



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS ERECHIM**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**KARINA ROSALEN**

**AJUSTE DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DA  
CULTURA DO FEIJÃO**

**ERECHIM**

**2017**

**KARINA ROSALEN**

**AJUSTE DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DA  
CULTURA DO FEIJÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
graduação, apresentado como requisito para  
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia na  
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Dr. Hugo von Linsingen Piazzetta

**ERECHIM**

**2017**

Rosalen, Karina

Ajuste da lâmina de irrigação na produtividade da cultura do feijão/ Karina Rosalen. -- 2017.  
25 f.:il.

Orientador: Hugo von Linsingen Piazzetta.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia , Erechim, RS , 2017.

1. Irrigação. 2. Agrometeorologia. 3. agricultura irrigada. 4. Umidade de solo. I. Piazzetta, Hugo von Linsingen, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFES  
CAMPUS ERECHIM

**ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos vinte e um dias do mês de junho de 2017, às 13:30 horas, foi realizado a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso II de **Karina Rosalen**, intitulado "**Ajuste da lâmina de irrigação na produtividade da cultura do feijão**".

A Banca Examinadora, constituída pelo (a) professor (a) orientador (a) **Hugo Von Linsingen Piazzetta** e pelos professores **Gismael Francisco Perin** e **Bernardo Berenchtein**, emitiu o seguinte parecer:

Aprovado com nota: 9,7

Refazer o relatório

Reprovado

Obs.: \_\_\_\_\_

Eu, Hugo Von Linsingen Piazzetta, orientador (a) do aluno (a), lavrei a presente Ata que segue por mim assinada e pelos demais membros da Banca Examinadora.

\_\_\_\_\_  
Hugo Von Linsingen Piazzetta  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Gismael Francisco Perin  
Examinador

\_\_\_\_\_  
Bernardo Berenchtein  
Examinador

\_\_\_\_\_  
Karina Rosalen

Karina Rosalen  
Discente



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>RESUMO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXO 1. NORMAS DA REVISTA .....</b>	<b>27</b>

## 1. RESUMO

1 O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais grãos produzidos no Brasil e  
2 destaca-se por ser fonte principal na alimentação da população. Apesar da sua expressividade,  
3 observa-se uma oscilação na produção nacional, a qual resulta da baixa disponibilidade hídrica  
4 durante o ciclo da cultura, aliada às condições climáticas da região. Desta maneira, o presente  
5 trabalho objetivou avaliar os componentes de rendimento e o desempenho da cultura submetida  
6 a diferentes lâminas de irrigação, e validar a planilha Lâmina. O experimento foi conduzido na  
7 área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, em Erechim – RS, com  
8 delineamento de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, seguidos os  
9 tratamentos de não utilização de irrigação; manutenção da umidade do solo equivalente em  
10 100% da umidade da capacidade de campo; manutenção da umidade do solo equivalente a  
11 capacidade real de água no solo em 45 % da capacidade total de água do solo; e ajuste da lâmina  
12 de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina”. Em todos os tratamentos  
13 determinou-se a produtividade de grãos, a quantidade de água recebida pela cultura, o peso de  
14 1000 grãos, a biomassa e a eficiência no uso da água. Em virtude da boa distribuição de chuvas  
15 ao longo do período, não se obteve diferenças significativas para os componentes de  
16 rendimento, exceto para comprimento de vagem, em que o tratamento manutenção da umidade  
17 do solo equivalente em 100 % da umidade da capacidade de campo, apresentou maior média  
18 em relação aos demais.

19

20 **Palavras-chave:** Agrometeorologia, agricultura irrigada, umidade de solo.

21

## 2. ABSTRACT

22           The Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) is one of the most produced grains in Brazil and stands  
23 out as the population main food source. In spite of the expressiveness, there is an oscillation in  
24 national production, due the low water availability during the crop cycle, allied to region  
25 climatic conditions. So, the purpose of present study was evaluate bean yield components and  
26 culture performance submitted to different irrigation levels, and to validate the LÂMINA  
27 spreadsheet. The experiment was conducted at experimental area of Federal University of  
28 Fronteira Sul, in Erechim - RS, in a completely randomized block design with four replications  
29 in four treatments, being them, without irrigation; Maintenance of soil moisture equivalent in  
30 100% of field capacity; Maintenance of soil moisture equivalent to the actual soil water capacity  
31 in 45 % of total soil water capacity; adjustment of irrigation level according to values from  
32 LÂMINA spreadsheet. In all treatments, grain yield, amount of crop's water received, 1000  
33 grains weight, biomass and efficiency of water use were determined. Due to rainfall good  
34 distribution of over period, no significant differences ( $P>0.05$ ) were observed for yield  
35 components, except for pod length, where treatment Maintenance of soil moisture equivalent  
36 in 100 % of field capacity, showed better results than other treatments.

37

38           **Key-words:** Agrometeorology, irrigated agriculture, soil moisture

39

## 3. INTRODUÇÃO

40           O feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) destaca-se como um dos cultivos de maior  
41 expressividade no Brasil, sendo cultivado em sua grande maioria pela agricultura familiar e  
42 atualmente, por alguns produtores que possuem maiores extensões de áreas e níveis

43 tecnológicos mais avançados. (CARVALHO et al., 2014; CARVALHO, 2013; FILHO et al.,  
44 2014).

45 O cultivo é realizado em períodos de maior probabilidade de obtenção de boas  
46 produtividades, nos mais variados tipos de solos, climas e sistema de cultivo solteiro,  
47 consorciado ou intercalado (CARVALHO et al., 2014; CARVALHO, 2013; FILHO et al.,  
48 2014.)

49 O feijão é caracterizado como uma planta exigente de condições meteorológicas. A  
50 instabilidade climática das regiões produtoras, aliada ao alto grau de sensibilidade da planta à  
51 deficiência hídrica, determinam a oscilação da produção nacional (MONTEIRO; FILHO;  
52 MONTEIRO, 2010; CARVALHO et al., 2014; GUIMARÃES; STONE; BRUNINI, 1996).

53 Na safra 2015/16, o cultivo de feijão apresentou redução de produtividade e área  
54 plantada em relação a 2014/15. Na primeira safra do ano, houve decréscimo de 7,1 % da área  
55 plantada e 1,6 % na produtividade, enquanto que na segunda e terceira safra os valores foram  
56 respectivamente de, 0,4 % e 16,5 % para área plantada e 25,2 % e 20,3 % para produtividade.

57 Em contrapartida, na safra 2016/17, em decorrência dos preços do mercado e de  
58 condições meteorológicas favoráveis, houve aumento de 14,6 % na área plantada e 17,4 % na  
59 produtividade de feijão de primeira safra e estima-se aumento de 7,9 % de área plantada e 27,8  
60 % na produtividade para segunda safra, seguido de 3,5 % e 17,7 % para terceira safra. (CONAB,  
61 2016, 2017).

62 Com o intuito de regularizar a disponibilidade hídrica para a cultura, a utilização de  
63 sistemas de irrigação tem demonstrado grande potencialidade do ponto de vista produtivo  
64 (MOREIRA et al., 2012). No entanto, a otimização do uso da água ainda é um dos desafios  
65 encontrados no planejamento da irrigação. Deste modo, é de suma importância a implantação  
66 de um sistema eficiente com uso racional da água, levando em conta o momento exato e a



67 quantidade de água a ser aportada na área para atender as necessidades hídricas da cultura sem  
68 desperdícios (CUNHA et al., 2013; JÚNIOR; FRIZZONE; PAZ, 2014).

69 Em visto disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os componentes de  
70 rendimento e a produtividade da cultura submetida a diferentes lâminas de irrigação, e validar  
71 a planilha “Lâmina” para uso no manejo da água de irrigação da cultura.

72

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

73 O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira  
74 Sul Campus Erechim, durante o período de maio de 2016 a março de 2017. No local, o solo é  
75 classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico húmico conforme classificação de  
76 Embrapa (2006), e as características químicas do solo foram determinadas através de análise  
77 do solo.

78 O clima do local é Cfa conforme classificação estabelecida por Köppen (1931), onde a  
79 temperatura no mês mais quente é superior a 22 °C e inferior a 18 °C no mês mais frio, além de  
80 chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Na Tabela 1 são apresentados os dados climatológicos  
81 do município de Erechim.

82 Com o intuito de conhecer as propriedades hidráulicas do solo construiu-se a curva de  
83 retenção de água conforme metodologia da câmara de Richards descrita por Richards e Fireman  
84 (1943) e Embrapa (1997). Para tanto, foram coletadas 15 amostras de solo indeformadas em  
85 anéis cilíndricos de volume conhecido, nas profundidades de 0 - 10 cm e 10 – 20 cm com auxílio  
86 de trado tipo “Uhland”. Após as coletas, as amostras foram levadas ao laboratório de solos da  
87 UFFS para determinações. Para construção da curva, foram adotados os pontos de tensão de: 6,  
88 10, 30, 100, 300 e 1.500 kPa.

89

90 **Tabela 1:** Características climatológicas de 30 anos (1976-2005) do município de Erechim.

Meses	Temperatura média °C	Precipitação pluviométrica (mm)	Umidade Relativa (%)	Evapotranspiração potencial (mm/mês)	Radiação solar (MJ/m <sup>2</sup> /dia)
Janeiro	22,6	171,7	77,6	117,0	21,6
Fevereiro	22,1	143,2	79,3	97,7	20,8
Março	21,2	132,9	79,7	93,5	17,7
Abril	18,5	145,2	79,2	65,2	14,4
Mai	15,7	159,6	82,6	46,4	12,3
Junho	13,9	156,4	81,9	34,8	10,6
Julho	13,5	177,7	80,8	35,1	11,1
Agosto	15,0	129,5	79,4	45,0	13,4
Setembro	15,7	173,0	76,0	50,3	15,7
Outubro	18,2	210,1	76,0	61,3	19,5
Novembro	20,0	155,4	75,3	87,8	22,3
Dezembro	21,7	145,1	75,6	110,9	22,6
Anual	18,2	1869,4	78,6	844,9	16,8

91 Fonte: (MATZENAUER, RADIN e ALMEIDA, 2011)

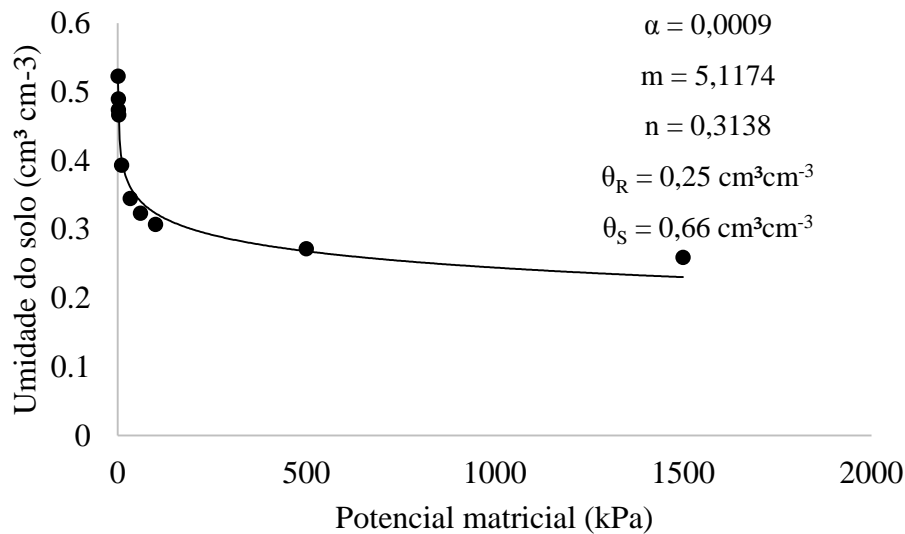
92

93 Ao final de todas as tensões aplicadas, as amostras foram secas em estufa com circulação  
94 forçada de ar, na temperatura de 105 °C por 48 horas. Desta forma, determinou-se as umidades  
95 volumétricas que correspondem a cada tensão. Após a determinação das umidades de equilíbrio,  
96 em todos os pontos de tensões aplicadas, construiu-se a curva de retenção da água no solo  
97 (Figura 1) nas diferentes profundidades, ajustando-se os valores de umidade pelo modelo

98 matemático proposto por Van Genuchten (1980). A umidade na capacidade de campo foi obtida  
 99 na tensão de 30 kPa (34,0 %) e a umidade no ponto de murcha permanente na tensão de 1500  
 100 kPa (26,0 %).

101

102 **Figura 1.** Curva de retenção de água no solo na área do experimento.



103

104 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com  
 105 quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um piquete com dimensões de  
 106 3 m de largura por 3 m de comprimento, totalizando 9 m² por unidade experimental.

107 Para atender os objetivos deste trabalho, foram comparadas as seguintes formas de  
 108 ajuste da lâmina de irrigação: não utilização de irrigação (controle); manutenção da umidade  
 109 do solo equivalente em 100 % da umidade da capacidade de campo (100 % CC); manutenção  
 110 da umidade do solo equivalente a capacidade real de água no solo, em 45 % da capacidade total  
 111 de água do solo (45 % CRA); e ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela  
 112 planilha “Lâmina” (Lâmina).

113 A correção da acidez do solo foi realizada utilizando calcário filler, aplicado  
114 superficialmente. A dose de corretivo utilizado foi estabelecida procurando elevar a saturação  
115 de bases a 70 %. Desta forma, foi necessário aplicar 2000 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> (PRNT 60 %).

116 O estabelecimento da cultura foi realizado conforme recomendação contida no  
117 Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul determinada pelas Portaria 200/2014 para  
118 cultura do feijão do MAPA, sendo utilizada a cultivar BRS Campeiro. As sementes foram  
119 previamente tratadas com inseticida/fungicida (piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil)  
120 na dose de 200 ml p.c./100 Kg de sementes.

121 A quantidade de fertilizante utilizada foi definida a partir do resultado da análise  
122 química do solo com recomendação estabelecida no Manual de Adubação e de Calagem para  
123 os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS, 2004).

124 Sendo assim, utilizou-se 700 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 5-20-20 no momento da semeadura, a  
125 qual foi realizada no dia 04 de novembro de 2016, utilizando conjunto semeadora-adubadora  
126 de precisão com mecanismo dosador de sementes de disco alveolado, regulada para obter uma  
127 população final de 12,5 plantas por metro linear com espaçamento de 0,5 m e profundidade de  
128 semeadura de 3 cm.

129 Sempre que necessário, o controle de pragas e doenças foi realizado com tratamento  
130 químico, aplicando inseticida do grupo Piretróide (lambda-cialorina) e Neonicotinóide  
131 (tiametoxan), e fungicida do grupo químico Estrobilurina (azoxistrobina) e Triazol  
132 (ciproconazol). O controle de plantas daninhas foi realizado por capina e arranquio manual.

133 Os tratamentos foram aplicados desde a semeadura até a colheita da cultura. Para o  
134 tratamento sem irrigação, a disponibilidade de água deu-se em função da ocorrência natural de  
135 chuvas do local, que foi monitorada com auxílio de estação meteorológica instalada próximo a  
136 área experimental.

137 Para o tratamento de manutenção de 100 % da capacidade de campo e 45 % da  
 138 capacidade real de água no solo, a umidade do solo foi determinada com auxílio de uma sonda  
 139 TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo) modelo standard 6005L acoplada ao medidor de  
 140 umidade MiniTrase com datalogger.

141 Após a leitura dos dados, a umidade da capacidade de campo foi reestabelecida  
 142 aplicando a quantidade de água necessária de acordo com a Equação 01, proposta por Bernardo  
 143 (2005).

144

$$145 \quad LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_f)}{10} \times z \quad \text{Eq. 01}$$

146

147 Onde: LL= lâmina líquida de irrigação;  $\Theta_{cc}$  = umidade volumétrica do solo na  
 148 capacidade de campo (%);  $\Theta_f$  = umidade volumétrica do solo no momento da aferição (%); z =  
 149 profundidade efetiva do sistema radicular, para feijão 0,4 m.

150 Para o tratamento da capacidade real de água no solo (CRA), correspondente a 45% da  
 151 capacidade total de água do solo, conforme o fator de depleção para a cultura, estabelecido por  
 152 Allen et al. (1998), a lamina de água aplicada foi determinada pela Equação 02 (BERNARDO,  
 153 2005).

154

$$155 \quad LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_f)}{10} \times z \times f \quad \text{Eq. 02}$$

156

157 Onde: LL = lâmina líquida de irrigação;  $\Theta_{cc}$  = umidade volumétrica do solo na  
 158 capacidade de campo (%);  $\Theta_f$  = umidade volumétrica do solo no momento da aferição (%); z =  
 159 profundidade efetiva do sistema radicular, para feijão 0,4 m; f = fator de depleção hídrica da  
 160 cultura, para o feijão 0,45.

161 No tratamento Lâmina, a planilha utilizada foi desenvolvida pela equipe do projeto  
162 observando as recomendações estabelecidas por Allen et al. (1998). Esta planilha utiliza dados  
163 do local, solo, sistema de irrigação, cultura e fatores climáticos para construir o balanço hídrico  
164 do solo em relação a cultura que está sendo cultivada naquele momento, e a partir disso, faz  
165 uma recomendação de lâmina de irrigação que atenda às necessidades da cultura.

166 Desta maneira, foram realizadas leituras diárias dos elementos climáticos: radiação solar  
167 global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar média e mínima  
168 (%), velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ) e precipitação pluviométrica ( $\text{mm dia}^{-1}$ ). Estes valores foram  
169 obtidos em estação meteorológica automática, e juntamente com parâmetros relacionados ao  
170 local (Latitude, Longitude e Altitude), a característica do solo (umidade na capacidade de  
171 campo e umidade no ponto de murcha permanente) e a cultura (espécie e fase de  
172 desenvolvimento), foram inseridos na planilha para ajustar a lâmina de irrigação a ser aplicada.

173 Para realização da colheita foram desprezadas as bordaduras correspondente a 0,5 m de  
174 cada lado da parcela, restando  $4 \text{ m}^2$  de área. No momento em que a cultura atingiu a maturidade  
175 fisiológica, 10 plantas foram selecionadas aleatoriamente na parcela e cortadas rente ao solo,  
176 para determinação do número de vagens por planta, comprimento da vagem, espessura da  
177 vagem, número de grãos por vagem e biomassa seca da parte área, de acordo com metodologia  
178 proposta por IPGRI (2001).

179 Após a trilha manual das vagens, determinou-se a umidade dos grãos, permitindo a  
180 estimativa da produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , em razão do rendimento de grãos na área útil de cada  
181 parcela com umidade ajustada para 13 % e a população de plantas corrigida para 250.000  
182 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . O peso de mil grãos foi determinado a partir de oito repetições de 100 grãos,  
183 pesados em balança analítica e corrigidos à umidade de 13 %. A biomassa seca da parte aérea

184 também foi determinada em balança analítica, após as plantas permanecerem em estufa com  
185 circulação forçada de ar na temperatura de 60 °C até obter peso constante.

186 Em todos os tratamentos foi determinado a quantidade total de água recebida pela  
187 cultura durante seu desenvolvimento, permitindo relacionar a quantidade de água aplicada com  
188 os componentes de rendimento e produtividade da cultura.

189 Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias de todos os  
190 tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. Para  
191 realização das análises, utilizou-se o software estatístico SPSS v.17,0.

192

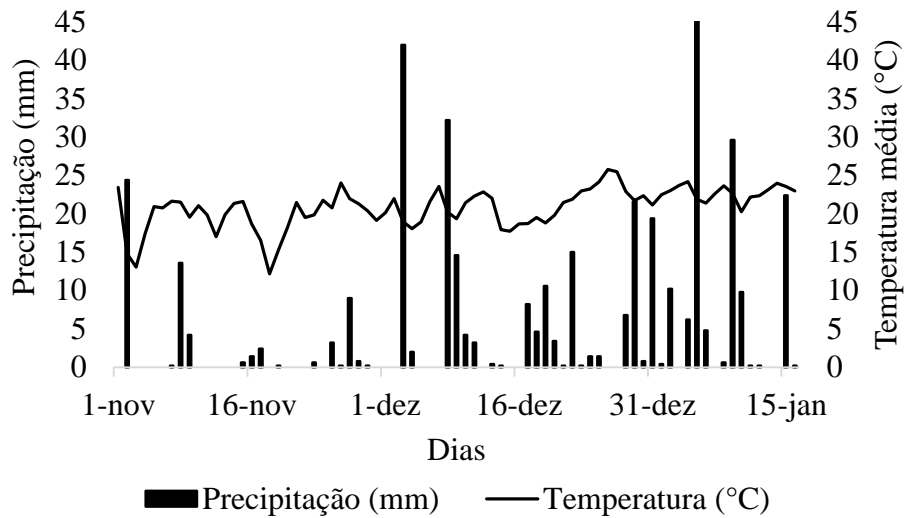
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

193 Durante o período de execução do experimento, a temperatura média variou de 12,2 °C  
194 (18 de novembro de 2016) à 25,8 °C (26 de dezembro de 2017), apresentando média de 20,83  
195 °C (Figura 2). Os valores mantiveram-se próximos a faixa ideal estabelecida por Heinemann  
196 (2009), em que a média está em torno de 21 °C, podendo variar entre 12 °C e 29 °C. A  
197 precipitação total durante os meses de novembro, dezembro e janeiro foi de 397,4 mm (Figura  
198 2), suprimindo a necessidade hídrica da cultura, que de acordo com Doorenbos e Kassam (1979),  
199 varia entre 300 a 500 mm.

200 Observa que, de acordo com as previsões divulgadas pelo IRI (International Research  
201 Institute for Climate and Society), nos meses de condução do experimento, houve uma  
202 neutralidade climática caracterizando enfraquecimento do fenômeno La Niña, justificando as  
203 chuvas regulares e bem distribuídas nos meses de dezembro e janeiro.

204 Os valores de precipitação foram satisfatórios para o desenvolvimento normal da  
205 cultura, visto que, mesmo em intervalos de dias sem ocorrência de chuvas, não houve déficit  
206 hídrico em nenhum momento durante o ciclo, conforme apresentado na Figura 4.

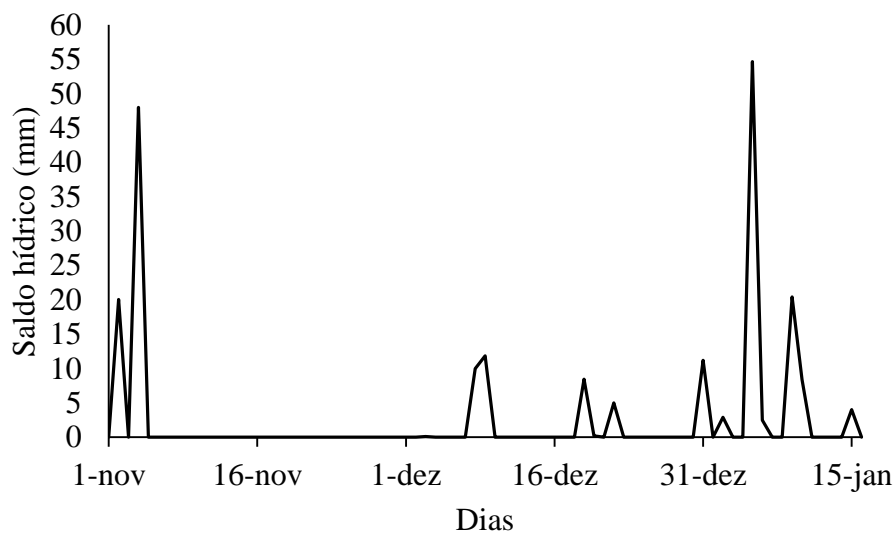
207 **Figura 2.** Precipitação e temperatura média diária, no período de 01 novembro de 2016 à 16 de  
 208 janeiro de 2017.  
 209



210

211

212 **Figura 4.** Balanço hídrico diário no período de 01 de novembro de 2016 à 16 de janeiro de  
 213 2017.



214

215 A quantidade de água recebida por cada tratamento é apresentada na Tabela 2. Para os  
 216 tratamentos 100 % CC e 45 % CRA, soma-se a lâmina aplicada com a precipitação ocorrida



217 durante o período de experimento. Os demais tratamentos receberam a mesma quantidade de  
 218 água, advinda apenas da precipitação, pois no tratamento controle não se utilizava irrigação, e  
 219 devido a regularidade e a boa distribuição das chuvas, não houve necessidade de aplicação de  
 220 nenhuma lâmina de água gerada pela planilha Lâmina.

221 Dados publicados pela Conab (2017), mostram que em dezembro de 2016, as  
 222 precipitações na região Sul ocorreram com mais regularidade e bem distribuídas, assim como,  
 223 em janeiro de 2017, acumulando precipitação predominantemente na faixa de 150 a 300 mm,  
 224 favorecendo o desenvolvimento das culturas de verão.

225

226 **Tabela 2.** Quantidade de água recebida (chuva + irrigação) pela cultura do feijão durante o  
 227 ciclo de desenvolvimento, nos sistemas de ajuste de lâmina de irrigação. Erechim, 2017

Tratamento	Água (mm)*
Controle	397,4 <sup>b</sup>
Lâmina	397,4 <sup>b</sup>
45 % CRA	548,45 <sup>a</sup>
100 % CC	661,72 <sup>a</sup>
CV (%)	25

228 \*Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey  
 229 ( $P \leq 0,05$ ).

230

231 Na Tabela 3, exibe-se os dados referentes aos componentes de rendimento da cultura.  
 232 Observa-se diferença significativa apenas para o comprimento de vagem, sendo que os demais  
 233 componentes: número de vagem por planta, espessura da vagem, número de grãos por planta,  
 234 peso de mil grãos e biomassa seca da parte aérea, não apresentaram diferenças significativas.

235 Morais et al. (2017), analisando a influência de diferentes lâminas de irrigação e doses  
 236 de adubação nos parâmetros biométricos das vagens e grãos do feijão, verificou que o  
 237 comprimento de vagem cresceu linearmente de acordo com o aumento da irrigação. Para cada  
 238 0,15 % de acréscimos no comprimento, necessitou aumentar 1 % no valor de reposição hídrica.

239 Miorini, Saad e Menegale (2011) verificaram o menor tamanho de vagens no tratamento  
 240 sem nenhuma irrigação. Do mesmo modo, Fiegenbaum et al. (1991) observou diminuição  
 241 significativa no comprimento de vagem das cultivares estudadas, quando foram submetidas a  
 242 períodos de estresse hídrico.

243

244 **Tabela 3.** Componentes de rendimento e biomassa vegetal da cultura do feijão nos sistemas de  
 245 manejo da lâmina de irrigação. Erechim, 2017.

Tratamento	NVP*	CV (cm)	ESPV (cm)	NGPP	PMG (g)	BM (kg ha <sup>-1</sup> )
Controle	20,75 <sup>ns*</sup>	9,75 <sup>ab*</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	115,75 <sup>ns</sup>	25,56 <sup>ns</sup>	5719,75 <sup>ns</sup>
Lâmina	19,00	8,89 <sup>b</sup>	0,90	91,87	23,59	4766,46
45 % CRA	18,50	9,95 <sup>ab</sup>	1,19	98,17	25,34	4981,57
100 % CC	23,75	10,05 <sup>a</sup>	0,94	124,12	24,59	6974,11
CV (%)	18	6,48	22	20	4,87	25

246 \*Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey  
 247 (P≤0,05).

248 \*ns: Não significativo.

249 \*NVP: número de vagem por planta; CV: comprimento de vagem; ESPV: espessura de vagem;  
 250 PMG: peso de mil grãos; BM: biomassa seca da parte aérea.

251

252 Mesmo não apresentando diferença significativa, nota-se que houve uma tendência  
253 maior de NVP no tratamento 100 % CC (Tabela 3). Diversas pesquisas mostram que este  
254 componente tende a aumentar conforme a quantidade de água que está disponível para a cultura,  
255 principalmente nos períodos de floração e formação de vagens.

256 Santana (2007), avaliando o rendimento do feijoeiro comum cv. Talismã submetido a  
257 diferentes níveis de reposição da água de irrigação, observou um aumento no NVP quando a  
258 quantidade de água disponível no solo era maior e a irrigação estendeu-se até o final do ciclo.  
259 Morais et al. (2016), estimou um incremento no NVP de 51,02 % nas plantas irrigadas com  
260 100% da reposição hídrica. Resultados semelhantes também foram encontrados por Miorini,  
261 Saad e Menegale (2011), em que o número médio de vagens caiu de 7 para 2 em tratamentos  
262 sem irrigação.

263 Apesar de não apontar diferenças significativas, verifica-se que no componente GPP, o  
264 tratamento que obteve maior média foi o 100 % CC, no entanto, expressou um dos menores  
265 valores para PMG. O tratamento controle destacou-se com a maior média em PMG, porém o  
266 acontecimento não influenciou nos valores de produtividade (Tabela 4).

267 O fato do tratamento 100 % CC ter produzido maior quantidade de GPP, e estes  
268 apresentarem menor peso, explica-se pela relação fonte-dreno da planta, pois de acordo com  
269 Shouse et al. (1981), quando a massa de grãos é reduzida, indica que a produção foi limitada na  
270 fonte. Este evento pode ocorrer em virtude do grande número de vagens produzidas em  
271 tratamentos adequadamente irrigados. Desta forma, denota-se na Tabela 3, que o tratamento  
272 100 % CC demonstrou média de 23,75 vagens por planta, ficando à frente dos demais  
273 tratamentos.

274 A Tabela 4 apresenta os dados médios de produtividade em  $\text{Kg ha}^{-1}$  e a relação de litros  
275 de água por quilograma de grãos produzidos.

276 Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas em relação a produtividade  
 277 de grãos. A média do experimento foi de 2419,73 kg ha<sup>-1</sup>, superando a média nacional para o  
 278 mesmo ano que foi de 1240 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017).

279 Os resultados assemelham-se aos encontrados por Arf et al. (2004), em que as lâminas  
 280 de água utilizadas não alteraram a produtividade de grãos, mesmo com diferença de  
 281 aproximadamente 100 mm de água durante o ciclo da cultura. O tratamento com menor lâmina  
 282 de água propiciou produtividade semelhante aos tratamentos com maiores lâminas, e  
 283 conseqüentemente, menor custo de irrigação.

284

285 **Tabela 4.** Produtividade e eficiência no uso da água na cultura do feijão, nos sistemas de ajuste  
 286 de lâmina de irrigação. Erechim, 2017

Tratamento	Produtivade (kg ha <sup>-1</sup> )	L kg <sup>-1</sup>
Controle	2248,35 <sup>ns*</sup>	1877,20 <sup>ns</sup>
Lâmina	2017,92	2331,24
45 % CRA	2540,36	2172,69
100 % CC	2872,29	2312,54
CV (%)	24	31

287 \*ns: Não significativo.

288

289 Observa-se na Tabela 4, que o tratamento 100 % CC apresentou maior tendência para  
 290 produtividade de grãos, entretanto, apontou menor eficiência no uso da água (EUA). Estes  
 291 resultados corroboram com Santana (2007), quando independente da época de suspensão da  
 292 irrigação, observou que menores valores de EUA ocorreram nos tratamentos em que o aumento  
 293 da reposição de água no solo foi maior.

294 Calvache et al. (1997), objetivando identificar os estádios da cultura do feijão que  
295 apresentam a menor sensibilidade ao estresse hídrico, constatou que, o tratamento irrigação  
296 ótima durante todo o ciclo da cultura, não correspondeu à maior eficiência no uso da água.  
297 Sendo que o maior valor de EUA condiz com o tratamento que foi submetido a estresse no  
298 período vegetativo.

299 De acordo com Taiz e Zeiger (2006), neste período a planta está em processo de  
300 expansão foliar, e a restrição de água poderá ocasionar lentidão, e conseqüentemente, menor  
301 número de folhas. A redução da área foliar faz com que a planta transpire menos, mantendo  
302 conservada a quantidade de água limitante no solo por mais tempo. Quando a planta já atingiu  
303 sua área foliar plena antes de iniciar o período de estresse hídrico, o fechamento estomático  
304 exerce a função de proteção contra a desidratação. Desta maneira, mesmo que os tratamentos  
305 aplicados não tenham ocasionado períodos de estresse hídrico, a menor quantidade de água  
306 disponível no solo em relação aos demais, fez com que o tratamento controle fosse mais  
307 eficientes no uso da água, pois a taxa fotossintética da folha é menos sensível ao estresse  
308 moderado do que a expansão foliar. Sendo assim, mais CO<sub>2</sub> pode ser absorvido por unidade de  
309 água transpirada, porque o fechamento estomático inibe a transpiração mais do que diminui a  
310 concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (TAIZ; ZEIGER, 2006).

311 Apesar das condições meteorológicas terem favorecido o desenvolvimento da cultura, e  
312 não ter sido observado diferença na produtividade em relação aos métodos de ajuste da lâmina  
313 de irrigação, a periodicidade das chuvas que influenciou na manutenção da alta umidade durante  
314 o ciclo da cultura, possivelmente facilitou o surgimento de doenças.

315 Ainda que esta variável não faça parte dos objetivos do presente trabalho, notou-se forte  
316 incidência de doenças nas vagens, o que provavelmente tenha prejudicado o desenvolvimento  
317 das plantas e afetado os índices produtivos.

## 6. CONCLUSÃO

318           Em anos com boa distribuição e regularidade de chuvas, a planilha Lâmina possibilita  
319   melhor ajuste da quantidade de água aplicada, permitindo racionalizar o uso desta, mantendo a  
320   produtividade semelhante aos demais tratamentos. O manejo da irrigação, que leva em  
321   consideração apenas a umidade do solo instantânea, não se mostra adequado, visto que aumenta  
322   o risco de causar danos à cultura por excesso de água.

## 7. REFERÊNCIAS

- 323 ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES,D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines  
324 for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and  
325 drainage paper, 56).  
326
- 327 ARF, O. et al. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Revista Agropecuária**  
328 **Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 131-138, fevereiro 2004.  
329
- 330 BERNARDO, S. Manual de irrigação. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 656 p.  
331
- 332 CALVACHE et al. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e  
333 na eficiência do uso de água em uma cultura de feijão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54,  
334 sep-dec 1997.  
335
- 336 CARVALHO, J.J. D. **Resposta do feijoeiro comum à irrigação com déficit, sob**  
337 **semeadura direta**. 2013. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências  
338 Agrônômicas, Botucatu. São Paulo. 2013.  
339
- 340 CARVALHO, J. J. D. et al. Teor e acúmulo de nutrientes em grãos de feijão comum em  
341 semeadura direta, sob déficit hídrico. **Irriga**, Botucatu, 2014. 104-117.  
342
- 343 CARVALHO, J. J. et al. Manejo da irrigação no feijoeiro, cultivado em semeadura direta e  
344 convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, 8, 2014. 52-63.  
345
- 346 CARVALHO, J. J. et al. Produtividade e teores de nutrientes em grãos de feijão sob  
347 diferentes manejos do solo e da irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,  
348 Fortaleza, 2014. 296-307.  
349
- 350 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento de Safras**,  
351 2016. Disponível em: <  
352 [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_10\\_21\\_15\\_32\\_09\\_safra\\_outubro.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_10_21_15_32_09_safra_outubro.pdf)  
353 f> Acesso em: 25. out. 2016.  
354
- 355 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento de Safras**,  
356 2017. Disponível em: <  
357 [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_01\\_11\\_11\\_30\\_39\\_boletim\\_graos\\_j](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf)  
358 [aneiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf) > Acesso em: 01, jun, 2017.  
359

- 360 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento de Safras**,  
361 2017. Disponível em: <  
362 [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_02\\_16\\_11\\_51\\_51\\_boletim\\_graos\\_f](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_11_51_51_boletim_graos_f)  
363 [evereiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_11_51_51_boletim_graos_f)> Acesso em: 05, jun, 2017.  
364
- 365 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento de Safras**,  
366 2017. Disponível em: <  
367 [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_05\\_12\\_10\\_37\\_57\\_boletim\\_graos\\_](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_)  
368 [maio\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_)> Acesso em: 09, jun, 2017.  
369
- 370 CUNHA, P. C. R. D. et al. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto.  
371 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 17, 2013. 735-  
372 742.  
373
- 374 DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma: FAO, 1979. 193p.  
375
- 376 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro  
377 Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. rev. e atual. Rio  
378 de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.  
379
- 380 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional  
381 de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.  
382 306p  
383
- 384 FIEGENBAUM, V. et al. Influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento  
385 de três cultivares de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 275-280,  
386 fevereiro 1991.  
387
- 388 FILHO, J. A. F. et al. Evapotranspiração e disponibilidade hídrica em feijoeiro (*Phaseolus*  
389 *vulgaris*) sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, 8,  
390 2014. 366-374.  
391
- 392 FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê.  
393 Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, v. 5, 2011.  
394
- 395 GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus*  
396 *vulgaris* L.) à seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 31, jul 1996. 481-488.  
397



- 398 HEINEMANN , A. B. et al. Feijão. In: MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos  
399 cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. Cap.2, p.183-  
400 201.  
401
- 402 IPGRI. Descritores para Phaseolus vulgaris L. Rome: International plant genetic resources  
403 institute, 2001. 45 p.  
404
- 405 INTERNATIONAL RESEARCH INSTITUTE FOR CLIMATE AND SOCIETY - IRI. **IRI**  
406 **Enso Forecast**. Disponível em: < [http://iri.columbia.edu/wp-](http://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2017/01/quick_look_composite_jan17-2.pdf)  
407 [content/uploads/2017/01/quick\\_look\\_composite\\_jan17-2.pdf](http://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2017/01/quick_look_composite_jan17-2.pdf)> Acesso em: 08. jun. 2016.  
408
- 409 JÚNIOR, J. L. C. D. S.; FRIZZONE, J. A.; PAZ, V. P. D. S. Otimização do uso da água no  
410 perímetro irrigado formoso aplicando lâminas máximas de água. **Irriga**, Botucatu, 19, abr/jun  
411 2014. 196-206.  
412
- 413 KÖPPEN W. Grundriss der Klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 1931. 388 p.  
414
- 415 MANTOVANI, E. C. et al. Estimativa de produtividade da cultura do feijão irrigado em  
416 Cristalina-GO, para diferentes lâminas de irrigação como função da uniformidade de  
417 aplicação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 32, jan/fev 2012. 110-120.  
418
- 419 MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, R. D. **Atlas Climático**: Rio Grande do Sul.  
420 Porto Alegre: FEPAGRO, 2011. 185 p.  
421
- 422 MIORINI, T. J. J.; SAAD, J. C. C.; MENEGALE, M. L. Supressão de água em diferentes  
423 fases fenológicas do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). **Irriga**, Botucatu, v. 16, p. 360-368,  
424 outubro-dezembro 2011.  
425
- 426 MONTEIRO, P. F. C.; FILHO, R. A.; MONTEIRO, R. O. C. Efeitos da irrigação e da  
427 adubação nitrogenada sobre as variáveis agrônômicas da cultura do feijão. **Irriga**, Botucatu,  
428 15, out/dez 2010. 386-400.  
429
- 430 MORAIS, W. A. et al. Reposição hídrica e adubação com NPK no crescimento e produção do  
431 feijoeiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, p. 496-506, março  
432 2016.  
433
- 434 MORAIS, W. A. et al. Biometria das vagens e grãos dos feijoeiros submetidos a variações de  
435 doses de adubação e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,

- 436 Fortaleza, v. 11, p. 1285-1290, março 2017.  
437
- 438 MOREIRA, J. A. A. et al. Manejo da irrigação para otimização da produtividade e qualidade  
439 de frutos de tomateiro em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 17, p. 408-417, 2012.  
440 RICHARDS, L.A.; FIREMAN, M. Pressure - plate apparatus for measuring moisture sorptin  
441 and transmission by soils. *Soil Science*, v.56, p.395-404, 1943.  
442
- 443 SANTANA, M.J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da**  
444 **irrigação**. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de  
445 Lavras, Lavras. Minas Gerais. 2007.  
446
- 447 SOUSE, P. et al. Water deficit effects on water potential, yield, and water use cowpeas.  
448 **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p. 333-336, 1981.  
449
- 450 SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIAS DO SOLO (SBCS). Manual de adubação e  
451 calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. Ed. Porto Alegre, 2004.  
452
- 453 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3<sup>a</sup>. ed. 2006.  
454
- 455 VAN GENUCHTEN, M.T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity  
456 of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898,  
457 1980.  
458
- 459

## 8. ANEXO 1. NORMAS DA REVISTA



### DIRETRIZES PARA AUTORES

### NORMAS PARA SUBMISSÃO

Os trabalhos deverão ser enviados através do sistema online, sem o nome dos autores no corpo do artigo.

- Fonte: "Times New Roman", tamanho 12;
- Espaço duplo e linhas numeradas continuamente;
- Títulos em negrito, centralizados, numerados e em caixa alta, "Times New Roman", tamanho 12;
- Margens: superior, inferior e esquerdo: 3cm e direito: 2cm;
- Gráficos e figuras com resolução mínima de 300 dpi. Recomenda-se o uso de cores para facilitar a compreensão das informações expressas nas figuras e gráficos. O título das figuras deve encontrar-se acima da figura e ser seguido de ponto (Figura 1.); o título da tabela deve estar acima da mesma e ser seguida de ponto (Tabela 1.)
- Parágrafos: 1,25cm (Tabulação)
- Referências e citações de acordo com as normas da ABNT