

Fatores Climáticos Influenciando a Agricultura em Campo Grande* (MT)

MITIKO YANAGA UNE **

1 — INTRODUÇÃO

A importância que o clima exerce na planificação das atividades do campo é largamente difundida e aceita. Dentre os seus elementos são as chuvas, conforme a sua distribuição no decorrer do ano, que irão determinar e orientar a composição da produção e do calendário agrícola. A expectativa com que o lavrador aguarda a chegada das chuvas, como espera a da estiagem na época adequada, tem levado os estudiosos a analisar os efeitos hídricos e mesmo a calcular e aplicar índices, correlacionando-os às possibilidades agrícolas de uma região.

Considerando-se que o cerrado vem se tornando, ultimamente, em uma das maiores áreas potencialmente agrícolas no Brasil, faz-se necessário maior número de análises das suas ofertas ambientais, do clima e do solo para melhor orientação das atividades agrícolas mais adequadas ao seu quadro natural. O clima, por ser o elemento que foge ao controle do homem, exige análises tanto das suas situações comuns, e das probabilidades de se repetir estas mesmas situações, quanto de se registrar situações anormais.

Para a elaboração do presente trabalho partiu-se do princípio de que o campo da climatologia, por ser parte integrante do meio ambiente e ter seus elementos aferidos quantitativamente, presta-se a uma comparação com a produção agrícola.

As pesquisas que visam a estabelecer as potencialidades agrícolas de uma região através das informações climatológicas no Brasil já co-

* A autora agradece a colaboração da Geógrafa Albertina Oliveira Vargas na confecção de tabelas e gráficos.

** Geógrafa da Fundação IBGE.

brem várias áreas do País, como as abrangidas pelos zoneamentos climatológicos que dizem respeito a Pernambuco (1966), ao Amazonas (1972), ao Centro Sul (1972), ao Estado de São Paulo (1973), à Bahia (1974), ao Rio Grande do Sul (1975), assim como ao Brasil (1966). Análises temporais de informações climatológicas em microescala têm sido realizadas para diferentes localidades como Juiz de Fora (1977), Presidente Prudente (1970) e Campos (1977), entre outras, que objetivavam servir de subsídio à compreensão local dos climas, com vistas ao aproveitamento agrícola.

2 — A ÁREA DE ESTUDO

A área do cerrado ocupa larga faixa do território nacional que corresponde, a grosso modo, a 1/3 da superfície do Brasil. A avaliação das ofertas hídricas, como também da conservação da umidade, tem fundamental importância para a agricultura no cerrado. Por ser esta uma área de ocupação relativamente recente, verificou-se que os municípios caracterizadamente agrícolas não dispunham de uma série longa de informações climatológicas ou os seus desmembramentos nos últimos anos dificultavam a avaliação entre as condições climáticas e a sua respectiva interferência nas safras agrícolas. Diante de tais dificuldades pensou-se que a própria compreensão dos padrões de variação dos parâmetros climáticos iria trazer subsídios à agricultura no cerrado, proporcionando o máximo de benefício através da análise temporal dos dados climatológicos de uma única estação meteorológica — Campo Grande (MT) — na latitude de 20° 37' S e na longitude de 54° 37' W. Embora esteja localizada em área mais de pecuária que propriamente agrícola, encontra-se, contudo, em uma faixa de transição entre a área pastoril (Aquadauana), a oeste, e a agrícola (Dourados), ao sul, e a sua produção agrícola permite avaliar a interferência do clima na produção agrícola. Acresce-se ainda que, do ponto de vista de dados meteorológicos, o município conta com uma longa série de dados climáticos e também não sofreu nenhum desmembramento do seu território no período a ser considerado, de 1958 a 1970. Este fato permite avaliar a interferência do clima em um período de tempo, com dados estatísticos de produção agrícola.

3 — DADOS UTILIZADOS

Para a execução do trabalho contou-se com os dados de observações meteorológicas diárias e ininterruptas para Campo Grande (MT), assim discriminados: para o período de 1951 a 1976 — alturas diárias de chuva, temperaturas máxima e mínima, umidade relativa — coletados pelo Serviço de Meteorologia da Divisão de Apoio ao Vôo do Ministério da Aeronáutica; posteriormente, conseguiu-se, com a publicação do livro *Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai*, obter dados de chuva anteriores a esta série, para o período de 1934 a 1972. Após uma análise de consistência dos dados pluviométricos, através de comparações das precipitações diárias e das alturas mensais de chuva entre estas duas séries, assim como com postos vizinhos, decidiu-se incorporá-los à série anterior por se entender que quanto mais longo for o período observado maiores serão as probabilidades dos resultados se aproxima-

rem das condições reais. Assim, o período de estudo compreende uma série que vai de 1934 a 50 e outra de 1951 a 76, o que dão 43 anos consecutivos de registros de chuva. Contou-se como estações de apoio a de Campo Grande, as de Jaraguá (Município de Terenos — 20° 28, S e 54° 45' W), com dados diários de chuva e de temperaturas máxima e mínima para o período de 1966 a 76 e Coxim (18° 26' S e 54° 48' W), com dados diários de chuva para o período de 1968 a 72; postos estes que se encontram localizados em municípios contíguos a Campo Grande. Como pontos de apoio mais afastados usou-se os postos meteorológicos de Aquidauana e de Ponta Porã. Contou-se também com dados de evaporação medidos pelo evaporímetro de Piche para Campo Grande, no período de 1958 a 66, e Coxim, no período de 1953 a 58.

Para a correlação do clima com a agricultura recorreu-se aos dados de produção e de área por lavoura, dos cadernos de Produção Agrícola Municipal do Ministério da Agricultura, somente para os municípios de Campo Grande e de Terenos, uma vez que os demais municípios que dispunham de informações climatológicas haviam sofrido desmembramentos em seus territórios, prejudicando a aferição do clima nas safras agrícolas. Esta estatística, que é feita a partir de 1958, sofreu interrupções no período de 1970 a 72, que limitaram, assim, as correlações entre a produção agrícola e o clima a um período de tempo de 1959 a 69 para Campo Grande e de 1966 a 69 para Terenos, neste último posto devido à inexistência de dados climatológicos. As correlações foram feitas com as lavouras de amendoim, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho e soja que, entre as temporárias, contavam com levantamentos de área e de produção desde 1958.

Estes dados permitiram, na primeira parte do trabalho, fazer uma análise dos totais mensais e anuais de chuva, número de dias de chuva, probabilidade de ocorrência de chuvas de diversas alturas, probabilidade de ocorrer veranicos de diferentes números de dias de duração e, na segunda parte, avaliar a interferência do clima nas safras agrícolas.

4 — CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA ÁREA

Campo Grande, situado na parte centro-meridional da Região Centro-Oeste, encontra-se na área limitada pelas isoietas de 1.250 e 1.500mm anuais de chuva e pelas isotermas de 24°C no mês mais quente (setembro) e de 18°C no mês mais frio (que corresponde a junho ou julho). Ocorre, por força de sua continentalidade, enorme flutuação entre as médias das mínimas do mês mais frio em julho (14,3°C) e das máximas do mês mais quente em setembro (30°C). A época chuvosa coincide com o semestre mais quente, de outubro a março, período no qual são concentradas 75% da precipitação média anual, destacando-se janeiro como o mês mais chuvoso ao qual se opõe o mês de julho, fatores esses que levam a classificar o clima de Campo Grande como sendo quente e úmido com chuvas no verão e secas no inverno.

A circulação atmosférica na área caracteriza-se pela atuação do anticiclone polar, principal responsável pelas condições do tempo durante quase todo o ano. No verão, a presença de uma célula de baixa pressão que se forma no interior do continente, conhecida como a baixa do chaco, e que se expande até a parte ocidental de Mato Grosso, bloqueia o avanço do anticiclone polar que se encontra enfraquecido. Assim, a frente polar proveniente dos Andes, ao avançar para NE,

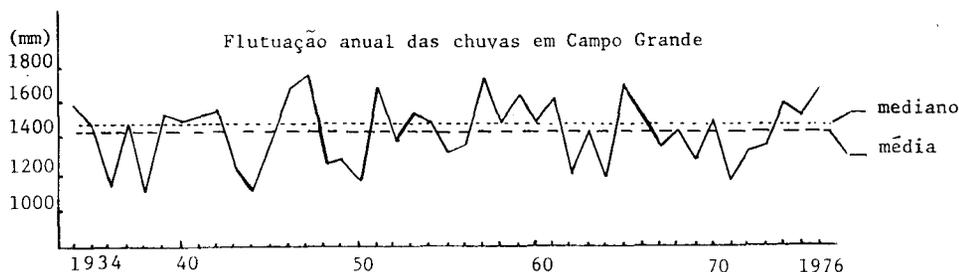
alcança o sul de Mato Grosso e entra em contato com a baixa do chaco, daí decorrendo ou a sua dissipação ou o seu recuo como uma frente quente. No inverno a baixa do chaco, tendo migrado mais para o norte do continente, localizando-se entre o Acre e a Bolívia, registra pressões atmosféricas mais altas que aquelas apresentadas no verão e, portanto, está menos atuante. Sem esse obstáculo o anticiclone polar que, por sua vez, está mais ativo, consegue, após transpor os Andes, atingir latitudes mais baixas, avançando como frente polar e atingindo o sul de Mato Grosso, com orientação NW-SE, e podendo provocar em sua passagem chuvas frontais e pós-frontais que duram, em média, de um a três dias. A ocorrência esporádica, assim como a intensidade dessas chuvas, responderão pela grande flutuação dos totais mensais de chuva nos meses de inverno. Situado ainda na área das invasões constantes de ventos de N e de NW provenientes das linhas de instabilidade (zonas de depressão barométrica entre pequenas dorsais e células de altas pressões) registra — o sul de Mato Grosso, como também a Região Centro-Oeste — chuvas e trovoadas provenientes do ar em convergência no interior dessas linhas de instabilidade, desde o final da primavera até o verão. São elas quase sempre anunciadas pela nebulosidade que se forma, indicando a sua chegada, porém a sua passagem nem sempre se faz acompanhar de chuvas.

Em decorrência da circulação atmosférica, Campo Grande apresenta certa constância no que se refere aos totais pluviométricos anuais, os quais se refletem nos desvios anuais de chuva, da ordem de 15% em relação à média do período. Verifica-se, contudo, no decorrer do próprio ano, o atraso ou o avanço da estação chuvosa, os quais são responsáveis pela grande variação relativa mensal das chuvas, assim como pelos períodos secos de diferentes durações dentro da própria estação chuvosa — veranicos — que constituem irregularidades na época da distribuição das chuvas, representando um entrave para a melhor utilização agrícola da área. Os anos excepcionais de chuvas superiores ou inferiores à média tendem, ligados à ocorrência de chuvas intensas e/ou contínuas (totais diários acima de 50mm), a acusar desvios maiores, como em 1951 e 52, que concentraram, em dois meses (janeiro e fevereiro), 50,9% e 47,28%, respectivamente, da chuva anual. Opondo-se a estes anos, no de 1971, nesses mesmos dois meses, as chuvas foram de apenas 20,22% do total anual.

4.1 — Flutuações dos totais anuais de chuva

Os métodos mais usuais para representar uma tendência em uma série de dados de chuva têm sido a média aritmética e a mediana. Assim, para os dados de Campo Grande, no período supracitado, a média aritmética foi de 1.435,9mm, enquanto a mediana manteve-se mais alta, registrando uma diferença de 42,1mm. A flutuação da precipitação no decorrer do período em Campo Grande pode ser observada pelo gráfico n.º 1, onde se verifica que há uma flutuação relativamente baixa quando comparada à média do período, tanto no que se refere às superiores como as inferiores à média, evidenciando, assim, que, em termos de totais anuais, mesmo nos anos secos, as chuvas não estão muito abaixo do esperado. Analisando-se a distribuição dos totais anuais, representando chuvas superiores à média, próximo e igual à média e inferiores, verifica-se que eles ocorreram, respectivamente, nas seguintes proporções: 46,51%, 13,95% e 39,54%, o que denota grande variabilidade dos totais anuais de chuva.

GRÁFICO 1



Esta situação, quando comparada a de Jaraguá, embora em um período de tempo mais curto de observações climatológicas, mostra que as flutuações em ambos os postos parecem ocorrer em proporções semelhantes, porém, devido ao menor número de registros, as médias mensais de chuva podem se aproximar da realidade.

4.2 — Variação interanual da chuva

Calculando-se a variação da chuva de um ano em relação ao seguinte, durante o período considerado, verificou-se que a variação interanual relativa apresenta-se pequena, da ordem de 15,64%, denotando, dessa forma, uma grande confiabilidade para o seu aproveitamento agrícola. Para aquilatar esta variabilidade da precipitação aplicou-se a fórmula do índice de variabilidade relativa, adotado por Waller I. V. rel.

$$= \frac{\sum / P_n - P_n - 1^{**}}{\bar{p}_n - 1^{**}}, \text{ que mede a variabilidade em função da média}$$

pluviométrica do período considerado, concluiu-se que os valores médios anuais calculados por Nimer, para o período de 1931 a 1960, apresentaram resultados semelhantes da ordem de 15%, fato este que evidencia uma uniformidade das chuvas na área em um período de tempo mais longo.

A variação interanual relativa das chuvas, plotada em um gráfico cartesiano, opondo-se aos totais anuais de chuva, mostra que à medida que aumentam os totais anuais de chuva há uma tendência em reduzir a variação relativa da precipitação; esta observação é válida para os três postos situados na mesma latitude e, provavelmente, sujeitos aos mesmos mecanismos atmosféricos responsáveis pelas precipitações. Ponta Porã, no entanto, localizado mais ao sul, registra a maior precipitação e também a maior variação relativa.

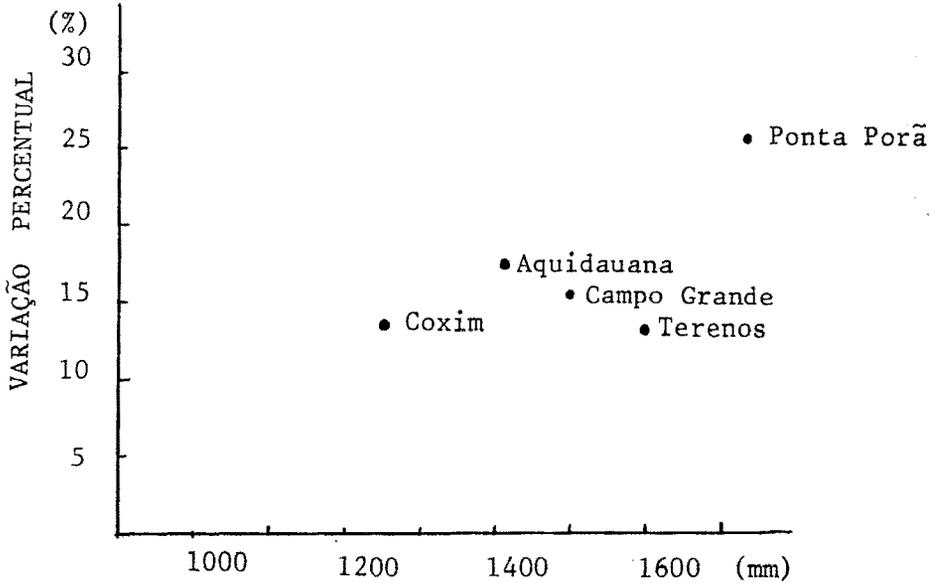
4.3 — Distribuição mensal de precipitação

A distribuição mensal relativa da precipitação em Campo Grande apresenta tendência a uma redução relativa contínua de janeiro a agosto, diminuindo de 16,3% a 2,5% do total anual de chuvas para, em setembro, iniciar a subir ainda de forma contínua, culminando com o máximo das chuvas no mês de janeiro.

* P_n = Precipitação total do ano n

** $\bar{p}_n - 1$ = Média da precipitação do período \times número de anos menos 1.

GRÁFICO 2



MÉDIAS ANUAIS DE CHUVA

A distribuição de totais mensais de chuvas, representando valores acima, abaixo e em torno das médias dos respectivos meses, foi também avaliada. Verificou-se que há um predomínio de chuvas mensais inferiores à média, em uma proporção maior que os superiores, dentre os quais sobressaem os dos meses de julho (57%), agosto (53%), dezembro (61%) e janeiro (51%), nas duas estações extremas. O mês de abril excetua-se dos demais ao apresentar uma predominância de 53% de totais mensais próximos à média; nos demais a proporção é pequena, denotando grande variação em torno das médias mensais. A possibilidade de ocorrer alturas mensais de chuvas próximas à média está na seguinte proporção:

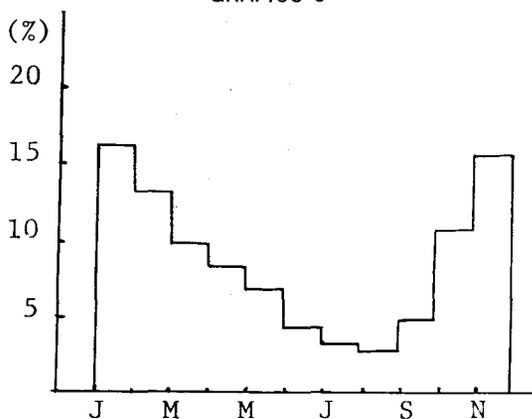
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
15%	23%	23%	53%	11%	19%	15%	11%	19%	23%	15%	11%	23%

Conclui-se que os totais elevados, embora não tão frequentes, são responsáveis pelas médias mensais calculadas e se observou também que quanto menor for a média mensal tanto maior será a variação das chuvas no referido mês.

Ao se considerar a estação chuvosa propriamente dita, que em Campo Grande vai de outubro a março, verifica-se que a participação relativa das médias mensais em relação ao total médio anual vai em um crescente de outubro (10,74% das chuvas anuais) até atingir o máximo em janeiro (15,42% da chuva anual); a partir daí a participação relativa decresce gradativamente até março e de forma mais

acentuada na estação seca, culminando em julho, que é o mês mais seco do ano.

GRÁFICO 3



Distribuição (%) da precipitação em Campo Grande

Embora em termos de médias possa se observar esta nítida tendência, na verdade, no decorrer do ano, os totais mensais de chuva variam de um ano em relação ao outro, ligados ao atraso ou ao adiantamento da estação chuvosa. A variação relativa apresenta-se menor nos meses de novembro a janeiro e, obviamente, há maiores irregularidades nos meses da estação seca devido a ocorrências, esporádicas ou frequentes, de chegadas de frentes polares acompanhadas de chuvas, nos meses que vão de maio a agosto. Observam-se nesses anos, ao lado do aumento do número de dias de chuva, o registro de totais diários mais elevados. De um modo geral, as oscilações são mais acentuadas nos meses que marcam o início ou o término da época chuvosa (abril e setembro).

5 — PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS

A ocorrência, como a duração de períodos secos — veranicos — no decorrer da estação chuvosa é um fator de primordial importância para se avaliar a confiabilidade do clima. Através da análise de frequência com que ocorrem os veranicos, torna-se mais fácil aquilatar as potencialidades agroclimáticas de uma área. Para tanto faz-se necessário definir o dia de chuva e, em oposição, o dia seco para se compreender a duração e a ocorrência do veranico.

O critério utilizado pelos órgãos encarregados da coleta e registro das observações climatológicas consiste em considerar como dia de chuva todo aquele que registre precipitação a partir de 0,1mm. Na década de 50 Fitzpatrick (1953) considerou como dia de chuva todos aqueles que apresentassem totais a partir de 6mm, ou inferiores, desde que houvesse chovido durante dois ou mais dias consecutivos. Este critério foi seguido por Ramanath (1973) ao analisar as chuvas em Bellary (Índia).

Com a evolução dos conceitos de evapotranspiração passou-se a definir o dia de chuva em função da evapotranspiração média diária, do

local ou da área em estudo, por compreender que a precipitação inferior à média da evapotranspiração seria perdida na atmosfera, por evaporação. Calçado neste conceito, George Hargreaves (1975), ao estudar as necessidades de água dos cultivos para o Nordeste brasileiro, com vistas à irrigação, considerou 8mm como limite mínimo para um dia ser classificado como de chuva. Marlene M. P. Silva, Maria Inês M. de Araújo e Angélica Maria P. de Andrade (1977) definiram o dia de chuva como sendo os que contassem com uma altura de chuva igual ou superior a 5mm para a região de Campos (RJ).

Assim sendo, definiu-se o dia de chuva em Campo Grande como sendo todos aqueles que registrassem alturas de chuva a partir de 3,5mm. Este *threshold* foi baseado na média aritmética da evapotranspiração calculada, segundo a fórmula de Thornthwaite, para o período de 1951 a 76 e confrontada com a média aritmética dos dados de evaporação coletados pelo evaporímetro de Piche para o período de 1958 a 1966. Estes dados permitem avaliar que a evapotranspiração média diária em Campo Grande ocorre em torno de 3,5mm por dia.

5.1 — Tipos de análise

Considerando que as atividades agrícolas se iniciam em setembro e se encerram em agosto, foram feitas análises dos dias de chuva da seguinte forma: uma análise dos dias de chuva no que se refere às alturas diárias de precipitação, calculando-se através dos 43 anos, quais as chances percentuais diárias de ocorrer precipitação e as chances de ocorrer precipitação de uma dada altura por períodos decendiais; no que se refere aos períodos secos a análise limitou-se à probabilidade de ocorrência de veranico, restringindo-se, portanto, à época chuvosa. Dentro desse enfoque verificou-se a frequência e a duração dos veranicos, assim como as chances de ocorrer um veranico de n dias de duração.

5.2 — Resultados e discussões

Número de dias de chuva

A proporção do número de dias de chuva efetiva, aqueles cuja precipitação é suficiente para serem aproveitados pelos cultivos, estão em uma proporção de 1 dia para cada 5,6 dias secos na estação chuvosa, sobressaindo-se janeiro e fevereiro com o menor número, e na estação seca a proporção foi de 1 para cada 14,6 dias secos que, no auge do período seco em julho e agosto, atinge 1 dia de chuva para cada 23,8 dias secos.

Foram feitas correlações entre o número anual de dias de chuva e as respectivas alturas anuais de chuva. O resultado mostrou uma baixa correlação, indicando que um independe do outro, pois os totais de chuva altos podem ser reflexo tanto de poucos dias com chuvas intensas como o somatório de vários dias de chuva com alturas médias e baixas. Foi feita também uma outra correlação entre as médias mensais de chuva e as médias mensais de números de dias de chuva e encontrada uma alta correlação, fato este que indica haver uma tendência à concentração de dias de chuvas em meses chuvosos independentes, portanto de altura das chuvas (tabela 1).

TABELA 1

Correlações climáticas

	TOTAL ANUAL DE CHUVAS
N.º de dias de chuva	0,41443
N.º de dias de chuva com 3,5 mm	0,63809
% concentração de chuvas de verão	0,15200
% concentração n.º de dias de chuva de verão	-0,04161
% concentração n.º de dias de chuva com mais de 3,5 mm no verão	-0,13617
	% DE CHUVAS DE VERÃO
% de concentração de n.º de dias de chuva de verão	0,43717
% de concentração do n.º de dias de chuva com mais de 3,5 mm	0,76989
	MÉDIA MENSAL DE CHUVAS
Média de n.º de dias de chuva	0,91882
Média do n.º de dias de chuva com mais de 3,5 mm	0,96578

5.2.1 — Chances (%) de ocorrer precipitação

A fim de melhor orientar as atividades no campo foram calculadas as chances percentuais diárias de ocorrer precipitação de qualquer altura no decorrer de todo o ano e verificou-se que a partir de 20 de setembro até 10 de abril estas chances são superiores a 10%, culminando no dia 28 de janeiro, quando atingem 60%. Mesmo em pleno período chuvoso observa-se que as chances não são uniformes, encontrando-se entre elas intervalos de tempo com menores probabilidades que podem ser interpretadas como períodos com possibilidade de estiagens, os quais, em conjunto, poderão servir de subsídio à planificação das atividades no campo. Na estação chuvosa as chances de ocorrer precipitação são ainda menores no segundo decêndio de outubro, de 19 a 25 de novembro, de 4 a 8 e de 18 a 27 de dezembro e no ápice das chuvas, em janeiro, as chances de chuva reduzem-se entre os dias 23 a 28. Em março as probabilidades de ocorrer chuva vão se reduzindo gradativamente, indicando uma transição para o período seco, porém assiste-se a um intervalo de tempo com chances ainda menores no segundo decêndio.

De um modo geral, verifica-se que a partir desse mês há uma tendência gradativa de reduzir as chances percentuais de ocorrer chuva, culminando em julho e agosto, quando estas chances diárias de chuva são quase sempre inferiores a 10%. Assim, além da contínua redução

do número de dias de chuva e das chances percentuais de se registrar chuvas com alturas inferiores àquelas de janeiro e fevereiro, há também um aumento na frequência de intervalos de tempo com chances mínimas de ocorrer precipitação. Isto implica em admitir que entre as estações seca e chuvosa há, pelo menos em termos de probabilidade de chuva, períodos intermediários que indicam, através do aumento ou da redução do número de dias de chuva, um período de transição entre ambos.

A distribuição percentual dessas chances no decorrer do ano, gráfico n.º 4, permite estimar que as mesmas são bastante elevadas no trimestre do verão (janeiro, fevereiro e março), mantendo-se entre 30% a 40%, quando comparadas a de junho e julho, que ficam entre 5% a 10%. Se não se pode falar de uma estação chuvosa com chuvas intermitentes, como ocorre, muitas vezes, na região equatorial, quando as chances de receber chuvas são superiores a 50% e ainda por longos períodos contínuos, também não se pode afirmar que o período seco se caracterize por longos dias sem nenhuma chance de receber chuva. Aliás, dias com probabilidade zero de chuva ocorreram poucas vezes a saber: 11 de julho e 2, 8 e 21 de agosto, o que significa que no período compreendido entre 1934 a 1976 (nesses dias) não se registrou nenhuma ocorrência de precipitação.

5.2.2 — *Chances decendiais de ocorrer precipitação de diferentes alturas*

As alturas diárias de chuva foram grupadas em espaços decendiais, uma vez que o espaço de um mês apresenta-se bastante longo para programar as atividades no campo e de que a avaliação diária torna-se impraticável a este tipo de análise. O espaço de um mês foi dividido em três períodos: de 1 a 10, 11 a 20 e de 21 ao final do mês. As probabilidades de ocorrerem chuvas de determinados totais dentro desse espaço de tempo foram avaliadas para todos os meses do ano. Foram selecionadas, aleatoriamente, as seguintes classes de alturas diárias de chuva: de 3,5 a 9,9mm, de 10 a 19,9mm, de 20 a 29,9mm, de 30 a 39,9mm, de 40 a 49,9mm, de 50 a 59,9mm e mais 60mm diários. Estas duas últimas classes foram fundidas em uma só, como sendo de chuvas com mais de 40mm, devido a sua pouca frequência. Este fato leva a deduzir serem estas as chuvas consideradas intensas. As chances percentuais de ocorrerem chuvas em uma dessas classes nos referidos decêndios foram calculadas dividindo-se o número de ocorrências de chuvas pré-escolhidas pelo número de dias para os quais os dados são avaliados.

Os resultados foram grupados na tabela 2 onde se verifica que as chuvas, independentemente das alturas diárias, tendem a se concentrar entre 1 de outubro a 3 de março, quando as chances diárias de ocorrer precipitação são superiores a 16%. No que se refere às probabilidades de precipitação por altura de chuva, observa-se que as inferiores a 10mm são as mais frequentes durante todo o decorrer do ano, enquanto as chances de chuva de alturas subseqüentes tendem a se reduzir gradativamente e de forma mais acentuada nos meses da estação seca, o que leva a concluir que a época chuvosa caracteriza-se por:

- a) maior probabilidade de ocorrerem chuvas diárias de qualquer altura;
- b) encontrarem-se as maiores concentrações entre as classes de 10 a 40 mm;

c) as frequências de chuva inferiores a 10mm não caracterizarem propriamente a estação chuvosa, pois, embora se observe que há uma tendência à sua redução nos meses mais secos, principalmente no período compreendido entre 21 de junho a 20 de agosto, elas ocorrem durante todo o ano;

d) as chuvas superiores a 40mm apresentarem-se mais frequentes entre 11 de outubro a 10 de março e, em menor proporção, no outono (abril, maio e junho);

e) os totais diários mais elevados se verificarem no verão, quando há uma tendência de serem seguidos por dias de chuvas de menores alturas, até mesmo inferiores a 3,5mm. No outono esta situação é, muitas vezes, responsável pelos totais elevados que ocorrem em abril, maio e junho e que se traduzem pelos maiores desvios mensais de chuva em relação à média.

Assim, um cultivo que necessitasse, durante o seu ciclo biológico, de chuvas nos 20 primeiros dias, seguido de um período mais seco e novamente de chuvas, teria probabilidade de ver satisfeitas as suas exigências hídricas se fosse plantado ou no final de outubro ou em março, quando as chances diárias de receber chuvas são de 19% na primeira e de 20% na segunda opção, seguido por um decêndio com menores probabilidades de chuva (9,8%), porém com chance de receber chuvas diárias entre 3,5 a 10mm, respectivamente, de 13,65% a 10,46%. Há que levar em conta, neste último caso, que nesses períodos se verifica a probabilidade de ocorrerem chuvas superiores a 50mm, que representam uma possibilidade de maior armazenamento de água no solo.

5.2.3 — *Períodos secos e suas ocorrências*

Dentro do enfoque de que o período seco, ou o veranico, é o espaço de tempo de n dias secos intercalados entre dois úmidos, foram analisados os vários períodos de n dias secos. Observou-se também, com relação aos mesmos, se eles foram interrompidos por 1,2 ou mais de 2 dias consecutivos de chuva e constatou-se que:

a) há maior frequência de veranicos interrompidos por 1 dia de chuva do que por 2 dias, independentemente da sua duração, como também daqueles interrompidos por 2 dias do que por mais de 2 dias consecutivos de chuva;

b) há maior frequência de veranicos de curta duração de 1,2 e 3 dias secos interrompidos por mais de dois dias consecutivos de chuvas e as chances de ocorrerem veranicos mais longos seguidos por n dias de chuva é relativamente pequena. Assim, optou-se, neste trabalho, por eliminar os de duração igual e inferior a 3 dias por entender que os mesmos não constituem um período seco e porque também são relativamente maiores as chances de os mesmos serem precedidos por mais de 1 dia de chuva.

Dessa forma, os veranicos serão analisados a partir de 4 dias secos, pois é a partir desse período de duração que os mesmos tendem a não serem acompanhados e nem precedidos por muitos dias seguidos de chuva.

5.2.3.1 — *Duração e frequência dos veranicos*

Observou-se que os veranicos ocorrem com uma duração que vai desde 4 a 26 dias. Esta duração máxima foi encontrada uma única vez em 43 anos. No que se refere à frequência com que os mesmos ocorrem,

GRÁFICO 4

CHANCES PERCENTUAIS DIÁRIAS DE OCORRER PRECIPITAÇÃO

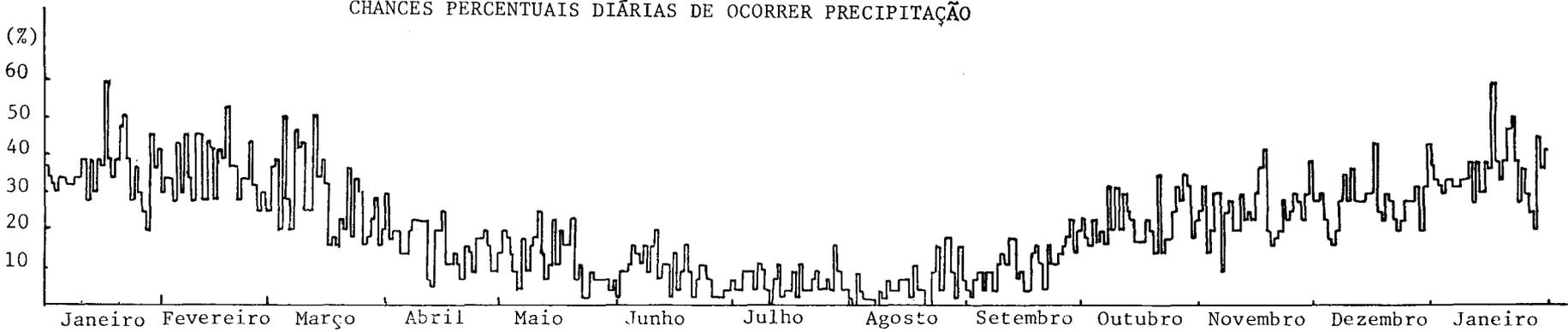


TABELA 2

MESES	PERÍODOS NO MES (dias)	OCORRENCIA DE CHUVAS (mm)						
		Menos de 30	10	20	50	40	10	Mais de 60
Janeiro	1 a 10	7,44	5,81	4,18	0,93	0,69	0,93	0,23
	19 a 20	10,00	7,67	3,72	2,55	0,46	0,23	0,46
	21 a 31	8,45	7,82	5,07	2,11	0,42	0,15	0,84
Fevereiro	1 a 10	9,77	8,14	5,12	1,63	0,69	0,93	0,93
	19 a 20	9,77	7,21	4,65	0,93	0,93	0,46	1,16
	21 a 28	9,87	6,68	4,06	0,29	0,69	0,87	2,03
Março	1 a 10	9,30	6,05	3,25	2,56	0,46	0,23	0
	19 a 20	9,77	5,58	3,95	0,69	0,23	0	0,46
	21 a 31	9,85	3,80	1,90	0,42	0,63	0	0
Abril	1 a 10	4,42	3,49	1,69	0,46	0,46	0,23	0,46
	19 a 20	2,55	2,79	1,39	2,32	0	0	0,69
	21 a 30	2,55	3,49	1,63	1,39	0,23	0	0,23
Maio	1 a 10	3,72	3,25	2,55	0,69	0	0,69	0,93
	19 a 20	5,81	2,09	2,32	1,39	0	0,46	0,46
	21 a 31	2,32	1,26	1,06	0	0	0	0
Junho	1 a 10	2,56	1,18	1,63	0,69	0,23	0	0,23
	19 a 20	3,49	1,63	0,46	0,46	0	0	0
	21 a 30	1,63	0,69	0,69	0	0	0,23	0,23
Julho	1 a 10	2,32	0,69	0,93	0,23	0	0	0
	19 a 20	1,16	1,86	0,46	0,46	0	0	0
	21 a 31	3,38	1,26	0,32	0,23	0	0	0
Agosto	1 a 10	0,69	1,62	0,93	0	0,46	0	0
	19 a 20	1,86	0	0,23	0	0	0,23	0,23
	21 a 31	2,96	1,06	2,11	0	0	0,21	0,42
Setembro	1 a 10	0,69	0,93	2,79	0,23	0	0	0
	19 a 20	2,09	3,72	1,16	0,69	0	0	0
	21 a 30	2,79	1,16	1,39	0,46	0,23	0,69	0,42
Outubro	1 a 10	5,58	5,11	1,16	1,86	0,46	0	0,93
	19 a 20	6,51	4,41	3,02	0,46	0,46	0	1,16
	21 a 31	5,71	4,43	3,38	3,17	2,30	0	0,63
Novembro	1 a 10	8,83	5,58	1,86	1,39	1,62	0	0,23
	19 a 20	5,58	4,88	3,48	1,39	0	0,93	0,23
	21 a 30	8,14	6,04	1,63	2,32	0,46	0,23	3,02
Dezembro	1 a 10	8,60	6,04	3,49	1,63	0,70	1,16	0,93
	19 a 20	9,76	9,07	3,72	3,02	1,86	1,63	1,39
	21 a 31	8,14	10,23	3,72	2,79	0,70	0,93	0,23

constatou-se que os de duração inferior a 8 dias constituem a grande maioria, correspondendo a 77% dos veranicos computados. Os de duração entre 9 e 14 dias, embora não tão freqüentes, perfazem 17,2% do total dos veranicos e os de duração superior a 14 são os mais raros de ocorrer. A tabela 3 mostra uma relação entre a freqüência média anual dos veranicos e os seus respectivos períodos de duração. No cômputo geral eles ocorrem com uma freqüência média de 13,5 vezes ao ano, isto é, no período compreendido de outubro a março.

A distribuição dos veranicos pelos meses da estação chuvosa, tabela 4, mostra que há uma grande incidência dos mesmos em outubro, com uma freqüência mais alta daqueles de duração curta. O início da época chuvosa em Campo Grande caracteriza-se pelo aumento do número de dias de chuva, embora muitos deles, pelas alturas registradas, não possam ser definidos como chuvosos e com a redução dos intervalos entre os dias de chuva efetiva. Como resultado do atraso ou da antecipação das chuvas, de um ano em relação ao outro, registram-se períodos secos mais ou menos longos que podem atingir até a 17 dias consecutivos em outubro. Havendo sido convencionado que o mês de outubro seria o marco inicial da época chuvosa, não se levou em consideração se o espaço de dias, depois da última chuva em setembro, foi próximo ou distante do final desse mês.

TABELA 3

Veranicos em Campo Grande

DURAÇÃO EM DIAS	N.º OCORRÊNCIAS	N.º MÉDIO DE VEVERANICOS POR ANO	N.º DE ANOS NECESSÁRIOS PARA HAVER VERANICO
4	159	3,6972	0,2704
5	113	2,6727	0,3805
6	68	1,5813	0,6323
7	63	1,4651	0,6825
8	45	1,0465	0,9555
9	27	0,6279	1,5925
10	17	0,3953	2,5294
11	23	0,5348	1,8695
12	16	0,3721	2,6875
13	10	0,2325	4,3000
14	9	0,2093	4,7777
15	5	0,1162	8,6000
16	5	0,1162	8,6000
17	6	0,1395	7,1666
18	4	0,0930	10,750
19	3	0,0697	14,333
20	3	0,0697	14,333
21	1	0,0232	43,000
22	0	0	0
23	2	0,04651	21,500
24	0	0	0
25	0	0	0
26	2	0,04651	21,500

TABELA 4

Por cento de Número de Períodos Secos/Mês
 Período — 1934 a 1976

DURAÇÃO DIAS	OUTUBRO %	NOVEMBRO %	DEZEMBRO %	JANEIRO %	FEVEREIRO %	MARÇO %
4	24,65	22,05	23,72	33,33	20,00	25,39
5	23,28	17,64	13,56	17,54	32,50	22,22
6	12,32	7,35	10,17	15,79	15,00	12,69
7	12,32	11,76	16,95	8,77	7,50	4,76
8	6,84	7,35	8,47	8,77	10,00	7,93
9	5,48	8,82	1,69	3,51	0	6,34
10	2,74	4,41	3,39	0	5,00	0
11	4,11	7,35	5,08	5,26	2,50	3,17
12	2,74	2,94	1,69	3,51	5,00	3,17
13	0	4,41	1,69	0	0	4,76
14	2,74	0	6,78	0	0	1,59
15	0	2,94	0	0	0	3,17
16	0	0	1,69	1,75	2,50	1,59
17	2,74	0	3,39	1,75	0	0
18	0	0	1,69	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	1,47	0	0	0	0
21	0	1,47	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1,50

Nos meses que constituem a época chuvosa propriamente dita — novembro, dezembro, janeiro e fevereiro — registra-se uma grande frequência de períodos secos de curta duração, inferiores a 8 dias, os quais constituem, em sua maior proporção, aqueles interrompidos por dois ou mais dias consecutivos de chuva. Os veranicos de duração intermediária entre 9 e 14 dias tendem a ser mais frequentes entre outubro e dezembro, tornando-se raros em janeiro e fevereiro e ocorrem em menor proporção em março. Os mais longos, de duração superior a 15 dias, que são também os mais raros, ocorrem com uma frequência relativamente mais alta nos meses de dezembro e março e excepcionalmente em janeiro e fevereiro. Fatos estes que levam a concluir que nos meses de março e de outubro as secas estão relacionadas ao início tardio ou ao término antecipado do período chuvoso. Em dezembro, contudo, a incidência do veranico está ligada ao grande número de dias em que a precipitação ocorre com alturas inferiores à média diária da evapotranspiração.

5.2.4 — Probabilidades de ocorrerem períodos secos

Com base nas observações dos postos meteorológicos de Campo Grande pode-se afirmar que, no decorrer do período chuvoso de outubro a março, há a probabilidade de ocorrerem períodos secos inferiores a

8 dias consecutivos sem chuva, pelo menos uma vez ao ano. Fatos estes que denotam ser os veranicos bastante comuns e, portanto, previsíveis, não afetando, assim, as atividades agrícolas; a frequência com que os mesmos ocorrem é que os tornam motivo de preocupação. Isto também foi observado nos postos meteorológicos de Jaraguá (1966-76), Município de Terenos, bem como em Coxim, que se localiza em latitudes próximas, respectivamente de 20° 28' S e 54° 45' W e 18° 26' S e 54° 48' W, constituindo, dessa forma, um comportamento natural da distribuição das chuvas na região. Os períodos secos de duração superior a 8 dias têm menor probabilidade de ocorrer durante o ano, sendo necessário no mínimo 1,5 anos para os mesmos se repetirem, enquanto os de duração superior a 15 dias voltam a ocorrer em, pelo menos, cada 7 anos. Os períodos de duração superior a 20 dias secos necessitam de, pelo menos, 20 anos para se repetirem. Na prática, nem sempre estes períodos se tornam tão cíclicos como os cálculos levam a pensar, pois, calculados à luz das probabilidades, o fato de ocorrerem em um dado espaço de ano não impede que se repitam no ano seguinte, mas significa que ocorreram em proporção tal que para eles se repetirem são necessários, hipoteticamente, n anos.

No que toca à possibilidade dos veranicos se repetirem de forma cíclica, principalmente os de duração superior a 8 dias, foi verificado que não houve esta tendência. Foi notado, contudo, que os de 26 dias de duração foram registrados em 1938 e 1960.

Comparada esta situação média de ocorrência anual de veranicos e uma situação real escolhida aleatoriamente, que foi o período chuvoso de outubro, novembro e dezembro de 1959 e janeiro, fevereiro e março de 1960, verifica-se que:

a) os períodos secos de 4, 5, 6, 7 e 8 dias ocorreram na mesma frequência da média calculada para o período;

b) os períodos de maior duração como os de 11 e de 26 dias (este último, por coincidência, foi registrado nesse período chuvoso) constituem exceções.

A distribuição dos períodos secos pelos meses da estação chuvosa não ocorreu segundo o padrão médio de probabilidades de veranico. Os períodos secos concentram-se em outubro e secundariamente em fevereiro; janeiro foi o mês de melhor distribuição de chuvas com intervalos entre os dias de chuva efetiva inferiores a 4 dias secos. Realmente esse mês apresentou um *superavit* de umidade efetiva, calculado segundo o método de Thornthwaite, de 244mm, enquanto o mês de março registrou um *deficit* (- 103,5mm). Em termos de altura pluviométrica, verificou-se que outubro foi o mês mais chuvoso de toda a série analisada (439,1mm). Fato esse indicativo de chuvas de alturas diárias elevadas, uma vez que houve vários períodos secos e, obviamente, março de 1960 foi o de menor precipitação da série (9,9mm) indicando, assim, que ao lado da forma como ocorreram as precipitações faz-se necessário verificar também os intervalos de dias secos entre eles.

Embora em termos de média possa dizer-se que n mm de chuva representa, para efeito de cálculo da evapotranspiração, um indicativo de ofertas de umidade, sabe-se que a distribuição da precipitação diária indica, juntamente como as ofertas de umidade, a maneira como ocorreu a precipitação. Conhecendo-se o solo, as condições locais do relevo e da cobertura vegetal, pode-se medir as perdas de água pluvial por percolação e pelas enxurradas e, assim, não se determinar apenas as ofertas hídricas em função dos elementos climáticos.

CORRELAÇÕES DO CLIMA COM A PRODUÇÃO AGRÍCOLA

As exigências climáticas dos cultivos, de um modo geral, sofrem oscilações segundo os diferentes períodos do crescimento vegetativo, que, por sua vez, divergem também em função das variedades cultivadas como das diferentes combinações dos elementos climáticos locais. Fatos estes que levam a uma grande diversificação dos parâmetros climáticos abordados por diversos autores. Estas divergências dificultam a adoção de um desses modelos como sendo o ideal a um determinado cultivo.

Em geral, são as necessidades de água durante o ciclo vegetativo que sofrem as maiores oscilações. Faz-se necessário acompanhar as exigências das plantas nas diversas fases fenológicas e confrontá-las com as ofertas hídricas locais para melhor aquilatar a sua adaptação ecológica. A fim de determinar a interferência do clima durante o ciclo da cultura que afeta a produção agrícola, é preciso estabelecer um paralelo entre as ofertas climáticas de Campo Grande e a respectiva resposta dos cultivos, ou seja, a produção agrícola examinada durante vários anos e, conseqüentemente, sujeita a diferentes situações climáticas para, assim, medir a aptidão climática desses cultivos.

Em Campo Grande a maior parte dos cultivos é realizada principalmente em solos do tipo latossolo vermelho escuro e localizada na parte oeste e sudoeste do município. No presente trabalho não se verificou a interferência do solo nem de fertilizantes e maquinarias agrícolas, mas procurou-se isolar apenas o efeito do clima naquilo que diz respeito às alturas mensais de chuva, ao número de dias secos por mês e às temperaturas máximas e mínimas interferindo na produção e na área cultivada, com o objetivo de alcançar, através desses dados, a melhor resposta e determinar a tendência da atuação do clima para orientar estudos posteriores e verificar, em condições normais do tempo, quais os períodos, em termos de dados mensais, que são afetados por excesso ou por falta de água, a fim de servir de subsídio, entre outros objetivos, ao levantamento de variáveis do quadro físico relacionadas às atividades agrícolas. Este trabalho não visa à verificação dos períodos ideais para a aplicação de água a fim de se obter a melhor resposta por parte das plantas devido à dificuldade em determinar a época certa em que ocorreram os diversos plantios, mas pressupõe-se, contudo, que eles ocorram durante um determinado período de tempo, equivalente a um mês, que será então o espaço de tempo onde serão analisados os elementos climáticos.

ANÁLISE CLIMÁTICA

O espaço de tempo de 1959 a 69 caracterizou-se por uma grande flutuação dos totais mensais e anuais de precipitação. O ano de 1964 foi o mais seco de toda a série analisada (1.089 mm) e o ano seguinte situa-se entre os mais chuvosos (1.711,9mm). Este fato não implica, obviamente, que ocorra uma alternância de anos secos e chuvosos em Campo Grande. Observa-se, contudo, pelas alturas anuais de chuva, que há uma tendência em ocorrer períodos cíclicos, em cada sete anos, de totais semelhantes de precipitação. O espaço de tempo ora analisado encontra-se inserido entre dois períodos cíclicos de chuva, ou seja, o de 1956 a 63 e o de 1964 a 71, fato este que explica a grande variação entre os totais anuais de chuva. Excetuando-se os anos de 1962, 64,

67 e 69, os demais acusam totais superiores à média da série analisada (1.435,9mm), o que indica se tratar, em termos de totais de precipitação, de um período chuvoso. Independentemente do padrão, verifica-se que o primeiro ciclo, de 1956 a 63, caracterizou-se por totais anuais de chuva superiores à média do período, enquanto que no segundo se registraram anos mais secos, mas a flutuação das chuvas manteve-se obedecendo a mesma disposição do ciclo anterior. Tendo em vista que os anos chuvosos significam muitas vezes a ocorrência de chuvas intensas em um ou mais meses e não de totais igualmente distribuídos por todos os meses do ano, observa-se que no período estudado há uma tendência para acusar desvios mais significativos em relação à média dos meses da estação chuvosa, de outubro a março, que propriamente daqueles situados na estação seca.

Analisada através dos dados do equilíbrio hídrico (precipitação $\frac{x}{x}$ evapotranspiração potencial), a área de Campo Grande caracterizou-se por não apresentar uma total correspondência de anos secos, como os anos de *deficit* de umidade, mas os anos chuvosos apresentam *superavit*. Partindo-se da definição de que mês ou ano seco são os que apresentam um *deficit* hídrico e, por oposição, mês e ano úmidos são os que acusam um *superavit*, pode-se afirmar que:

a) de janeiro de 1959 a dezembro de 1969 houve *deficit* de umidade em diferentes meses do ano;

b) há uma tendência em ocorrer mês seco no decorrer da estação seca (abril a setembro), principalmente de julho a setembro, com diferentes intensidades;

c) nos anos secos a oferta de umidade tende a cair, reduzindo-se consideravelmente o equilíbrio hídrico na estação seca como em 1967 e 69;

d) os anos chuvosos referem-se a totais mais elevados de chuva em um ou mais meses, assim, há um excesso de umidade nesse ou nesses meses, o que não impede a existência de meses secos no mesmo ano.

Considerando que os totais mensais mais elevados de precipitação podem se referir a alturas diárias de um ou mais dias de chuva, superior a 50mm, como também de dias seguidos de chuvas uniformemente distribuídos, pode-se deduzir que a utilização desse excesso de umidade pelas plantas pode não ser total. Há a considerar a seguinte ordem de fatores que interferem na infiltração e no armazenamento de água no solo, a saber:

a) de ordem climática ligada à duração (minutos, hora), a intensidade da chuva caída (mm/minuto) e a seqüência temporal da intensidade da chuva;

b) de ordem edáfica ligada às características do solo — de textura e porosidade;

c) de ordem topográfica ligada à declividade do terreno facilitando o *run off*;

d) da utilização do solo, em função da qual dar-se-á a maior ou menor cobertura vegetal.

Assim, torna-se difícil avaliar o excesso hídrico como uma oferta de umidade na intensidade em que é calculado. Este dado é, no entanto, suficiente para indicar em que meses houve umidade nesse ou nesses meses quando não se fizer acompanhado da forma como ocorreu a precipitação, daí ser importante neste tipo de análise considerar o número de dias secos.

No que se refere à época e à forma da distribuição das chuvas ano a ano, elas podem ser acompanhadas através do gráfico 5.

Dentro destas ofertas de umidade, com temperaturas máximas que oscilaram na época chuvosa entre 26,9°C a 31,1°C, e entre 21,8 a 32,2°C no período seco, verificou-se que a área não apresentou grandes oscilações térmicas. Estas últimas foram mais acentuadas no que se refere às mínimas, na época da chuva variando entre 17,8°C e 21,3°C e na época seca (inverno) tenderam a diminuir, registrando-se excepcionalmente 9,2°C em julho de 1962 a 18,2°C em agosto de 1961, mantendo-se normalmente entre 14 e 16°C. A amplitude térmica (máxima-mínima) foi mais acentuada de julho a setembro quando ficou em torno de 10°C.

A produção agrícola desenvolveu-se nessas condições climáticas e com as mesmas foram feitas correlações entre o clima e as produções tanto como os dados brutos de clima como com os de equilíbrio hídrico.

A metodologia utilizada foi a de estabelecer correlações entre os dados climáticos do período em estudo e as produções agrícolas e respectivas áreas cultivadas. No modelo escolhido para representar as ofertas climáticas de Campo Grande foram usadas as variáveis: precipitação pluvial mensal, número de dias secos com alturas de chuvas inferiores a 3,5mm por dia e temperaturas máxima e mínima. Recorreu-se também ao equilíbrio hídrico entre a chuva e a evapotranspiração potencial (P-Ep), calculado sob a fórmula de Thornthwaite, ocorrido nos diferentes períodos do ciclo da cultura e correlacionado linearmente com a produção agrícola.

Com estes dados estabeleceram-se correlações com os de produção agrícola para todos os meses do ano, e com os da área cultivada para os meses de setembro a dezembro, por considerar que o plantio deve ocorrer nesses meses, enquanto a safra pode variar dependendo do tipo de cultivo anual ou bianual.

A interferência do fator hídrico ocorrido nas diferentes fases pode ser detectada através das correlações com a produção final, observando-se aí períodos em que as correlações foram mais significativas que em outros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de correlação entre a precipitação pluvial ocorrida nos diversos meses do ano e as quantidades produzidas de amendoim, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho e soja, e os de correlação entre as áreas cultivadas e os totais de chuva em setembro, outubro, novembro e dezembro são apresentados na tabela 5.

Pode-se verificar que durante o ciclo das culturas — amendoim, arroz, feijão, milho e soja — há grande variação nessas correlações tanto com a área cultivada quanto com as quantidades produzidas. Há uma correlação alta entre as chuvas e as áreas cultivadas em alguns meses, fato este indicativo de um alto relacionamento entre as ofertas hídricas e a tomada de decisão, por parte do lavrador, no que se refere ao tipo de cultivo e ao tamanho de área a ser cultivada, independentemente da duração dos períodos vegetativos.

Assim, depreende-se que das chuvas de setembro dependerão as áreas cultivadas de amendoim, feijão, mandioca e milho, pois apresentam uma correlação positiva com as chuvas desse mês. Em outubro as maiores alturas de chuva interferem de forma significativa apenas na área cultivada de mandioca.

TABELA 5

Índices de correlação entre a área cultivada das lavouras (ha) e o total de chuvas (mm) Em Campo Grande — MT do Sul

PRODUTOS AGRÍCOLAS	ÍNDICE DE CORRELAÇÃO				
	Setembro	Outubro	Até 15 Novembro	De 16 a 30 Novembro	Dezembro
Amendoim	0,40268	-0,29008	0,10932	-0,10774	-0,19985
Arroz	-0,35228	0,31016	0,28335	0,27889	-0,22135
Cana-de-açúcar	-0,29680	0,21125	0,07157	-0,10868	0,49530
Feijão	0,74506	-0,29291	-0,18817	-0,58632	0,18798
Mandioca	0,57431	-0,51693	-0,02580	-0,55846	0,01405
Milho	0,62441	-0,14924	-0,25832	-0,54443	0,14082
Soja	-0,27106	0,21227	-0,01304	0,59273	0,02830

TABELA 6

Índices de correlação entre o número de dias secos mensais e a produção agrícola (t)

PRODUTOS AGRÍCOLAS	ÍNDICE DE CORRELAÇÃO		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Amendoim	0,92506	-0,06186	-0,13564
Arroz	-0,34981	0,19805	0,07237
Cana-de-açúcar	-0,29212	-0,53383	-0,01980
Feijão	0,47635	0,41847	0,20767
Mandioca	0,71994	0,23835	0,00570
Milho	0,37247	0,51651	0,39935
Soja	-0,73683	-0,06451	-0,00834

A inadequação das chuvas às culturas em outubro é particularmente sentida para o amendoim, o feijão, a mandioca e secundariamente para o milho; mas as suas alturas satisfazem às exigências do arroz e da soja, que se relacionam de forma positiva com as mesmas. Com a produção *mensurada*, através da variável do número de dias secos, neste mês, verifica-se que o *amendoim* apresentou alta correlação positiva com esta variável, da ordem de 0,92506, indicando que, no que tange ao número de dias secos, este cultivo deu uma resposta satisfatória, mostrando-se extremamente adaptado a esta distribuição da precipitação, mas ressen- te-se dos totais de chuva de outubro, fato este também observado para a mandioca, o milho e o feijão. Esta mesma distribuição da precipitação apresentou, contudo, uma correlação negativa com maior intensidade no caso do arroz e da soja.

Verifica-se, assim, através do gráfico 5 que os graus de correlação ao longo do ciclo das culturas são bastante diferentes, apresentando algumas lavouras melhor grau de relacionamento que as outras tanto no que se refere à distribuição das chuvas como também no que diz respeito ao número de dias secos.

Pode-se, assim, através dos resultados alcançados, afirmar que o clima de Campo Grande satisfaz às exigências climáticas das plantas cultivadas da seguinte forma:

I — *Amendoim*

As necessidades hídricas do amendoim ficam entre 250 e 300mm de chuvas durante o período do ciclo da planta que vai de setembro a novembro, com um período mais seco no final do ciclo. Verifica-se que a área de Campo Grande oferece condições hídricas satisfatórias em agosto e setembro, com as quais a produção apresentou maior correlação, enquanto as maiores alturas de chuva em outubro, novembro e dezembro são prejudiciais à cultura, de acordo com as correlações negativas significativas. Em outubro tendem a ocorrer chuvas com alturas diárias mais elevadas, reduzindo-se com isto o número de dias de chuva, e a produção apresentou alta correlação positiva com o número de dias secos nesse mês (0,92506). Daí deduz-se que para o melhor desempenho dessa planta faz-se necessário que outubro registre alturas menores de chuvas, mas com a mesma distribuição diária de precipitação que foi observada no período 1959-1969, ou seja, concentrada em poucos dias. Verifica-se também que as chuvas de novembro e dezembro, mais elevadas, e portanto com maiores ofertas hídricas, não estão correlacionadas significativamente com a produção. No que se refere à temperatura, a produção do amendoim não apresentou correlação significativa com a média das máximas em outubro, mas se ressentiu com a das mínimas ($-0,28670$).

II — *Arroz*

As exigências hídricas do arroz sendo maiores no início da germinação implicam, obviamente, em não apresentar a sua produção uma correlação positiva com as pequenas alturas de chuva de setembro, devendo, assim, ser plantado posteriormente quando as ofertas hídricas são mais elevadas. Em outubro, embora as alturas de chuva sejam maiores, o número elevado de dias secos interfere negativamente nas safras agrícolas.

Avaliadas as correlações da produção com o equilíbrio hídrico (tabela 7) verifica-se que, em outubro, estas foram mais significativas com as chuvas do que com o equilíbrio hídrico propriamente dito. Verifica-se, igualmente, que as alturas mais elevadas das chuvas de novembro, dezembro e janeiro, assim como a relação do número de dias secos, implicando em maiores ofertas hídricas e em melhor distribuição da umidade, não têm, contudo, um relacionamento significativo com o cultivo do arroz. As chuvas de fevereiro acusaram um relacionamento negativo com a produção ($-0,36287$), mas, combinada com a temperatura, através da fórmula do equilíbrio hídrico, verificou-se que a oferta de umidade se relacionou positivamente (0,49183). Esta situação se repete em março, porém com menor intensidade. A redução das chuvas em abril e também da umidade beneficia sobremaneira o arroz, fato este que pode ser melhor evidenciado na correlação com o equilíbrio hídrico (0,3182). Em maio a altura das chuvas apresentou alta correlação positiva com a produção do arroz (0,6008), logo as estiagens mais acentuadas nesse mês beneficiam as safras. No entanto, estas

TABELA 7

Índices de correlação entre a produção agrícola (t) e a chuva (mm)

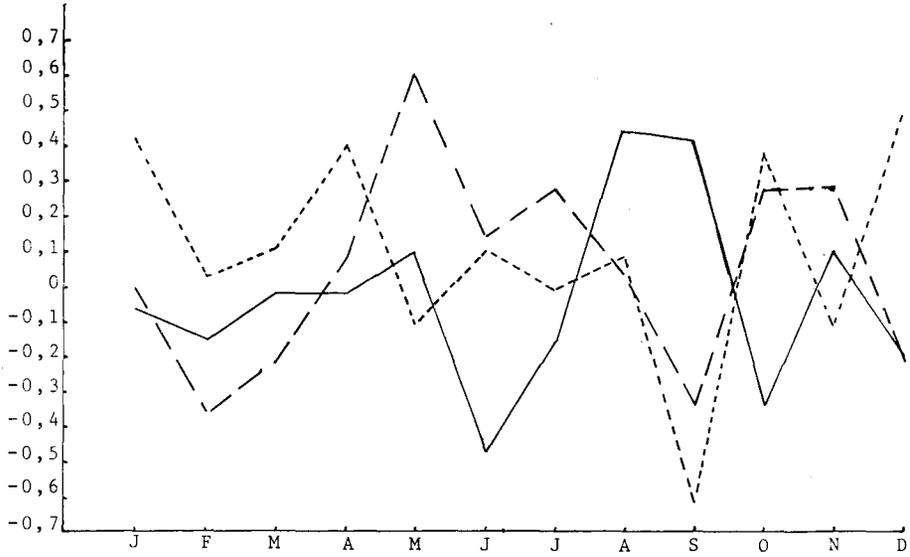
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Amendoim	-0,06022	-0,15234	-0,02545	-0,02222	0,10423	-0,47321	-0,15858	0,43574	0,40959	-0,33976	0,10774	-0,19985
Arroz	-0,00515	-0,36287	-0,20852	0,08509	0,60008	0,14040	0,27791	0,02753	-0,34289	0,26634	0,27889	-0,22135
Cana	0,41956	0,03463	0,10831	0,39966	-0,10773	0,09862	-0,01049	0,08059	-0,62354	0,37101	-0,10868	0,49530
Feijão	0,20763	-0,00388	0,36523	-0,25530	0,25572	-0,20136	0,02792	0,04317	0,64493	-0,35788	-0,58632	0,18798
Mandioca	-0,15325	-0,11346	0,02012	0,01126	0,22246	-0,23973	0,16937	0,40636	0,51473	-0,40236	-0,55846	0,01405
Milho	0,19170	-0,08195	0,33546	-0,23567	0,16360	-0,35744	-0,25165	0,06537	-0,46537	-0,09739	-0,54443	0,14082
Soja	-0,11315	0,13519	0,00280	-0,21889	-0,18982	0,29642	-0,06216	-0,63251	-0,29614	0,26077	0,35666	0,02830

Índices de correlação entre a produção e as ofertas hídricas em mm, calculados segundo Thornthwaite

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Amendoim	-0,22266	-0,48569	0,02638	-0,08910	0,08249	0,03178	-0,27935	-0,05077	0,33225	-0,29247	-0,08443	-0,15821
Arroz	-0,03233	0,49183	0,01924	0,31812	-0,35663	-0,14674	0,13634	0,09064	-0,34249	0,22925	0,22858	-0,21339
Cana	0,63557	-0,17963	0,38615	-0,01373	0,20748	-0,14674	-0,16580	0,41264	-0,45277	0,33681	0,19834	0,15784
Feijão	0,13315	0,07243	0,05528	0,40608	0,19485	-0,41794	0,13079	0,05472	0,62019	-0,28428	-0,44994	-0,05549
Mandioca	-0,30122	-0,05378	0,23164	0,06320	-0,16970	-0,09724	-0,00684	-0,12899	0,45573	-0,36418	-0,30979	-0,06278
Milho	0,08444	0,27347	0,12437	0,35723	0,10743	0,11350	0,24220	0,03359	0,47073	-0,08210	-0,56293	-0,06551
Soja	0,10584	0,09411	0,16057	0,02829	0,22570	0,05004	0,03841	0,03561	-0,28942	0,22514	0,28252	0,01134

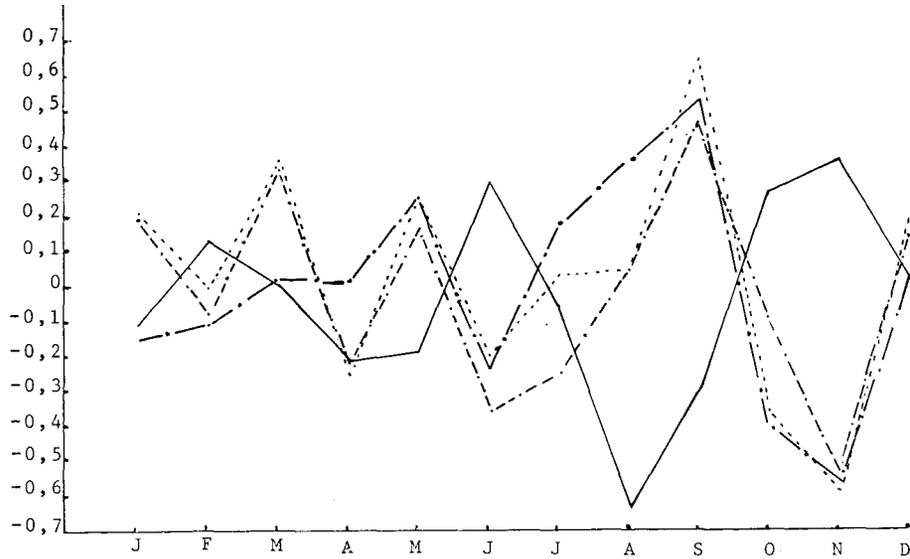
GRÁFICO 6

Índice de Correlação entre a chuva (mm) e a produção



— Amendoim
 - - - Arroz
 - - - Cana

Índice de Correlação entre a chuva (mm) e a produção



..... Feijão
 - . - Mandioca
 - - - Milho
 — Soja

alturas de chuva combinadas com a temperatura apresentam um índice de umidade prejudicial à planta, correlacionando-se negativamente com a produção, mas em menor intensidade ($-0,35663$).

No que se refere às ofertas térmicas, verificou-se que a produção de arroz não apresentou uma correlação alta com as mesmas, mas se relacionou em grau mais intenso com as temperaturas mínimas em outubro, cuja média do período foi de $19,1^{\circ}\text{C}$ ($0,40503$).

III — *Feijão*

As ofertas climáticas de Campo Grande não satisfazem perfeitamente às exigências climáticas do feijoeiro, não só devido ao excesso de água como também no que concerne às temperaturas máxima e mínima, pois ele necessita do 100mm de chuva por mês e temperaturas entre 16 a 30°C . Entretanto, as ofertas hídricas baixas em setembro estão condizentes com as exigências do feijoeiro, apresentando naquele mês alta correlação positiva ($0,6449$).

Os meses de outubro e novembro, em plena estação chuvosa e com totais mais elevados, prejudicam as safras; observou-se, portanto, nesses meses uma correlação negativa alta com a produção. Ao mesmo tempo verifica-se que a distribuição do número de dias secos nesses meses favorece o feijoeiro, fato este que se reflete em uma alta correlação positiva da produção com esta variável. Deduz-se, pois, que o feijoeiro necessita de baixa precipitação e, ainda, que esta se concentre em poucos dias.

No que concerne às ofertas térmicas, estas não são satisfatórias, principalmente quanto às máximas que, nessa época do ano, são superiores às necessidades dessa planta, enquanto as mínimas não apresentam uma correlação significativa.

Depreende-se, através dos resultados das correlações, que o cultivo do meio do ano, com a colheita entre maio e junho, encontra melhores condições hídricas, verificando-se, inclusive, uma correlação positiva alta com as chuvas em março ($0,36523$), e as ofertas hídricas (p-Ep) em abril satisfazem às exigências do feijoeiro ($0,40608$). O mês de maio, que se caracteriza por alturas baixas de chuvas ($83,5\text{mm}$ para a média do período de 1959-69), acusa, no entanto, totais mensais com alturas diversas, onde os totais superiores a 30mm diários são responsáveis pelos maiores totais mensais que não apresentam uma correlação significativa com a produção do feijão.

IV — *Milho*

Esta cultura, que exige de 3 a 3,5 meses com chuvas regulares e bem distribuídas, mostra, pela sua produção, que a área sob a influência do posto meteorológico de Campo Grande não satisfaz plenamente às suas exigências, pois os graus de intensidade das correlações demonstram que, se em setembro ocorre uma correlação positiva alta ($0,46537$) da oferta de chuva com a produção, o mesmo não se repete em novembro, quando as chuvas mais elevadas têm uma correlação negativa com a produção ($-0,5443$). Os relacionamentos entre a chuva e a produção agrícola nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro não são significativos. Em março, quando o milho se encontra em fase de secagem natural para ser colhido, a partir de abril, ele passa a não necessitar de chuva e assim a pequena oferta hídrica da área de Campo Grande, como também a redução gradativa do número de dias de chuva, vem facilitar sobremaneira a colheita nos meses subseqüentes, e, em consequência, a produção do milho apresenta alta correlação positiva com as chuvas de março.

No que se refere à correlação da variável de número de dias secos nos meses de outubro, novembro e dezembro com a produção do milho, os relacionamentos foram significativos, mantendo alta correlação positiva nos três meses. Com relação à temperatura, os relacionamentos não foram significativos.

V — Soja

Esta cultura, que se adapta a temperaturas altas, entre 25 e 35°C, exigindo de 700 a 1.200mm de chuva durante o ciclo vegetativo de quatro meses, em média, não apresentou um relacionamento significativo de sua produção com os dados climáticos de Campo Grande. Fato este indicativo de que a soja não sofre uma influência bastante acentuada da forma como ocorreu a precipitação. Cultivada normalmente em novembro, teve a sua produção relacionada positivamente com as chuvas da segunda quinzena desse mês, mantendo-se nos demais meses um relacionamento pouco significativo.

No que se refere à interferência da temperatura, tendo em vista que a soja se adapta a climas quentes, esta lavoura apresentou maior correlação positiva com as temperaturas máximas de novembro e dezembro e correlação baixa com as mínimas dos mesmos meses. Apresentou, inclusive, alta correlação com o termo-período (variação entre a temperatura diurna e a noturna) mensurado através da amplitude térmica.

VI — Cana-de-açúcar .

Exigindo temperaturas de 20 a 24°C e chuvas de 1.200mm anuais, esta cultura de ciclo longo, geralmente plantada de setembro a março, cuja safra ocorre normalmente a partir de agosto, apresenta grande número de variedades que se distinguem pela época de maturação. A área de Campo Grande não satisfaz completamente às exigências hídricas desta lavoura, que interferem tanto na área cultivada como na produção, principalmente em setembro, mês de plantio, quando a correlação é negativa com as chuvas desse mês. Dezembro é o período em que se registrou uma correlação positiva e significativa entre a área cultivada e as chuvas caídas, denotando haver um relacionamento mais intenso entre as chuvas e o período de plantio que pode estar, assim, mais concentrado neste último mês.

No que se refere à produção, verifica-se que as correlações entre as quantidades produzidas e as chuvas caídas são significativas nos meses de outubro, janeiro e abril. Este fato indica que quanto maiores forem as chuvas nesses meses maiores serão também as safras que têm lugar de junho a dezembro. Ao se analisar as correlações entre os diversos meses que compreendem o período das safras e as respectivas produções anuais verifica-se que há uma tendência em aumentar a produção da cana à medida que ocorre uma redução das chuvas no período de setembro a novembro. O que equivale a dizer que o atraso das chuvas no início da época chuvosa favorece à produção. Quanto à área cultivada ocorre exatamente o contrário, ou seja, há uma redução na área quando diminuem as ofertas hídricas no decorrer da estação do plantio em Campo Grande. Há, assim, comportamentos antagônicos entre o plantio e a colheita da cana e as ofertas hídricas.

VII — Mandioca

Esta lavoura, geralmente plantada de julho a dezembro, é colhida depois de um ano e sofre, em conseqüência, a influência da escassez ou excesso de chuva durante todo o ano.

As correlações entre a chuva e a produção da mandioca foram positivas e significativas em agosto e setembro, indicando que as pequenas alturas de chuva satisfazem as suas exigências hídricas. Este fato é também confirmado através dos relacionamentos entre a produção e o equilíbrio hídrico. Nos meses de outubro e novembro, contudo, os relacionamentos foram negativos, denotando que o excesso de umidade nessa fase do ciclo biológico é prejudicial à produção. Apresentou esta, contudo, alto grau de relacionamento (0,71994) com a variável de número de dias secos em outubro. Confirmando, assim, que quanto mais concentrada e menor for a precipitação mais o clima irá beneficiar a produção de mandioca.

CONCLUSÕES

A realidade climática mostrada através dos dados de Campo Grande permite avaliar o aspecto de uma área do cerrado. A generalização desses resultados a outras áreas é, contudo, muitas vezes perigosa, pois as diferenças de relevo, dos tipos de solo e de cobertura vegetal influenciam fortemente as ofertas de umidade no solo.

Os levantamentos dos dados climáticos tanto do Ministério da Agricultura como do Ministério da Aeronáutica revelam a existência de veranicos nos diferentes anos da série temporal, que se constituem em fator inibidor da atividade agrícola. Não obstante a ausência de informações sobre as épocas em que foram feitos os plantios das principais lavouras no período considerado, as correlações simples permitiram visualizar uma relação entre a produção e as chuvas. As correlações entre a produção e os dados brutos de chuva e entre aquela e os índices do equilíbrio hídrico apresentaram, de um modo geral, resultados semelhantes, com graus de intensidade inferiores a 0,7000, não se mostrando, portanto, uma vinculação muito estreita entre clima e produção agrícola.

Este fato revela que as relações entre estas duas variáveis não são suficientes para compreender a problemática. Exigem, pois, um estudo do tipo de solo, comportamento do mercado consumidor e o uso de implementos agrícolas que possam interferir, mais ou menos intensamente, na produção.

Os resultados relativos a Campo Grande confirmam, de um modo geral, os postulados sobre as relações entre o clima e a agricultura e deixam entrever, em determinados cultivos, a força da atuação dos outros fatores.

A significação mais abrangente da presente análise parece ser a de evidenciar a diferença encontrada na existência de dois tipos de cultivos: os fortemente influenciados pelo clima — cana-de-açúcar, mandioca, milho e feijão — e os menos influenciados, amendoim, arroz e soja. Esta divisão parece indicar a força da atuação do agricultor interferindo no processo da produção agrícola, no segundo grupo, enquanto no primeiro há maior influência do meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- ARRUDA, F. B., MASCARENHAS, H. A. A. e VIEIRA, S. R. — “Efeitos hídricos na produção da soja”. *Boletim Técnico* n.º 38 do Instituto Agrônômico. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 24 p., Campinas, 1976.
- INSTITUTO AGRONÔMICO — “Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo. *Boletim* n.º 200, 310 p., Campinas, 1976.
- MINISTÉRIO DO INTERIOR — *Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai — Altura das Chuvas*, 631 p., Rio, 1973.
- NIMER, Edmon — “Clima” in *Geografia do Brasil — Região Centro-Oeste*, vol. IV, pp. 35-38, FIBGE, 1977, Rio.
- RAY, D. — “Climatological factors in relation to dryland agriculture. *Indian J. M. Geophys.* (1973) 24, 2, pp. 159-62, Bombain.
- RAMANATH, B., HAYADANA RAO, D., PRABHANJAN RAO, S. B. e BALVIR, Verma — “Climatic factors influencing agriculture in the rainfall tract of Bellary in Mysore State. *Indian J. M. Geophys.* (1973), 24, 2, pp. 153-58, Bombain.
- SILVA, Marlene M. P., M. de ARAÚJO, Maria Inês e ANDRADE, Ângela Maria P. A. — “Probabilidade de ocorrência de veranicos na baixa campista, *Revista de Saneamento* 51, vol. 1-2, pp. 26-33, 1977, Rio.

SUMMARY

The importance of the climate in the planning of the agricultural activities is broadly diffused and accepted. Among the climatologic elements, it is the rain, according to its distribution along the year, that will determine and direct the composition of the agricultural production and calendar. The expectation with which the peasant awaits the arrival of the rains and of the drought, in the appropriate period, has led the scholars to analyse the hydric effects and even to calculate and apply indexes, correlating them to the agricultural possibilities of a region.

Considering that lately the "cerrado" is becoming one of the biggest potentially agricultural areas in Brazil, it is necessary a greater number of analyses of its environmental offers, of the climate and of the soil, in order to have a better orientation toward the agricultural activities that are more adequate to its natural scenery. Since the climate is the element which escapes to the control of man, it requires analyses of the common situations and of the probabilities of repetition of these situations, as well as of its abnormal situations.

In order to elaborate the present work, we have assumed that it is possible to compare the field of climatology with the agricultural production, because this field is an integrant part of the environment and because its elements are rated quantitatively.

In Brazil, the researches which aim to establish the agricultural potentialities of a region, by means of the climatological information, already embrace various areas of the country that are enclosed by the climatological zonation like, for instance, Pernambuco (1966), Amazonas (1972), Centro Sul (1977), São Paulo (1973), Bahia (1974), Rio Grande do Sul (1975). Temporal analyses of climatological information in micro-scale have been made to different localities, such as: Juiz de Fora (1977), Presidente Prudente (1970) and Campos (1977), among others whose goal is to contribute to the local understanding of the climates, aiming at the agricultural advantage.

RÉSUMÉ

L'importance du climat dans la planification des activités du champ est largement répandue et acceptée. Parmi les éléments climatologiques, ce sont les pluies, selon leur distribution pendant l'année, qui vont déterminer et orienter la composition de la production et du calendrier agricole. L'expectative dans laquelle l'agriculteur attend l'arrivée des pluies et aussi de la sécheresse, dans le temps adéquat, a conduit ceux qui étudient le sujet à analyser les effets hydriques et même à calculer et appliquer des indices, en établissant une relation entre eux et les possibilités agricoles d'une région.

En considérant que récemment le "cerrado" est devenu une des plus vastes aires potentiellement agricoles du Brésil, il est nécessaire une plus grande quantité d'analyses de ses offres ambiantes, du climat et du sol, pour qu'il y ait une meilleure orientation vers les activités agricoles plus adéquates à son cadre naturel. Du fait d'être l'élément qui fuit au contrôle de l'homme, le climat demande des analyses de ses situations ordinaires et des probabilités de répétition de ces mêmes situations, aussi bien que ses situations anormales.

Pour élaborer ce travail, on est parti du principe selon lequel le champ de la climatologie se prêt à une comparaison avec la production agricole, à cause d'être une partie intégrante du milieu ambiant et d'avoir ses éléments estimés quantitativement.

Au Brésil, les recherches dont le but est d'établir les potentialités agricoles d'une région, à travers des informations climatologiques, couvrent déjà de diverses aires du pays comprises par les zonages climatologiques, par exemple, Pernambuco (1966), Amazonas (1972), Centre-Sud (1972), São Paulo (1973), Bahia (1974), et Rio Grande do Sul (1975). Des analyses temporales des informations climatologiques en micro-échelle ont été faites pour les différentes localités, comme par exemple: Juiz de Fora (1977), Presidente Prudente (1970), Campos (1977) et des autres dont l'objectif est de contribuer à la compréhension locale des climats, en visant au profit agricole.