

## PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE TEMPERATURAS MÍNIMAS DO AR PREJUDICIAIS À FECUNDAÇÃO DAS FLORES DE ARROZ NA REGIÃO DA DEPRESSÃO CENTRAL, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

### PROBABILITY OF OCCURENCE OF MINIMUM AIR TEMPERATURE HARMFUL TO FECUNDATION OF RICE FLOWERS IN THE CENTRAL REGION OF THE RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Galileo Adeli Buriol<sup>1</sup> Valduíno Estefanel<sup>1</sup> Roberto André Grave<sup>2</sup>  
Ivo Antônio Didonet<sup>3</sup> Sílvio Steinmeiz<sup>4</sup>

#### RESUMO

*Utilizando-se os registros de temperatura mínima do ar de nove estações meteorológicas situadas na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, calculou-se as probabilidades de ocorrerem dias com temperatura do ar  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$ . Foram considerados os períodos mensal e decendial dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, época em que essas temperaturas podem prejudicar as lavouras de arroz em floração. Também foram calculadas as probabilidades de ocorrência de dias consecutivos com temperatura igual ou menor que os níveis térmicos mencionados. Verificou-se que o número total de dias com temperatura baixa adere à distribuição Binomial Negativa enquanto que as seqüências aderem melhor à distribuição de Poisson. Verificou-se também que as probabilidades de ocorrência de dias consecutivos e do total do número de dias com temperatura do ar igual ou abaixo dos níveis térmicos estudados é menor do 2º decêndio de janeiro ao 2º decêndio de fevereiro embora possam ocorrer dias frios também nesses meses. Dessa forma, para minimizar as perdas de rendimento devido a problemas de fecundação das flores, causados pelo frio, as cultivares de arroz e as épocas de semeadura devem ser escolhidas para que a floração aconteça nesse período.*

**Palavras-chave:** arroz, temperatura mínima, probabilidade.

#### SUMMARY

*The probability of occurrence of days in which the temperature is lower or equal to  $13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$ , and  $17^{\circ}\text{C}$  in the Central Region of the Rio Grande do Sul State was determined. Sequences of days with temperature lower or equal to the thermal levels above cited were also determined. Data from nine Meteorological Stations for the months of December, January, February, and March were used in this study. The results showed that the risk of cold damage to the rice flowers fecundation is lower from the middle of January through middle of February. In order to reduce yield decreases by low temperatures, the choice of the cultivar and time of seeding should be done so that the flowering period coincides with this period of time.*

**Key words:** rice, minimum temperature, probability.

#### INTRODUÇÃO

Temperaturas mínimas do ar a partir de  $19^{\circ}\text{C}$  já podem causar esterilidade às flores de alguns genótipos de arroz. Entretanto, as temperaturas de

<sup>1</sup>Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Bolsista do PIBIC/CNPq, UFSM.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc, Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária-FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 57, 90130-060, Porto Alegre, RS.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador do CPACT (EMBRAPA), Caixa Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS

15°C a 17°C são as que geralmente são consideradas como níveis térmicos abaixo dos quais a fecundação das flores do arroz é prejudicada. A intensidade dos danos é proporcional ao abaixamento da temperatura e ao tempo em que a mesma permanece abaixo destes níveis térmicos (SATAKE, 1969; BOARD *et al.*, 1979; TERRES & GALLI, 1984).

Práticas culturais como o cultivo de genótipos tolerantes e/ou precoces e semi-precoces e a semeadura numa época na qual as fases de pré-floração (microsporogênese) e floração coincidam com a época de menor probabilidade de ocorrerem temperaturas mínimas prejudiciais tem sido as principais alternativas utilizadas para minimizar o efeito das mesmas sobre a produtividade (TERRES *et al.*, 1983; INFELD *et al.*, 1985). Desta forma, além da determinação das exigências biometeorológicas das diferentes cultivares é preciso também conhecer as disponibilidades de temperaturas mínimas do local, no período de cultivo da espécie. Em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, constatou-se que no período de floração do arroz o risco de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores é menor no mês de fevereiro aumentando, em ordem crescente, nos meses de janeiro, dezembro e março (BURIOL *et al.*, 1991). Resultados semelhantes foram encontrados por STEINMETZ & DIDONET (1995) para locais da Região Sul do Rio Grande do Sul.

A probabilidade de ocorrer temperaturas mínimas prejudiciais varia de um local para outro em função principalmente dos fatores como latitude, continentalidade, altitude, presença de grandes massas de água e/ou vegetadas e dos ventos predominantes. Desta forma, é muito importante a determinação das probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas prejudiciais para diferentes locais onde se encontram as principais áreas cultivadas com arroz. Neste sentido, o presente trabalho objetiva determinar a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas prejudiciais à fecundação das flores do arroz em diferentes locais da Região Climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizaram-se os dados de temperatura mínima diária do ar dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de nove estações meteorológicas localizadas na Região Climática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Tabela 1. Considerou-se

a temperatura mínima diária do ar  $\leq 17,0^{\circ}\text{C}$  como limite térmico mais elevado na escala de intensidade de temperaturas prejudiciais e as temperaturas  $\leq 15,0^{\circ}\text{C}$  e  $13,0^{\circ}\text{C}$  como limites para avaliar a periculosidade das mesmas.

Determinou-se o número de dias de cada mês e de cada decêndio em que a temperatura mínima foi menor ou igual a cada nível térmico. Verificou-se a aderência desses valores às distribuições Binomial Negativa e Poisson usando-se o teste de Kolomogoroff-Smirnoff (CAMPOS, 1983) sendo os parâmetros destas distribuições estimados com os dados disponíveis. O parâmetro k da distribuição Binomial Negativa foi estimado pelo método dos Momentos e da Máxima Verossimilhança (BLISS & FISCHER, 1953).

As freqüências teóricas brutas para as duas distribuições estudadas foram calculadas com base em algoritmos apresentados por DAVIES (1971) e a partir delas as freqüências teóricas relativas acumuladas que correspondem as probabilidades da distribuição.

Determinaram-se as correlações entre as probabilidades de ocorrência de dias com temperaturas baixas e a altitude da estação meteorológica e sua menor distância com o mar.

Para cada mês foi também obtido o número de seqüências de um dia, dois dias, três dias... com a temperatura menor ou igual aos níveis térmicos estudados. As seqüências foram consideradas como pertencentes ao mês em que ela terminou, independente de quando ela tenha iniciado. Os mesmos procedimentos estatísticos usados para o número total de dias com temperaturas baixas foram utilizados para obter a probabilidade de ocorrência de dias consecutivos com essas temperaturas.

Tabela 1 - Estações Climatológicas utilizadas com suas respectivas coordenadas geográficas, período de observação e instituição a que pertencem

Estações	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período de observação	Instituição
Alegrete	29°46'	55°47'	116	1968-1986	8° DISME <sup>1</sup>
Cachoeira do Sul	30°02'	52°53'	68	1961-1978	8° DISME
Cachoeirinha	29°57'	51°04'	46	1975-1990	FEPAGRO <sup>2</sup>
Eldorado do Sul	30°05'	51°43'	46	1967-1990	FEPAGRO
Porto Alegre	30°01'	51°13'	10	1961-1994	8° DISME
Santa Maria	29°41'	58°48'	138	1968-1991	8° DISME
São Gabriel	30°20'	54°19'	109	1944-1976	FEPAGRO
Tapes	30°50'	51°35'	5	1956-1990	8° DISME
Taquari	29°48'	51°49'	76	1963-1990	FEPAGRO

(1) 8° Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura

(2) Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste Kolomogoroff-Smirnoff mostraram que o número de dias com temperatura  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  adere mais à distribuição Binomial Negativa do que à de Poisson. Em 37 dos 288 casos em que foi aplicado o teste não foi possível estimar o parâmetro  $k$  da distribuição Binomial Negativa por não terem a variância maior que a média, o que é característica desta distribuição. Nos casos que foi possível estimar  $k$ , a distribuição de Poisson apresenta nove casos em que a hipótese da nulidade foi rejeitada para  $p=0,05$  contra nenhum caso para distribuição Binomial Negativa. Desta forma, sempre que possível as probabilidades foram calculadas utilizando aquela distribuição, dando preferência ao método de estimativa de  $k$  pela Máxima Verossimilhança por obter estimativas de menor variância.

Quando não foi possível estimar  $k$  por esse método utilizou-se o método dos Momentos. Nas situações em que não houve ajustamento à distribuição Binomial Negativa utilizou-se a distribuição de Poisson. Quando não ocorreu ajustamento nem à distribuição de Poisson usou-se a distribuição empírica.

Na Figura 1 são apresentadas as probabilidades de ocorrência de dias com temperatura mínima do ar  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março para as estações Meteorológicas de Alegrete, Cachoeira do Sul, Cachoeirinha, Eldorado do Sul, Santa Maria, São Gabriel, Taquari e Tapes, considerando o período mensal. Verifica-se que a probabilidade de ocorrência de dias com temperaturas mínimas  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  é maior no mês de dezembro e março, os valores mais baixos concentrando-se nos meses de janeiro e de fevereiro, com tendência a serem menores no mês de

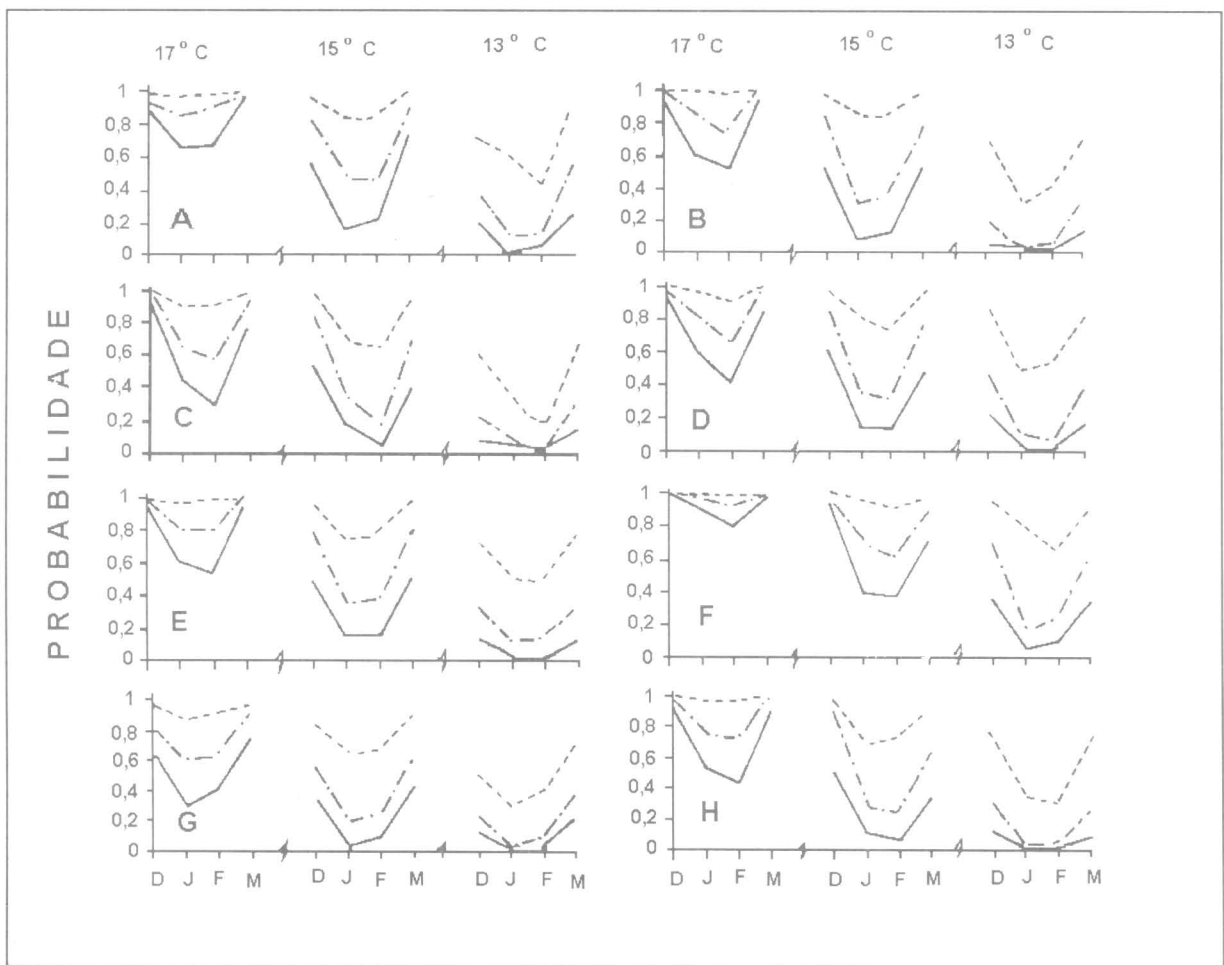


Figura 1 - Probabilidade de ocorrer 1(.....), 3(-.-.-) e 5 ou mais (\_\_\_) dias com temperatura menor ou igual a  $13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$ , para o período mensal, nas estações Meteorológicas localizadas na Região da Depressão Central(RS): A- Alegrete, B- Cachoeira do Sul, C- Cachoeirinha, D- Eldorado do Sul, E- Santa Maria, F- São Gabriel, Tapes e H- Taquari.

fevereiro. Para todos os locais e em todos os meses existe probabilidade de ocorrência de temperaturas  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$ . Os dados da estação meteorológica de Porto Alegre foram bastante semelhantes aos de Cachoeirinha possivelmente devido a sua proximidade com a mesma, razão pela qual não foram aqui apresentados.

Os coeficientes de correlação entre a probabilidade de ocorrência de dias com temperatura  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  e a altitude e a distância ao mar das estações meteorológicas, calculadas para algumas situações escolhidas aleatoriamente, não foram significativos.

A não existência de correlação significativa com a altitude pode ser explicada por não haver muita diferença entre as altitudes das estações meteorológicas. Pelo mesmo motivo a correlação com a latitude nem foi calculada. Quanto à distância ao mar embora a correlação não tenha sido significativa, existe a tendência da probabilidade ser mais elevada nas estações mais continentais (Santa Maria, Alegrete, Cachoeira do Sul e São Gabriel). O mesmo foi observado com Tapes em relação à latitude.

As Tabelas 2A e 2B apresentam as probabilidades de ocorrência de N ou mais dias com temperatura mínima do ar  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  para cada decêndio dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março dos locais estudados. Com o intuito de facilitar a compreensão da tabela toma-se por exemplo os dados relativo ao primeiro decêndio do mês de janeiro para Santa Maria. Verifica-se que existe 50% de probabilidade de ocorrer um ou mais dias com temperaturas mínimas  $\leq 15^{\circ}\text{C}$ . Isto indica que, a cada dois anos, num ano ocorre a temperatura nesse nível. Para quatro ou mais dias, existe a probabilidade de 7% de ocorrência dessa temperatura ou seja num ano em cada 14 anos, aproximadamente.

Observa-se que as menores probabilidades ocorrem, de forma geral, no período do 2º decêndio de janeiro ao 2º decêndio de fevereiro. Para a temperatura  $< 13^{\circ}\text{C}$ , em alguns decêndios dos meses de janeiro e fevereiro, as probabilidades de ocorrência são baixíssimas ou mesmo nulas, como no caso do 1º decêndio de janeiro e fevereiro para Cachoeira do Sul. Neste último caso, possivelmente, com a utilização de dados de um período mais longo daquele utilizado no presente estudo, seria observado a ocorrência de temperaturas  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ .

O número de seqüências de dias com temperatura igual ou abaixo dos níveis térmicos considerados adere mais à distribuição de Poisson (aproximadamente 84% dos casos) do que à Binomial

Negativa (36% dos casos). As probabilidades de ocorrência das seqüências foram calculadas sempre que possível com base nesta distribuição.

A Tabela 3 apresenta as probabilidades de ocorrência de dois, quatro, seis e oito dias consecutivos com temperatura  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$ , e a Tabela 4 a probabilidade de que a maior seqüência de dias com temperatura menor ou igual a  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  seja de N dias. Verifica-se, por exemplo para Santa Maria, Tabela 3, que no mês de dezembro, existe probabilidade de 19% de ocorrer uma seqüência de dois ou mais dias com temperatura  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ , 53% de ocorrer uma seqüência do mesmo tamanho com temperatura  $\leq 15^{\circ}\text{C}$  e 80% com temperatura  $\leq 17^{\circ}\text{C}$ . Podem ocorrer quatro seqüências de dois ou mais dias com temperatura do ar  $\leq 15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  com probabilidade de 2% e 8%, respectivamente e cinco seqüências do mesmo tamanho com temperatura  $\leq 17^{\circ}\text{C}$  com probabilidade de 2%. Utilizando-se do mesmo exemplo, Tabela 4, observa-se que existe 8%, 24% e 63% de probabilidade de que a maior seqüência seja de quatro ou mais dias respectivamente para os níveis térmicos  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$ , ocorrendo 10% de probabilidade de que mesma seja de oito ou mais dias para  $17^{\circ}\text{C}$ .

A variação das probabilidades de ocorrência de seqüências em relação aos meses é semelhante àquela da ocorrência do total de dias com temperatura baixa, ou seja, são maiores em dezembro e março e menores em janeiro e fevereiro.

A aderência do número total de dias com temperatura baixa à distribuição Binomial Negativa indica que esses dias não estão distribuídos aleatoriamente mas estão agrupados. Na verdade, quando uma massa de ar frio prevalece sobre a região o faz por um ou mais dias gerando um agrupamento dos dias com temperatura baixa. Com as seqüências ocorre o contrário ou seja o tamanho de uma seqüência depende do tempo que a massa de ar permanece sobre a região e esse tempo depende principalmente da sua intensidade. A aderência das seqüências mensais à distribuição de Poisson indica que os fatores que determinam a permanência de uma massa de ar são independentes daqueles que determinam a permanência de outra.

Em função dos resultados obtidos, Tabelas 2 e 3, infere-se que, para a região Climática da Depressão Central, o período de menor periculosidade das temperaturas mínimas do ar à fecundação das flores do arroz ocorre nos meses de janeiro a meados de fevereiro. Desta forma deve-se escolher cultivares e épocas de semeadura de modo que a floração coincida preferencialmente nesses meses.

Tabela 2A - Probabilidade de ocorrência (%) de N ou mais dias com temperaturas do ar  $\leq 13^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$  e  $17^{\circ}\text{C}$  em estações meteorológicas localizadas na Região da Depressão Central (RS).

-----Alegrete-----											-----Cachoeira do Sul-----										
1º Decêndio			2º Decêndio			3º Decêndio			1º Decêndio			2º Decêndio			3º Decêndio						
N	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	N	13°	15°	17°	13°	15°	17°					
<b>Dezembro</b>											<b>Dezembro</b>										
1	50	81	99	27	51	81	43	81	93	1	48	74	99	38	70	93	12	72	96		
2	31	60	93	12	31	60	13	50	87	2	14	51	93	12	41	78	3	37	85		
3	14	29	70	6	19	43	3	23	70	3		34	81	5	22	57	1	14	66		
4	9	19	54	3	11	30		9	48	4		22	64	2	11	37			45		
5	6	13	39	2	7	20			29	5		14	45		5	22			27		
6	4	8	27		3	14			15	6		9	28		2	12			15		
7		5	17		2	9				7		9	16		1	6			7		
<b>Janeiro</b>											<b>Janeiro</b>										
1	41	54	78	17	46	58	12	51	85	1		40	77	10	51	81	10	32	68		
2	18	33	57		20	38		24	62	2		20	54		16	54		6	38		
3	8	20	41		8	26		11	40	3		10	35		4	31			18		
4	4	13	29		3	18		5	24	4		6	22			16			8		
5		8	20			13		2	13	5		3	14			7			3		
6		5	14			9			7	6		2	8			3					
7			10			6			3	7			5								
<b>Fevereiro</b>											<b>Fevereiro</b>										
1	16	58	87	16	43	72	31	51	77	1		43	77	27	41	67	17	47	85		
2		28	63		12	43	14	29	55	2		13	51	5	16	36	4	22	60		
3		12	39		3	23	7	17	37	3		3	30	1	6	17	1	10	36		
4		5	21			11	3	10	25	4			17		2	7		5	19		
5		2	11			5		6	17	5			9			3			9		
6			5						1	6			5						4		
<b>Março</b>											<b>Março</b>										
1	31	75	83	50	76	97	73	91	100	1	17	45	75	52	76	96	33	80	99		
2	12	41	63	24	52	88	46	75	98	2	4	21	52	24	50	85	17	55	95		
3	5	17	46	11	33	75	27	59	95	3	1	9	35	11	31	68	10	35	86		
4	2		32	5	20	59	15	43	87	4		4	22	4	19	49	6	21	72		
5			22		12	44	8	31	75	5		2	14	2	11	33	4	12	55		
6			15		7	31	4	21	60	6			9		6	21	2	7	38		
7			10		4	21	2	14	44	7			6		3	12	1	3	24		
8			6		2	13	1	9	30	8			3			7		2	14		
9			4			8	1	6	19	9			2			3		1	8		
-----Cachoeirinha-----											-----Eldorado do Sul-----										
<b>Dezembro</b>											<b>Dezembro</b>										
1	45	75	94	25	72	95	24	66	97	1	69	87	99	41	74	96	31	76	93		
2	16	50	80	8	44	80	10	39	87	2	40	67	94	19	46	84	13	42	78		
3	5	31	61	3	24	60	5	21	69	3	21	47	83	9	14	66	6	18	58		
4	2	19	43	1	12	39	2	11	48	4	10	31	67	4	7	47	2	6	39		
5		11	28		6	23	1	6	29	5	5	20	49	2	3	31	1	2	24		
6		6	17		3	12		3	15	6	2	12	32	1	2	18			14		
7		3	10		1	6			7	7		7	19			10			7		
<b>Janeiro</b>											<b>Janeiro</b>										
1	18	59	88	12	20	41	20	36	71	1	25	60	85	15	25	66	15	35	73		
2		34	68		7	25	7	18	43	2	9	33	64	3	9	40	5	11	44		
3		20	46		3	16	3	10	23	3	3	18	44		3	23	2	3	24		
4		11	29		1	11	1	6	12	4	1	9	29		1	13	1		12		
5		7	17			7			6	5		5	18			7			6		
6		4	10			5			3	6			11			4			3		
7						4				7			6								
<b>Fevereiro</b>											<b>Fevereiro</b>										
1	7	44	79	7	7	54	7	37	4	1	26	55	79	9	25	43	20	56	36		
2		21	52			24		8	2	2	7	24	52		9	24	6	35	15		
3		10	30			10			1	3	2	10	30		3	14	2	23	7		
4		5	16			4			6	4		3	15		1	9		15	3		
5			8			1			3	5			7			5		10	1		
6			4						1	6			3			3		7			
<b>Março</b>											<b>Março</b>										
1	27	45	71	26	56	89	50	85	96	1	19	53	74	38	62	92	54	84	98		
2	5	18	47	9	30	68	30	64	87	2	4	23	51	16	36	76	30	62	90		
3	1	7	31	3	16	45	19	44	74	3		9	35	7	21	56	17	42	76		
4		2	19	1	8	27	13	28	60	4		3	23	3	12	37	9	26	59		
5			12		4	15	8	17	46	5		1	15	1	6	22	3	16	42		
6			7			8	6	10	33	6			10		4	13	2	9	28		
7			4			4	4	6	24	7			7			7		5	17		
8								3	16	8			4					3	10		
9								2	11	9			3					1	5		

Tabela 2.B - Probabilidade de ocorrência (%) de N ou mais dias com temperatura do ar &lt; 13°, 15° e 17°C em estações meteorológicas localizadas na região da Depressão Central (RS).

-----Santa Maria-----										-----São Gabriel-----									
1º Decêndio			2º Decêndio			3º Decêndio				1º Decêndio			2º Decêndio			3º Decêndio			
N	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	N	13°	15 17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	
-----Santa Maria-----																			
Dezembro										Dezembro									
1	47	77	98	43	75	93	25	70	94	1	58	87	100	74	87	98	63	89	99
2	26	53	90	11	42	76	4	35	79	2	30	69	98	43	67	64	32	69	97
3	15	34	78	2	19	55		14	56	3	15	50	94	21	47	84	14	48	90
4	9	21	60		8	35		5	33	4	7	35	85	9	30	70	6	30	78
5	6	13	43		3	20		1	17	5	4	24	71	4	19	54	2	18	61
6	3	8	28		1	11			7	6	2	15	55	1	11	37	1	10	44
7	2	4	17			5				7	1	10	39		6	25		5	29
8										8		6	26		3	15		3	17
Janeiro										Janeiro									
1	27	50	81	22	46	70	9	32	80	1	44	57	92	42	75	93	29	56	90
2	11	26	56	6	18	48	3	12	53	2	19	33	77	15	44	80	10	28	71
3	5	13	35	2	6	32		5	30	3	9	20	58	5	22	62	4	13	50
4	2	7	21		2	21		2	15	4	4	12	41	1	10	45	1	6	32
5		3	11			14			7	5	2	7	28		4	31		3	20
6			6			9			3	6		5	18			20			11
7			3			6			1	7			11			12			6
Fevereiro										Fevereiro									
1	22	49	80	13	30	63	18	48	70	1	30	75	95	30	61	90	27	54	78
2	10	24	54	6	14	35	7	19	43	2	11	42	82	11	35	73	13	29	59
3	5	12	32	3	7	18	2	7	25	3	5	19	65	4	19	54	7	16	44
4	2	6	17	2	4	9		2	14	4	2	7	45	2	11	38	4	9	32
5		3	9		2	4			8	5		2	29		6	25		5	24
6			4			2			4	6			17		3	16		3	17
7										7		9		2	10				12
Março										Março									
1	19	56	76	37	63	93	54	87	99	1	43	72	95	59	85	98	74	88	100
2		20	51	14	35	77	30	66	94	2	18	44	83	36	66	92	45	71	98
3		7	31	6	18	57	17	44	85	3	8	24	66	22	48	82	24	54	95
4		5	17	2	9	39	9	28	71	4	3	12	49	14	33	68	11	39	89
5			10		5	24	5	16	55	5	1	6	34	8	23	54	5	28	79
6			5		2	14	3	9	39	6		3	22	5	15	40		19	66
7			3			8	2	5	27	7		1	14	3	9	29		13	53
8			1			4	1	3	17	8			8		6	13		8	40
9						2		1	10	9			5		4	9		5	29
10										10			3		2	5			19
-----Tapes-----																			
Dezembro										Dezembro									
1	27	71	83	23	47	68	32	55	85	1	45	71	94	34	69	92	36	69	92
2	10	42	64	13	26	48	14	32	64	2	18	46	81	16	41	76	10	38	77
3	4	22	48	8	16	34	6	18	45	3	7	29	63	8	23	56	3	18	57
4	2	11	34	5	10	24	3	11	29	4	3	17	45	4	12	39		8	39
5	1	5	24	2	6	18	1	6	18	5	1	10	30	2	6	25		3	25
6		2	17	2	4	13	1	2	11	6		6	19	3	15				15
7			11	1	2	9		1	6	7		4	12		2	9			9
Janeiro										Janeiro									
1	22	34	66	9	22	57	3	26	63	1	22	40	61	18	40	61	7	26	66
2	6	16	41	4	9	35		9	33	2	7	11	40	3	11	40		10	38
3	2	8	26	2	4	22		3	16	3	2	3	26		3	26		4	20
4		2	16		2	14		1	7	4	1		16			16		2	10
5		1	10			9			3	5			12			12			5
6			6			6			1	6			8			8			2
7			3			4				7			5			5			
Fevereiro										Fevereiro									
1	21	30	66	12	25	55	15	28	53	1	11	43	77	10	19	51	7	39	72
2	6	12	40	4	12	32	7	14	34	2	2	17	48		5	27		15	44
3	2	5	24	1	6	19	4	8	22	3	1	7	25		1	15		6	24
4		2	14		3	12	2	5	15	4		2	12			8		2	12
5		1	8			7	1	3	10	5		1	5			4		1	6
6			4			4	1	2	7	6			2			2			3
Março										Março									
1	22	38	72	39	59	85	50	73	92	1	16	29	63	35	52	84	40	71	98
2	10	21	47	23	38	68	27	51	79	2		12	40	14	31	64	19	45	92
3	5	12	30	14	25	53	16	34	64	3		6	25	6	20	47	9	26	79
4	2	8	18	9	17	40	9	23	49	4		3	16	2	13	33	5	15	61
5		5	11	6	11	29	5	15	37	5		1	10		9	22	2	8	43
6		3	6	4	8	21	3	10	26	6			6		6	15	1	4	27
7		2	4	3	5	15	2	6	19	7					4	10	1	2	16
8		1	2	2	3	11	1	4	13	8					6			1	8
9			1	1	2	8	1	3	9	9					4			1	4
-----Taquari-----																			
Dezembro										Dezembro									
1	45	71	94	34	69	92	36	69	92	1	45	71	94	34	69	92	36	69	92
2	18	46	81	16	41	76	10	38	77	2	18	46	81	16	41	76	10	38	77
3	7	29	63	8	23	56	3	18	57	3	7	29	63	8	23	56	3	18	57
4	3	17	45	4	12	39		8	39	4	3	17	45	4	12	39		8	39
5	1	10	30	2	6	25		3	25	5	1	10	30	2	6	25		3	25
6		6	19	3	15				15	6		6	19	3	15				15
7		4	12		2	9			9	7		4	12		2	9			9
Janeiro										Janeiro									
1	22	40	61	18	40	61	7	26	66	1	22	40	61	18	40	61	7	26	66
2	7	11	40	3	11	40		10	38	2	7	11	40	3	11	40		10	38
3	2	3	26		3	26		4	20	3	2	3	26		3	26		4	20
4	1		16			16			10	4	1		16			16		2	10
5			12			12			5	5			12			12			5
6			8			8			2	6			8			8			2
7			5			5				7			5			5			
Fevereiro										Fevereiro									
1	11	43	77	10	19	51	7	39	72	1	11	43	77	10	19	51	7	39	72
2	2	17	48		5	27		15	44	2	2	17	48		5	27		15	44
3	1	7	25		1	15		6	24	3	1	7	25		1	15		6	24
4		2	12			8			12	4		2	12			8		2	12
5		1	5			4			6	5		1	5			4		1	6
6			2			2			3	6			2			2			3
Março										Março									
1	16	29	63	35	52	84	40	71	98	1	16	29	63	35	52	84	40	71	98
2		12	40	14	31	64	19	45	92	2		12	40	14	31	64	19	45	92
3		6	25	6	20	47	9	26	79	3		6	25	6	20	47	9	26	79
4		3	16	2	13	33	5	15	61	4		3	16	2	13	33	5	15	61
5		1	10		9	22	2	8	43	5		1	10		9	22	2	8	43
6			6		6	15	1	4	27	6			6		6	15	1	4	27
7					4	10	1	2	16	7					4	10	1	2	16
8					6			1	8	8					6			1	8
9					4			1	4	9					4			1	4

Tabela 3 - Probabilidade de ocorrência (%) de N seqüências de M dias com temperatura menor ou igual a  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  e  $17^{\circ}\text{C}$ , em estações meteorológicas localizadas na Região da Depressão Central (RS)

M	N	dezembro			janeiro			fevereiro			março			dezembro			janeiro			fevereiro			março			
		13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	
-----Alegrete-----												-----Cachoeira do Sul-----														
2	1	39	60	61	27	31	40	6	44	56	41	58	53	34	53	76	--	28	39	--	46	46	32	48	5	
	2	-	24	30	-	6	12	-	12	20	10	21	19	-	18	43		5	9	-	12	12		15	1	
	3		7	14		1	3			5		6	5		4	18		1						3	4	
	4			16			1					1				6								1	1	
2	5															2										
	1	13	25	46		6	35		11	37	7	18	23		11	36		5	20		29	5	20	4		
	2			14			7									9					7			1		
	3			3												2					2					
6	1							12		6	7		12		6			10			5		5	1		
	2																							3		
	3																							1		
8	1									6		7			6	11									1	
-----Cachoeirinha-----												-----Eldorado do Sul-----														
2	1	17	53	67		23	41		28	45	28	33	61	33	45	58	9	20	42	9	33	39	30	28	58	
	2		17	31			10			15		10	24		12	21		4	10			9	7	4	26	
	3			10			2			4		3				6		1					1		10	
	4									1		1													3	
4	1		12	22			7					12	12	28	9	18	27		9	14			9	17	46	
	2												8			3	7								13	
	3												2			1	2									
6	1			12			7						20				20								9	
	2												5													
	3												1													
8	1															13			5							
-----Santa Maria-----												-----São Gabriel-----														
2	1	19	53	80	16	32	53	19	38	29	29	52	52	54	62	54	24	32	57	38	50	41	30	58	58	
	2		20	48			19		8		5	17	20		19	25	20	3	6	21	8	16	11	8	21	26
	3		6	22			5					7			4	7	6			5		3	2	2	6	10
	4		2	8			1						2				1								4	
	5			2																					1	
4	1		13	22			8		4	26	8	16	23	6	35	51	6	17	36		6	34	6	27	28	
	2		3	4											8	17			8					2	4	7
	3		1													2	4						1		2	
	4																1									
6	1			4			8			83		4		6	28			6			15		12	24		
	2															4										
8	1	4	4	8								6			6	9			9		6			9		
-----Tapes-----												-----Taquari-----														
2	1	6	38	57	14	22	46	17	15	28	26	34	53	29	50	69	11	24	32	4	19	45	26	32	62	
	2		14	21			16		2	4	4	7	19		8	16	33					5	12		9	25
	3		5	5			5					1	5		2	3	12				1			2	7	
	4		2	1			1					1			1											
	5		1																							
4	1		3	27			9			6	3	6	19		14	22		4	17			20	7	7	40	
	2			5							2						3								9	
	3			1							1															
6	1		3	8							6	6	14		4	14			14			7		4	10	
	2											3														
	3											1														
	4											1														
8	1	3		6			3					6					4								4	

Tabela 4 - Probabilidade de ocorrência (%) de que a maior seqüência de dias com temperatura menor ou igual a  $\leq 13$  °C,  $15$  °C e  $17$  °C, seja de N dias em estações meteorológicas localizadas na região da Depressão Central (RS).

N	dezembro		janeiro		fevereiro		março		dezembro		janeiro		fevereiro		março										
	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°	13°	15°	17°							
-----Alegrete-----																									
1	78	94	97	60	85	97	42	83	97	89	95	99	63	95	99	28	78	93	36	75	93	71	95	99	
2	47	81	91	28	59	87	17	53	88	65	83	96	26	79	94	5	44	74	7	40	74	38	80	97	
3	23	62	81	11	35	69	7	26	70	39	67	90	56	82	1	19	50	70	16	50	16	58	90		
4	10	43	68	4	18	48	2	10	49	20	50	80	34	65		6	28			28	6	35	78		
5	4	27	54	1	8	29			30	8	35	68	17	46			13			13	2	18	61		
6		16	42		4	15			16	3	23	55	8	29			5			5		8	44		
7		9	31						8	1	14	42	3	16									29		
8		5	23								3	9	31	1	8								17		
9		2	23								5	22											9		
10		1	16								3	15													
11			11								2	10													
12			7								1	6													
13			5									4													
14			3									2													
15			2									1													
16			1																						
17			1																						
-----Cachoeira do Sul-----																									
1	57	92	98	32	75	92	18	68	90	73	92	98	80	91	99	47	78	96	49	73	92	73	91	98	
2	29	75	92	10	46	76			31	66	42	73	91	49	72	96	18	48	85	16	37	71	43	71	90
3	14	47	78	3	24	56			11	39	21	48	77	23	50	89	6	25	66	4	14	46	22	47	76
4	7	25	59	1	12	37				19	10	26	58	8	31	75	2	11	44	1	4	24	11	27	59
5	3	12	39		5	23				8	4	12	38		17	58		5	25			11	5	14	41
6	1	5	23		2	13							22	9	41		2	13				2	6	26	
7		2	12			7							12	4	26			6					3	16	
8						4								2	15			2					1	9	
9						2									8								4		
10						1									4								2		
12															2								1		
-----Eldorado do Sul-----																									
1	65	91	98	50	76	94	50	78	95	76	94	99	87	98	100	75	93	99	68	89	97	86	97	98	
2	36	71	92	19	46	62	21	45	81	45	78	94	60	89	99	43	74	94	32	64	90	60	87	94	
3	18	45	79	6	23	44	7	22	60	22	56	85	33	73	95	19	50	82	11	37	78	35	69	87	
4	8	24	63	2	10	28	3	9	37	9	33	73	15	53	87	7	28	66	3	18	64	17	48	79	
5	4	10	45		4	17			3	20	1	17	58	5	19	75	2	13	47		7	51	7	30	69
6	2	4	29		1	10			1	9		7	44	9	60	1	6	30			2	38	3	17	59
7	1	1	17			3						3	31	4	44		2	17				28	8	49	
8			10			1						21	21	2	29		1	9				19	4	40	
9			5									14	14	1	18			4				13	1	32	
10			2									8	8		10			2				9	1	25	
11			1									5	5		5							6		20	
12												3	3									4		15	
13												2	2									2		11	
14												1	1									1		8	
15																						1		6	
16																								5	
17																								3	
18																								2	
19																								2	
20																								1	
21																								1	
22																								1	
-----Santa Maria-----																									
1	47	79	91	30	66	88	39	67	87	71	81	93	72	91	98	32	69	95	28	68	93	68	90	98	
2	26	58	78	9	32	64	16	36	67	45	63	83	37	72	91	8	39	82	4	32	77	34	68	93	
3	15	40	63	3	4	38	6	17	48	26	49	71	14	48	79	2	19	61		11	54	14	42	82	
4	9	27	50			20	3	8	33	15	37	59	28	64		9	39				32	5	21	66	
5	5	18	39			9	1	3	21	8	28	48	15	47		3	22				17	1	9	49	
6	3	11	29			4		1	14	4	21	38	7	32		1	11				8	3	34		
7	2	7	22			1			8	2	16	30	3	21			5				3	1	21		
8	1	5	16						5		9	23	1	13							1		13		
9	1	3	12						3		7	18		7									7		
10		2	8						2		5	13		4									4		
11		1	6						1		4	10		2									4		
12		1	4						1		3	8		1									2		
13			3								2	6													
14			2								1	4													
15			1								1	3													
16			1								1	2													
17			1									2													
-----Tapes-----																									
1	47	79	91	30	66	88	39	67	87	71	81	93	72	91	98	32	69	95	28	68	93	68	90	98	
2	26	58	78	9	32	64	16	36	67	45	63	83	37	72	91	8	39	82	4	32	77	34	68	93	
3	15	40	63	3	4	38	6	17	48	26	49	71	14	48	79	2	19	61		11	54	14	42	82	
4	9	27	50			20	3	8	33	15	37	59	28	64		9	39				32	5	21	66	
5	5	18	39			9	1	3	21	8	28	48	15	47		3	22				17	1	9	49	
6	3	11	29			4		1	14	4	21	38	7	32		1	11				8	3	34		
7	2	7	22			1			8	2	16	30	3	21			5				3	1	21		
8	1	5	16						5		9	23	1	13							1		13		
9	1	3	12						3		7	18		7									7		
10		2	8						2		5	13		4									4		
11		1	6						1		4	10		2									4		
12		1	4						1		3	8		1									2		
13			3								2	6													
14			2								1	4													
15			1								1	3													
16			1								1	2													
17			1									2													
-----Cachoeira do Sul-----																									
1	57	92	98	32	75	92	18	68	90	73	92	98	80	91	99	47	78	96	49	73	92	73	9		



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BLISS, C.I. FISCHER, R.A. Fitting the Negative Binomial distribution to biological data. *Biometrics*, Washington, v. 9, p. 176-20, 1953.
- BOARD, J.E., PETERSON, M.L., RUTGER, J.N. Response of California rice varieties to cool temperature. *Calif Agric*, v. 33, p. 10-11, 1979.
- BURIOL, G.A., SCHNEIDER, F.M., ESTEFANEL, V., *et al.* Ocorrência e duração das temperaturas mínimas diárias do ar prejudiciais à fecundação das flores do arroz em Santa Maria, RS. 1 - Probabilidade de ocorrência. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 21, n.1, p. 23-34, 1991.
- CAMPOS, H. de *Estatística não Paramétrica*. 4. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983. 349 p.
- DAVIES, R.G. *Computer programming in quantitative Biology*. Londres: Academic Press, 1971. 492 p.
- INFELD, J.A., SILVEIRA JUNIOR, P., ZONTA, E.P. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1985. Cap. 7: potencial de produção em função das épocas de semeadura: p. 95-112.
- SATAKE, T. Research on cool injury of paddy rice plants in Japan. *Japan Agric Res Quant*, v. 4, n. 4, p. 1-5, 1969.
- STEINMETZ, S., DIDONET, I.A. Frequência de temperaturas mínimas do ar em áreas produtoras de arroz irrigado na região sul do Rio Grande do Sul. In: XXI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1995. PORTO ALEGRE, RS. *Anais...* Porto Alegre, IRGA, 1995, p. 137-139.
- TERRES, A.L., GALLI, J., GASTAL, F.L., Manejo da água como redutor dos danos causados pelo frio na produção do arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1983. Porto Alegre, RS, *Anais...*, Porto Alegre: IRGA/EMBRAPA, 1983, p. 169-171.
- TERRES, A.L., GALLI, J. **Fundamentos para a Cultura do Arroz Irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. Cap. 6: efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul - 1984: p. 83-94.

**Ciência Rural, v. 28, n. 1, 1998.**