	151.	155.	138.	126.	109.	116.	141.	147.	158.	152.	142.	1697.		
Déficit Prec.	-59.	8.	28.	75.	115.	106.	113.	140.	128.	83.	-49.	-135.	552.		
OLIVEIRA - MINAS GERAIS											LAT	20°41'	LONG	44°49'	962 METROS
Temp. Média	21.7	21.6	21.0	19.7	18.0	16.1	15.8	17.5	19.2	20.3	20.4	20.7	19.3		
U. R. Média	78.	78.	79.	76.	72.	71.	67.	60.	64.	71.	75.	80.	73.		
% Horas Sol	54.	54.	53.	57.	61.	62.	66.	72.	69.	62.	57.	51.	60.		
Rad. Solar Média	564.	535.	482.	428.	374.	343.	370.	449.	518.	559.	574.	552.	479.		
Precipitação	270.	217.	189.	72.	23.	18.	13.	15.	60.	135.	212.	328.	1553.		
Evapot. Pot.	160.	136.	134.	111.	95.	80.	88.	113.	133.	152.	152.	152.	1508.		
Déficit Prec.	-110.	-81.	-55.	39.	72.	62.	76.	98.	73.	18.	-60.	-175.	-45.		
FRANCA - SÃO PAULO											LAT	20°33'	LONG	47°26'	1035 METROS
Temp. Média	21.6	21.4	21.2	20.0	18.5	17.3	17.3	19.2	20.5	21.0	21.1	21.0	20.0		
U. R. Média	80.	81.	79.	75.	70.	67.	61.	54.	58.	68.	75.	81.	71.		
% Horas Sol	52.	51.	53.	58.	63.	66.	72.	78.	74.	65.	58.	51.	62.		
Rad. Solar Média	551.	520.	481.	433.	382.	356.	387.	468.	539.	573.	575.	550.	485.		
Precipitação	250.	220.	187.	81.	40.	22.	16.	11.	64.	131.	206.	270.	1499.		
Evapot. Pot.	156.	132.	134.	113.	99.	86.	97.	124.	143.	159.	155.	153.	1552.		
Déficit Prec.	-95.	-88.	-52.	33.	59.	64.	81.	112.	79.	28.	-51.	-118.	53.		

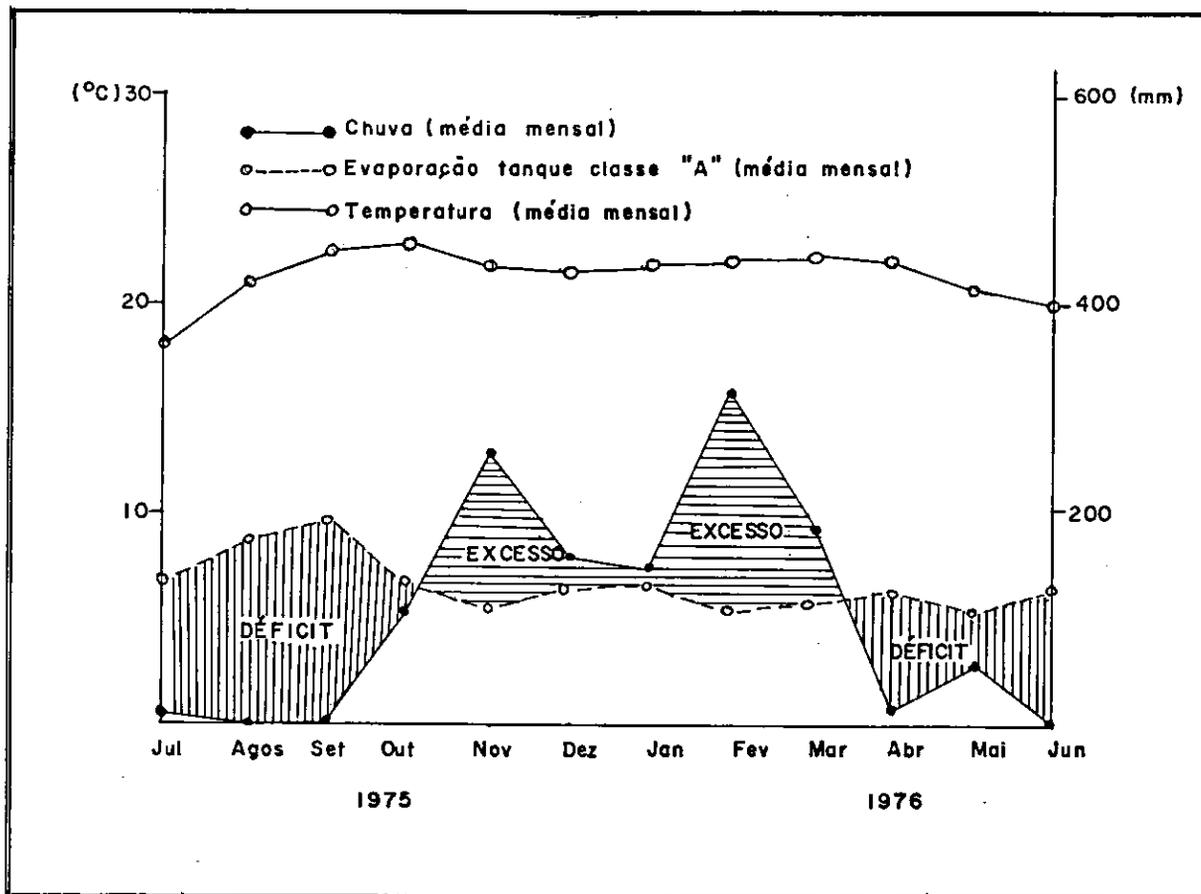


FIG. 4. Balanço hídrico e temperatura, no CPAC, durante o ano agrícola julho-1975 a junho-1976.

TABELA 3. Características climatológicas do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
 PERÍODO: julho, 1973 - dezembro, 1977.

		LATITUDE: 15° 35' 30" S		ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL LONGITUDE: 47° 42' 30" W, Gw.						ALTITUDE: 1007,4 m		
ANOS	MESES	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA DO AR			UMIDADE RELATIVA (%)			EVAPORAÇÃO (mm)	BALANÇO HÍDRICO PP-Evap (mm)	RADIAÇÃO SOLAR cal/cm <sup>2</sup> /dia	VENTO À SUPERFÍCIE m/s
			Mx	Mn	Média	Mx	Mn	Média				
	JULHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	434,8	1,09
	AGOSTO	-	29,4	16,0	22,7	-	-	-	-	-	451,3	0,91
	SETEMBRO	104,6	29,7	17,3	23,5	-	-	194,1	- 89,5	425,0	0,86	
	OUTUBRO	305,2	26,9	17,7	21,8	94	52	75	+160,9	379,3	0,66	
	NOVEMBRO	173,8	26,4	18,1	22,3	96	50	73	+17,3	411,0	0,72	
	DEZEMBRO	140,0	26,7	17,4	22,1	97	51	74	-33,3	438,4	0,93	
	JANEIRO	176,3	26,8	17,4	22,1	97	48	73	175,9	+ 0,40	441,0	0,930
	FEVEREIRO	106,3	27,0	17,3	22,1	97	46	72	146,8	- 38,5	455,3	0,830
	MARÇO	516,4	25,7	17,7	21,7	98	61	80	152,4	+ 364,0	340,0	0,880
	ABRIL	150,2	27,4	17,0	22,2	97	50	74	149,2	+ 1,0	416,4	0,890
	MAIO	23,7	25,4	15,9	21,2	98	47	73	140,6	-116,9	417,7	0,925
	JUNHO	2,5	26,3	12,7	19,5	97	39	68	153,8	-151,3	401,2	0,870
	JULHO	0,0	24,7	12,8	18,7	91	39	65	171,7	-171,7	454,7	1,160
	AGOSTO	30,0	27,8	14,9	21,4	96	38	62	206,4	-170,4	473,3	1,060
	SETEMBRO	2,2	29,9	16,4	21,2	80	33	57	230,5	-228,3	502,4	1,133
	OUTUBRO	231,6	28,0	17,6	22,8	95	46	71	171,8	+ 59,8	467,5	1,050
	NOVEMBRO	137,2	27,4	17,8	22,6	97	48	72	163,5	- 26,3	469,3	1,064
	DEZEMBRO	181,5	26,7	17,7	22,2	97	52	75	141,3	+ 40,2	435,0	0,982
	SOMA	1.365,9	-	-	-	-	-	-	2.003,9	-	437,9	-
	MÉDIA	130,5	27,0	16,3	21,6	94	46	70	167,0	-	437,7	0,984
	JANEIRO	108,8	28,1	17,5	22,8	97	50	73	161,2	- 50,4	437,0	0,912
	FEVEREIRO	218,5	27,8	17,6	22,7	97	50	74	189,5	+ 70,9	437,0	1,003
	MARÇO	189,7	29,0	17,8	23,4	98	43	71	192,8	+ 0,31	444,3	0,950
	ABRIL	199,0	27,4	17,3	22,4	97	53	75	147,2	+ 51,8	389,1	0,852
	MAIO	9,8	26,7	14,4	20,5	97	44	70	150,3	-140,5	416,0	0,999
	JUNHO	0,0	25,9	13,1	19,4	93	38	66	154,6	-154,6	401,6	1,022
	JULHO	8,2	23,7	12,5	18,1	88	39	63	170,5	-162,3	412,9	1,295
	AGOSTO	0,0	27,3	14,9	21,1	79	33	56	213,6	-213,6	480,7	1,119
	SETEMBRO	3,0	28,5	16,7	22,6	76	35	55	242,2	-239,2	466,2	1,117
	OUTUBRO	104,4	28,3	17,4	22,8	81	35	58	170,0	- 65,6	416,3	0,851
	NOVEMBRO	254,4	26,1	17,6	22,0	87	43	65	141,3	+113,1	421,7	0,827
	DEZEMBRO	156,4	27,3	16,8	22,0	82	39	60	166,5	-10,1	466,2	0,830
	SOMA	1.272,2	-	-	-	-	-	-	2.071,7	-796,3	-	-
	MÉDIA	106,0	27,2	16,1	22,7	89	42	66	172,6	-	472,3	0,964
	JANEIRO	146,9	27,9	16,7	22,3	-	-	59	167,8	- 20,9	494,7	-
	FEVEREIRO	311,8	26,7	17,9	22,3	-	-	63	132,8	+ 179,0	439,5	0,876
	MARÇO	186,2	27,5	17,8	22,6	-	-	61	146,4	+ 39,8	406,2	0,862
	ABRIL	132,2	28,0	16,9	22,4	-	-	57	155,8	-143,6	-	1,566
	MAIO	59,4	26,8	15,4	21,1	-	-	59	134,6	- 75,2	-	0,758
	JUNHO	0,0	26,2	12,3	19,3	-	-	51	166,9	-166,9	418,9	0,864
	JULHO	12,1	26,4	12,7	19,3	-	-	31	182,5	-170,4	432,5	0,991
	AGOSTO	3,6	28,8	15,3	22,1	-	-	47	226,1	-220,5	-	1,095
	SETEMBRO	140,7	28,0	17,1	21,6	-	-	61	147,1	- 6,4	-	1,179
	OUTUBRO	160,5	26,3	17,2	21,0	-	-	65	147,3	+ 13,2	379,4	1,010
	NOVEMBRO	321,7	25,6	18,1	21,0	-	-	74	106,1	+215,6	358,3	1,002
	DEZEMBRO	243,4	26,5	18,2	21,5	-	-	67	120,6	+122,8	376,7	0,686
	SOMA	1.590,5	-	-	-	-	-	-	1.832,0	-233,5	-	-
	MÉDIA	133,2	27,1	16,3	21,3	-	-	60	152,7	-	-	-
	JANEIRO	388,8	29,4	15,0	21,5	-	-	70	131,4	+257,4	383,60	1,31
	FEVEREIRO	50,2	29,6	16,4	21,8	-	-	82	143,2	- 95,0	410,91	1,02
	MARÇO	106,3	32,2	16,2	22,5	-	-	52	178,6	- 70,3	331,54	0,72
	ABRIL	154,6	30,4	16,2	21,9	-	-	63	136,7	+ 17,9	331,64	0,87
	MAIO	53,0	29,8	5,4	20,6	-	-	55	127,4	- 73,8	379,69	0,73
	JUNHO	18,8	28,0	13,5	20,4	-	-	54	112,7	- 93,9	308,55	0,65
	JULHO	0,0	29,8	11,7	20,7	-	-	42	143,6	-143,6	406,76	0,93
	AGOSTO	8,6	31,9	12,2	23,1	-	-	39	200,1	-193,5	374,20	0,84
	SETEMBRO	9,6	32,5	14,3	23,7	-	-	46	175,9	-164,3	361,78	0,99
	OUTUBRO	98,9	32,0	15,3	23,4	-	-	48	169,9	- 71,0	365,18	1,11
	NOVEMBRO	170,4	31,7	16,7	23,5	-	-	72	148,6	+ 21,8	381,47	0,74
	DEZEMBRO	226,6	31,8	17,0	23,2	-	-	64	123,3	+103,1	350,87	0,58
	SOMA	1.286,4	-	-	-	-	-	-	1.791,6	-	-	-
	MÉDIA	-	30,7	14,1	22,2	-	-	55	-	-	367,19	0,85

1\*) A umidade relativa média dos anos 1973, 1974, 1975 e de janeiro a junho de 1976, correspondente à média do dia.  
 A umidade relativa média do mês de julho/76, correspondente à registrada às 15:00 hs (hora local).

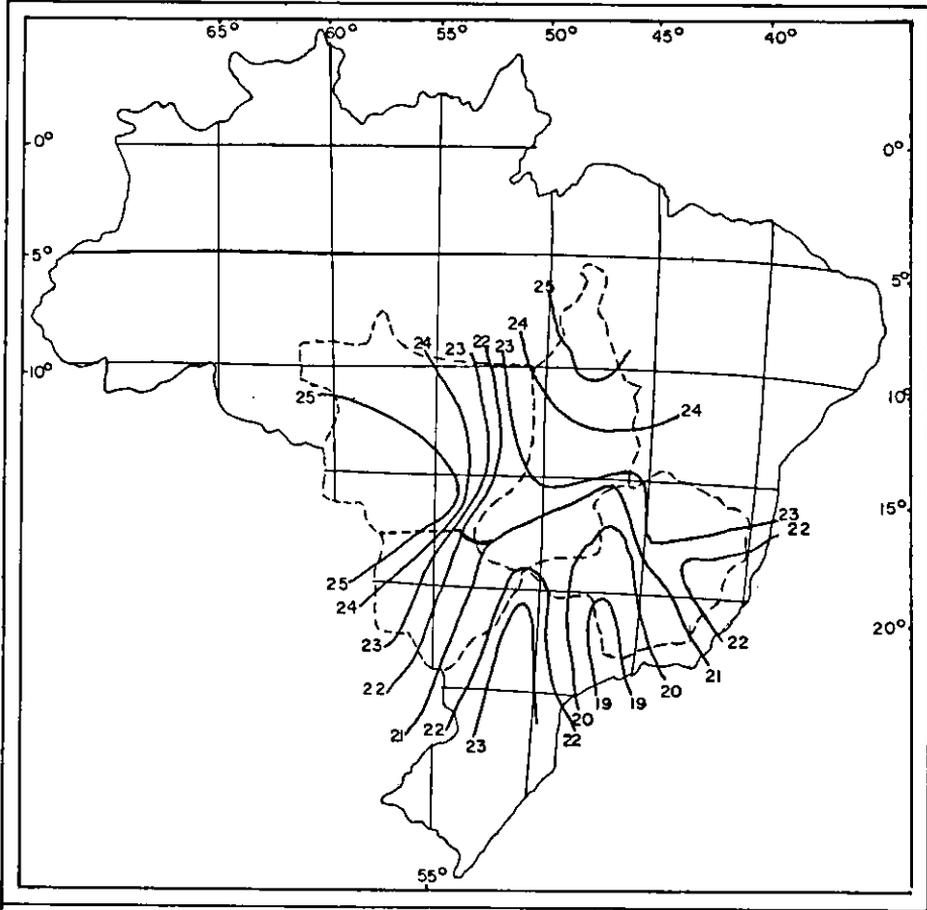


FIG. 5. Isotermas anuais.

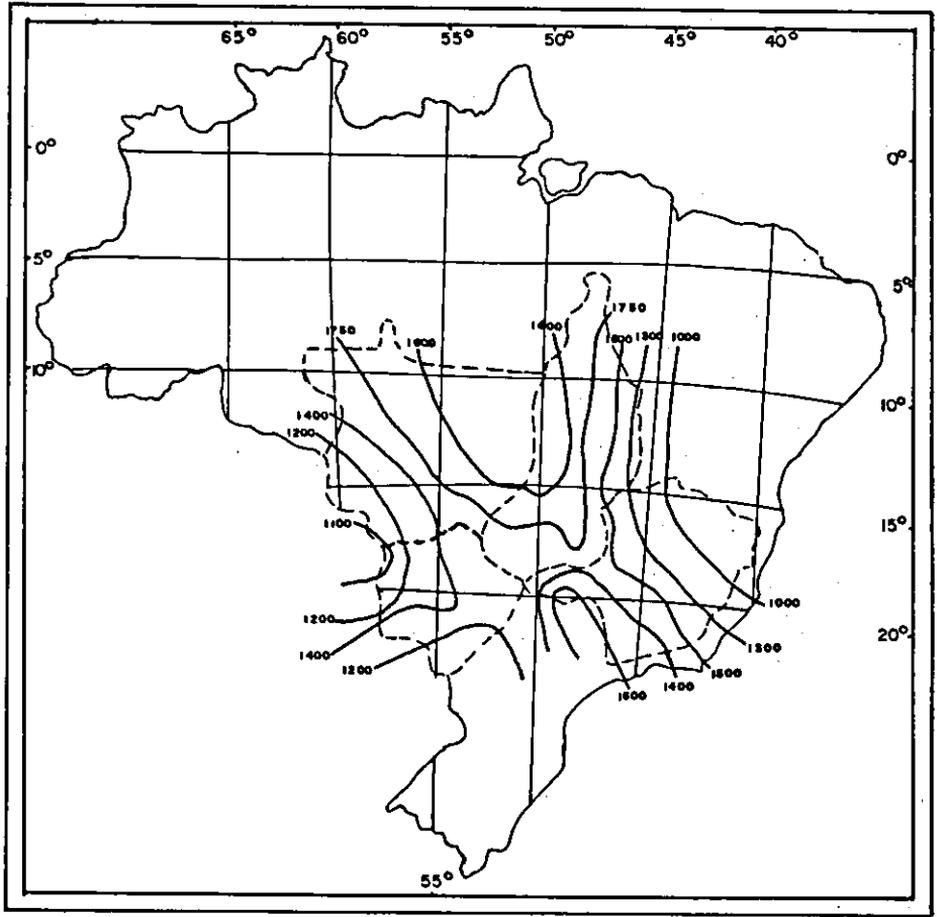


FIG. 6. Isotermas anuais.

sul e sudeste aproximam-se dos 22°C. No trecho sudoeste e no Triângulo Mineiro, ocorre a mesma frequência, em torno dos 21°C e 22°C.

No período mais frio, as temperaturas mais baixas são observadas entre maio e agosto, cabendo a junho e julho a época das temperaturas mais brandas. Nas regiões do vale do São Francisco, norte e nordeste do Estado, as médias desses períodos giram em torno dos 21°C e 22°C para as áreas central, sudeste e sul. Com exceção da estação em que as oscilações são bruscamente afetadas pelos acidentes orográficos, as médias permanecem próximas dos 17°C e 18°C. No oeste e no Triângulo Mineiro, observam-se médias entre 19°C a 20°C.

Em Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, as temperaturas médias anuais não são excessivamente altas ou baixas: variam de 29,9°C, registradas em Lusiânia (GO), a 25°C, em Porto Nacional (GO).

A característica principal do regime térmico desses Estados é a variação da temperatura com a altitude, isto é, à medida que há aumento de altitude decresce a temperatura.

No Estado de Mato Grosso,<sup>6</sup> citado por IPEA (1973), além dos dados anteriores, deve-se fazer referência ao estudo de Tanaka, que agrupou os regimes de temperatura em quatro principais tipos:

- a) Tipo Guiabá — este tipo de regime térmico corresponde às regiões situadas ao norte de Cuiabá, e tem como propriedade básica não apresentar grandes diferenças de temperatura entre médias diárias. Os meses quentes correspondem a setembro e outubro, com 29°C e 28°C, respectivamente.
- b) Tipo Corumbá — abrange a região do Pantanal. Este tipo de regime térmico apresenta grandes variações. Isto ocorre, explica Tanaka, devido à área alagada do Pantanal Matogrossense.
- c) Tipo Campo Grande — inclui a região de transição norte-sul. Este regime apresenta aspectos climáticos caracteristicamente temperados, com temperaturas máximas relativamente baixas nos meses de outubro, novembro, janeiro e fevereiro.
- d) Tipo Ponta Porã — estende-se pela região sul de Mato Grosso.<sup>7</sup> Este regime apresenta-se mais temperado que o tipo Campo Grande.

#### *Umidade Relativa*

Os Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso apresentam umidade relativa moderada, quando comparada com a umidade do litoral (80 a 85%) e a excessiva da Amazônia (80 a 90%).

O mais alto índice de umidade relativa anual é registrado em São João Evangelista (Minas Gerais), com 83,7%, e o menor na estação de Taguatinga, no Distrito Federal (sic), com 64,1% (IPEA, 1973).

#### *Precipitação Pluviométrica*

A pluviosidade varia nos Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, de 829,6mm, registrados em Araguari (Minas Gerais), a 1.822mm, em Alto Araguaia (Mato Grosso).

<sup>6</sup> Inclui a área do Estado de Mato Grosso do Sul.

<sup>7</sup> Hoje corresponde ao Estado de Mato Grosso do Sul.

Em Minas Gerais, distinguem-se várias zonas, onde as precipitações anuais se identificam perfeitamente com as características morfológicas, fitogeográficas e litológicas. Essas grandes áreas podem ser assim esquematizadas (IPEA, 1973):

Áreas correspondentes à parte do vale do rio Jequitinhonha e vale médio do rio São Francisco: Regime semi-árido (800 – 1.000 mm).

Vale dos rios Doce e Mucuri: Regime subúmido (1.000 – 1.200 mm)

Trecho sul, sudoeste do Estado e Triângulo Mineiro: Região úmida (1.200 – 1.800 mm)

Núcleos isolados, geralmente de influência topográfica marcante (Araxá, Poços de Caldas, Ouro Preto): Regime superúmido (1.800 – 2.000 mm)

Em Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, o núcleo mais chuvoso situa-se no extremo setentrional deste último Estado. Aí a Estação Meteorológica de Utiariti registra um total anual de 2.025 mm de chuvas. Segundo Galvão (1960), trata-se de zona de predomínio da Massa Equatorial Continental, constituída pelo alísio do Hemisfério Norte que, atraído pela zona de baixa pressão do Chaco, varre a região citada, ocasionando abundantes chuvas de convecção.

Ainda nesses Estados, o núcleo menos chuvoso acha-se localizado no Pantanal Matogrossense, atingindo na Estação Meteorológica de Corumbá o total anual de 1.063,2 mm de precipitação.

Em Mato Grosso<sup>8</sup>, segundo o IPEA (1973), Tanaka considerou quatro tipos de regime pluviométrico: tipo Cuiabá, tipo Campo Grande, tipo Corumbá e tipo Ponta Porã.

- a) Tipo Cuiabá – compreende as regiões situadas ao norte de Cuiabá. Apresenta duas estações nitidamente diferentes: uma seca e outra chuvosa. Os meses de junho, julho e agosto constituem a época seca.
- b) Tipo Corumbá – abrange a área alagadiça do Pantanal. Não apresenta diferença em precipitação entre o período seco e chuvoso, como no tipo Cuiabá. A estação chuvosa compreende os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, mas com precipitação inferior ao tipo Cuiabá.
- c) Tipo Campo Grande – inclui a região de transição norte-sul. Tanaka classificou-o como “transitório” (sic) subtropical, com duas estações por ano, e temperado com quatro estações.
- d) Tipo Ponta Porã – estende-se pela região sul do Mato Grosso<sup>9</sup>. Deve ser considerado como tipo climático temperado, com quatro estações. É possível distinguir-se a estação chuvosa da seca, embora de modo pouco revelante, pois a precipitação varia de 70 a 150 mm nos meses secos, fazendo com que se perca o conceito de estação seca.

<sup>8</sup> Incluir área do Estado de Mato Grosso do Sul.

<sup>9</sup> Hoje corresponde ao Estado de Mato Grosso do Sul.

1) A distribuição das isotermas indica que as temperaturas médias anuais variam de 19°C a 25°C, correspondendo as temperaturas mais baixas à região sudeste do Estado de Minas Gerais e as mais altas ao norte de Goiás e oeste do Estado de Mato Grosso. As temperaturas oscilam entre 20°C e 22°C, no sul de Goiás e no Distrito Federal, áreas de maior altitude, e no norte do Estado de Mato Grosso, embora as altitudes sejam menores.

2) A distribuição das isoietas revela que as menores precipitações ocorrem a noroeste de Minas Gerais, onde são inferiores a 1.000 mm, e no sul e sudoeste do Estado de Mato Grosso, onde os índices ultrapassam os 1.100 mm. A área do Planalto Central apresenta pluviosidade que varia entre 1.400 a 1.600 mm anuais. A Figura 6 mostra também a existência de um gradiente de pluviosidade que, do Planalto Central, cresce para o norte até atingir 1.700/1.800 mm e em regiões do norte de Goiás e Mato Grosso.

### III – CONDIÇÕES RESPONSÁVEIS PELAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Ao lado dos fatores geográficos, tais como posição no continente sul-americano, extensão em latitude e altitude, é o fator dinâmico, representado pela ação das massas Continental Equatorial, proveniente da Amazônia, Tropical Atlântica, que tem origem na área da alta pressão do Atlântico Sul, e a massa oriunda de anticiclone polar, que condiciona o sistema de interação responsável pelas condições atmosféricas na área “core” dos Cerrados (Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Distrito Federal).

São as modificações no posicionamento daquelas massas que estabelecem sistemas de circulação ou correntes perturbadas, responsáveis pela evolução dos “tipo de tempo” nessa área. Esses sistemas atuam a partir de centros de alta ou baixa pressão, localizados a oeste (IT)\*; norte (CIT)\* e sul (FP)\* da área em questão (Nimer, 1977) e condicionam as seguintes situações:

– “. . . no inverno, sob pressão estável, dominam os ventos alísios de leste, mas o declínio barométrico indica frontogênese na Frente Polar Antártica da Argentina, com recuo da alta pressão do Atlântico para leste. A invasão polar se processa sob ventos do sudeste e formação de cumulus, ou nimbus-estratos. A alta pressão do Atlântico retorna, por fim, sem aquecimento e bom tempo”. “Com o desaparecimento da baixa do Pantanal Matogrossense, deixa de existir a zona ciclônica com a qual assumem principal papel na circulação da região Centro-Oeste as massas Tropical-Atlântica, que avançam de leste e nordeste pelo interior, e a massa Polar Antártica (Pa) do Sudoeste” (Galvão, 1960).

– “Na primavera, o declínio de pressão corresponde à frontogênese no rio da Prata, ocasionando o aquecimento da atmosfera, limpeza do céu e ventos de leste ou, ocasionalmente, trovoadas fracas” (CODEPLAN, 1976).

O avanço de Frente Polar a São Paulo faz subir a pressão atmosférica no Planalto, com domínio de incremento térmico e chuvas de leste para o Centro, originárias

\* IT – Sistema de linhas de instabilidade tropicais

CIT – Sistema de convergência intertropical

FP – Frente Polar

do oeste. Sopram, então, ventos de noroeste e sudoeste, com declínio da temperatura e sobrevindo trovoadas. A cobertura do céu se reduz com aquecimento médio de 3°C de aumento, caso a Frente Polar estacione no Estado do Rio de Janeiro (CODEPLAN 1976).

— “Na época de verão se produz um declínio da pressão, sob frontogênese da Frente Polar, com ventos de sudeste para nordeste. O céu fica encoberto de extratocumulus e nimbus-estratos, provocando o aquecimento do ar e chuvas copiosas nas regiões de leste para o centro. A dissolução da Frente Polar no Trópico de Capricórnio (23° L. S.) produz o retorno das temperaturas mais baixas, ocorrendo, então, bom tempo, pois as chuvas copiosas que caem das regiões de leste para o centro recuam para Mato Grosso” (CODEPLAN, 1976).

Segundo Galvão (1960), no verão os raios solares incidem na zona próxima do Trópico de Capricórnio, o que se faz com que as zonas de maior calor se localizem, aproximadamente, no chamado Pantanal Matogrossense, onde se constitui uma zona de depressão barométrica que funciona como uma zona ciclônica interior.

“Como nessa época do ano o anticiclone do Atlântico Sul está bem afastado do continente, a zona ciclônica anterior assume o principal papel na circulação aérea da América do Sul, e de maneira especial no Centro-Oeste brasileiro, que permanecerá sob o domínio da massa Equatorial Continental (Ec) quente e úmida e formada em parte pelos alísios de NE” (Galvão, 1960).

No verão, “enquanto os ventos de leste e nordeste da massa Tropical Atlântica sopram persistentemente, os ventos frios de massa Polar são periódicos e irregulares, invadindo a região em ondas esparsas, resultando deste choque profundas e súbitas mudanças de temperatura” (Galvão, 1960). Na própria Frente, o céu fica tomado por nuvens de convecção, produzindo-se trovoadas e chuvas.

Quanto à classificação climática, à exceção das áreas com altitudes maiores que apresentam climas dos tipos Cwa e Cwb e das variações em função das temperaturas de inverno, segundo critério de Köppen, predomina na região dos Cerrados o clima tipo AW, “caracterizado pela existência de uma estação seca bem acentuada, no período de inverno, tendo pelo menos um mês com uma altura de chuvas inferior a 60 mm” (Galvão, 1960).

Na Tabela 2 são indicados os elementos característicos do clima regional. Cabe destacar a situação de Brasília que, por não apresentar nenhum mês com temperatura média anual a 22°C, se enquadra no clima CWh<sub>1</sub> (“clima tropical de savanas” ou “temperado chuvoso de inverno seco”).

Com base nos trabalhos de Galvão (1960 e 1962), o IPEA (1973) considera para a área do Brasil Central (Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal) duas regiões bioclimáticas: xeroquimênica (tropical) e mesaxérica (equatorial), conforme se constata na Figura 7.

“A região xeroquimênica é de maior importância em superfície, abrangendo a totalidade dos Estados de Mato Grosso<sup>10</sup> e Goiás e mais de 95% de Minas Gerais. Suas características são as seguintes: índice xerotérmico\*, com o valor compreendido entre 0 e 200, e duração do período seco variável entre 0 e 6 meses ininterruptos. Trata-se de

<sup>10</sup> Inclui área do Estado de Mato Grosso do Sul.

\*Índice xerotérmico é o resultado da subtração dos dias de orvalho e nevoeiro computados como meios-dias secos, do total de dias em chuvas, já corrigidos da influência da umidade atmosférica (IPEA, 1973).

um clima nitidamente caracterizado por um período seco (inverno) e um período úmido (verão), ambos bem acentuados e claramente marcados. Nesses “três Estados, a região tropical xeroquimênica comporta duas grandes subdivisões: tropical quente (termoxeroquimênica), com a temperatura do mês mais frio abaixo de 18°C, e tropical brando (mesoxeroquimênico), também com a temperatura do mês mais frio abaixo de 15°C. Este último está sempre relacionado com o fator altitude” (IPEA, 1973).

4 bht (termoxeroquimênico médio): tropical quente com estação seca média de 0 a 6 meses e índice xerotérmico entre 100 e 150. Em Minas Gerais, estende-se do norte para o sul até Pirapora e João Pinheiro. Aproximadamente, corresponde às áreas das zonas fisiográficas do Alto Médio São Francisco, Montes Claros, Alto São Francisco e Itacambira.

4 cth (termoxeroquimênico atenuado): tropical quente de seca acentuada, com estação seca curta de três a quatro meses e índice xerotérmico entre 40 e 100. Ocorre na grande área central do Centro-Oeste brasileiro, abrangendo a quase totalidade do Estado de Goiás, o centro do Estado de Mato Grosso, além do Pantanal Matogrossense. Em Minas Gerais, compreende, aproximadamente, as zonas fisiográficas do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e parte das zonas de Montes Claros, Itacambira, Alto Jequitinhonha, Metalúrgica, Alto São Francisco, Alto Médio São Francisco e Paracatu. Há, também, algumas áreas dispersas em torno do Ubá e no Planalto do sul de Minas Gerais, em torno de Cambuquira”. Essa modalidade climática domina a área dos Cerrados (IPEA, 1973).

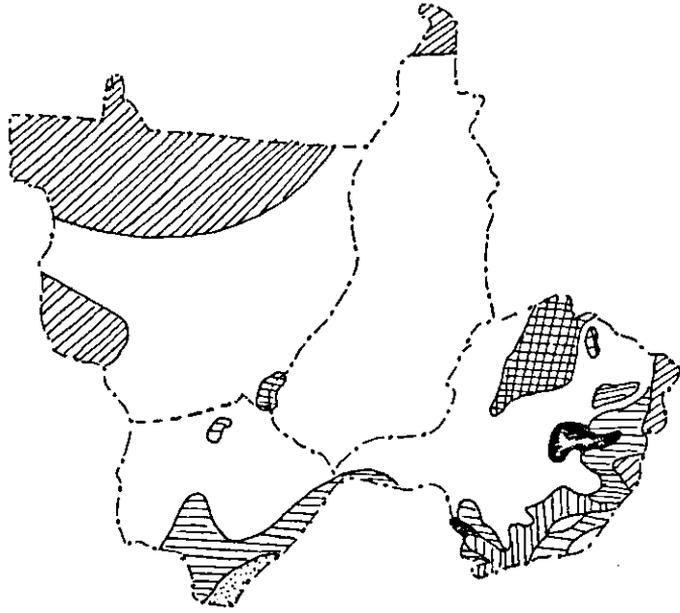
#### *IV – O CLIMA EM RELAÇÃO À DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NOS SOLOS DE CERRADOS*

---

Uma acentuada estação seca que ocorre de maio até setembro constitui uma das características mais significativas do clima da maior parte da região dos Cerrados e é a responsável por severas limitações para o seu uso agrícola. A redução de seu potencial forrageiro, bem como as limitações para estender a esse período algumas culturas anuais, corresponde a uma redução no aproveitamento de mão-de-obra e maquinário agrícola. Tal situação faz com que – excetuadas algumas poucas áreas onde se faz a irrigação – a agricultura intensiva se restrinja à estação das chuvas. Entretanto, também durante a estação das chuvas, ocorrem duas, três ou mais semanas sem precipitações, as quais afetam as culturas em seus diferentes períodos de desenvolvimento. Tal situação é conhecida em toda a região dos Cerrados como “veranico” ou “pequeno verão”. Considerando-se que a estação das chuvas corresponde à época das culturas, o efeito dessas secas pode ser severo e corresponder a reduções da ordem de 30 a 40%.

Por exemplo, durante o ano agrícola 1968-1969 houve um excesso de chuva durante o período de desenvolvimento das culturas e, pelo menos, três semanas sem chuva. Nessa oportunidade, as culturas na ex-Estação Experimental de Brasília (hoje CPAC) só foram recuperados com irrigação suplementar. Em 1970-1971, quando a precipitação atingiu somente a metade do normal para o período chuvoso, a maior parte da produção de milho foi perdida.

Uma análise das precipitações feita por Wolf (1975) indica que médias mensais das chuvas não são um bom índice para estimar a disponibilidade de água para as culturas, devido aos elevados coeficientes de variação. Outra característica é que a chuva não está bem distribuída entre um mês e outro, o que é indicado por uma grande variação entre os dados de estações climatológicas, que se encontram perto das outras.



Região

Sub-região

Xeroquimênico (Tropical) .....



Termoxeroquimênico Médio



Termoxeroquimênico Atenuado



Mesoxeroquimênico Atenuado

Termaxérico (Equatorial)



Subtermaxérico de Transição



Submesaxérico de Transição



Subtermaxérico de Transição



Hipotermaxérico

FIG. 7. Regiões bioclimáticas de Gaussen em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais (IPEA, 1973).

Wolf (1975), baseando-se em dados de quarenta e dois anos de Formosa, indica as seguintes probabilidades de ocorrência de "veranicos" na estação das chuvas:

Dias sem chuva	Frequência da ocorrência
08	03/ano
10	02/ano
13	01/ano
18	2 anos em sete
22	1 ano em sete

Wolf (1975) informa também que o período de vinte dias, desde o dia 27 de dezembro ao dia 15 de janeiro, é o mais crítico para o desenvolvimento das culturas, por apresentar o maior número de dias secos (precipitação menor que 5,0 mm/dia). Além disso, Wolf indica que a média mensal de pluviometria não é bom índice para estimar a possibilidade de ocorrência dos veranicos.

#### V - BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico é um dado fundamental ao planejamento da suplementação adequada de água para as culturas. De acordo com estudos conduzidos pela CODEPLAN (1976), com base em dados relativos à estação climatológica de Formosa (GO) e em relação às condições climáticas e às atividades agropecuárias, são as seguintes as peculiaridades do Planalto Central:

1 - O regime de chuvas com o período seco, a pobreza dos elementos nutritivos e a elevada acidez do solo exigem alto nível técnico para a produção agrícola, no qual se sobressai a irrigação.

2 - A falta de água nos meses de maio a setembro limita a uso da terra, diminuindo o rendimento das áreas sem irrigação.

3 - Em 1968, essa necessidade já levava 36% dos agricultores do DF a fazer irrigação por conta própria. Essa alta percentagem de agricultores envolve um grande número de pequenas propriedades, que representam apenas 2,9% (3.088 ha) do total de área explorada (79.478 ha).

4 - a) No período de janeiro e abril (4 meses), há um excedente hídrico de, aproximadamente, 241mm, sem necessidade de irrigação suplementar, no caso de ocorrerem veranicos;

b) de maio a junho (2 meses), são insuficientes as precipitações, havendo, no fim dessa fase, necessidade de alguma irrigação. O déficit hídrico é de 218mm;

c) de julho a setembro (3 meses), ocorre deficiência hídrica de, aproximadamente, 377mm, sendo necessária a irrigação. A situação mais crítica se verifica em agosto;

d) de outubro a dezembro (3 meses), já não há deficiência hídrica. As necessidades de irrigação começam a diminuir em outubro; em novembro já se registra excedente hídrico, que atinge, no final do período, aproximadamente 176mm.

Hargreaves (1974, 1975 e 1976) determinou a aptidão agrícola dos solos do Brasil conforme o conceito de "déficit hídrico", calculado de acordo com a fórmula:

$$\text{DÉFICIT HÍDRICO} = \text{EPT} - \text{PM}$$

onde, EPT = evapotranspiração potencial = MF x TF x CH  
 MF = fator de radiação solar dependente da latitude  
 TF = temperatura média mensal (°F).  
 CH = fator de umidade relativa = 0,158 (100-U.R.)<sup>1/2</sup>  
 PM = precipitação média mensal (mm)

As Figuras 8 a 11 mostram, além das temperaturas médias mensais, a área de déficit e excesso hídrico mensal de diferentes regiões, onde ocorrem solos de Cerrados. O déficit hídrico de cada uma dessas regiões aparece na Tabela 4.

Essas figuras revelam que, em geral, áreas de déficit ou de excesso hídrico são, aproximadamente, equivalentes. Isso mostra que, em termos globais, a evapotranspiração potencial é equivalente à pluviometria. Isso se observa mais claramente na Figura 12, onde se vê que o déficit hídrico na área "core" de Cerrados é máximo na região norte de Minas Gerais. Na região oeste da área "core", o déficit hídrico aproxima-se de zero, havendo um excesso de precipitação sobre a pluviometria na região oeste do Estado de Goiás e nas regiões central e noroeste do Estado de Mato Grosso.

Quanto ao mapa de evapotranspiração potencial (Figura 13), observa-se que as áreas de maior evapotranspiração estão localizadas na região noroeste da área "core" dos Cerrados e na área do Planalto Central, de maior altitude. As estimativas de evapotranspiração potencial são menores na região noroeste do Estado de Mato Grosso e na parte sul do Estado de Minas Gerais.

Ao se considerarem precipitação e disponibilidade de água para as culturas, é preciso relacionar chuva, em função da probabilidade de precipitação, bem como esta precipitação provável com o uso potencial de água pelas culturas.

O conceito de índice de disponibilidade de umidade (MAI) foi desenvolvido com esse propósito por Hargreaves (1975),

$$\text{onde MAI} = \frac{\text{PD (precipitação dependente)}}{\text{ETP (evapotranspiração potencial)}}$$

Além disso, o índice MAI foi proposto, visando a comparação de umidade disponível para as culturas de uma área em relação a outra.

Hargreaves (1975) obteve para diversas regiões dos Cerrados as seguintes equações de regressão entre a pluviometria média mensal (PM) e os 75% de probabilidade de ocorrência de precipitação (PD).

As equações e valores de R<sup>2</sup> para as diversas localidades da região dos Cerrados aparecem abaixo:

Estação	Equação	R <sup>2</sup>
Formosa - Goiás	PD = - 21 + 0,75 PM	0,95
Pirapora - MG	PD = - 13 + 0,67 PM	0,98
Franca - SP	PD = - 2 + 0,60 PM	0,92
Barra do Corda - MA	PD = - 11 + 0,74 PM	0,99
Teresina - PI	PD = - 42 + 0,74 PM	0,90

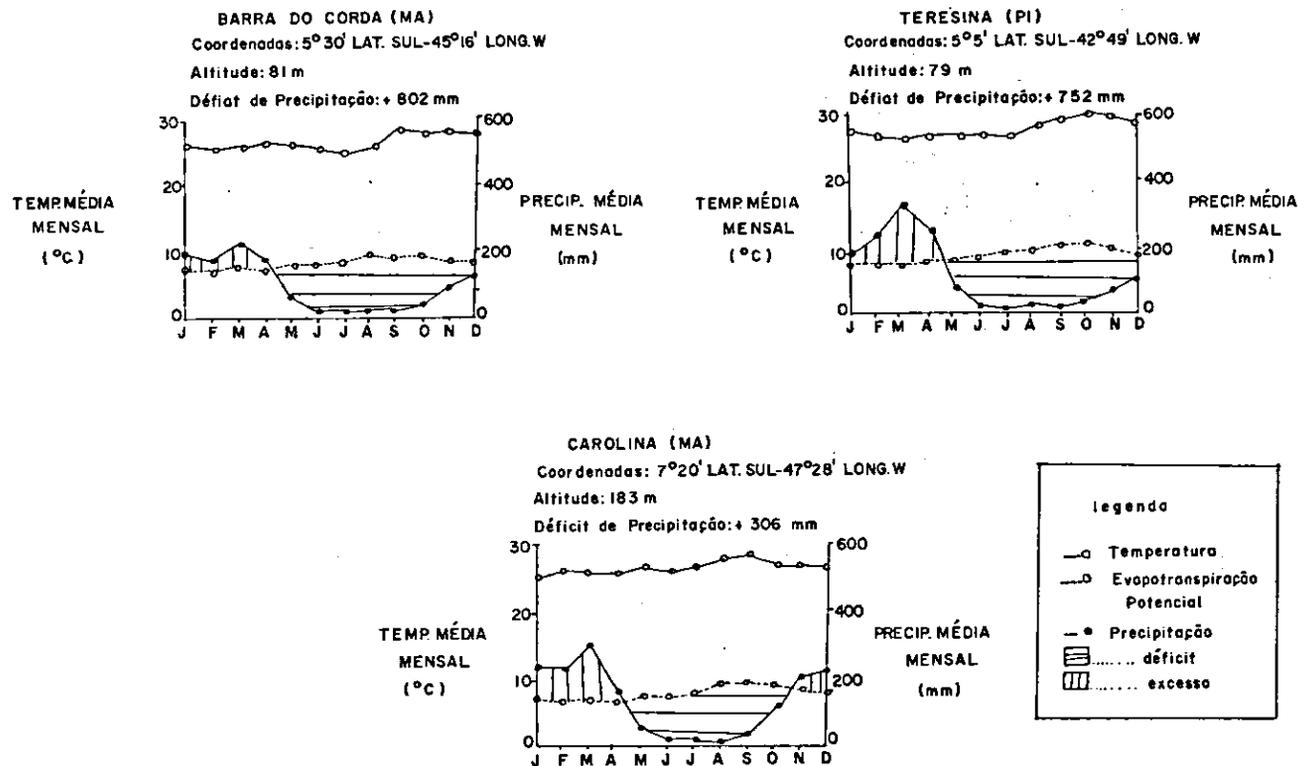


FIG. 8. Balanço hídrico (Hargreaves, 1976) e temperaturas médias mensais nas áreas dos Cerrados do Maranhão e Piauí.

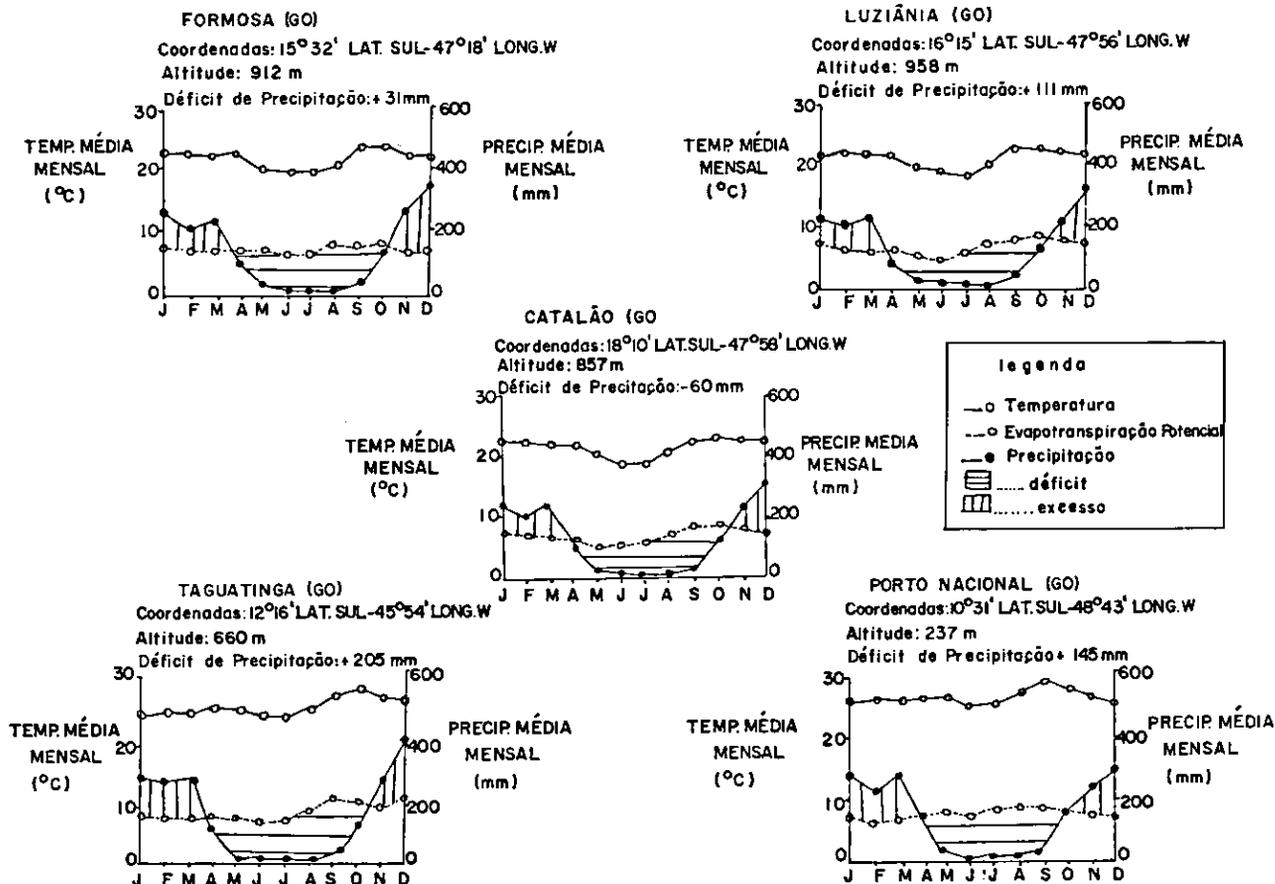


FIG. 9. Balanço hídrico (Ilargreaves, 1976) e temperaturas médias mensais nas áreas de Cerrados do estado de Goiás.

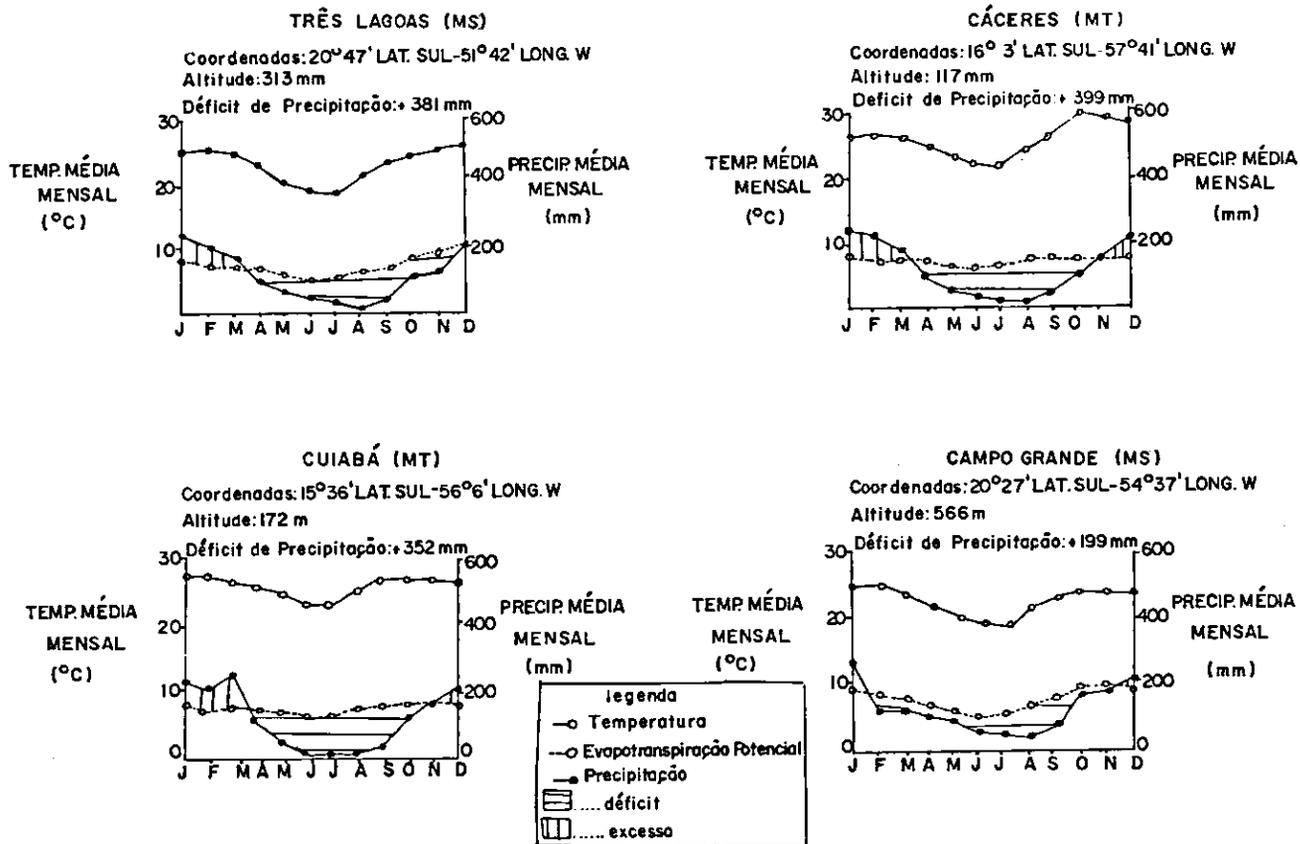


FIG. 10. Balanço hídrico (Hargreaves, 1976) e temperaturas médias mensais nas áreas de Cerrados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

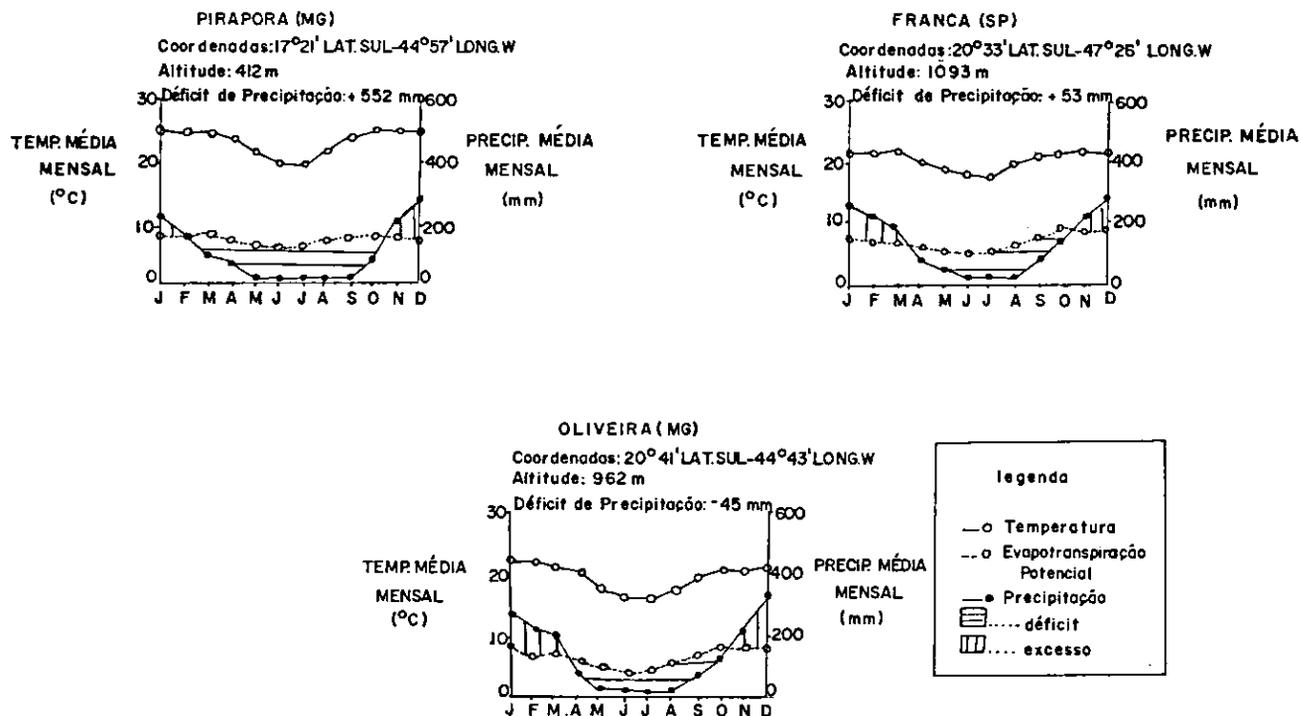


FIG. 11. Balanço hídrico (Hargreaves, 1976) e temperaturas médias mensais nas áreas de Cerrados dos Estados de Minas Gerais e São Paulo.

TABELA 4. Valores do índice de disponibilidade da umidade (MAI) para regiões representativas de Cerrados.

MÊS	FORMOSA(GO)	PIRAPORA(MG)	PORTO NACIONAL(GO)	OLIVEIRA(MG)	CAMPO GRANDE(MS)	CULABÁ(MT)	FRANCA(SP)	BARRA DO CORDAM (MA)	TERESINA(PÍ)
Julho	0	0	0	0,05	0,11	1,10	0,08	0	0
Agosto	0	0	0	0,03	0,03	0,06	0,04	0	0
Setembro	0,01	0	0,05	0,14	0,21	0,09	0,25	0	0
Outubro	0,50	0,24	0,55	0,58	0,66	0,52	0,48	0,12	0,01
Novembro	1,36	0,80	1,12	0,85	0,66	0,71	0,78	0,28	0,04
Dezembro	1,91	1,22	1,42	1,36	0,76	0,87	1,04	0,49	0,28
Janeiro	1,17	0,83	1,30	1,10	0,99	1,00	0,95	0,84	0,77
Fevereiro	1,04	0,55	1,23	0,83	1,00	1,02	0,98	0,89	1,23
Março	1,10	0,47	1,40	0,83	0,66	1,14	0,82	1,08	1,85
Abril	0,38	0,21	0,66	0,26	0,54	0,54	0,41	0,72	1,32
Maior	0	0,0	0,06	0,02	0,46	0,18	0,22	0,19	0,25
Junho	0	0,0	0	0,01	0,25	0,06	0,13	0,0	0,01

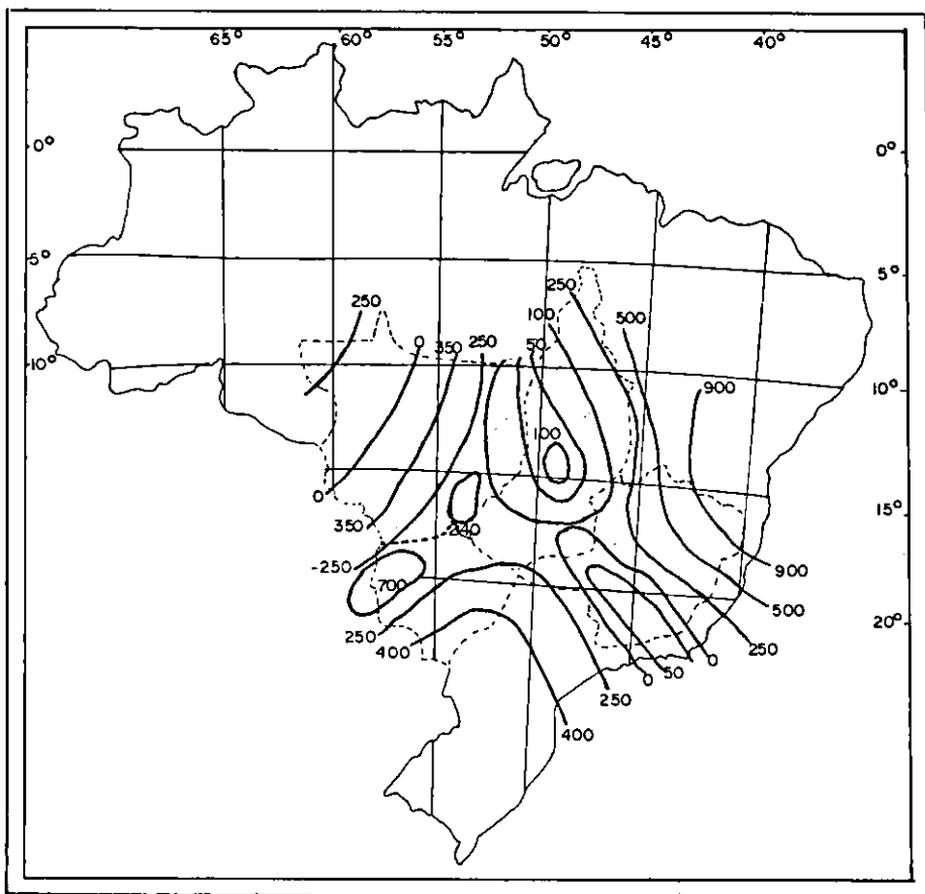


FIG. 12. Linhas isodéficitárias hídricas anuais (Hargreaves, 1976).

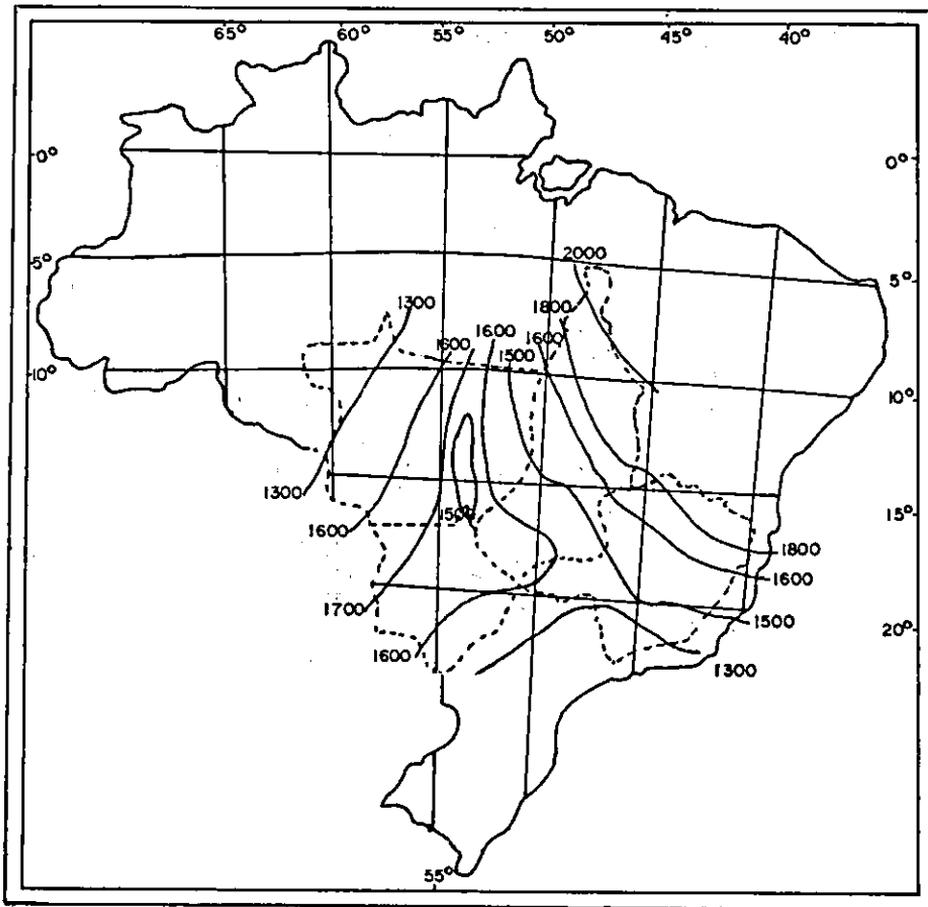


FIG. 13. Linhas de isoevapotranspiração potencial (Hargreaves, 1976).

Estação	Equação	R <sup>2</sup>
Cuiabá – MT	PD = - 18 + 0,80 PM	0,99
Campo Grande – MS	PD = - 18 + 0,80 PM	0,99
Porto Nacional – GO	PD = - 18 + 0,76 PM	0,97
Oliveira – MG	PD = - 13 + 0,67 PM	0,98
CPAC – Brasília (DF)	PD = - 21 + 0,75 PM	0,95

Em geral, valores mensais de MAI iguais ou superiores a 1,00 indicam um fornecimento adequado de unidade com base na pluviosidade e na evapotranspiração potencial de uma área. Hargreaves (1975) propôs que MAI seja adotado como um índice para medir excessos, eficiência e déficits de água para agricultura, de acordo com a seguinte classificação:

- MAI = 0,00 a 0,33 = muito deficiente
- MAI = 0,34 a 0,67 = moderadamente deficiente
- MAI = 0,68 a 1,00 = levemente deficiente
- MAI = 1,01 a 1,33 = adequado
- MAI = 1,34 a 1,67 = excessivo

Contudo, esse índice deve ser cuidadosamente observado em áreas de Cerrados, tendo em vista que a capacidade de armazenamento de água dos solos é baixa (10 a 11%) e também ao fato de que as raízes de muitas culturas não aproveitam a água além dos 30cm. Um veranico pode alterar a produção da cultura, apesar do MAI ser adequado para essa região.

De acordo com o MAI, Hargreaves (1974) propôs a seguinte classificação para os climas do Brasil.

Critério	Classificação do Clima	Classificação para Produção
Todos os meses com MAI na faixa 0,00 – 0,35	Muito árido	Não apto para agricultura dependente de chuvas.
Um ou dois meses com MAI 0,34 ou acima	Árido	Aptidão limitada para agricultura dependente de chuvas.
Três ou quatro meses com MAI 0,34 ou superior	Semi-árido	Produção possível para culturas que requerem chuvas durante três a quatro meses.
Cinco ou mais meses consecutivos com MAI 0,34 ou superior.	Úmido-seco	Produção possível para culturas que requerem um nível adequado de umidade durante cinco ou mais meses.

Os índices de disponibilidade de umidade (MAI) para diferentes estações climatológicas da região dos Cerrados aparecem na Tabela 4.

Pode-se observar que todas as estações estudadas, exceto Teresina (PI), possuem pelo menos um MAI superior a 0,34 durante cinco ou mais meses, o que indica, com relação à disponibilidade de água de chuva, que os Cerrados correspondem ao clima úmido-seco de Hargreaves.

Na área do Planalto Central, em geral, os Cerrados possuem água de chuva disponível para as culturas, a partir do mês de outubro, até o mês de maio. As

diferenças entre um lugar e outro no Planalto Central devem-se a variações nas temperaturas médias e na umidade relativa que, por sua vez, são dependentes da altura e da latitude da área considerada.

As outras áreas de Cerrados na região Centro-Oeste (Cuiabá, Campo Grande) caracterizam-se por terem água de chuva disponível desde outubro até abril, além de elevadas temperaturas médias anuais.

A região dos Cerrados, no Piauí, é caracterizada por elevadas temperaturas médias na época das culturas, isto é, desde meados de novembro até abril. Aí, os Cerrados só dispõem de água a partir de meados de dezembro até meados de maio, apresentando um clima semi-árido, enquanto os Cerrados de São Paulo se caracterizam por temperaturas médias de 20°C e uma disponibilidade de água no solo a partir de meados de setembro até meados de maio.

Na Figura 14, pode-se observar o balanço hídrico diário na área do CPAC, no período novembro-abril do ano agrícola 1975/1976 (Chang, 1968, Thornthwaite and Mather, 1957; Reichardt, 1974 e Forsythe, 1976), estabelecido de acordo com os seguintes valores:

- a) profundidade efetiva das raízes (milho) = 30 cm;
- b) água disponível do solo (10%) = 30 mm;
- c) evapotranspiração potencial = EVAP. TANQUE "A" x 0,7;
- d) dias de déficit hídrico (quando a tensão média na camada do solo considerada atinge dois bares). De acordo com Doorenbos e Pruitt (1975), uma tensão de dois bares reduz o desenvolvimento do milho em 35 a 50%.

Observa-se que o ano agrícola 1975/1976 foi caracterizado por dois períodos de déficit hídrico. Embora o balanço hídrico mensal indique uma suficiência de água naquele período, constata-se:

- a) o primeiro período de déficit hídrico ocorreu no princípio de dezembro com uma duração de 10 dias, o que afetou a emergência das principais culturas da região;
- b) o segundo período de déficit hídrico ocorreu no fim de janeiro e princípio de fevereiro, interferindo nos processos de floração e reprodução das culturas, estágio de desenvolvimento considerado o mais sensível para o futuro rendimento de cultura.

Contudo, ocorreram trinta dias de déficit hídrico ao longo do desenvolvimento das culturas, o que é grave, considerando-se que os seus efeitos sobre a produção de matéria seca são cumulativos.

A figura 14 mostra também que os dias sem chuva não são indicativos de déficit hídrico, pelo fato de que ele não depende da água de chuva, mas da água armazenada no solo.

## VI – PERSPECTIVAS DA AGRICULTURA NA REGIÃO DOS CERRADOS COM RELAÇÃO ÀS SUAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

A agricultura na região dos Cerrados depende, fundamentalmente, não só do total de chuvas no período outubro-abril, mas também de sua adequada distribuição durante os estádios de desenvolvimento das culturas. A essa situação se alia a baixa capacidade de retenção de água pelos solos e o elevado teor de alumínio e baixo pH dos mesmos, que limitam o desenvolvimento radicular das culturas anuais.

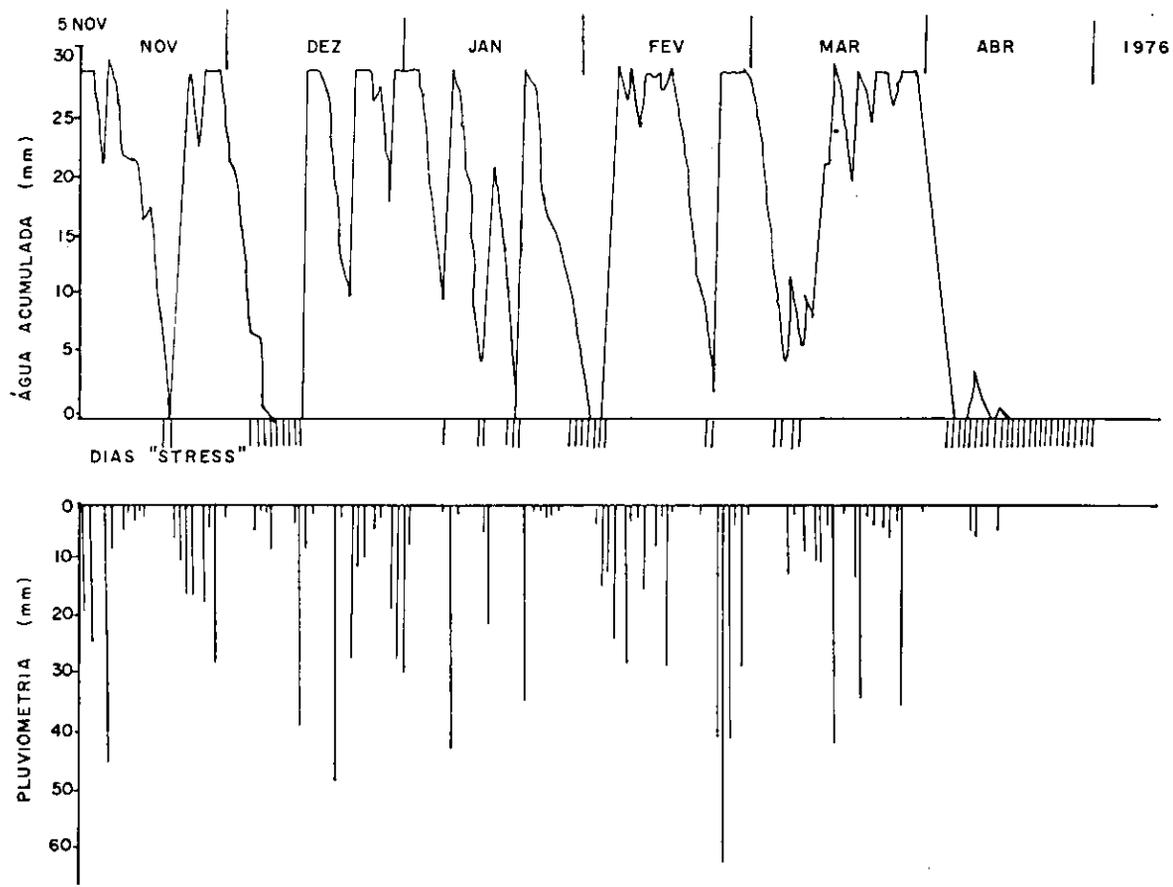


FIG. 14. Balanço hídrico diário segundo Thornthwaite e Mather (1957) na área do CPAC (Brasília, DF) no ano agrícola 1975/76.

As altas probabilidades de ocorrência de veranicos de amplitude variável, responsáveis por grande redução no rendimento dessas culturas, ou mesmo a perda total, é uma característica relevante da região. Tal situação sugere que sua agricultura se desenvolverá, permanentemente, sob o risco de ocorrência de falta de água para as culturas anuais. Entretanto, a pesquisa e a extensão agrícola, além do próprio agricultor, tentam maximizar o rendimento, através do adequado manejo de planta e do solo, apesar do risco agrícola decorrente de distribuição variável de pluviosidade anual.

Uma das alternativas utilizadas pelos agricultores que, dessa maneira, reagem ao risco climático é, muitas vezes, a redução dos insumos. Em outras palavras, o agricultor está sempre buscando aquela prática, na qual consiga combinar risco climático com o risco do investimento. É possível que seja essa uma das causas da baixa receptividade às práticas de manejo mais avançado, como a adoção de níveis de adubação compatíveis com as condições de baixa fertilidade dos solos. É possível, assim, que o risco climático seja um fator de retardamento da expansão da área cultivada na região dos Cerrados.

Considerando-se ser o clima um fator de produção ainda não controlado — exce-tuadas as áreas em que os agricultores disponham de recursos para irrigação suplementar — a pesquisa deve gerar práticas de manejo de solo e da planta que permitam reduzir o risco climático ao mínimo, assegurando, assim, produções rentáveis para o agricultor, com redução do risco de investimentos.

Assim, a curto prazo, somente um conjunto de adequadas práticas de manejo, como as sugeridas abaixo, poderiam minimizar a situação atual. Essas práticas seriam:

- a) uso de genótipos (espécies ou variedades) capazes de utilizar a água com maior eficiência;
- b) redução das densidades de semeadura para, assim, reduzir a evapotranspi-ração por unidade de superfície;
- c) incorporação de calcário a profundidades de até 0,50m e utilização de adubação fosfatada com o objetivo de permitir que as raízes explorem um maior volume de solo possível, dispondo de maior quantidade de água arma-zenada no solo;
- d) emprego de níveis de adubação adequados, tendo em vista que os fertili-zantes aumentam a resistência das culturas ao déficit hídrico, desde que não existam limitações ao desenvolvimento radicular;
- e) iniciar o plantio após o começo da época chuvosa, tão logo a precipitação tenha atingido o total de, pelo menos, 100 a 200 mm, ou então eleger diferentes datas de semeaduras para uma mesma cultura ou ainda diversificar a produção.

A longo prazo, o risco agrícola decorrente dos veranicos deixará de ter importân-cia se se dispuser de:

- a) variedades dotadas de sistema radicular capaz de penetrar e aproveitar a água a profundidades do solo até 60-0-cm, o que se conseguiria com varie-dades tolerantes à acidez do solo e à toxidez de alumínio e com maior capaci-dade de absorção de fósforo;
- b) água para irrigação suplementar;
- c) práticas de manejo para incorporação, em doses maciças, de calcário e de fosfato, a profundidade do solo superiores a 30 cm.

- ALVIM, P.T. & ARAÚJO, W. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el Centro-Oeste del Brasil. *Turrialba*, 2(4):153-60, 1952.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. Balanço hídrico do Brasil. Rio de Janeiro, 1972. 135p.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Instituto do Planejamento Econômico e Social. Aproveitamento atual e potencial dos Cerrados. Brasília, IPEA/IPLAN, 1973. (Estudo para o Planejamento, 2).
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 1 a 3).
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 4 a 6).
- BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1975. (Levantamento de Recursos Naturais, 7).
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro. 1975. (Levantamento de Recursos Naturais, 10).
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro. 1976. (Levantamento de Recursos Naturais, 10).
- CHANG, J.H. Climate and agriculture. s.n.t. 303p.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL. Diagnóstico do espaço natural do Distrito Federal. Brasília, 1976. 300p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Crop Water requirements. Rome, FAO, 1975. p. (Irrigation and Drainage. Paper, 24).
- FORSYTHE, W.M. Formula for calculating from weather data the residual soil moisture during soil drying. *Turrialba*, 26(1):60-7, 1976.
- GALVÃO, V.M. Clima. In: FUNDAÇÃO IBGE. Geografia do Brasil; Grande região Centro-Oeste. Rio de Janeiro, 1960. v. 4. p.71-118.
- GALVÃO, V.M. Regiões Bioclimáticas. In: FUNDAÇÃO IBGE. Atlas Nacional do Brasil. Rio de Janeiro, 1962.
- HARGREAVES, G.H. Climate and irrigation requirements for BRAZIL. Utah, Utah State University, 1976. 44p.
- HARGREAVES, G.H. Precipitation dependability and potentials for agricultural production in North Brazil. Utah, Utah State University, 1974.
- HARGREAVES, G.H. Water requirements manual for irrigated crops and rainfed agriculture. Utah, Utah State University, 1975, 40p.
- NIMER, E. Clima. In: Fundação IBGE. Geografia do Brasil, Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro, 1974. v.4 p.35-58.
- REICHARDT, K. Determinação da condutividade hidráulica em condições de campo para estimativa da drenagem profunda em balanços hídricos. Piracicaba, ESALQ, 1974. 12p.
- SÁNCHEZ, P.A.L. & BUOL, S.W. Cerrado Research Center; preliminary project proposal. Prepared for the consideration of EMBRAPA. North Carolina State University, 1974.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the Water Balance. Centerton, New Jersey, Drexel Institute of Technology. Laboratory of Climatology, 1953. (Publication in climatology, v. 10 n. 3).
- WOLF, O.M. Water constraints to corn production in Central Brasil. Ithaca, N.Y. Cornell University, 1975. 199p. Tese Doutorado.