

Capítulo 2

CLIMATOLOGIA E ESPAÇO GEOGRÁFICO

*Silvando Carlos da Silva, Alberto Baêta dos Santos e
Neiva Maria Pio de Santana*

RESUMO

Viabilizar soluções tecnológicas para um agronegócio compreende reduzir os riscos climáticos na produção agrícola, tornando-o mais competitivo. Estudos sobre climatologia são importantes para avaliar o potencial produtivo do cultivo principal e da soca das cultivares de arroz irrigado. A cultura do arroz é submetida a condições climáticas bastante distintas, pois é realizada, no Brasil, em todos os Estados, em latitudes que variam desde 5° Norte até 33° Sul. Com isso, é uma das culturas mais influenciadas pela condições climáticas. Os elementos climáticos que mais influenciam a produtividade de grãos da cultura do arroz são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação pluvial e o fotoperíodo. As exigências climáticas da planta variam conforme a sua fase de desenvolvimento. Os efeitos da temperatura do ar no crescimento das plantas e nas funções metabólicas são diversificados e complexos, afetando diferentemente as características da planta de arroz em função dos estádios de desenvolvimento. A radiação solar no estágio reprodutivo tem maior efeito sobre a produtividade de grãos que nos estádios vegetativo e de maturação. O conhecimento das características climáticas de uma região possibilita definir estratégias de manejos que minimizem os efeitos de eventos climáticos extremos sobre a produtividade de grãos da soca de arroz, como também de sua influência na incidência de pragas e doenças. O crescimento da soca varia conforme o ambiente interno e externo dos colmos, pois, além da temperatura do ar, depende da fertilidade do solo e das reservas do colmo. Neste capítulo objetivou-se caracterizar as influências dos elementos climáticos sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade de grãos da soca de arroz irrigado, bem como, identificar os ambientes caracterizados como várzeas que cultivam arroz irrigado, no Brasil.

INTRODUÇÃO

Devido à grande interação do homem com a agricultura, o clima deve ser considerado como um fator decisivo sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Para tanto, conhecer o comportamento dos elementos climáticos, definidos como grandezas que quantificam o clima, ao longo dos anos, é de suma importância.

Conhecendo-se as informações climáticas de uma região, poder-se-á caracterizá-la climaticamente, possibilitando, assim, definir estratégias de manejos que minimizem o risco oriundo das variações na disponibilidade hídrica, de eventos climáticos extremos, como também de sua influência na incidência de pragas e

doenças.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS E A CULTURA DO ARROZ

Os elementos climáticos que mais influenciam a produtividade de grãos do arroz são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação pluvial e o fotoperíodo.

Segundo De Datta & Bernasor (1988), a temperatura do ar e a luminosidade são os fatores do ambiente que mais afetam o perfilhamento da soca.

A temperatura do ar afeta diferentemente as características da planta de arroz em função dos estádios de desenvolvimento. Conforme Samson (1980), plantas expostas a baixa temperatura do ar, 20/20 °C, no estádio de emborrachamento formaram três vezes mais perfilhos basais na soca que aquelas expostas a temperatura do ar alta, 35/27 °C, e duas vezes mais que as expostas a temperatura do ar normal, ou seja, em torno de 29/21 °C. Os números de perfilhos total e produtivos foram significativamente maiores sob temperatura do ar menor que 29/21 °C, embora a diferença entre o número total e o de perfilhos produtivos não tenha diferido significativamente. Entretanto, a produtividade de grãos a 20/20 °C foi significativamente menor que em temperaturas do ar alta e normal, devido à maior esterilidade de espiguetas. A produtividade de grãos na soca não diferiu nas temperaturas do ar normal e alta. A temperatura do ar também afetou a duração do ciclo da soca. O ciclo da cultura alongou-se de 56 dias, em alta temperatura do ar, para 96 dias, em baixa temperatura do ar.

Entre outras características da planta, Ichii (1982) estudou as diferenças na altura, na produtividade de grãos e na porcentagem de perfilhos no estádio inicial de desenvolvimento da soca, quando as plantas foram cortadas dez dias após a emissão das panículas e expostas a temperatura alta, 30 °C, ou a baixa. Verificou que estas características foram maiores a 30 °C. As porcentagens máximas de perfilhos a 30 °C e a 20 °C foram observadas 5 e 20 dias após o corte, respectivamente. A produtividade de grãos e a altura de plantas variam mais com a temperatura que a porcentagem de perfilhos.

A ocorrência de temperaturas do ar abaixo de 20 °C na fase de divisão-redução celular e durante a floração pode causar alta esterilidade de espiguetas. Terres & Galli (1985) mencionam que a produtividade de grãos é reduzida em consequência da alta esterilidade e atrofia das espiguetas, emissão incompleta das panículas, grãos mal formados e alongamento do período de floração, quando temperaturas do ar inferiores a 17 °C ocorrem na fase reprodutiva. Xu et al. (1988) relatam que as temperaturas baixas críticas são 13 °C para a semeadura e 23 °C para a emissão de panículas. Nesta mesma linha de estudo, Mackill & Lei (1997) citam que na fase reprodutiva, especialmente na microsporogênese, temperaturas baixas durante a noite induzem ao aumento da esterilidade das espiguetas e, conseqüentemente, à redução da produtividade de grãos.

Alvarado (2002) mostrou uma relação linear e positiva entre temperatura do ar e número de plantas por unidade de área, e relação inversa entre temperatura do ar e ciclo até o florescimento, mostrando que a redução na temperatura do ar diminui a emergência de plântulas e aumenta o ciclo até o florescimento. Neste mesmo trabalho, foi avaliado também o efeito da temperatura do ar durante cinco dias na fase de floração, mostrando que temperaturas inferiores a 17 °C podem aumentar a esterilidade de espiguetas em até 60%, como ocorreu na cultivar Diamante de arroz irrigado. Para a obtenção de altas produtividades, Jennings et al. (1979) consideram que a esterilidade normal de espiguetas deve ser de 10 a 15%.

Quando a planta de arroz é exposta a temperaturas do ar acima de 30 °C, pode ocorrer redução do número de perfilhos, altura das plantas, comprimento da raiz, produção de matéria seca da parte aérea e, conseqüentemente, da produtividade de grãos e seus componentes (Martins et al., 1981). O efeito da temperatura no crescimento das plantas e nas funções metabólicas é diversificado e complexo. A temperatura do solo afeta a fisiologia das raízes, pelo seu efeito na absorção de nutrientes e de água, e a temperatura do ar, a produção metabólica, o armazenamento de carboidratos, a alongação das células, a fotossíntese, a transpiração e a respiração da planta (Kramer & Kozlowski, 1960). Os produtos da fotossíntese são perdidos em maior quantidade em condições de tempo mais quentes, devido às taxas de respiração mais altas (Thompson, 1975). As plantas de arroz podem tolerar temperaturas máximas da água até 35 °C; acima deste valor, a produção reduz drasticamente. Avaliando os efeitos de manejos de água sobre a temperatura da água de irrigação e o comportamento de genótipos de arroz irrigado, no município de Dueré, no Estado do Tocantins, Santos et al. (2003) verificaram que foi freqüente a ocorrência de temperaturas da água acima de 35 °C no período das 12 às 18 h, atingindo índices térmicos de até 52 °C. Estes valores também ocorreram após este período, embora com menor intensidade. Os autores relataram ainda que o efeito da lâmina de água sobre a temperatura do solo é mínimo, cerca de 1 °C. Xiong et al. (1990) determinaram que as condições ambientais ótimas para o perfilhamento da soca foram temperatura média diária de 25-26 °C e 84-85% de umidade relativa, para uma produtividade de grãos de 3,4 t ha⁻¹.

A importância do estudo dos elementos climáticos sobre a produtividade de grãos de arroz é relatada por Andrade (1991), que salienta a grande influência da radiação solar e, particularmente, o efeito da temperatura do ar sobre o período reprodutivo das plantas. O autor menciona que o ambiente e a constituição genética, principalmente porte e arquitetura foliar, determinam a quantidade de radiação solar absorvida pelas plantas, indispensável para uma alta atividade fotossintética.

A produtividade de grãos do arroz irrigado pode ser expressa considerando-se o número de panículas por unidade de área, número de grãos por panícula e massa de grãos. A proporção de cada um destes componentes é quantificada em cada fase de

desenvolvimento da cultura, dependendo, obviamente, da temperatura do ar, radiação solar, da água e da disponibilidade de nutrientes (Nedel et al., 1998).

Carmona et al. (2002) concluíram que a produtividade de grãos do arroz irrigado, no Estado do Rio Grande do Sul, está significativamente correlacionada com a razão de insolação nos meses de outubro a março e com o número de dias com temperatura do ar igual ou menor que 15 °C nos meses de janeiro, fevereiro e março.

As exigências climáticas da planta variam conforme a sua fase de desenvolvimento. O parâmetro graus-dia reflete o acúmulo diário de energia que se situa acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta. Souza & Costa (1992) observaram diferenças de graus-dia entre quatro cultivares estudadas de até 83% e que a duração do ciclo sofre influência marcante da época de semeadura. Com o objetivo de identificar os principais elementos meteorológicos que influenciam o crescimento e desenvolvimento da planta de arroz e determinar as suas exigências térmicas para a identificação de épocas de semeadura, onde a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo tanto no cultivo principal quanto na soca, Santos & Lobato (1996) verificaram que a fase vegetativa do cultivo principal exige cerca de 50% da soma térmica total. A exigência térmica da soca correspondeu aproximadamente à mesma da fase vegetativa do cultivo principal. Ramos (1982) considerou que o regime térmico das regiões do médio e baixo vale do Itajaí e litoral norte de Santa Catarina possibilita o cultivo intensivo das várzeas mediante o duplo cultivo de arroz ou o cultivo da soca.

McMaster & Wilhelm (1997) concluíram que a temperatura base de 10 °C foi a que apresentou melhor resultado para o crescimento do cultivo do arroz. Alves et al. (2000) estudando as exigências térmicas do arroz irrigado, observaram que a temperatura base para a cultivar IAC 4440 foi de 18,8 °C; 12,5 °C; e 11,8 °C, respectivamente, para as fases fenológicas semeadura - germinação, germinação-florescimento e florescimento-colheita. Neste mesmo estudo, concluíram que a soma térmica da semeadura até a colheita foi de 1.985 graus-dia.

Em condições de terras altas, estudos de Lobato & Silva (1995) mostraram que as exigências térmicas e as produtividades de grãos das cultivares estudadas variaram com as épocas de semeadura. Devido à ocorrência de temperaturas do ar inferiores a 15 °C e à influência de fotoperíodo sobre o crescimento da planta de arroz, os mesmos autores observaram diminuição do porte da planta, menor índice de área foliar e queda da produtividade de grãos. Revelaram, também, que outros fatores interferem na acumulação térmica durante o ciclo. O fotoperíodo faz com que a planta complete seu ciclo com maior acumulação térmica, à medida que se atrasa a semeadura, e é certamente um dos fatores condicionantes da determinação do somatório térmico em arroz de terras altas.

O requerimento em radiação solar pela cultura de arroz difere de um estágio de desenvolvimento para outro. A radiação solar no estágio reprodutivo tem

maior efeito sobre a produtividade de grãos que nos estádios vegetativo e de maturação. Radiação solar de $300 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ no estádio reprodutivo possibilita uma produtividade de grãos ao redor de 5 t ha^{-1} (Yoshida, 1981). Para Chang (1985), a radiação solar durante os estádios reprodutivo e de maturação é o principal fator que determina a produtividade de grãos de arroz.

Mota (1995) observou que as maiores produtividades de grãos do arroz irrigado ocorreram quando o ambiente apresentou altos níveis de radiação solar global e baixa ocorrência de temperaturas do ar $< 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

O sombreamento do cultivo principal afetou o perfilhamento da soca, a altura e a produtividade de grãos (Quddus, 1981; Ichii & Sumi, 1983). A duração do sombreamento também influenciou o crescimento da soca (Quddus, 1981). Sombreamento no período da floração até sete dias após a colheita do cultivo principal, compreendendo 28 dias, causou menor produtividade de grãos da soca que sombreamento no período do estádio leitoso tardio até sete dias após a colheita, 24 dias, ou da colheita até sete dias após. Plantas não sombreadas produziram 72% mais que plantas sombreadas. A aplicação de nitrogênio nos estádios leitosos inicial e tardio, em combinação com diferentes períodos de sombreamento, não afetou significativamente a produtividade de grãos.

Estudos de Garcia (1981) mostraram que a capacidade de regeneração dos perfilhos não foi afetada pelo sombreamento do cultivo principal. Contudo, o número de perfilhos produzidos na soca decresceu com o aumento do sombreamento. Em geral, sem ou com 49% de sombreamento tiveram efeitos similares sobre a produtividade de grãos, espiguetas e grãos por panícula, massa de 1.000 grãos e porcentagem de espiguetas estéreis. Entretanto, 66% de sombreamento do cultivo principal reduziu a produtividade de grãos, a qual foi atribuída aos menores números de espiguetas e de grãos por panícula e aumento da esterilidade de espiguetas. O número de panículas não foi afetado significativamente pelo sombreamento.

A altura da soca, a produtividade de grãos e a porcentagem de perfilhos de plantas submetidas a diferentes intensidades de luz: sem sombreamento, com 50% e com 75% de sombreamento, por duas semanas após o corte decresceram significativamente com o aumento do sombreamento (Ichii & Sumi, 1983). A altura máxima foi atingida aos 30 dias sem sombreamento, aos 25 dias, com 50% de sombreamento, e aos 20 dias, com 75% de sombreamento. Independentemente da intensidade de luz, os valores máximos de porcentagem de perfilhos e da altura da soca ocorreram 15 dias após o corte.

As maiores produtividades de arroz observadas nos países de clima temperado, em relação aos de clima tropical, são atribuídas às baixas temperaturas que ocorrem durante a maturação, as quais proporcionam um alongamento do ciclo nesta fase, propiciando um maior tempo para enchimento das espiguetas. Uma maior quantidade de energia solar, na duração mais prolongada deste período, contribui sensivelmente para maiores produtividade de grãos.

Além da temperatura do ar, Ichii (1988) relata que, em condições de alta luminosidade, o desenvolvimento do arroz é vigoroso em virtude da eficiente atividade fotossintética. O crescimento da soca varia conforme o ambiente interno e externo dos colmos, pois, além da temperatura do ar, depende da fertilidade do solo e das reservas do colmo.

IDENTIFICAÇÃO GEOGRÁFICA E COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

A distribuição dos ambientes caracterizados como várzeas que cultivam arroz irrigado, no Brasil, encontra-se na Figura 2.1. Este sistema existe desde o município de Paracaima, em Roraima, até Santa Vitória do Palmar, no Rio Grande do Sul. As várzeas situadas ao sul do Brasil são consideradas subtropicais, e as localizadas no Centro Oeste, Norte e Nordeste são citadas como tropicais. Estas características podem ser justificadas conforme informações climáticas



Fig. 2.1. Localidades que cultivam arroz irrigado em várzeas, no Brasil.

Tabela 2.1. Temperatura máxima e mínima do ar e precipitação pluvial, média mensal, de algumas localidades que cultivam arroz irrigado em várzeas, no Brasil.

Meses	Agudo – RS			Pelotas (Capão do Leão) – RS		
	Lat. 29° 38' 42"'' Long. 53° 14' 24"''			Lat. 31° 52' 00"'' Long. 52° 21' 24"''		
	Alt. 50 m			Alt. 13 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	30,4	19,1	145,1	28,7	18,1	109,3
Fev	30,0	19,5	130,2	28,7	18,0	103,3
Mar	28,2	17,9	151,7	27,1	16,1	180,3
Abr	25,0	14,5	134,7	24,1	12,4	61,6
Mai	25,0	14,5	134,7	21,0	8,7	69,1
Jun	22,1	11,8	129,1	18,8	7,7	88,0
Jul	19,2	9,3	144,0	18,3	8,7	133,1
Ago	19,6	9,5	148,6	18,5	7,5	164,9
Set	21,9	11,3	153,6	20,3	10,3	138,0
Out	24,8	13,5	145,9	22,5	11,6	85,2
Nov	27,3	15,9	132,2	24,8	14,5	93,7
Dez	29,5	18,3	133,5	27,0	16,4	95,8

Meses	Alegrete – RS			Santa Vitória do Palmar – RS		
	Lat. 29° 46' 58"'' Long. 55° 47' 31"''			Lat. 33° 31' 08"'' Long. 53° 22' 00"''		
	Alt. 120 m			Alt. 23 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	28,8	17,9	162,3	27,6	17,1	93
Fev	28,5	17,7	159,7	28,0	17,4	89
Mar	26,3	15,3	122,7	26,6	16,5	125
Abr	24,5	13,1	116,0	23,0	13,4	74,0
Mai	21,8	11,7	147,9	19,8	10,5	93,2
Jun	20,0	10,0	122,2	16,4	8,3	102,1
Jul	20,5	11,2	140,2	16,1	8,2	120,9
Ago	18,3	10,9	107,2	16,9	8,8	107,5
Set	20,0	12,7	130,8	18,1	9,7	124
Out	21,8	14,0	123,3	20,9	11,8	99
Nov	24,6	16,0	85,0	23,8	13,3	72
Dez	30,7	18,0	108,7	26,9	15,4	79

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Torres- RS			Dourados - MS		
	Lat. 29°20'34'' Long. 49°43'39''		Chuva (mm)	Lat. 22° 13' 15'' Long. 54° 48' 21''		Chuva (mm)
	Alt. 6 m			Alt. 452 m		
Tmax. (°C)	Tmin. (°C)		Tmax. (°C)	Tmin. (°C)		
Jan	25,6	19,2	130	31,2	20,6	135,9
Fev	25,7	19,4	137	31,2	20,3	127,1
Mar	25,3	18,6	139	31,0	19,5	136,5
Abr	23,7	16,4	96,4	29,1	19,6	109,1
Mai	21,4	13,8	88,5	26,2	16,7	113,5
Jun	19,1	11,5	98,2	24,7	12,7	73,0
Jul	18,7	11,3	100,1	25,3	10,9	51,5
Ago	18,7	11,9	138,9	27,3	13,5	51,3
Set	18,6	12,4	136,2	28,0	15,1	106,0
Out	20,3	14,1	123,6	30,2	17,3	159,4
Nov	22,1	15,8	106,3	30,7	18,9	164,0
Dez	24,0	17,0	102,2	30,0	17,7	178,8

Meses	Rio Brilhante - MS			Cambuquira - MG		
	Lat. 21° 48' 07'' Long. 54°32' 45''		Chuva (mm)	Lat. 21° 51' 07'' Long. 45° 17' 45''		Chuva (mm)
	Alt. 265 m			Alt. 843 m		
Tmax. (°C)	Tmin. (°C)		Tmax. (°C)	Tmin. (°C)		
Jan	31,2	20,6	135,9	28,4	19,1	335,0
Fev	31,2	20,3	127,1	28,6	18,8	303,4
Mar	31,0	19,5	136,5	28,8	17,3	153,9
Abr	29,1	19,6	109,1	25,8	16,2	125,7
Mai	26,2	16,7	113,5	24,8	10,3	38,4
Jun	24,7	12,7	73,0	24,4	11,3	29,8
Jul	25,3	10,9	51,5	24,2	10,6	26,8
Ago	27,3	13,5	51,3	25,6	12,1	40,7
Set	28,0	15,1	106,0	25,9	13,6	68,3
Out	30,2	17,3	159,4	26,7	15,4	147,4
Nov	30,7	18,9	164,0	26,8	16,2	176,7
Dez	30,0	17,7	178,8	27,4	17,0	248,4

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Janaúba – MG			Leopoldina – MG		
	Lat. 15° 48' 10" Long. 43° 18' 32" "			Lat. 21° 31' 55" Long. 42° 38' 34" "		
	Alt. 516 m			Alt. 268 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	30,9	20,3	190,9	31,8	21,7	241,2
Fev	31,8	20,7	87,1	32,0	21,9	186,8
Mar	32,2	20,4	56,4	31,9	21,3	127,4
Abr	31,9	20,1	20,6	29,9	19,2	55,9
Mai	30,6	19,0	6,4	27,8	16,4	29,5
Jun	30,3	18,5	5,9	25,9	14,4	11,3
Jul	29,2	16,5	0,2	26,7	14,3	22,4
Ago	29,7	17,1	12,7	28,5	15,1	14,7
Set	31,7	18,6	8,3	29,0	17,2	47,9
Out	33,0	20,6	33,2	29,8	19,4	99,4
Nov	31,8	20,8	131,4	30,5	21,3	197,4
Dez	30,8	20,9	181,3	31,2	21,1	203,0

Meses	Prudente de Moraes – MG			Campos – RJ		
	Lat. 19° 28' 55" Long. 44° 09' 18" "			Lat. 21° 59' 00" Long. 42° 32' 00" "		
	Alt. 732 m			Alt. 14 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	29,6	18,8	289,5	32,3	22,7	113,4
Fev	30,6	18,8	171,8	32,4	22,8	82,6
Mar	29,7	18,4	160,0	32,3	22,8	90,1
Abr	29,0	17,0	57,3	30,3	21,2	72,5
Mai	27,1	14,1	27,0	28,1	18,9	42,3
Jun	26,3	12,3	9,4	27,4	17,8	28,1
Jul	26,7	12,3	4,0	27,2	17,3	31,4
Ago	27,8	13,2	14,6	28,0	17,8	27,2
Set	29,1	15,8	55,2	26,9	18,8	69,4
Out	29,8	17,5	78,7	28,2	20,0	104,2
Nov	28,8	18,3	250,5	28,0	20,7	142,3
Dez	29,0	18,8	310,8	30,4	21,9	135,5

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Macaé – RJ			Itaocara – RJ		
	Lat. 22° 22' 15" Long. 41° 47' 13" "			Lat. 21° 40' 44" Long. 42° 04' 55" "		
	Alt. 15 m			Alt. 61 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	30,5	21,9	156,7	33,7	22,1	192,8
Fev	28,4	20,3	100,7	34,0	22,1	107,0
Mar	30,3	21,5	100,5	33,2	21,7	100,3
Abr	28,8	20,0	101,3	30,0	19,1	73,8
Mai	27,4	17,9	71,8	28,8	16,4	42,1
Jun	24,2	15,4	52,7	27,8	15,0	20,8
Jul	25,7	15,9	65,9	26,9	14,6	14,8
Ago	26,0	16,9	47,8	28,1	15,5	28,4
Set	24,6	17,0	57,7	28,6	17,5	62,5
Out	27,0	19,6	98,6	28,9	19,2	102,7
Nov	26,1	18,7	147,9	30,4	20,5	176,3
Dez	29,4	21,1	184,5	32,4	21,4	212,6

Meses	Itaperuna – RJ			Santo Antônio de Pádua – RJ		
	Lat. 21° 12' 18" Long. 41° 53' 16" "			Lat. 21° 32' 20" Long. 42° 10' 48" "		
	Alt. 123m			Alt. 70 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,0	21,7	188,4	33,7	22,1	192,8
Fev	32,9	21,9	96,9	34,0	22,1	107,0
Mar	32,2	21,4	103,6	33,2	21,7	100,3
Abr	30,0	19,8	90,5	30,0	19,1	73,8
Mai	28,4	17,5	44,6	28,8	16,4	42,1
Jun	27,3	15,7	23,9	27,8	15,0	20,8
Jul	26,9	15,0	30,8	26,9	14,6	14,8
Ago	28,0	15,8	29,8	28,1	15,5	28,4
Set	27,9	17,4	56,2	28,6	17,5	62,5
Out	28,9	19,1	109,4	28,9	19,2	102,7
Nov	29,9	20,2	195,2	30,4	20,5	176,3
Dez	30,6	21,0	206,9	32,4	21,4	212,6

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Goianira – GO			Luiz Alves – GO		
	Lat. 16° 29' 45" Long. 49° 25' 33" "			Lat. 13° 16' 30" Long. 50° 09' 46" "		
	Alt. 720 m			Alt. 200 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	29,1	19,3	236,4	29,5	20,5	287,5
Fev	29,7	19,0	191,2	29,5	20,5	262,5
Mar	29,6	19,0	243,3	28,5	19,5	212,5
Abr	29,9	17,1	117,2	29,5	19,5	112,5
Mai	29,4	14,2	31,8	28,5	17,5	87,5
Jun	28,9	10,1	9,7	28,5	16,5	12,5
Jul	28,1	9,5	4,3	28,5	15,5	12,5
Ago	30,9	11,0	21,9	30,5	16,5	12,5
Set	31,7	15,0	61,2	32,5	17,5	37,5
Out	31,1	17,9	131,1	31,5	18,5	137,5
Nov	30,0	18,5	189,9	30,5	20,5	212,5
Dez	29,0	19,0	235,7	29,5	20,5	262,5

Meses	Flores de Goiás – GO			Formoso do Araguaia – TO		
	Lat. 14° 26' 56" Long. 47° 02' 60" "			Lat. 11° 47' 49" Long. 49° 31' 44" "		
	Alt. 200 m			Alt. 130 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	27,5	19,8	271,1	31,5	21,9	274,6
Fev	28,0	19,9	215,4	31,9	22,2	280,8
Mar	28,9	20,1	229,7	31,9	22,4	272,8
Abr	28,5	19,9	118,7	33,0	22,8	79,0
Mai	28,4	20,4	19,8	33,8	22,1	36,2
Jun	27,5	17,4	8,7	33,5	19,5	3,1
Jul	28,0	16,9	4,9	34,0	19,1	3,7
Ago	29,6	18,5	12,5	35,6	20,0	6,2
Set	30,6	20,2	30,0	35,9	21,2	33,7
Out	30,0	20,5	123,5	34,4	22,3	152,5
Nov	28,1	20,1	223,2	32,8	22,3	190,8
Dez	28,7	20,0	280,0	31,6	22,3	296,8

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Teresina – PI			Miguel Alves – PI		
	Lat. 05° 05' 20" ′ Long. 42° 48' 07" ′			Lat. 04° 09' 57" ′ Long. 42° 53' 42" ′		
	Alt. 74 m			Alt. 34 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,2	22,5	248,3	32,1	22,3	241,6
Fev	30,1	22,4	281,0	31,6	22,1	274,3
Mar	30,1	22,4	286,3	31,5	22,2	340,8
Abr	31,6	22,7	287,9	31,5	22,4	273,4
Mai	31,8	22,4	109,5	31,3	22,0	137,4
Jun	32,4	21,2	25,4	31,5	20,9	32,2
Jul	33,3	20,4	12,7	32,2	20,2	14,3
Ago	33,5	20,5	11,6	34,0	20,5	16,0
Set	35,8	22,0	16,9	35,0	21,9	13,0
Out	36,4	22,8	18,0	35,6	22,7	26,7
Nov	35,4	23,0	64,8	35,0	23,0	51,8
Dez	34,2	23,1	126,1	33,9	22,7	135,8

Meses	Buriiti dos Lopes – PI			Belém-PA		
	Lat. 03° 10' 30" ′ Long. 41° 52' 10" ′			Lat. 01° 26' 00" ′ Long. 48° 28' 00" ′		
	Alt. 23 m			Alt. 10 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,5	23,5	137,8	30,9	22,1	366,5
Fev	30,8	21,3	276,8	30,5	22,2	417,5
Mar	30,1	23,0	357,5	30,4	22,4	432,6
Abr	30,2	23,0	336,0	30,8	21,8	360,0
Mai	30,8	22,8	226,3	31,3	22,6	304,4
Jun	31,3	22,2	54,0	31,7	22,1	140,2
Jul	31,5	22,0	21,2	31,7	21,7	152,1
Ago	31,8	23,4	4,7	32,1	21,7	131,1
Set	32,0	23,4	2,2	32,1	21,7	140,8
Out	32,0	23,6	3,1	32,2	21,6	116,1
Nov	31,8	23,7	8,4	32,3	21,9	111,8
Dez	31,8	23,8	45,8	31,9	22,0	216,4

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Breves-PA			Iguatú-CE		
	Lat. 01° 41' 00" Long. 50° 29' 00" "			Lat. 08° 22' 00" Long. 39° 12' 00" "		
	Alt. 15 m			Alt. 217 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	31,1	21,3	307,4	33,3	22,5	145,2
Fev	30,8	21,4	294,5	32,0	22,8	170,2
Mar	30,9	21,4	319,3	31,2	20,8	248,2
Abr	31,3	22,4	311,4	29,8	21,6	214,5
Mai	31,7	21,7	237,9	27,8	21,8	101,9
Jun	32,0	21,4	188,5	27,3	21,7	385,7
Jul	32,2	21,1	133,9	28,5	20,2	248,0
Ago	32,8	21,0	75,8	33,2	21,1	115,0
Set	32,9	21,0	78,4	33,2	22,0	213,0
Out	33,3	20,9	89,8	33,9	22,7	267,7
Nov	32,9	21,2	81,3	35,2	23,2	116,9
Dez	32,3	21,4	181,0	34,7	23,5	55,7

Meses	Cabrobó-PE			Itapeva-SP		
	Lat. 08° 31' 00" Long. 30° 20' 00" "			Lat. 23° 57' 00" Long. 48° 53' 00" "		
	Alt. 341 m			Alt. 647 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,8	21,8	78,3	27,7	17,2	160,2
Fev	31,0	21,7	87,3	28,3	17,4	146,0
Mar	31,9	19,2	140,6	27,5	16,5	91,9
Abr	31,0	20,5	117,4	25,2	14,0	81,8
Mai	29,2	21,7	32,9	22,9	11,5	95,6
Jun	28,4	20,2	18,6	21,5	9,4	73,9
Jul	29,1	20,5	11,6	21,7	9,0	58,1
Ago	30,2	19,5	12,0	23,0	10,2	51,2
Set	32,0	21,0	3,5	23,2	12,5	88,8
Out	34,0	22,7	3,6	25,0	14,1	116,2
Nov	33,0	22,1	4,4	26,1	15,6	120,8
Dez	33,7	22,7	7,2	25,3	15,5	167,8

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Cáceres-MT			Linhares-ES		
	Lat. 18° 03' 00" ' Long. 57°41' 00" '		Chuva (mm)	Lat. 19° 24' 00" ' Long. 40° 04' 00" '		Chuva (mm)
	Alt. 118 m			Alt. 29 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)		Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	
Jan	32,3	22,5	263,2	31,0	22,3	159,2
Fev	33,9	23,6	182,1	31,8	22,4	89,5
Mar	32,3	21,9	169,6	31,4	22,2	111,2
Abr	34,2	21,0	104,4	29,8	20,7	79,7
Mai	32,8	18,9	48,2	28,6	19,0	48,1
Jun	29,7	16,4	27,5	27,3	17,4	34,9
Jul	30,9	15,6	24,1	26,5	16,6	54,5
Ago	32,3	16,9	26,0	27,0	17,2	53,9
Set	32,8	19,8	51,3	27,0	18,3	65,6
Out	32,5	21,6	78,2	28,0	19,9	125,8
Nov	35,2	22,6	155,6	29,1	20,9	188,5
Dez	34,2	22,8	218,1	30,1	21,9	189,7

especificadas na Tabela 2.1.

Com as abordagens climáticas e geográficas é possível detalhar com maior precisão áreas e épocas de semeadura mais apropriadas, conforme as características de cada cultivar. Assim, pode-se definir uma regionalização de métodos conforme variável que seja mais importante, como por exemplo, temperatura mínima do ar na região Sul, temperatura máxima do ar na Norte, água na Nordeste, dentre outras. Além disto, entende-se que o conhecimento espaço-temporal das variáveis climáticas poderá oferecer subsídios na formulação de novas diretrizes de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, J. R. Influence of air temperature on rice population, length of period from sowing to flowering and spikelet sterility. In: TEMPERATE RICE CONFERENCE, 2., 1999, Sacramento. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 2002. p. 63-68.

ALVES, V. C.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; AZZINI, L. E. Exigências térmicas do arroz irrigado 'IAC 4440'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 171-174, jul./dez. 2000.

ANDRADE, A. X. A produção de arroz e a influência dos fatores climáticos. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 397, p. 3-4, jul./ago. 1991.

- CARMONA, L. de C.; BERLATO, M. A.; BERGONCI, J. I. Relação entre elementos meteorológicos e rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 289-294, jul./dez. 2002.
- CHANG, J. H. A climatological analysis of yield difference between the first and second rice crop in Taiwan. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 113-120, Dec. 1985.
- DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.
- GARCIA, R. N. **The effects of growth duration and different levels of light intensity on the ratooning ability of rice**. 1981. 45 f. Thesis (Bacharelado) - University of the Philippines, Los Baños.
- ICHII, M. Some factors influencing the growth of rice ratoon. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 41-46.
- ICHII, M. The effect of light and temperature on rice plant ratoons. **Japanese Journal Crop Science**, Tokyo, v. 51, n. 3, p. 281-285, 1982.
- ICHII, M.; SUMI, Y. Effect of food reserves on the ratoon growth of rice plant. **Japanese Journal Crop Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 15-21, 1983.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H. E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1979. 186 p.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of trees**. New York: McGraw-Hill, 1960. 642 p.
- LOBATO, E. J. V.; SILVA, S. C. da. **Parâmetros meteorológicos, fenologia e produtividade do arroz de sequeiro sob condições de cerrado**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 11 p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado Técnico, 30).
- MACKILL, D. J.; LEI, X. Genetic variation for traits related to temperate adaptation of rice cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 4, p. 1340-1346, July/Aug. 1997.
- MARTINS, A. A. E.; GHEYI, H. R.; FAGERIA, N. K. Efeito da temperatura no crescimento, componentes de produção e rendimentos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 42-46, jan./abr. 1981.
- MCMASTER, G. S.; WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 87, n. 4, p. 291-300, 1997.
- MOTA, F. S. da. Influência da radiação solar e do "frio" no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 47, n. 413, p. 22-23, mar./abr. 1995.
- NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. de; CARMONA, P. S. A planta de arroz: mor-

fologia e fisiologia. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. (Ed.). **Produção de arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. p. 11-65.

QUDDUS, M. A. **Effect of several growth regulators, shading and cultural management practices on rice ratooning**. 1981. 100 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

RAMOS, M. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 883-888, jun. 1982.

SAMSON, B. T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and some cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANTOS, A. B. dos; LOBATO, E. J. V. Exigências bioclimáticas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996. p. 132. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 62).

SANTOS, A. B. dos; SILVA, S. C. da; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeitos do manejo da irrigação na temperatura da água e no comportamento do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais... Itajaí: EPAGRI**, 2003. p. 181-183.

SOUZA, A.; COSTA, J. M. N. da. Temperatura base para cálculo de graus-dia para cultivares de arroz no triângulo mineiro. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 45, n. 400, p. 24-25, jan./fev. 1992.

TERRES, A. L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 83-94.

THOMPSON, L. M. Weather variability, climatic change and grain production. **Science**, Washington, v. 188, n. 4188, p. 535-541, May 1975.

XIONG, H.; FANG, W.; YU, J. Ecological conditions for axillary bud sprouting of ratooning rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 1, p. 26, Feb. 1990.

XU, X. B.; ZHANG, J. G.; JIANG, X. X. Ratooning in China. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 79-85.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.