


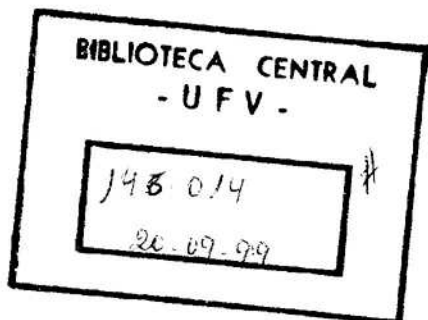
ALEXSANDRA DUARTE DE OLIVEIRA

ASPECTOS AGROCLIMÁTICOS DO ARROZ DE SEQUEIRO  
NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Meteorologia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

<b>UFV</b>	REG. CATEG. BBT	REG. RG000808606
CLASSIFICACAO T 630.2516 / 048a / 1999		
TITULO Aspectos agroclimaticos do arroz de sequei		
		
146014		BBT

630.2516  
048a  
1999



VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
AGOSTO - 1999

DOAÇÃO

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

O48a  
1999

Oliveira, Alexandra Duarte de, 1972-

Aspectos agroclimáticos do arroz de sequeiro no Es-  
tado de Minas Gerais / Alexandra Duarte de Oliveira.

- Viçosa : UFV, 1999.

56p. : il.

Orientador: José Maria Nogueira Costa

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

1. Climatologia agrícola. 2. Arroz de sequeiro - Plantio -  
Época. 3. Veranico. 4. Meteorologia agrícola. I. Universida-  
de Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 620.2516

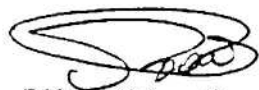
CDD 20.ed. 630.2516

ALEXSANDRA DUARTE DE OLIVEIRA

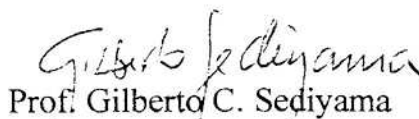
ASPECTOS AGROCLIMÁTICOS DO ARROZ DE SEQUEIRO  
NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Meteorologia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de maio de 1999.



Dr. Plínio César Soares  
(Conselheiro)



Prof. Gilberto C. Sedyama



Prof. Aristides Ribeiro



Dr. Moisés de Sousa Reis



Prof. José Maria Nogueira da Costa  
(Orientador)

A Deus, sem a sua ajuda nada seria possível.

Aos meus pais Elcimar e Antonio, pela tolerância e compreensão.

Aos meus irmãos Júnior e Raul, pelo incentivo.

À minha sobrinha Laura, pela alegria de sua chegada.

Aos meus avós, pelo carinho, pelo apoio e pela amizade.

À minha bisavó Margarida (*in memoriam*), pelo amor e pela dedicação.

Ao João Paulo, pela dedicação, pela atenção e pelo amor sempre presentes.

## AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor José Maria Nogueira da Costa, pela valorosa orientação, pela paciência, pelo apoio e, sobretudo, pela amizade.

Aos Professores Roberto Aquino Leite e Antonio Alves Soares, pelo aconselhamento, pela colaboração e pelo juízo crítico.

Ao Pesquisador Plínio César Soares, pelas sugestões e críticas, muito bem-vindas.

Ao Professor Gilberto C. Sedyama, pela colaboração e boa vontade sempre demonstradas.

Aos funcionários Edna, Fernanda, Marcos e Daniel, pela atenção e pelo convívio.

Aos colegas de Curso, por alguns ensinamentos e pelas lições de vida.

Às colegas de curso Ana Eliza, Graça e Elisabete, pela atenção e pelo carinho.

Ao Professor José Espínola Sobrinho, pelo convívio e pelos ensinamentos durante os tempos de graduação e, sobretudo, pela confiança em mim depositada.

Aos meus pais, pelo esforço, incentivo e apoio, para que esta filha, que muito os ama, pudesse prosseguir em sua formação acadêmica.

À Escola Superior de Agricultura de Mossoró, berço da minha formação acadêmica.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

ALEXSANDRA DUARTE DE OLIVEIRA, filha de Antônio Torres de Oliveira e Elcimar Alves Duarte de Oliveira, nasceu em 22 de abril de 1972, em Mossoró-RN.

Em julho de 1995, concluiu o curso de graduação em Engenharia Agrônoma, pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN.

Em março de 1996, foi admitida no curso de pós-graduação, em nível de Mestrado, na área de Meteorologia agrícola, da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 28 de maio de 1999.

## CONTEÚDO

EXTRATO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Considerações sobre a produção de arroz em Minas Gerais nos contextos nacional e mundial.....	3
2.2. Exigências térmicas da cultura do arroz.....	6
2.3. Precipitação e estação de crescimento .....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1. Caracterização climatológica de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais.....	20
4.2. Exigências térmicas de cultivares de arroz de sequeiro durante o período plantio - floração .....	22
4.3. Determinação do início da estação de crescimento .....	25
4.4. Determinação do fim e da duração da estação de crescimento .....	30
4.5. Duração máxima de períodos secos durante os meses de setembro a abril .....	34



4.6. Estimativas de probabilidades dos totais de chuva em cada decêndio.....	37
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

## EXTRATO

OLIVEIRA, Alexandra Duarte de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 1999. **Aspectos agroclimáticos do arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais**. Orientador: José Maria Nogueira da Costa. Conselheiros: Plínio César Soares e Antonio Alves Soares.

Os aspectos agroclimáticos do arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais foram baseados em dados experimentais fornecidos pela EPAMIG, referentes a data de plantio e data de ocorrência da floração e da colheita dos cultivares de arroz de sequeiro Guarani, Rio Doce, Douradão, Confiança, Canastra, Rio Paranaíba e Caiapó nas localidades de Araçuaí, Coimbra, Felixlândia, Lambari, Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Ponte Nova, Uberaba e Viçosa, durante os anos agrícolas de 1984 a 1996. As exigências térmicas dos referidos cultivares de arroz de sequeiro, referentes ao plantio-floração, foram determinadas usando-se o conceito de graus-dias. Uma comparação entre a variabilidade do total de graus-dias acumulados do plantio à floração e a variabilidade no total de dias do plantio à floração para esses cultivares, considerando diferentes datas de plantio, diferentes localidades e vários anos agrícolas, não mostrou superioridade do método de graus-dias em relação ao método convencional baseado em dias do calendário. Com base em

séries históricas de dados diários de chuva, foi feita a caracterização da estação de crescimento, em termos de início, fim e duração, além da determinação das durações máximas de períodos secos em cada mês da estação de crescimento e da determinação das probabilidades do total de chuva decendial durante o ano nas localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa. A recomendação genérica de data de plantio de arroz de sequeiro em Minas Gerais corresponde à data de ocorrência de 20 mm de chuva em um ou dois dias, a partir de 26 de outubro.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Alexandra Duarte de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 1999. **Agroclimatic characterization of sequeiro rice in the State of Minas Gerais.** Adviser: José Maria Nogueira da Costa. Committee Members: Plínio César Soares and Antonio Alves Soares.

The agroclimatic characterization of sequeiro rice in the State of Minas Gerais was based on experimental data supplied by EPAMIG, which referred to the plantation date and date of occurrence of the flowering and crop of sequeiro Guarani, Rio Doce, Douradão, Trust, Basket, Rio Paranaíba and Caiapó cultivars of rice, in the cities of Araçuaí, Coimbra, Felixlândia, Lambari, Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Ponte Nova, Uberaba and Viçosa, during the agricultural period from 1984 to 1996. The thermal demands of those referred cultivars of sequeiro rice, referring to the plantation and flowering of plants, they were determined through the use of degree-days concept. A comparison between the variability of the total of accumulated degree-days from the plantation to the flowering and the variability in the total of days from the plantation to the flowering for those cultivars, considering different plantation dates, different places and several agricultural years, it did not show superiority of the method of degree-days in relation to the conventional method based on days of the calendar.

Based on historical series of rain daily reports, it was made the characterization of the growth station, in terms of beginning, end and duration, besides the determination of the maximum standing of dry periods in every month of the growth station and the determination of the probabilities of the total of decennial rain during the year, in the cities of Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba and Viçosa. The generic recommendation of date for planting sequeiro rice in Minas Gerais corresponds to the date of occurrence of 20 mm of rain in one or two days, from October the 26<sup>th</sup>.

## INTRODUÇÃO

A produção agrícola média anual do Estado de Minas Gerais é de 6 milhões de toneladas de grãos, correspondendo a 15,33% do PIB estadual (FEDERAÇÃO..., 1999). Esta produção agrícola é obtida em uma área plantada de aproximadamente 5,9 milhões de hectares. A contribuição da cultura do arroz, nessa área total plantada em Minas Gerais, vem decrescendo nos últimos anos, chegando a atingir na safra de 1998/99, segundo a EMATER (1999), apenas 126.216 ha cultivados, o que corresponde a apenas 30% do total cultivado no início desta década. Esta constatação torna-se mais evidente com a divulgação da safra brasileira de arroz referente ao ano agrícola 1998/99, com uma produção insuficiente para atender à demanda interna.

Vários fatores têm sido apontados como responsáveis por essa redução de área cultivada, destacando-se entre eles o sistema predominante de cultivo de sequeiro utilizado, altamente dependente da quantidade e distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura. A ocorrência de veranicos durante os estádios críticos da cultura, como a floração, é reconhecidamente um dos fatores que tem contribuído para a baixa produtividade obtida, de aproximadamente 1.300 kg/ha. Segundo SOARES et al. (1995), outros fatores também contribuem para essa baixa produtividade do arroz de sequeiro em Minas Gerais, como: cultivares

inadequados, sementes de baixa qualidade, grande infestação de plantas daninhas e baixo uso de insumos.

Poucos trabalhos têm sido realizados em Minas Gerais sobre a agroclimatologia da cultura do arroz, enfatizando suas exigências climáticas. Estudos sobre as datas mais adequadas para o plantio do arroz de sequeiro, associadas à frequência e ocorrência de veranicos durante a estação de crescimento, poderão contribuir para um manejo mais adequado da cultura em cada localidade.

Os objetivos do presente trabalho são:

1. Caracterizar a duração do período plantio-floração de sete cultivares de arroz de sequeiro por meio do método de graus-dias e dias do calendário.
2. Determinar as datas mais adequadas para o plantio do arroz de sequeiro em cinco localidades do Estado de Minas Gerais.
3. Caracterizar a estação de crescimento em Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações sobre a produção de arroz em Minas Gerais nos contextos nacional e mundial

O arroz é uma cultura típica dos trópicos úmidos, sendo o segundo cereal mais cultivado no mundo, superado apenas pelo trigo. Dados da safra de 1997/98 fornecidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos revelam que a produção mundial nesse ano agrícola foi de 562.042 milhões de toneladas. A participação do Brasil nesta produção foi de apenas 1,66%, com uma área cultivada de 2.071.728 ha e produtividade média de 3.449 kg/ha, ocupando o 11º lugar no ranking mundial (FEDERAÇÃO..., 1999).

O arroz é cultivado em todas as regiões fisiográficas do Estado de Minas Gerais, com maior destaque para as do Rio Doce e Sul de Minas. Três sistemas de cultivo de arroz são utilizados em Minas Gerais: sistema de sequeiro, sistema de várzeas úmidas e sistema irrigado por inundação contínua. Embora o sistema de sequeiro ainda seja predominante em relação ao irrigado por inundação contínua, os dados das safras mais recentes, divulgados pela EMATER (1999), indicam uma tendência de mudança com a expansão das áreas irrigadas, conforme observado no Quadro 1.



Quadro 1 – Área cultivada, produtividade e produção do arroz de sequeiro, arroz de várzea úmida e arroz irrigado por inundação contínua nas safras de 1997/98 e 1998/99, em Minas Gerais

Sistema de Plantio	Safra 1997/98			Safra 1998/99		
	Área (ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (t)
Sequeiro	56.309	1.335	75.173	54.556	1.466	79.978
Várzea úmida	56.001	1.842	103.154	51.206	2.066	105.774
Irrigado por inundação contínua	16.622	3.948	65.624	20.454	3.838	78.498

Fonte: EMATER, 1999.

A área cultivada com arroz irrigado por inundação contínua, no ano agrícola de 1998/99, aumentou em cerca de 23% em relação ao ano agrícola de 1997/98, enquanto as áreas cultivadas com arroz de sequeiro e de várzeas úmidas tiveram redução de 3,1 e 8,6%, respectivamente (EMATER, 1999). A baixa produtividade do arroz de sequeiro, associada à ocorrência de veranicos durante o ciclo da cultura, tem contribuído, entre outras causas, para essa mudança.

A evolução da participação do Estado de Minas Gerais na produção brasileira de arroz está ilustrada no Quadro 2. Os dados apresentados neste quadro são resultantes da totalização de arroz em todos os sistemas de plantio.

Os dados da safra de 1996/97 indicam que o Estado de Minas Gerais ocupa a sétima colocação no ranking nacional de produção de arroz, embora já tenha chegado a ocupar a segunda colocação no início da década (EMATER, 1999). A partir do ano agrícola de 1994/95, a área cultivada com arroz em Minas Gerais tem sido consideravelmente reduzida, o que explica a queda no ranking do Estado na produção desta cultura no Brasil, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Área cultivada (ha) e produção de arroz em casca (t) nos anos agrícolas de 1990 a 1999

Ano agrícola	Minas Gerais		Brasil	
	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)
1989/90	422.694	580.149	3.946.691	7.420.931
1990/91	434.554	776.763	4.121.597	9.488.007
1991/92	430.788	726.855	4.687.022	10.006.292
1992/93	402.682	704.111	4.411.315	10.107.310
1993/94	368.577	649.365	4.414.803	10.540.789
1994/95	355.302	625.702	4.373.538	11.226.064
1995/96	288.816	498.695	2.968.126	8.047.895
1996/97	234.641	428.124	2.071.728	7.148.943
1997/98	128.932	243.950	-	-
1998/99	126.216	264.250	-	-

Fonte: INSTITUTO... (1999); EMATER (1999).

Dados da EMPRESA... (1980, 1991) indicam que, na década de 70, o arroz de sequeiro representava 75% da área cultivada com arroz em Minas Gerais, contribuindo com metade da produção total de arroz no Estado. Nesta última safra de 1998/99, a área cultivada com arroz de sequeiro, assim como sua correspondente participação na produção de arroz no Estado, foi de aproximadamente 30%.

Segundo BRADY (1980), a produtividade potencial de arroz nos trópicos é estimada em 13 a 15 t/ha. As produtividades obtidas em Minas Gerais na safra de 1998/99, inclusive para o arroz irrigado, correspondem a apenas 10 a 25% dessa produtividade potencial. Considerando que a produção nacional de arroz é, em alguns casos, insuficiente para atender a demanda interna e que a cultura do arroz em Minas Gerais apresenta baixa produtividade e vem reduzindo a área cultivada nos últimos anos, é fundamental que se enfatize a importância e

realização de pesquisas sobre a influência das variáveis meteorológicas no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade da cultura do arroz.

## **2.2. Exigências térmicas da cultura do arroz**

O arroz é cultivado em uma ampla faixa de condições climáticas. Do ponto de vista térmico, LEONARD e MARTIN (1963) afirmam que o cultivo de arroz é muito bem sucedido em regiões que apresentam temperatura média do ar, durante toda a estação de crescimento, superior ou igual a 22°C. MOTA (1980) analisou as regiões produtoras de arroz na América Latina com relação à temperatura média do ar no mês de janeiro e constatou que não existe nenhuma região produtora de arroz quando a temperatura é inferior a 20°C. Segundo GRIST (1975), as exigências térmicas do arroz, do plantio à maturação, variam de 16 a 38°C.

Uma das técnicas comumente utilizadas para se quantificar a resposta das plantas à temperatura ambiental é o conceito de graus-dia. Este conceito, proposto por Reaumur (1735), citado por ROBERTSON (1973), assume que o crescimento e o desenvolvimento fenológico das plantas estão mais relacionados com o acúmulo de temperaturas acima da temperatura base do que com o tradicional método de dias do calendário; a temperatura-base é conceituada como a temperatura abaixo da qual não ocorre crescimento. Os graus-dia são calculados pelo somatório das diferenças entre a temperatura média diária e a temperatura-base para cada dia, a partir de uma data especificada. Neste conceito está implícita a existência de uma relação linear entre a temperatura do ar e o crescimento e desenvolvimento da planta. A utilização deste conceito em regiões tropicais geralmente não apresenta os mesmos resultados satisfatórios obtidos em regiões temperadas. Nos trópicos, as variações sazonais da temperatura do ar são, em geral, menores do que em regiões temperadas. Além disso, a variação de altitude entre localidades, como é o caso de Minas Gerais, deve ser considerada

no desenvolvimento das culturas, uma vez que a temperatura do ar decresce em média 0,6 °C para cada 100 m de elevação.

O Quadro 3 apresenta resultados de exigências térmicas de vários cultivares de arroz, do plantio à floração e do plantio à maturação, obtidos no Brasil. Informações detalhadas sobre a ocorrência dos estádios fenológicos do arroz são disponíveis apenas em termos de dias do calendário, conforme ilustrado no Quadro 4, para cultivares de ciclos semiprecoce, médio e tardio, segundo FORNASIERI FILHO e FORNASIERI (1993). Neste mesmo quadro, os autores também apresentam as temperaturas do ar favoráveis e desfavoráveis em cada estágio de desenvolvimento fenológico do arroz. Deve-se salientar que os resultados referentes a essas temperaturas são todos resultantes de trabalhos

Quadro 3 – Exigências térmicas de cultivares de arroz de diferentes ciclos, localidades e períodos experimentais

Cultivar	Local	Período	Ciclo	Graus-Dias Floração	Graus-Dias Maturação	Fonte
IAC-47	MG	1977-80	Médio	1.555	1.957	Souza (1989)
IAC-164	MG	1977-80	Curto	1.229	1.608	Souza (1989)
IAC-165	MG	1977-80	Curto	1.210	1.611	Souza (1989)
IAC-25	MG	1977-80	Curto	1.193	1.615	Souza (1989)
IRGA117-23-2p-1	MS	1987-88	Curto	935	1.499	Souza et al. (1991)
CNA 5206	MS	1987-88	Médio	1.310	1.894	Souza et al. (1991)
CNA 3886	MS	1987-88	Médio	1.495	1.997	Souza et al. (1991)
METICA-1	PI	1988-90	Curto	1.244	1.802	Vieira e Lunardi (1997)
CICA-8	PI	1988-90	Curto	1.288	1.858	Vieira e Lunardi (1997)
Caiapó	MG	1991-95	Médio	1.435	1.854	Oliveira et al. (1998)
Rio Paranaíba	MG	1985-95	Médio	1.442	1.860	Oliveira et al. (1998)

Quadro 4 – Duração dos estádios de desenvolvimento fenológico de cultivares de arroz de diferentes ciclos e as temperaturas mínimas, ótimas e máximas nos diferentes estádios

Estádios	Ciclo (dias após semeadura)			Temperatura do ar (°C)		
	Semiprecoce	Médio	Tardio	Mínima	Ótima	Máxima
Emergência e Desenv. da plântula	0 – 20	0 – 20	0 – 20	12 – 13	25 – 30	35
Perfilhamento	21 – 46	21 – 64	21 – 75	9 – 16	25 – 31	33
Alongamento de colmos	47 – 74	65 – 92	76 – 103	15 – 22	25 – 28	38
Floração	75 – 80	93 – 98	104 – 109	22	30 – 33	35
Granação	81 – 100	99 – 120	110 – 130	–	–	–
Maturação	101 – 110	121 – 130	131 – 142	12 – 18	20 – 25	30

Fonte: FORNASIERI FILHO e FORNASIERI (1993).

realizados com a cultura do arroz no Japão e podem não caracterizar adequadamente as faixas de temperaturas favoráveis e desfavoráveis dos cultivares de arroz no Brasil. Os resultados apresentados neste quadro mostram claramente a carência de informações básicas sobre a agroclimatologia da cultura de arroz no Brasil.

### **2.3. Precipitação e estação de crescimento**

O regime de chuvas é a principal característica climática que determina a duração da estação de crescimento em regiões tropicais, em contraste com as regiões temperadas, em que o início e o fim da estação de crescimento são definidos pelo regime sazonal da temperatura do ar. Os riscos climáticos associados ao sistema de arroz de sequeiro, decorrentes da alta variabilidade da precipitação interanual e entre localidades, poderão ser minimizados com a determinação das características do regime de chuvas, em termos de data de início e fim da estação chuvosa e duração dos veranicos. O conhecimento dessas características é também de grande utilidade no planejamento de várias atividades agronômicas, permitindo que o agricultor tome decisões mais confiáveis sobre épocas de plantio, de forma que estádios de desenvolvimento fenológico mais sensíveis à disponibilidade de água no solo não ocorram durante os períodos secos.

As necessidades hídricas do arroz de sequeiro podem ser expressas pelas exigências em cada estágio de desenvolvimento fenológico. Conforme FAGERIA (1980), o consumo de água do arroz de sequeiro durante o ciclo é distribuído em 30% na fase vegetativa (da germinação à iniciação do primórdio floral), 55% na fase reprodutiva (da iniciação do primórdio floral ao florescimento) e 15% durante a maturação. De acordo com Ishimaru (1975), citado por FORNASIERI FILHO e FORNASIERI (1993), as necessidades diárias de água pela cultura de arroz são inferiores a 1 mm nos primeiros 30 dias do ciclo, aumentando gradativamente até atingir o máximo de 6 a 7 mm, no

período de 20 dias que antecede o florescimento; a seguir, cai gradativamente para 4 mm; e, após 30 dias do florescimento, atinge 2 mm. Segundo FORNASIERI FILHO e FORNASIERI (1993), para se produzir arroz em grãos, são necessários, em média, 180 a 300 mm de chuva por mês.

Vários critérios têm sido propostos para se determinar o início da estação chuvosa e, conseqüentemente, da estação de crescimento. Raman (1974), citado por STERN e COE (1982), propuseram um critério de início da estação chuvosa como a primeira ocasião em que o total de chuva, num período de sete dias, excede 25 mm, com pelo menos quatro dias chuvosos. STERN e COE (1982) propuseram uma definição geral de início das chuvas com base em três condições: a) o início da estação chuvosa era aplicado a partir de uma determinada data, que era definida com base no regime de chuvas; b) a primeira ocorrência de uma certa quantidade de chuva, num determinado número de dias consecutivos; e c) a data potencial de início da estação chuvosa seria falsa se ocorresse um período seco, por exemplo, de mais de sete dias, num período de um mês. KASSAM et al. (1978) desenvolveram um procedimento para definir o início da estação de crescimento em que, no período em dias, a precipitação excede 50% da evapotranspiração de referência, mais um período necessário para evapotranspirar as reservas de água armazenada no solo.

O fim da estação chuvosa foi definido por KASSAM et al. (1978) como a data em que a precipitação torna-se menor que 50% da evapotranspiração de referência. STERN e COE (1982) definiram a data de fim da estação chuvosa com base no monitoramento do balanço diário de água no solo. Outros critérios relacionados com o fim da estação chuvosa baseiam-se na primeira ocorrência de um longo período seco, após uma determinada data.

Dentre os vários trabalhos sobre duração de veranicos destaca-se a contribuição de STERN et al. (1982a), que separam as seqüências de dias secos e de dias chuvosos e, a partir de uma série histórica de dados, determinam a proporção de anos em que ocorre um veranico maior do que um determinado número de dias.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado com base em dados experimentais obtidos nas localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais, destacadas na Figura 1.

As datas de plantio de sete cultivares de arroz de sequeiro, durante os anos agrícolas de 1984-96, em 11 localidades produtoras do Estado de Minas Gerais, estão apresentadas no Quadro 5. Estes dados foram obtidos em experimentos conduzidos pela EPAMIG. As datas de ocorrência da floração e da colheita, correspondentes a cada data de plantio mencionada no Quadro 5, também foram utilizadas neste trabalho. O estágio de floração, que se inicia com a emergência da panícula, através da bainha da “folha bandeira”, foi definido quando cerca de 50% das plantas apresentam flores abertas. O estágio de maturação foi definido quando os 2/3 superiores das panículas estavam amarelados.

Os dados diários de precipitação pluvial, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média do ar, referentes aos anos agrícolas apresentados no Quadro 5, foram fornecidos pela EPAMIG e pelo INMET. As temperaturas diárias máxima (T<sub>máx.</sub>) e mínima do ar (T<sub>mín.</sub>) foram utilizadas no cálculo dos graus-dia acumulados (GDA), do plantio à floração, conforme a equação 1:



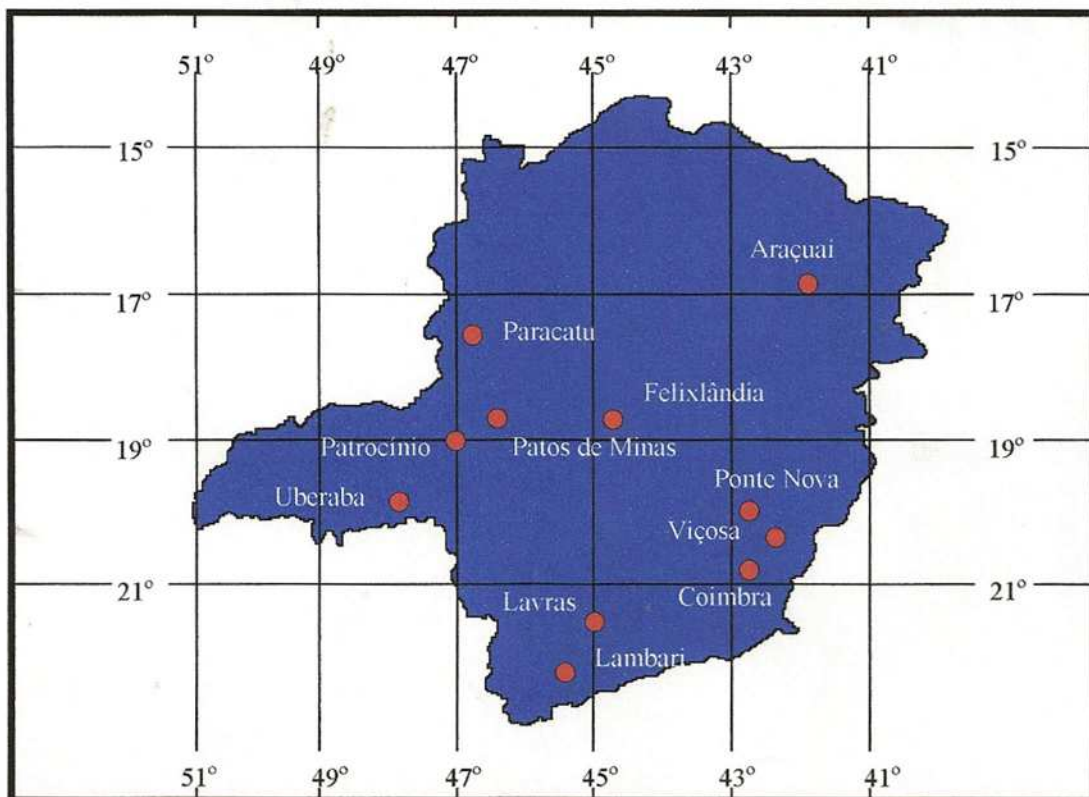


Figura 1 – Localidades do Estado de Minas Gerais estudadas no presente trabalho.

Quadro 5 – Localidades e datas de plantio para sete cultivares de arroz de sequeiro, utilizados em Minas Gerais

Localidades	Data de Plantio	Cultivares						
		Douradão	Guarani	Rio Doce	Caiapó	Canastra	Confiança	Rio Paranaíba
Araçuaí	17/12/92	X	X	X	X		X	X
Coimbra	28/11/96	X	X		X	X	X	X
Felixlândia	23/11/93	X	X		X	X	X	X
	23/11/94							
Lambari	04/11/87							
	10/11/88							
	01/11/89							
	14/11/90	X	X	X	X	X	X	X
	03/12/92							
	24/11/93							
	23/11/94							
Lavras	17/11/95							
	03/10/84							
	05/11/85							
	05/11/87							
	10/11/90							
	05/11/91	X	X	X	X	X	X	X
	15/11/92							
	24/11/93							
15/11/94								
20/11/95								

Continua...

Quadro 5, Cont.

Patos de Minas	14/11/84								
	01/11/85								
	13/11/87								
	14/11/88								
	20/11/89								
	20/11/90	X	X	X	X	X	X	X	X
	20/11/91								
	03/12/92								
	29/11/93								
	22/11/94								
30/11/95									
Paracatu	19/11/84								
	07/11/85	X	X	X	X				X
	12/11/87								
	29/11/88								
Patrocínio	23/11/84								
	06/11/85								
	10/11/89	X	X	X	X		X		X
	12/11/90								
	01/12/92								
Ponte Nova	01/11/84	X		X					X
	07/11/85								
Uberaba	12/11/84								
	08/11/85								
	12/12/87	X	X	X	X	X	X	X	X
	06/12/94								
	28/11/95								
Viçosa	23/11/93	X	X		X	X	X	X	X
	05/12/94								

$$GDA = \frac{T_{\text{máx.}} + T_{\text{mín.}}}{2} - T_b \quad (1)$$

A temperatura-base ( $T_b$ ) adotada neste trabalho foi de  $10^0\text{C}$ , conforme recomendação feita por Nuttonson (1965), citado por McMASTER e WILHELM (1997), que testou três diferentes temperaturas-base para cultivares de arroz, concluindo que a de  $10^0\text{C}$  foi a que apresentou melhor consistência, como a temperatura mínima para germinação e crescimento da cultura de arroz. Não houve necessidade de se aplicar um limite superior para as temperaturas, uma vez que as temperaturas máximas observadas durante a estação de crescimento das localidades estudadas estão na faixa adequada para o crescimento e desenvolvimento da cultura do arroz.

A data de ocorrência da floração de cada cultivar foi determinada para cada ano agrícola e localidade, com base no método de graus-dias e no método tradicional de dias do calendário. A variabilidade desses métodos foi quantificada pelo desvio-padrão expresso em dias, de acordo com a equação 2, conforme recomendação de SPIAZÚ e SHAW (1972):

$$d_d = \frac{d_{GDA}}{\bar{X}_{GDA}} \quad (2)$$

em que

$d_d$  = desvio-padrão, expresso em dias;

$d_{GDA}$  = desvio-padrão, dos graus-dias; e

$\bar{X}_{GDA}$  = média diária dos graus-dias, durante o período plantio-floração.

$$\bar{X}_{GDA} = \frac{\text{Total de graus - dia acumulados do plantio à floração}}{\text{Número de dias do plantio à floração}} \quad (3)$$

As características da estação de crescimento de cinco localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais foram analisadas em função do

início, do fim e da duração, utilizando-se séries históricas de dados diários de chuva fornecidos pelo INMET. O Quadro 6 apresenta os períodos correspondentes aos dados diários de chuva analisados em cinco localidades. Neste trabalho, considerou-se dia chuvoso aquele que apresenta registro de precipitação  $\geq 1$  mm.

Quadro 6 – Períodos de dados de chuva em cinco localidades

<b>Localidade</b>	<b>Período</b>
Araçuaí	1970-1985
Lavras	1968-1985
Patos de Minas	1961-1985
Uberaba	1971-1985
Viçosa	1968-1998

Três critérios foram utilizados na determinação do início da estação chuvosa:

- a) A data, a partir do dia juliano 300, em que ocorre 20 mm ou mais de chuva, em um ou dois dias. Este critério será chamado daqui em diante de “critério de 20 mm”.
- b) A mesma definição do critério anterior, com uma condição adicional: de não ocorrer um período seco de sete dias ou mais nos próximos trinta dias. Este critério será identificado daqui em diante de “critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês”.
- c) A data, a partir do dia 300, em que ocorre 25 mm ou mais de chuva, num período de sete dias, distribuídos em pelo menos quatro dias chuvosos. Este critério será identificado daqui em diante de “critério de 25 mm”.

Os três critérios mencionados acima foram inicialmente aplicados para várias datas, a partir do dia juliano 275, tendo sido selecionado o dia juliano 300 (26/10) como a data potencial mais antecipada para plantio do arroz de sequeiro, por apresentar maior probabilidade de atendimento das condições exigidas pelos três critérios.

O critério de 20 mm é o mais simples de todos. O critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês também foi utilizado para se comparar com os outros dois critérios, por apresentar uma condição bastante desejável na definição do início das chuvas, que está relacionado com a não-ocorrência de períodos secos maiores que sete dias, durante um mês. O critério de 25 mm com pelo menos quatro dias chuvosos diferencia-se dos anteriores pela quantidade de chuva, pelo período de ocorrência e pela distribuição de chuva no período. Este critério tem sido utilizado com relativo sucesso na Índia, para definição do início da estação de crescimento.

O fim da estação de crescimento foi definido com base num simples balanço diário de água, expresso pela equação:

$$S_n = S_{n-1} + P_n - Eto_n \quad (4)$$

em que

$S_n$  = quantidade de água no dia “n” disponível no solo;

$S_{n-1}$  = quantidade de água disponível no dia anterior;

$P_n$  = precipitação do dia “n”; e

$Eto_n$  = evapotranspiração ocorrida no dia “n”.

A evapotranspiração de referência, ocorrida num determinado dia “n” ( $Eto_n$ ), foi estimada pelo método de Hargreaves e Samani (1985), citados por PEREIRA et al. (1997), sendo expressa pela equação 5:

$$Eto_n = 0,0023 Q_o (T_{\text{máx.}} - T_{\text{mín.}})^{0,5} (T + 17,8) \quad (5)$$

A data a partir de 1<sup>o</sup> de abril, em que “S<sub>n</sub>” atingiu o valor zero, foi considerada o fim da estação de crescimento.

A caracterização da estação de crescimento foi feita com base no início, no fim e na duração, além da duração máxima de veranicos em cada mês da estação chuvosa de cada localidade, analisando-se a seqüência de dias secos em toda a série de dados diários disponíveis.

Na estimativa das probabilidades de chuva, agruparam-se os dados diários de chuva em períodos de dez dias. O dia 29 de fevereiro foi identificado como o dia juliano 60, tendo sido considerado dado faltoso nos anos que não eram bissextos. Em seguida, ajustou-se o modelo de distribuição Gama, expresso pela equação 6, a esses dados, para estimar as probabilidades de ocorrência de chuva decendial acima de 1, 10, 20, 30, 40, 50, 100 e 150 mm.

$$f(x) = \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{\alpha} \cdot X^{\alpha-1} \cdot \frac{\exp\left(-\frac{\alpha x}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \quad (6)$$

para  $x, \alpha, \beta > 0$

em que

$f(x)$  = função densidade de probabilidade de chuva “x”;

$\alpha$  = parâmetro de forma;

$\beta$  = parâmetro de escala; e

$\Gamma(\alpha)$  = função Gama avaliada para  $\alpha$ .

Os parâmetros de forma e escala da distribuição Gama foram determinados para os totais decendiais de chuva nas localidades analisadas pelo método da máxima verossimilhança, utilizando-se o programa estatístico SPSS, versão 8.0 (1997). Os totais decendiais de chuva nulos e diferentes de zero foram analisados separadamente, avaliando-se a probabilidade de ocorrência de

decêndios nulos no período estudado e ajustando-se a distribuição Gama para os totais decendiais diferentes de zero.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização climatológica de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais

Um resumo de algumas características climatológicas de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais está ilustrado no Quadro 7. Os dados utilizados nessa caracterização foram extraídos das normais climatológicas referentes ao período de 1961 a 1990, publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A influência da latitude e altitude na variação das características agroclimáticas na estação de crescimento das localidades estudadas, especialmente entre Araçuaí e Lavras, é evidenciada no Quadro 7. A latitude das localidades apresentadas no Quadro 7 variou de 16° 52' S em Araçuaí a 21° 14' S em Lavras, enquanto a altitude variou de 284 m em Araçuaí a 905 m em Lavras.

As localidades de Viçosa e Paracatu apresentaram altitudes semelhantes, 690 e 711 m, respectivamente, porém diferiam em 3° 22' de latitude. Os valores médios de temperatura do ar, total de graus-dias e evapotranspiração de referência durante a estação de crescimento foram de 21,13°C, 4.479 graus-dias e 629 mm em Viçosa, enquanto os correspondentes valores para Paracatu foram de 23,71°C, 5.028 graus-dias e 744 mm, respectivamente.

Quadro 7 – Descrição climatológica de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais

Local	Latitude S	Longitude	Altitude m	Precipitação out.–abr. mm	Temperatura média out.–abr. °C	Graus-dias out.–abr.	Eto out.–abr. mm	Deficiência out.–abr. mm	Excesso out.–abr. mm	Classificação Climática de Thornthwaite
Araçuaí	16°52'	42,04	284	798	25,55	5416	890	109	0	DdA 'a'
Paracatu	17°13'	46,52	711,4	1336	23,71	5028	744	3	524	B1B'4 a'
Patos de Minas	18°36'	46,31	895	1368	22,00	4673	649	0	632	B2rB'3a'
Uberaba	19°45'	47,55	742,6	1430	23,09	4894	713	0	634	B2rB'4a'
Viçosa	20°45'	42,51	690	1076	21,13	4479	629	2,4	396	B2rB'3a'
Lavras	21°14'	45,00	905	1340	20,99	4447	620	0	672	B3rB'3a'

Comparando os valores médios, na estação de crescimento, de temperatura do ar, graus-dias e evapotranspiração de referência para localidades com latitudes semelhantes e altitudes diferentes, como Araçuaí e Paracatu, são evidentes os maiores valores de temperatura do ar em Araçuaí; conseqüentemente, o total de graus-dias e a evapotranspiração de referência durante a estação de crescimento são também maiores do que em Paracatu.

As variações entre precipitações médias mensais de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro estão ilustradas na Figura 2. Esses dados são resultantes das normais climatológicas referentes ao período de 1961-90, para as localidades de Viçosa, Uberaba e Patos de Minas; para as localidades de Paracatu, Lavras e Araçuaí foram utilizados dados dos períodos de 1974-90, 1965-90 e 1970-90, respectivamente. A precipitação média anual dessas localidades foi de 1.346 mm, variando de 841 mm em Araçuaí a 1.589 mm em Uberaba. Considerando a estação de crescimento como o período compreendido entre outubro e abril, observa-se que o percentual da precipitação anual durante a estação de crescimento variou de 87% em Lavras a 95% em Araçuaí.

O tipo climático predominante nos municípios estudados, conforme a classificação climática de Thornthwaite, é úmido e mesotérmico, com pequena ou nenhuma deficiência hídrica e percentual de evapotranspiração potencial no verão menor que 48% da evapotranspiração anual. Dentre os municípios estudados, Araçuaí foi a única localidade de clima semi-árido e megatérmico sem qualquer excesso hídrico e concentração da evapotranspiração potencial no verão menor que 48% da evapotranspiração potencial anual.

#### **4.2. Exigências térmicas de cultivares de arroz de sequeiro durante o período plantio - floração**

O Quadro 8 apresenta os totais de graus-dias acumulados do plantio à floração e a correspondente duração em dias de sete cultivares de arroz de sequeiro. Neste quadro também está incluída a variabilidade dos totais de

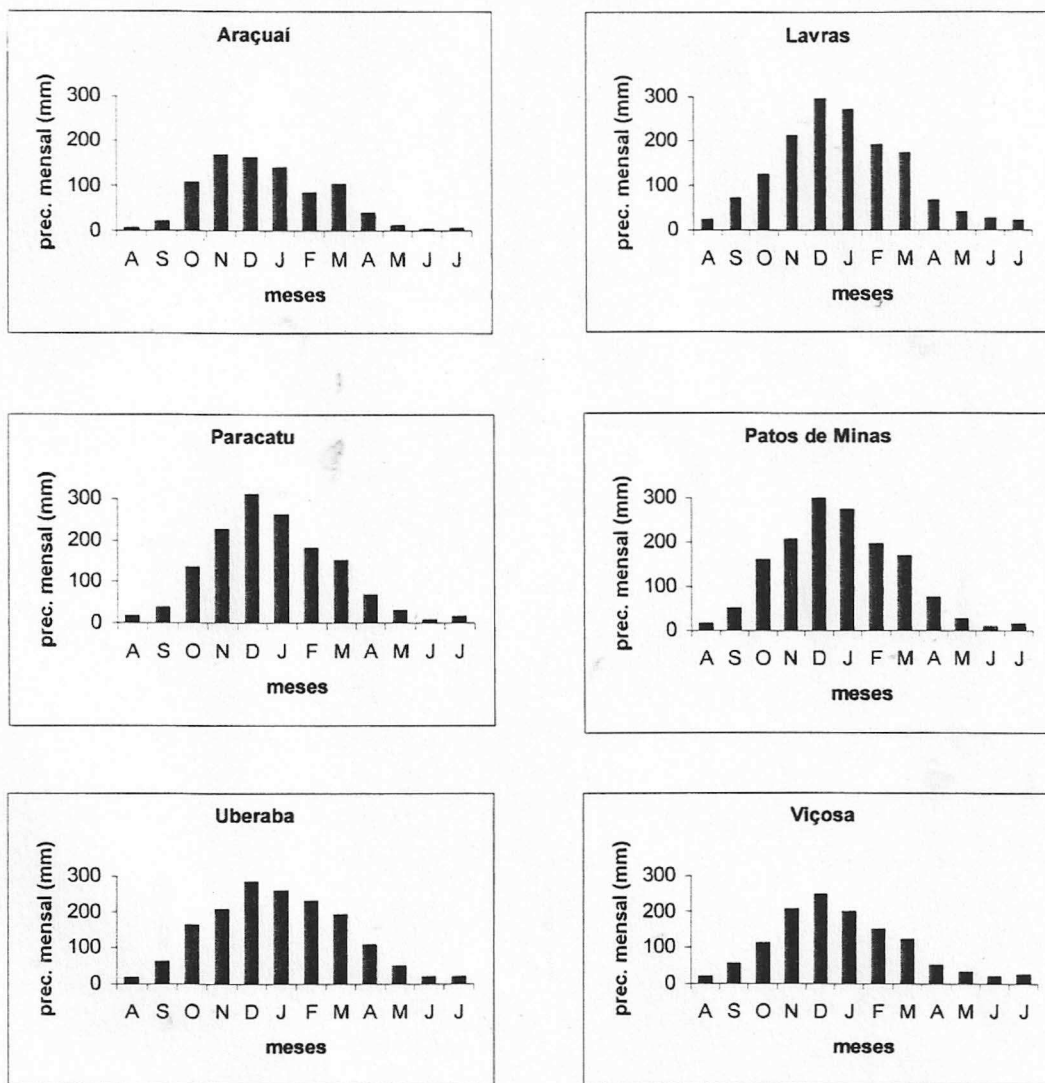


Figura 2 – Variação das precipitações médias mensais das localidades de Araçuaí (1970-90), Lavras (1965-90), Paracatu (1974-90), Patos de Minas (1961-90), Uberaba (1961-90) e Viçosa (1961-90).

Quadro 8 – Valores médios do total de graus-dias acumulados do plantio à floração e a correspondente duração em dias para sete cultivares de arroz de sequeiro, desvio-padrão expresso em dias ( $d_d$ ) e coeficiente de variação (CV)

Método		Cultivar/Ciclo						
		Caiapó médio	Canastra médio	Confiança médio	Douradão curto	Guarani curto	Rio Doce curto	Rio Paranaíba médio
GDA	Média	1421	1351	1462	1175	1151	1179	1471
	$d_d$	7,60	8,04	7,18	11,00	10,29	9,92	9,51
	CV	7,40	8,29	6,72	12,69	12,07	11,31	8,57
Dias após o plantio	Média	102	97,00	107	87,00	85,00	88,00	111
	$d_d$	10,40	7,58	7,50	9,81	10,34	9,97	10,52
	CV	10,13	7,82	7,00	11,31	12,15	11,37	9,46

graus-dias e dias do calendário, do plantio à floração, expressos pelo coeficiente de variação (CV) e pelo desvio-padrão expresso em dias ( $d_d$ ).

Os resultados apresentados no Quadro 8 podem ser considerados representativos das exigências térmicas e da duração do período plantio-floração, para esses cultivares de arroz de sequeiro em Minas Gerais, considerando que essas determinações foram baseadas em dados experimentais coletados em vários anos, diferentes localidades e várias datas de plantio. Combinando os resultados dos Quadros 8 e 9, somando-se aos do Quadro 7, pode-se afirmar que, do ponto de vista térmico, todas as localidades apresentam potencial para a obtenção de mais de uma safra durante a estação de crescimento, desde que ocorra adequada disponibilidade de água durante o ciclo da cultura.

Comparando a variabilidade observada no total de graus-dias acumulados e no total de dias do calendário do plantio à floração, com base no desvio-padrão expresso em dias, verificou-se que não houve superioridade do método de graus-dias, em relação aos dias do calendário, para expressar a duração do período plantio-floração do arroz de sequeiro em Minas Gerais,

conforme tem sido constatado em trabalhos para várias culturas, especialmente nos Estados Unidos da América do Norte.

Uma possível explicação para esse resultado encontrado é que uma das suposições básicas implícitas no método de graus-dias consiste na existência de uma relação linear entre a temperatura do ar e o desenvolvimento da cultura, que pode ser considerada válida quando não há restrições de umidade do solo, condição que não se aplica para a maioria das situações de agricultura de sequeiro em regiões tropicais.

O Quadro 9 apresenta a variação no total de dias e de graus-dias do plantio à floração entre cultivares de arroz de sequeiro nas localidades de Lambari, Lavras, Patos de Minas e Patrocínio. Foram constatadas variações entre anos agrícolas, entre localidades e entre cultivares referentes à duração do período plantio-floração, expressas pelo método de graus-dias e dias do calendário. Os resultados sugerem que a maior variabilidade ocorreu entre as localidades.

#### **4.3 Determinação do início da estação de crescimento**

Os três critérios utilizados na determinação do início da estação de crescimento foram aplicados a partir do dia juliano 300 (26 de outubro). Essa data indica a data potencial mais antecipada para o plantio do arroz de sequeiro em Minas Gerais, levando-se em consideração a quantidade e frequência de chuva ocorrida, tendo sido obtida pela aplicação dos critérios a partir de 1<sup>o</sup> de outubro. Embora o total de chuva nessa data seja adequado para o plantio na maioria das localidades, ainda existe o risco de ocorrência de períodos secos superiores a sete dias a partir dessa data, que poderá não só comprometer o desenvolvimento e a produtividade da cultura, como até a possibilidade de repetição do plantio.

O Quadro 10 apresenta os resultados das datas de início da estação de crescimento e, conseqüentemente, do plantio nas cinco localidades estudadas, com base nos três critérios adotados. Deve-se destacar que os critérios de 20 mm

Quadro 9 – Desvio-padrão expresso em dias ( $d_d$ ) e coeficiente de variação (CV) médios do total de graus-dias acumulados do plantio à floração, correspondente à variação de seis cultivares de arroz de sequeiro por localidade

Cultivar	Lambari		Lavras		Patos de Minas		Patrocínio	
	GDA	Dias	GDA	Dias	GDA	Dias	GDA	Dias
Caiapó								
$\bar{X}$	1359	106	1453	108	1447	107		
$d_d$	4,03	2,39	7,11	9,07	1,65	2,88		
CV	3,80	2,25	6,55	8,35	1,56	2,70		
Confiança								
$\bar{X}$	1399	108	1455	108	1467	107		
$d_d$	8,63	5,07	11,76	12,88	1,86	2,06		
CV	7,99	7,61	10,88	11,93	1,74	1,93		
Douradão								
$\bar{X}$	1085	85	1248	93	1161	86	1110	90
$d_d$	6,84	6,57	10,60	9,81	11,19	10,96	4,54	4,65
CV	8,04	7,69	11,54	10,52	13,01	12,73	5,04	5,14
Guarani								
$\bar{X}$	1056	83	1261	92	1148	84		
$d_d$	9,50	9,72	11,25	10,67	8,65	8,69		
CV	11,44	11,65	12,22	11,41	10,29	10,28		
Rio Doce								
$\bar{X}$	1116	90	1241	95	1140	86	1123	90
$d_d$	7,52	5,72	7,18	8,44	10,25	9,25	6,27	7,19
CV	8,36	6,35	7,72	8,88	11,93	10,77	6,97	7,94
Rio Paranaíba								
$\bar{X}$	1403	111	1501	112	1451	107	1435	116
$d_d$	10,12	9,88	5,38	5,98	3,80	2,74	9,58	7,39
CV	9,11	8,88	4,80	5,34	3,55	2,55	8,26	6,37

e 25 mm baseiam-se apenas na quantidade e distribuição da chuva durante um certo período, a partir do dia juliano 300, enquanto o critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês foi idêntico ao critério de 20 mm, com a condição adicional de não ocorrer nenhum período seco maior ou igual a sete dias, a partir do dia juliano 300, nos próximos 30 dias.

Araçuaí destacou-se, dentre as outras localidades, por apresentar maior variabilidade nas datas de início da estação de crescimento, estimada pelos três critérios. O intervalo de confiança para a data média de plantio em Araçuaí, em nível de 95%, variou de 16 dias no critério de 20 mm a 28 dias no critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês. Esses resultados sugerem que a baixa precisão dessas estimativas é consequência do tamanho da série histórica de dados utilizada para Araçuaí.

Com relação às outras localidades, o critério de 20 mm foi o que apresentou melhor precisão na estimativa de datas médias de plantio, seguido do critério de 25 mm. A variação do intervalo de confiança das datas médias de plantio, em nível de 95%, foi de 3 a 8 dias para o critério de 20 mm, de 11 a 18 dias para o critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês e de 6 a 9 dias para o critério de 25 mm.

Considerando que as datas de início da estação de crescimento nessas localidades não foram adequadamente descritas pela distribuição normal, recomenda-se a utilização da mediana, expressa pelo percentil de 50%, como sendo bem mais apropriada para apresentar os resultados do que a média. Por outro lado, os percentis de 25 e 75% poderiam ser utilizados como indicadores de datas de plantios antecipados e tardios, respectivamente.

A data de plantio mais antecipada, pelo critério de 20 mm, é o dia 300 (26/10) em todas as localidades onde a proporção de ocorrência dessa condição é de uma a cada quatro anos. A variação entre as datas de plantio mais antecipadas, pelo critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês, ficou entre os dias 302 (28/10) em Patos de Minas e 311 (6/11) em Araçuaí. O critério de 25 mm apresentou resultados semelhantes ao critério de 20 mm, sendo o dia 300 a data mais antecipada para o plantio do arroz de sequeiro nessas localidades.



Quadro 10 – Datas médias, desvios-padrões, intervalo de confiança da média em nível de 95% e percentis referentes ao início da estação de crescimento, utilizando-se os critérios de 20 mm, 20 mm sem veranico no primeiro mês e 25 mm

Localidades	Critério	Data média de plantio e desvio-padrão	Intervalo de confiança da média em nível de 95%	Percentis		
				25%	50%	75%
Araçuaí	20 mm	314 ± 14 (9/11)	305-321 (31/10-16/11)	300 (26/10)	311 (6/11)	317 (12/11)
	20 mm sem veranico no 1º mês	334 ± 25 (29/11)	320-348 (15/11- 13/12)	311 (6/11)	326 (21/11)	358 (23/12)
	25 mm	316 ± 16 (11/11)	307-325 (2/11-20/11)	301 (27/10)	313 (8/11)	318 (13/11)
Lavras	20 mm	305 ± 5 (31/10)	302-308 (28/10-3/11)	300 (26/10)	306 (1/11)	307 (2/11)
	20 mm sem veranico no 1ºmês	318 ± 18 (13/11)	309-327 (4/11-22/11)	305 (31/10)	310 (5/11)	331 (26/11)
	25 mm	309 ± 9 (4/11)	304-313 (30/10-8/11)	301 (27/10)	307 (2/11)	311 (6/11)

Continua...

Quadro 10, Cont.

	20 mm	303 ± 3 (29/10)	302-305 (28/10-31/10)	300 (26/10)	302 (28/10)	305 (31/10)
Patos de Minas	20 mm sem veranico no 1º mês	315 ± 15 (10/11)	308-322 (3/11-17/11)	302 (28/10)	308 (3/11)	326 (21/11)
	25 mm	306 ± 6 (1/11)	303-309 (29/10-4/11)	300 (26/10)	303 (29/10)	307 (2/11)
	20 mm	305 ± 5 (31/10)	301-309 (27/10-4/11)	301 (27/10)	303 (29/10)	308 (3/11)
Uberaba	20 mm sem veranico no 1º mês	312 ± 10 (7/11)	307-318 (2/11-13/11)	304 (30/10)	310 (5/11)	318 (13/11)
	25 mm	307 ± 7 (2/11)	303-311 (29/10-6/11)	301 (27/10)	306 (1/11)	308 (3/11)
	20 mm	305 ± 5 (31/10)	303-307 (29/10-2/11)	300 (26/10)	302 (28/10)	307 (2/11)
Viçosa	20 mm sem veranico no 1º mês	317 ± 15 (12/11)	311-323 (6/11-18/11)	306 (1/11)	312 (7/11)	328 (23/11)
	25 mm	308 ± 8 (3/11)	304-311 (30/10-6/11)	300 (26/10)	305 (31/10)	312 (7/11)

A data de plantio mais tardia, indicada pelo percentil de 75%, que corresponde a uma proporção de ocorrência de três vezes a cada quatro anos, variou entre os dias 305 (31/10) em Patos de Minas e 317 (12/11) em Araçuaí, pelo critério de 20 mm. A variação correspondente obtida pelo critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês foi do dia 318 (13/11) em Uberaba a 358 (23/12) em Araçuaí. O critério de 25 mm também apresentou resultados semelhantes ao critério de 20 mm para a variação de datas de plantio mais tardias, tendo variado do dia 307 (2/11) em Patos de Minas ao dia 318 (13/11) em Araçuaí.

Ao comparar o índice de acerto das datas de início da estação de crescimento definida pelos critérios de 20 mm e de 25 mm, em relação ao critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês, para anos individuais das séries de dados, verificou-se que o critério de 20 mm apresentou um percentual de acerto de aproximadamente 70%, enquanto o percentual de acerto do critério de 25 mm foi de apenas 52%. Embora o critério de 20 mm sem veranico no primeiro mês seja mais confiável do que os outros dois, do ponto de vista operacional, o critério de 20 mm é o mais simples.

#### **4.4. Determinação do fim e da duração da estação de crescimento**

As datas médias de fim e duração da estação de crescimento das cinco localidades estudadas, com os respectivos desvios-padrões, estão apresentadas no Quadro 11.

A variação nas datas médias do fim da estação de crescimento foi menor do que a observada para o início da estação de crescimento, com base nos valores do desvio-padrão e intervalo de confiança. A maior variação entre as datas médias do fim da estação de crescimento entre essas localidades, foi de 15 dias, obtida entre Uberaba e Araçuaí, enquanto a variação entre as datas médias de início da estação de crescimento entre essas localidades, foi de 22 dias.

Quadro 11 – Datas médias, desvios-padrões, intervalo de confiança da média em nível de 95% e percentis de 25, 50 e 75%, referentes ao fim da estação de crescimento

Localidades	Data média e Desvio-padrão do fim da estação de crescimento (dia juliano)	Intervalo de confiança da média em nível de 95%	Percentis		
			25%	50%	75%
Araçuaí	98 ± 8 (7/04)	94 - 102 (3/04) - (11/04)	92 (1/04)	93 (2/04)	105 (14/4)
Lavras	105 ± 11 (14/04)	99 - 110 (8/04) - (19/04)	95 (4/04)	102 (11/04)	113 (22/04)
Patos de Minas	103 ± 10 (12/04)	98 - 107 (7/04) - (16/04)	93 (2/04)	99 (8/04)	111 (20/04)
Uberaba	113 ± 12 (22/04)	107 - 120 (16/04) - (29/04)	105 (14/04)	113 (22/04)	125 (4/05)
Viçosa	99 ± 8 (8/04)	96 - 102 (5/04) - (11/04)	92 (1/04)	94 (3/04)	104 (13/04)

A distribuição normal também não foi adequada para descrever as variações nas datas de ocorrência do fim da estação de crescimento, recomendando-se também o uso da mediana em vez da média. Araçuaí foi a localidade que apresentou menor mediana quanto ao fim da estação de crescimento (2/04), ao passo que a mediana referente à localidade de Uberaba ocorreu em 22/04, o que mostra uma variação espacial também em relação ao fim da estação de crescimento.

De forma análoga à utilizada quanto ao início da estação de crescimento, os percentis de 25% e 75% também podem ser utilizados para indicar o fim antecipado e tardio da estação de crescimento.

O Quadro 12 ilustra a variação na duração da estação de crescimento para o cultivo do arroz de sequeiro nas localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa.

Quadro 12 – Duração média, desvio-padrão, intervalo de confiança da duração média em nível de 95% e percentis de 25, 50 e 75% referentes à duração da estação de crescimento, utilizando-se os critérios de 20 mm, 20 mm sem veranico no primeiro mês e 25 mm

Localidades	Critério	Duração média da estação de crescimento (dias)	Intervalo de confiança da duração média em nível de 95%	Percentis		
				25%	50%	75%
Araçuaí	20 mm	150 ± 19	140-161	142	147	159
	20 mm sem veranico no 1ºmês	130 ± 27	115-148	102	142	158
	25 mm	148 ± 20	136-159	141	146	159
Lavras	20 mm	166 ± 15	158-173	154	166	177
	20 mm sem veranico no 1ºmês	153 ± 20	143-163	146	153	167
	25 mm	162 ± 19	153-171	148	163	177

Continua...

Quadro 12, Cont.

	20 mm	165 ± 12	160-170	157	163	175
Patos de Minas	20 mm sem veranico no 1º mês	154 ± 20	145-162	142	156	172
	25 mm	163 ± 13	158-168	155	161	175
	20 mm	174 ± 15	166-183	159	176	187
Uberaba	20 mm sem veranico no 1º mês	167 ± 14	159-175	157	162	176
	25 mm	172 ± 15	164-181	159	174	184
	20 mm	161 ± 10	156-164	152	159	167
Viçosa	20 mm sem veranico no 1º mês	149 ± 17	142-155	136	151	163
	25 mm	158 ± 13	153-163	151	158	164

A mediana da duração da estação de crescimento apresentou pequena variação entre os três critérios, tendo o critério de 20 mm uma duração ligeiramente superior à dos outros critérios em todas as localidades. As medianas da duração da estação de crescimento, utilizando-se o critério de 20 mm nas localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa, foram: 147, 166, 163, 176 e 159, respectivamente.

#### 4.5. Duração máxima de períodos secos durante os meses de setembro a abril

A duração máxima média de períodos secos para cinco localidades produtoras de arroz de sequeiro durante os meses de setembro a abril, com os respectivos desvios-padrões, está apresentada no Quadro 13. O mês de setembro, que representa um mês de transição entre a estação seca e a estação chuvosa, foi o que apresentou maior duração média de período seco dentre as localidades estudadas, tornando o plantio neste mês de elevado risco. A duração máxima de períodos secos decresce abruptamente no mês seguinte e continua a decrescer até o mês de dezembro. A partir do mês de dezembro, a duração máxima de períodos secos volta a aumentar até o fim da estação de crescimento, em abril.

Quadro 13 – Média de duração máxima dos períodos secos de setembro a abril

Localidades	Meses							
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
Araçuaí	54±36	26±21	10±6	11±5	14±8	15±6	15±6	20±13
Lavras	27±23	11±7	8±5	6±2	6±3	9±4	9±4	13±3
Patos de Minas	42±37	16±13	8±4	7±4	6±4	8±5	11±6	14±7
Uberaba	38±29	12±7	7±5	4±2	5±2	7±3	8±4	12±5
Viçosa	33±26	14±13	8±4	7±2	9±5	10±4	10±4	14±4

A localidade de Araçuaí foi a que apresentou maior duração de período seco e maior variabilidade, expressa pelo desvio-padrão, em todos os meses do período de setembro a abril. O mês de dezembro foi o que apresentou duração máxima de período seco menor, tendo variado de  $4 \pm 2$  dias em Uberaba a  $11 \pm 5$  dias em Araçuaí. A Figura 3 ilustra a variação da duração máxima média dos períodos secos durante os meses de setembro a abril, nas cinco localidades estudadas.

As probabilidades de ocorrência de duração máxima de períodos secos superiores a 7, 10 e 15 dias, durante a estação de crescimento, de outubro a abril, estão apresentadas no Quadro 14.

Observou-se que a probabilidade de ocorrência de períodos secos superiores a 7 e 10 dias, no mês de outubro, é relativamente elevada. Neste mês, a probabilidade de ocorrência de período seco maior que sete dias variou de 62% em Viçosa a 98% em Araçuaí, ao passo que a probabilidade de ocorrência de um

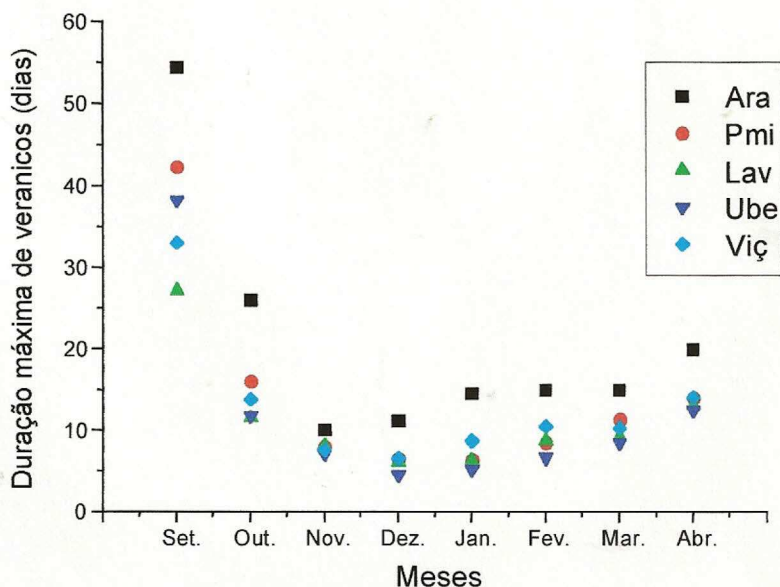


Figura 3 – Duração máxima de veranicos, de setembro a abril, para as localidades de Araçuaí, Patos de Minas, Lavras, Uberaba e Viçosa.



Quadro 14 – Probabilidade de duração máxima de veranico acima de 7, 10 e 15 dias

Meses	Locais				
	Araçuaí	Lavras	Patos de Minas	Uberaba	Viçosa
Outubro					
>7	98	72	72	67	62
>10	80	44	52	50	50
>15	50	14	32	20	28
Novembro					
>7	56	39	44	27	37
>10	38	22	20	12	20
>15	25	11	8	7	4
Dezembro					
>7	75	28	36	0	35
>10	50	0	12	0	4
>15	13	0	1	0	0
Janeiro					
>7	81	29	40	7	50
>10	64	6	16	2	36
>15	36	0	0	0	14
Fevereiro					
>7	88	56	44	27	71
>10	80	28	28	11	42
>15	40	6	12	0	13
Março					
>7	90	61	80	60	68
>10	80	28	40	20	48
>15	27	4	20	5	7
Abril					
>7	94	94	88	85	94
>10	75	72	68	54	81
>15	49	22	28	23	32

período seco superior a 10 dias variou de 44% em Lavras a 80% em Araçuaí. Estes resultados sugerem que a seleção do dia 300 (26 de outubro) como data potencial para aplicação dos critérios de plantio parece razoável, uma vez que as probabilidades de ocorrência de duração máxima de períodos secos, a partir de novembro, são consideravelmente reduzidas, o que sugere condições relativamente adequadas para emergência, crescimento e desenvolvimento da cultura a partir de então.

A partir do mês de março, constatou-se que as probabilidades de períodos secos acima de sete dias atingem valores bem elevados, variando de 60% em Uberaba a 90% em Araçuaí. No mês de abril, que caracteriza o fim da estação de crescimento, foram obtidas probabilidades de ocorrência de períodos secos acima de sete dias superiores a 84% em todas as cinco localidades. Também foram constatadas elevadas probabilidades de ocorrência de períodos secos acima de 10 dias, variando de 54% em Uberaba a 81% em Viçosa.

A ocorrência de veranicos com duração superior a 15 dias é significativa apenas para a localidade de Araçuaí. Nas outras localidades, pode-se destacar a ocorrência de períodos secos maiores que 15 dias apenas nos meses de início (outubro) e término (abril) da estação de crescimento.

#### **4.6. Estimativas de probabilidades dos totais de chuva em cada decêndio**

As estimativas das probabilidades do total de chuva decendial, que excede os valores de 1, 10, 20, 30, 40, 50, 100 e 150 mm para as localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de minas, Uberaba e Viçosa, estão apresentadas nos Quadros 15 a 19, respectivamente. As probabilidades de ocorrência de qualquer chuva (> 1 mm) no 1<sup>o</sup> decêndio de outubro variaram de 77% em Araçuaí a 96% em Uberaba e Lavras. Todavia, as probabilidades de ocorrência de chuva acima de 20 , que podem servir de indicação para o início de plantio, são elevadas apenas a partir do 3<sup>o</sup> decêndio de outubro, tendo variado de 62% em Araçuaí a 81% em

Quadro 15 – Estimativa de probabilidade de chuva decendial em Araçuaí, que excede os valores abaixo mencionados

Araçuaí								
Decêndio	1 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm
1-Jan.	81	73	64	55	47	40	17	7
2-Jan.	83	73	64	55	47	40	18	8
3-Jan.	87	71	60	51	43	37	17	8
1-Fev.	94	68	54	44	36	30	12	5
2-Fev.	93	62	46	34	26	20	6	2
3-Fev.	93	63	44	30	21	15	2	0
1-Mar.	87	57	38	25	17	12	2	0
2-Mar.	90	66	50	39	31	24	7	2
3-Mar.	85	60	46	36	28	22	7	3
1-Abr.	83	58	44	34	26	21	6	2
2-Abr.	73	45	29	19	13	8	1	0
3-Abr.	67	32	17	9	5	3	0	0
1-Maio	65	27	13	6	3	2	0	0
2-Maio	69	11	2	0	0	0	0	0
3-Maio	58	9	2	0	0	0	0	0
1-Jun.	42	0	0	0	0	0	0	0
2-Jun.	27	0	0	0	0	0	0	0
3-Jun.	42	0	0	0	0	0	0	0
1-Jul.	54	1	0	0	0	0	0	0
2-Jul.	58	5	0	0	0	0	0	0
3-Jul.	44	0	0	0	0	0	0	0
1-Ago.	44	0	0	0	0	0	0	0
2-Ago.	42	0	0	0	0	0	0	0
3-Ago.	44	12	4	2	1	0	0	0
1-Set.	38	14	7	3	2	1	0	0
2-Set.	44	24	13	8	4	2	0	0
3-Set.	62	39	24	14	9	5	0	0
1-Out.	77	61	46	34	25	18	4	1
2-Out.	85	73	58	45	35	26	6	1
3-Out.	83	75	62	49	38	29	7	1
1-Nov.	90	82	70	58	47	38	12	3
2-Nov.	94	87	76	65	54	45	15	5
3-Nov.	94	86	76	66	56	48	20	8
1-Dez.	92	80	67	56	46	37	13	4
2-Dez.	88	73	61	51	42	35	14	6
3-Dez.	85	74	62	52	43	36	13	5

Quadro 16 – Estimativa de probabilidade de chuva decendial em Lavras, que excede os valores abaixo mencionados

Lavras								
Decêndio	1 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm
1-Jan.	100	99	96	92	86	79	43	20
2-Jan.	100	98	92	85	77	68	33	14
3-Jan.	100	94	86	77	69	61	32	16
1-Fev.	98	90	79	69	59	51	22	10
2-Fev.	98	88	76	64	54	44	17	6
3-Fev.	96	86	73	62	51	42	16	5
1-Mar.	96	85	73	62	52	43	16	6
2-Mar.	94	87	76	65	55	46	17	6
3-Mar.	93	84	73	62	51	42	15	5
1-Abr.	91	80	65	52	41	31	8	2
2-Abr.	83	62	44	31	22	15	2	0
3-Abr.	81	48	29	17	10	6	0	0
1-Maio	70	34	18	10	6	3	0	0
2-Maio	74	38	24	15	10	7	1	0
3-Maio	69	35	23	15	10	7	1	0
1-Jun.	63	34	24	17	12	9	2	1
2-Jun.	52	30	20	13	9	6	1	0
3-Jun.	44	26	17	11	7	5	1	0
1-Jul.	46	27	18	12	8	5	1	0
2-Jul.	50	25	15	9	5	3	0	0
3-Jul.	50	23	13	7	4	2	0	0
1-Ago.	54	24	13	7	4	2	0	0
2-Ago.	56	25	15	9	6	4	0	0
3-Ago.	65	39	26	18	12	9	1	0
1-Set.	69	42	30	22	16	12	3	1
2-Set.	78	60	46	34	26	19	4	1
3-Set.	85	66	51	39	30	23	6	1
1-Out.	96	84	69	55	44	34	9	2
2-Out.	98	84	68	54	42	33	9	2
3-Out.	98	88	75	63	52	42	14	4
1-Nov.	96	91	81	70	59	49	17	5
2-Nov.	96	94	88	79	70	61	25	9
3-Nov.	98	96	91	84	76	67	31	12
1-Dez.	100	99	94	87	78	69	31	12
2-Dez.	100	99	96	91	85	78	43	20
3-Dez.	100	100	97	93	86	78	38	14

Quadro 17 – Estimativa de probabilidade de chuva decendial em Patos de Minas, que excede os valores abaixo mencionados

Patos de Minas								
Decêndio	1 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm
1-Jan.	100	97	92	85	78	71	41	22
2-Jan.	99	94	86	79	72	65	37	20
3-Jan.	99	93	85	78	70	63	35	19
1-Fev.	97	92	85	76	68	60	30	14
2-Fev.	96	89	79	69	59	50	20	8
3-Fev.	92	88	79	69	59	50	18	6
1-Mar.	92	85	75	64	53	44	15	5
2-Mar.	92	84	73	62	52	43	16	5
3-Mar.	95	77	63	52	42	35	13	5
1-Abr.	91	69	53	41	32	25	7	2
2-Abr.	85	60	42	30	21	15	3	0
3-Abr.	79	45	28	17	10	6	1	0
1-Maio	68	33	17	9	5	3	0	0
2-Maio	61	28	15	8	5	3	0	0
3-Maio	48	20	10	5	3	2	0	0
1-Jun.	40	17	9	5	3	2	0	0
2-Jun.	32	12	5	3	1	1	0	0
3-Jun.	25	12	6	3	1	1	0	0
1-Jul.	32	15	7	3	2	1	0	0
2-Jul.	36	15	6	2	1	0	0	0
3-Jul.	36	14	7	3	2	1	0	0
1-Ago..	28	11	6	3	2	1	0	0
2-Ago	28	12	7	4	3	2	0	0
3-Ago.	44	21	12	7	4	2	0	0
1-Set.	52	30	18	11	7	4	0	0
2-Set.	65	41	28	19	14	10	2	0
3-Set.	73	51	37	27	19	14	3	1
1-Out.	89	73	59	47	38	31	10	3
2-Out.	93	85	73	62	51	42	14	4
3-Out.	96	91	81	70	60	50	18	6
1-Nov.	97	92	83	72	62	52	20	7
2-Nov.	97	92	82	73	63	54	23	9
3-Nov.	97	93	86	78	69	61	30	13
1-Dez.	97	94	88	80	72	64	32	15
2-Dez.	99	97	92	86	79	72	40	21
3-Dez.	100	97	92	85	78	71	39	19

Quadro 18 – Estimativa de probabilidade de chuva decendial em Uberaba, que excede os valores abaixo mencionados

Uberaba								
Decêndio	1 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm
1-Jan.	100	100	100	100	99	96	43	7
2-Jan.	100	100	98	93	86	78	34	11
3-Jan.	100	95	87	78	70	62	32	16
1-Fev.	100	94	85	76	67	59	29	13
2-Fev.	100	91	79	68	57	48	19	7
3-Fev.	100	91	78	67	56	46	17	6
1-Mar.	100	90	78	66	56	47	18	7
2-Mar.	100	97	88	78	67	57	21	7
3-Mar.	100	95	85	74	64	54	20	7
1-Abr.	98	91	79	67	55	45	14	4
2-Abr.	91	69	55	44	35	28	10	3
3-Abr.	82	55	41	30	23	17	5	1
1-Maio	67	45	30	20	13	9	1	0
2-Maio	64	45	32	22	15	11	2	0
3-Maio	60	40	27	18	12	8	1	0
1-Jun.	57	31	22	16	12	9	2	1
2-Jun.	47	22	14	9	6	4	1	0
3-Jun.	38	18	11	7	5	3	1	0
1-Jul.	36	28	17	8	4	2	0	0
2-Jul.	36	26	14	6	2	1	0	0
3-Jul.	36	23	9	3	1	0	0	0
1-Ago.	40	15	7	4	2	1	0	0
2-Ago.	38	15	7	4	2	1	0	0
3-Ago.	51	33	19	10	6	3	0	0
1-Set.	58	44	30	20	13	8	1	0
2-Set.	76	63	48	36	26	18	3	0
3-Set.	84	70	55	43	33	25	6	1
1-Out.	96	84	70	58	48	39	13	4
2-Out.	100	90	77	64	53	44	15	5
3-Out.	100	90	77	66	55	46	18	7
1-Nov.	98	90	79	67	57	47	18	6
2-Nov.	98	94	86	77	68	59	25	10
3-Nov.	98	96	92	86	78	70	34	14
1-Dez.	100	99	95	89	82	75	39	17
2-Dez.	100	100	100	100	99	96	53	14
3-Dez.	100	100	100	100	99	97	49	9

Quadro 19 – Estimativa de probabilidade de chuva decendial em Viçosa, que excede os valores abaixo mencionados

Viçosa								
Decêndio	1 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm
1-Jan.	98	92	83	74	66	58	29	13
2-Jan.	96	85	75	65	57	50	25	12
3-Jan.	96	79	66	56	47	40	17	8
1-Fev.	97	76	62	51	42	35	14	6
2-Fev.	97	70	55	44	36	29	11	4
3-Fev.	98	77	62	50	41	33	12	4
1-Mar.	97	76	61	49	39	32	11	4
2-Mar.	96	79	64	52	42	34	11	4
3-Mar.	94	75	58	44	33	25	6	1
1-Abr.	92	70	51	37	26	19	3	1
2-Abr.	91	56	35	22	14	8	1	0
3-Abr.	89	44	25	15	9	6	1	0
1-Maio	91	38	20	11	6	4	0	0
2-Maio	90	38	21	12	7	4	0	0
3-Maio	90	33	16	8	5	2	0	0
1-Jun.	78	26	13	7	4	2	0	0
2-Jun.	74	21	9	4	2	1	0	0
3-Jun.	67	21	11	6	3	2	0	0
1-Jul.	65	21	10	5	3	2	0	0
2-Jul.	63	20	10	5	3	1	0	0
3-Jul.	62	18	9	4	2	1	0	0
1-Ago.	67	19	9	4	2	1	0	0
2-Ago.	64	20	10	6	3	2	0	0
3-Ago.	66	32	19	11	7	5	0	0
1-Set.	66	38	24	16	11	7	1	0
2-Set.	77	50	34	23	16	11	2	0
3-Set.	84	57	40	28	19	14	2	0
1-Out.	94	69	52	39	29	22	5	1
2-Out.	95	76	59	46	36	28	8	2
3-Out.	99	87	72	58	46	37	10	3
1-Nov.	99	90	78	66	55	46	16	5
2-Nov.	100	95	87	76	66	56	22	8
3-Nov.	99	95	88	78	69	59	25	9
1-Dez.	99	98	95	89	81	71	27	8
2-Dez.	99	98	96	90	83	74	31	10
3-Dez.	99	98	95	90	82	74	35	13

Patos de Minas. As outras quatro localidades apresentaram probabilidades acima de 70%. Este resultado mostra que há diferença na data de plantio do arroz de sequeiro entre essas localidades.

A partir do 3º decêndio de outubro, constatou-se aumento na quantidade de chuva em todas as localidades, conforme era esperado, podendo ser ilustrado pelo aumento das probabilidades de chuva superiores a 30, 40 e 50 mm no decêndio. As maiores probabilidades de ocorrência de chuva acima de 50 mm ocorrem no 3º decêndio de dezembro e 1º decêndio de janeiro, tendo variado de 40% em Araçuaí a 97% em Uberaba.

As maiores probabilidades de ocorrência de chuvas acima de 100 mm, na maioria dessas localidades, concentram-se entre o 2º decêndio de dezembro e o 1º decêndio de janeiro, enquanto em Araçuaí ocorreu no 3º decêndio de novembro. Essas probabilidades do total de chuva decendial, nas localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa, foram de 20, 43, 41, 53 e 35%, respectivamente. As maiores probabilidades de ocorrência de chuvas no decêndio, superiores a 150 mm, variaram de 8% em Araçuaí a 22% em Patos de Minas.

As estimativas das datas de plantio, floração e colheita dos cultivares Guarani, Douradão, Rio Doce, Canastra, Confiança, Rio Paranaíba e Caiapó, associadas às probabilidades de total de chuva nos correspondentes decêndios desses eventos fenológicos, estão apresentadas nos Quadros 20 a 26.

Diferenças nas datas de plantio, floração e colheita de um mesmo cultivar entre localidades são evidentes; pequena variação nas datas de ocorrência desses eventos foi constatada entre os cultivares Guarani, Douradão e Rio Doce (cultivares precoces) e entre os cultivares Canastra, Confiança, Rio Paranaíba e Caiapó (cultivares de ciclo médio).

Na recomendação de datas de plantio para um determinado cultivar de arroz de sequeiro em uma localidade, devem-se levar em consideração não apenas a quantidade e a frequência de chuva adequada para a germinação e emergência, mas também a distribuição de chuva em períodos críticos, como a floração. Os Quadros de 20 a 26 mostram que, à medida que a data de plantio é



atrasada em relação à data de 26/10, maiores são as probabilidades de ocorrência de chuvas correspondente ao decêndio de plantio. Todavia, um atraso prolongado no plantio faz com que a data de ocorrência da floração aconteça, por exemplo, em fins de fevereiro, quando as probabilidades de chuva no decêndio já são decrescentes e podem não atender às necessidades hídricas da cultura nessa fase. Portanto, a recomendação genérica que pode ser adotada para o plantio do arroz de sequeiro em Minas Gerais é quando ocorrer 20 mm de chuva, distribuído em um ou dois dias, a partir do dia 26 de outubro. Essa condição atende a razoáveis probabilidades de chuva no decêndio correspondente à floração e acentuado decréscimo das probabilidades de chuva durante a colheita, que é desejável.

Quadro 20 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Douradão, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decendial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial >20mm (%)	Data da floração (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na colheita >50mm (%)
Araçuaí	300(26/10)	62	8(8/01)	40	40(9/02)	30
	310(5/11)	70	18(18/01)	40	50(19/02)	20
	320(15/11)	76	27(27/01)	37	59(28/02)	15
	330(25/11)	76	37(6/02)	30	69(9/03)	12
	340(5/12)	67	46(15/02)	20	78(18/03)	24
	350(15/12)	61	55(24/02)	15	87(27/03)	22
Lavras	300(26/10)	75	30(30/01)	61	62(2/03)	43
	310(5/11)	81	39(8/02)	51	71(11/03)	46
	320(15/11)	88	48(17/02)	44	80(20/03)	46
	330(25/11)	91	57(26/02)	42	89(29/03)	42
	340(5/12)	94	67(7/03)	43	99(8/04)	31
	350(15/12)	96	77(17/03)	46	109(18/04)	15
Patos de Minas	300(26/10)	81	26(26/01)	63	58(27/02)	50
	310(5/11)	83	35(4/02)	60	67(7/03)	44
	320(15/11)	82	45(14/02)	50	77(17/03)	43
	330(25/11)	86	54(23/02)	50	86(26/03)	35
	340(5/12)	88	61(1/03)	44	93(2/04)	25
	350(15/12)	92	72(12/03)	43	104(13/04)	15
Uberaba	301(27/10)	77	17(17/01)	78	49(18/02)	48
	310(5/11)	79	27(27/01)	62	59(28/02)	46
	320(15/11)	86	37(6/02)	59	69(9/03)	47
	330(25/11)	92	47(16/02)	48	79(19/03)	57
	340(5/12)	95	57(26/02)	46	89(29/03)	54
	350(15/12)	100	66(6/03)	47	98(7/04)	45
Viçosa	300(26/10)	72	29(29/01)	40	61(1/03)	32
	310(5/11)	78	38(7/02)	35	70(10/03)	32
	320(15/11)	87	46(15/02)	29	78(18/03)	34
	330(25/11)	88	55(24/02)	33	87(27/03)	25
	340(5/12)	95	64(4/03)	32	96(5/04)	19
	350(15/12)	96	73(13/03)	34	105(14/04)	8

Quadro 21 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Guarani, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decendial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial >20mm(%)	Data da floração (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na colheita >50mm (%)
Araçuaí	300(26/10)	62	6(6/01)	40	38(7/02)	30
	310(5/11)	70	16(16/01)	40	48(17/02)	20
	320(15/11)	76	26(26/01)	37	58(27/02)	15
	330(25/11)	76	35(4/02)	30	67(7/03)	12
	340(5/12)	67	44(13/02)	20	76(16/03)	24
	350(15/12)	61	54(23/02)	15	86(26/03)	22
Lavras	300(26/10)	75	28(28/01)	61	60(29/02)	42
	310(5/11)	81	37(6/02)	51	69(9/03)	43
	320(15/11)	88	46(15/02)	44	78(18/03)	46
	330(25/11)	91	55(24/02)	42	87(27/03)	42
	340(5/12)	94	65(5/03)	43	97(6/04)	31
	350(15/12)	96	75(15/03)	46	107(16/04)	15
Patos de Minas	300(26/10)	81	24(24/01)	63	56(25/02)	50
	310(5/11)	83	34(3/02)	60	64(4/03)	44
	320(15/11)	82	43(12/02)	50	75(15/03)	43
	330(25/11)	86	52(21/02)	50	84(24/03)	35
	340(5/12)	88	61(1/03)	44	93(2/04)	25
	350(15/12)	92	71(11/03)	43	103(12/04)	15
Uberaba	301(27/10)	77	16(16/01)	78	48(17/02)	48
	310(5/11)	79	26(26/01)	62	58(27/02)	46
	320(15/11)	86	35(4/02)	59	67(7/03)	47
	330(25/11)	92	45(14/02)	48	77(17/03)	57
	340(5/12)	95	55(24/02)	46	87(27/03)	54
	350(15/12)	100	64(4/03)	47	96(5/04)	45
Viçosa	300(26/10)	72	27(27/01)	40	59(28/02)	33
	310(5/11)	78	36(5/02)	35	68(8/03)	32
	320(15/11)	87	44(13/02)	29	76(16/03)	34
	330(25/11)	88	53(22/02)	33	85(25/03)	25
	340(5/12)	95	62(2/03)	32	94(3/04)	19
	350(15/12)	96	71(11/03)	34	103(12/04)	8

Quadro 22 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Rio Doce, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decendial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial >20mm(%)	Data da floração (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/data)	Probabilidade de chuva decendial na colheita >50mm (%)
Araçuaí	300(26/10)	62	8(8/01)	40	40(9/02)	30
	310(5/11)	70	18(18/01)	40	50(19/02)	20
	320(15/11)	76	27(27/01)	37	59(28/02)	15
	330(25/11)	76	37(6/02)	30	69(9/03)	12
	340(5/12)	67	46(15/02)	20	78(18/03)	24
	350(15/12)	61	55(24/02)	15	87(27/03)	22
Lavras	300(26/10)	75	31(31/01)	61	63(3/03)	43
	310(5/11)	81	39(8/02)	51	71(11/03)	46
	320(15/11)	88	48(17/02)	44	80(20/03)	46
	330(25/11)	91	58(27/02)	42	90(30/03)	42
	340(5/12)	94	67(7/03)	43	99(8/04)	31
	350(15/12)	96	77(17/03)	46	109(18/04)	15
Patos de Minas	300(26/10)	81	26(26/01)	63	58(27/02)	50
	310(5/11)	83	36(5/02)	60	68(8/03)	44
	320(15/11)	82	45(14/02)	50	77(17/03)	43
	330(25/11)	86	54(23/02)	50	86(26/03)	35
	340(5/12)	88	63(3/03)	44	95(4/04)	25
	350(15/12)	92	73(13/03)	43	105(14/04)	15
Uberaba	301(27/10)	77	18(18/01)	78	50(19/02)	48
	310(5/11)	79	28(28/01)	59	60(29/02)	46
	320(15/11)	86	37(6/02)	62	69(9/03)	47
	330(25/11)	92	47(16/02)	48	79(19/03)	57
	340(5/12)	95	56(25/02)	46	88(28/03)	54
	350(15/12)	100	66(6/03)	47	98(7/04)	45
Viçosa	300(26/10)	72	30(30/01)	40	62(2/03)	32
	310(5/11)	78	38(7/02)	35	70(10/03)	32
	320(15/11)	87	46(15/02)	29	78(18/03)	34
	330(25/11)	88	55(24/02)	33	87(27/03)	25
	340(5/12)	95	64(4/03)	32	96(5/04)	19
	350(15/12)	96	73(13/03)	34	105(14/04)	8

Quadro 23 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Confiança, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decendial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial >20mm (%)	Data da floração (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na colheita >50mm (%)
Araçuaí	300 (26/10)	62	25 (25/01)	37	57 (26/02)	15
	310 (5/11)	70	35 (4/02)	30	67 (7/03)	12
	320 (15/11)	76	44 (13/02)	20	76 (16/03)	24
	330 (25/11)	76	53 (22/02)	15	85 (25/03)	22
	340 (5/12)	67	62 (2/03)	12	94 (3/04)	21
	350 (15/12)	61	72 (12/03)	24	104 (13/04)	8
Lavras	300 (26/10)	75	52 (21/02)	42	84 (24/03)	42
	310 (5/11)	81	61 (1/03)	43	93 (2/04)	31
	320 (15/11)	88	71 (11/03)	46	103 (12/04)	15
	330 (25/11)	91	81 (21/03)	42	113 (22/04)	6
	340 (5/12)	94	91 (31/03)	42	123 (2/05)	3
	350 (15/12)	96	102 (11/04)	15	134 (13/05)	7
Patos de Minas	300 (26/10)	81	47 (16/02)	50	79 (19/03)	43
	310 (5/11)	83	56 (25/02)	50	88 (28/03)	35
	320 (15/11)	82	65 (5/03)	44	97 (6/04)	25
	330 (25/11)	86	75 (15/03)	43	107 (16/04)	15
	340 (5/12)	88	84 (24/03)	35	116 (25/04)	6
	350 (15/12)	92	93 (2/04)	25	125 (4/05)	3
Uberaba	301 (27/10)	77	37 (6/02)	59	69 (9/03)	47
	310 (5/11)	79	47 (16/02)	48	79 (19/03)	57
	320 (15/11)	86	57 (26/02)	46	89 (29/03)	54
	330 (25/11)	92	66 (6/03)	47	98 (7/04)	45
	340 (5/12)	95	76 (16/03)	57	108 (17/04)	28
	350 (15/12)	100	86 (26/03)	54	118 (27/04)	17
Viçosa	300 (26/10)	72	50 (19/02)	29	82 (22/03)	25
	310 (5/11)	78	58 (27/02)	33	90 (30/03)	25
	320 (15/11)	87	67 (7/03)	32	99 (8/04)	19
	330 (25/11)	88	76 (16/03)	34	108 (17/04)	8
	340 (5/12)	95	86 (26/03)	25	118 (27/04)	6
	350 (15/12)	96	96 (5/04)	19	128 (7/05)	4

Quadro 24 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Caiapó, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decencial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decencial >20mm (%)	Data da floração (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decencial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decencial na colheita >50mm (%)
Araçuaí	300 (26/10)	62	22 (22/01)	37	54 (23/02)	15
	310 (5/11)	70	32 (1/02)	30	64 (4/03)	12
	320 (15/11)	76	42 (11/02)	20	74 (14/03)	24
	330 (25/11)	76	51 (20/02)	20	83 (23/03)	22
	340 (5/12)	67	60 (29/02)	15	92 (1/04)	21
	350 (15/12)	61	69 (9/03)	12	101 (10/04)	21
Lavras	300 (26/10)	75	49 (18/02)	44	81 (21/03)	42
	310 (5/11)	81	58 (27/02)	42	90 (30/03)	42
	320 (15/11)	88	67 (7/03)	43	99 (8/04)	31
	330 (25/11)	91	77 (17/03)	46	109 (18/04)	15
	340 (5/12)	94	87 (27/03)	42	119 (28/04)	6
	350 (15/12)	96	98 (7/04)	31	130 (9/05)	3
Patos de Minas	300 (26/10)	81	44 (13/02)	50	76 (16/03)	43
	310 (5/11)	83	53 (22/02)	50	85 (25/03)	35
	320 (15/11)	82	62 (2/03)	44	94 (3/04)	25
	330 (25/11)	86	72 (12/03)	43	104 (13/04)	15
	340 (5/12)	88	81 (21/03)	35	113 (22/04)	6
	350 (15/12)	92	90 (30/03)	35	122 (1/05)	3
Uberaba	301 (27/10)	77	34 (3/02)	59	66 (6/03)	47
	310 (5/11)	79	45 (14/02)	48	77 (17/03)	57
	320 (15/11)	86	54 (23/02)	46	86 (26/03)	54
	330 (25/11)	92	63 (2/03)	47	94 (3/04)	45
	340 (5/12)	95	73 (13/03)	57	105 (14/04)	28
	350 (15/12)	100	83 (23/03)	54	115 (24/04)	17
Viçosa	300 (26/10)	72	47 (16/02)	29	79 (19/03)	34
	310 (5/11)	78	55 (24/02)	33	87 (27/03)	25
	320 (15/11)	87	64 (4/03)	32	96 (5/04)	19
	330 (25/11)	88	73 (13/03)	34	105 (14/04)	8
	340 (5/12)	95	83 (23/03)	25	115 (24/04)	6
	350 (15/12)	96	92 (1/04)	19	127 (6/05)	4

Quadro 25 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Canastra, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decendial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial >20mm (%)	Data da floração (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na colheita >50mm (%)
Araçuai	300 (26/10)	62	19 (19/01)	40	51 (20/02)	20
	310 (5/11)	70	28 (28/01)	37	60 (29/02)	20
	320 (15/11)	76	38 (7/02)	30	70 (10/03)	12
	330 (25/11)	76	47 (16/02)	20	79 (19/03)	24
	340 (5/12)	67	56 (25/02)	15	88 (28/03)	22
	350 (15/12)	61	65 (5/03)	12	97 (6/04)	21
Lavras	300 (26/10)	75	44 (13/02)	44	76 (16/03)	46
	310 (5/11)	81	53 (22/02)	42	85 (25/03)	42
	320 (15/11)	88	62 (2/03)	43	94 (3/04)	31
	330 (25/11)	91	71 (11/03)	46	103 (12/04)	15
	340 (5/12)	94	81 (21/03)	42	113 (22/04)	6
	350 (15/12)	96	92 (1/04)	41	124 (3/05)	3
Patos de Minas	300 (26/10)	81	39 (8/02)	60	71 (11/03)	43
	310 (5/11)	83	48 (17/02)	50	80 (20/03)	43
	320 (15/11)	82	57 (26/02)	50	89 (29/03)	35
	330 (25/11)	86	67 (7/03)	44	99 (8/04)	25
	340 (5/12)	88	76 (16/03)	43	108 (17/04)	15
	350 (15/12)	92	85 (25/03)	35	117 (26/04)	6
Uberaba	301 (27/10)	77	30 (30/01)	62	62 (2/03)	47
	310 (5/11)	79	39 (8/02)	59	71 (11/03)	57
	320 (15/11)	86	49 (18/02)	48	81 (21/03)	54
	330 (25/11)	92	59 (28/02)	46	91 (31/03)	54
	340 (5/12)	95	68 (8/03)	47	100 (9/04)	45
	350 (15/12)	100	78 (18/03)	57	110 (19/04)	28
Viçosa	300 (26/10)	72	42 (11/02)	29	74 (14/03)	34
	310 (5/11)	78	50 (19/02)	29	82 (22/03)	25
	320 (15/11)	87	59 (28/02)	33	91 (31/03)	25
	330 (25/11)	88	68 (8/03)	32	100 (9/04)	19
	340 (5/12)	95	77 (17/03)	34	109 (18/04)	8
	350 (15/12)	96	87 (27/03)	25	119 (28/04)	6

Quadro 26 – Estimativa das datas de ocorrência da floração e da maturação fisiológica para o cultivar Rio Paranaíba, a partir da data de plantio, com as correspondentes probabilidades de total de chuva decendial

Localidade	Data de plantio (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial >20mm (%)	Data da floração (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na floração >50mm (%)	Data da colheita (dia juliano/ data)	Probabilidade de chuva decendial na colheita >50mm (%)
Araçuaí	300 (26/10)	62	26 (26/01)	37	58 (27/02)	15
	310 (5/11)	70	35 (4/02)	30	67 (7/03)	12
	320 (15/11)	76	44 (13/02)	20	76 (16/03)	24
	330 (25/11)	76	54 (23/02)	20	86 (26/03)	22
	340 (5/12)	67	63 (3/03)	12	95 (4/04)	21
	350 (15/12)	61	72 (12/03)	24	104 (13/04)	8
Lavras	300 (26/10)	75	53 (22/02)	42	85 (25/03)	42
	310 (5/11)	81	62 (2/03)	43	94 (3/04)	31
	320 (15/11)	88	72 (12/03)	46	104 (13/04)	15
	330 (25/11)	91	81 (21/03)	42	113 (22/04)	6
	340 (5/12)	94	91 (31/03)	42	123 (2/05)	3
	350 (15/12)	96	103 (12/04)	15	135 (14/05)	7
Patos de Minas	300 (26/10)	81	47 (16/02)	50	79 (19/03)	43
	310 (5/11)	83	57 (26/02)	50	89 (29/03)	35
	320 (15/11)	82	66 (6/03)	44	98 (7/04)	25
	330 (25/11)	86	75 (15/03)	43	107 (16/04)	15
	340 (5/12)	88	85 (25/03)	35	117 (26/04)	6
	350 (15/12)	92	94 (3/04)	25	126 (5/05)	3
Uberaba	301 (27/10)	77	38 (7/02)	59	70 (10/03)	47
	310 (5/11)	79	48 (17/02)	48	80 (20/03)	57
	320 (15/11)	86	57 (26/02)	46	89 (29/03)	54
	330 (25/11)	92	67 (7/03)	47	99 (8/04)	45
	340 (5/12)	95	76 (16/03)	57	108 (17/04)	28
	350 (15/12)	100	86 (26/03)	54	118 (27/04)	17
Viçosa	300 (26/10)	72	50 (19/02)	29	82 (22/03)	25
	310 (5/11)	78	59 (28/02)	33	91 (31/03)	25
	320 (15/11)	87	68 (8/03)	32	100 (9/04)	19
	330 (25/11)	88	77 (17/03)	34	109 (18/04)	8
	340 (5/12)	95	86 (26/03)	25	118 (27/04)	6
	350 (15/12)	96	97 (6/04)	19	129 (8/05)	4



## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A determinação de datas de plantio e de ocorrência da floração e da colheita de cultivares de arroz de sequeiro, associada às probabilidades de chuva nos decêndios correspondentes a esses eventos fenológicos, permite que se avaliem diferentes localidades em relação às condições climáticas que podem ter grande influência na produtividade da cultura.

O objetivo geral deste trabalho consistiu em realizar uma caracterização agroclimática do arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais, enfatizando o atendimento das necessidades térmicas e hídricas de cultivares de arroz de sequeiro durante a estação de crescimento. Dados de datas de plantio e de ocorrência da floração e colheita dos cultivares de arroz de sequeiro Guarani, Douradão, Rio Doce, Canastra, Caiapó, Confiança e Rio Paranaíba foram obtidos pela EPAMIG em várias localidades produtoras do Estado de Minas Gerais, durante o período de 1984 a 1996. Dados diários de temperatura máxima e temperatura mínima do ar correspondentes ao período experimental de 1984 a 1996 foram utilizados na determinação dos graus-dias acumulados do plantio à floração. Os totais de graus-dias acumulados do plantio à floração, para um determinado cultivar, considerando diferentes datas de plantio, vários anos agrícolas e diferentes localidades, foram, em média, de 1.421, 1.351, 1.462, 1.175, 1.151, 1.179 e 1.471 para os cultivares Caiapó, Canastra, Confiança, Douradão, Guarani, Rio Doce e Rio Paranaíba, respectivamente. Todavia, uma

comparação entre a variabilidade no total dos graus-dias acumulados do plantio à floração e a variabilidade obtida pelo número de dias do calendário referente ao mesmo período não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os métodos de graus-dias e o convencional, expresso pelos dias do calendário.

Séries históricas de dados de precipitação pluvial diária das localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa foram utilizadas na caracterização da estação de crescimento, em termos de início, fim e duração, além de duração média dos maiores veranicos em cada mês da estação de crescimento e estimativa de as probabilidades dos totais decendiais de chuva excederem valores especificados. A utilização de três critérios para indicar a data de plantio mostrou que a data mais antecipada para o plantio de arroz de sequeiro em Minas Gerais é 26 de outubro.

A data de início da estação de crescimento apresentou maior variabilidade do que a data de fim da estação de crescimento. As medianas das datas de plantio referentes à condição de ocorrência de 20 mm em um ou dois dias, a partir do dia 300 (26 de outubro), nas localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa, foram de 311 (6/11), 306 (01/11), 302 (28/10), 303 (29/10) e 302 (28/10), respectivamente. As medianas das datas de fim da estação de crescimento das localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa foram de 93 (2/04), 102 (11/04), 99 (8/04), 113 (22/04) e 94 (3/04), respectivamente. As medianas da duração da estação de crescimento nas localidades de Araçuaí, Lavras, Patos de Minas, Uberaba e Viçosa foram, respectivamente, de 147, 166, 163, 176 e 159 dias. A duração máxima de veranicos durante os meses da estação de crescimento decresce a partir de outubro e atinge um mínimo no mês de dezembro, aumentando a partir de então até o fim da estação de crescimento. As estimativas de probabilidade de chuva durante a floração e colheita, em resposta a diferentes épocas de plantio, permitiram concluir que os plantios de arroz de sequeiro realizados quando a condição de 20 mm de chuva ocorre em um ou dois dias, a partir de 26 de outubro, propiciarão condições mais favoráveis de distribuição de chuva durante o período vegetativo, na floração, e redução de chuva durante a colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPIAZÚ, C., SHAW, R. M. H. Comparison of several methods of growing degree unit calculations for corn (*Zea mays* L.) Iowa State, **J. Sci.**, v.46, p.435-442. 1972.
- BRADY, N. C. Foreword in the proceedings of a symposium on the agrometeorology of the rice crop. In: SYMPOSIUM ON THE AGROMETEOROLOGY OF THE RICE CROP, 7, Filipines. **Proceedings...** Filipines. WMO/IRRI, 1980. 254p.
- EMATER mostra queda na safra de grãos de verão. **Folha da Mata**. Viçosa, MG, 13 mar. 1999. p.4.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Levantamento Sistemático da Prod. Agrícola, **Relatório 1991**. Belo Horizonte:1991. p.15-16.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto arroz, **relatório 78/80**. Belo Horizonte, 1980. 280p.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS – 13 mar. 1999. FAEMG. <http://www.faemg.org.br/> **Estatísticas Agropecuárias**.
- FAGERIA, N. K. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.15, n.3, p. 259-265, 1980.
- FORNASIERI FILHO, D., FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1993. 221p.
- GRIST, D. M. **Rice**. London: Longmans, 1975. 601p.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.  
Sistema IBGE de recuperação automática. **SIDRA 97**. 13 mar. 1999.  
<http://www.ibge.org.br/>
- LEONARD, W. M., MARTIN, J. H. **Cereal crops**. New York: Macmillan, 1963.  
824p.
- KASSAM, A. N., KOWAL, J. M., SARRAF, S. **Report on the agroecological zones project**. 40, Rome, Italy, 1978. v.1 (World Soil Resources Report, 40).
- McMASTER, G. S., WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agriculture and Forest Meteorology**. v.87, n.4, p.291-300, 1997.
- MOTA, F. S. Meteorological aspects of rice production in Central and South America current and future. In: SYMPOSIUM ON THE AGROMETEOROLOGY OF THE RICE CROP, 7, Filipines. **Proceedings...** Filipines. WMO/IRRI, 1980. p. 9-17.
- OLIVEIRA, A. D., COSTA, J. M. N., LEITE, R. A., SOARES, P. C., SOARES, A. A. Caracterização do período plantio-floração de 7 cultivares de arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, 1998, Brasília, DF. **Anais...** Brasília:SBMET, 1998. (CD-ROM).
- PEREIRA, A. R., VILA NOVA, N. A., SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba:FEALQ, 1997. 183p.
- ROBERTSON, G. W. Development of simplified agroclimatic procedures for assessing temperature effects on crop development. Plant response to climatic factors. In: UPPSALA SYMPOSIUM/RESPONSE DES PLANTES AUX FACTEURS CLIMATIQUES, 1973, Paris, **Proceedings...** Paris: UNESCO, 1973. p. 327-43.
- SOUZA, A. **Avaliação agroclimática para o manejo da cultura do arroz, para as microrregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 91p.
- SOUZA, A., OLIVEIRA, C.R., LAURETTO, M. Análise de um calendário de cultivo do arroz irrigado em Dourados - MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa, 1991. **Anais...**, Viçosa, s.ed., 1991, p.46.
- SOARES, P. C., SOARES, A. A., PAIVA, B. M., AGUIAR, D. R. D., PARIZZI, F., SOUZA, M. A. e MESONES, W. G. L. P. **Cenário futuro do Negócio Agrícola de Minas Gerais**. Belo Horizonte:EPAMIG, 1995. v.14.
- SPSS for Windows, versão 8.0, Chicago, II. 1997.

- STERN, R. D., DENNET, M. D., DALE, I. C. Methods of analysing daily rainfall measurements to give usefull agronomically results. I. Direct methods. **Experimental Agriculture**, London, v. 18, p.223-236, 1982a.
- STERN, R. D., COE, R. The use of rainfall models in agricultural planning. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 26,n.1, p.35-50, 1982.
- VIEIRA, V. C. B., LUNARDI, D. M. C. Graus-dia na cultura do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ,1997. p. 47-49.