

## IRRIGAÇÃO – ENG 115

**TABELA 1. Profundidade efetiva do sistema radicular (Z) de algumas culturas no estágio de máximo desenvolvimento vegetativo.**

CULTURA	Z (cm)	CULTURA	Z (cm)
Abacate	60 - 90	Laranja	60
Abacaxi	20 - 40	Linho	20
Abóbora	50	Maçã	60
Alcachofra	70	Mangueira	60
Alface	20 - 30	Melancia	40 - 50
Alfafa	60	Melão	30 - 50
Algodão	60	Milho	40
Alho	20 - 30	Morango	20 - 30
Amendoim	30	Nabo	55 - 80
Arroz	20	Pastagem	30
Arroz	30 - 40	Pepino	35 - 50
Aspargo	120 - 160	Pêssego	60
Aspargo	120 - 160	Pimenta	50
Aveia	40	Pimentão	30 - 70
Banana	40	Rabanete	20 - 30
Batata	25 - 60	Rami	30
Batata-doce	50 - 100	Soja	30 - 40
Berinjela	50	Tabaco	30
Beterraba	40	Tomate	40
Café	50	Trigo	30 - 40
Café	40 - 60	Vagem	40
Cana-de-açúcar	40	Videira	60
Cebola	20 - 40		
Cenoura	35 - 60		
Couve	25 - 50		
Couve – flor	25 - 50		
Ervilha	50 - 70		
Espinafre	40 - 70		
Feijão	40		

Fontes:

Manual IRRIGA LP – TIGRE  
CNPH/EMBRAPA

Última revisão: 20/02/2004

**TABELA 2. Tensão de água no solo na qual deve-se promover a irrigação para obter-se rendimento máximo em várias culturas.**

<b>Cultura</b>	<b>Tensão (kPa)</b>	<b>Cultura</b>	<b>Tensão (kPa)</b>
Abacate	50	Limoeiro	400
Aipo	20 - 30	Mangueira	30
Alface	40 - 60	Melão	30 - 80
Alfafa	150	Milho	50
Algodão	100 - 300	Morango	20 - 30
Alho	15 - 30	Pepino	100 - 300
Aspargo	50	Repolho	60 - 70
Banana	30 - 150	Soja	50 - 150
Batata	20 - 40	Sorgo	60 - 130
Batata doce	240	Tabaco	30 - 80
Batatinha	30 - 50	Tomate industrial	30
Beterraba	40 - 60	Tomate salada	30 - 100
Brócolos	40 - 70	Trigo	80 - 150
Café	30 - 60	Vagem	25 - 70
Cana-de-açúcar	25 - 30	Videira	40 - 60
Cantaloupe	35 - 40		
Capim	30 - 100		
Cebola	15 - 45		
Cenoura	20 - 30		
Couve	30 - 70		
Couve-flor	60 - 70		
Ervilha	100 - 200		
Feijão	60 - 100		
Laranja	30 - 100		
Lentilha	200 - 400		

Fontes: 1. MILLAR (1984); 2. SILVA, PINTO & AZEVEDO (1996)  
3. CNPH/EMBRAPA (1996); 4. JÚNIOR (1997)

Obs.: (atmosférica técnica – usualmente empregada para transformações de unidades de pressão)  
10 mca = 1.000 cmca = 100 kPa = 1 atm = 1 bar = 14,22 lb/in<sup>2</sup> ou 14,22 psi = 1 kgf/cm<sup>2</sup> = 10.000 kgf/m<sup>2</sup>

Última revisão: 20/02/2004

**TABELA 3. Fator de disponibilidade de água no solo (f) de acordo com grupos de culturas e evapotranspiração da cultura (Etc).**

<b>Grupo</b>	<b>Culturas</b>
<b>1</b>	cebola, pimenta, batata
<b>2</b>	banana, repolho, uva, ervilha, tomate
<b>3</b>	alfafa, feijão, cítricas, amendoim, abacaxi, girassol, melancia, trigo
<b>4</b>	algodão, milho, azeitona, açafrão, sorgo, soja, beterraba, cana-de-açúcar, fumo

<b>Grupo da Cultura</b>	<b>Etc (mm/dia)</b>								
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0,500	0,425	0,350	0,300	0,250	0,225	0,200	0,200	0,175
<b>2</b>	0,675	0,575	0,475	0,400	0,350	0,325	0,275	0,250	0,225
<b>3</b>	0,800	0,700	0,600	0,500	0,450	0,425	0,375	0,350	0,300
<b>4</b>	0,875	0,800	0,700	0,600	0,550	0,500	0,450	0,425	0,400

**TABELA 4. Coeficiente do tanque tipo classe “A” (Kt) para diferentes coberturas do terreno, níveis de umidade relativa média e velocidade total do vento em 24 horas.**

<b>Vento (km/dia)</b>	<b>Bordadura (m)</b>	<b>Tanque colocado em área cultivada com grama verde de pouca altura</b>			<b>Tanque colocado em área sem vegetação</b>		
		<b>UR média (%)</b>			<b>UR média (%)</b>		
		<b>Baixa &lt; 40</b>	<b>Média 40-70</b>	<b>Alta &gt; 70</b>	<b>Baixa &lt; 40</b>	<b>Média 40-70</b>	<b>Alta &gt; 70</b>
<b>Fraco &lt; 175</b>	<b>1</b>	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	<b>10</b>	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	<b>100</b>	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	<b>1000</b>	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
<b>Moderado 175-425</b>	<b>1</b>	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	<b>10</b>	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	<b>100</b>	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	<b>1000</b>	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
<b>Forte 425-700</b>	<b>1</b>	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	<b>10</b>	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,65
	<b>100</b>	0,60	0,65	0,70	0,45	0,50	0,60
	<b>1000</b>	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
<b>Muito forte &gt; 700</b>	<b>1</b>	0,40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
	<b>10</b>	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
	<b>100</b>	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
	<b>1000</b>	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45

TABELA 5. Coeficiente de cultivo (Kc)

Cultura	Fases de desenvolvimento da cultura					Período vegetativo total
	Inicial	Desenvolvimento da cultura	Período intermediário	Final do ciclo	Na colheita	
<b>Alfafa</b>	0,3-0,4				1,05-1,2	0,85-1,05
<b>Algodão</b>	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9	0,65-0,7	0,8-0,9
<b>Amendoim</b>	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
<b>Arroz</b>	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,85-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
<b>Banana</b>						
<b>Tropical</b>	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
<b>Subtropical</b>	0,4-0,65	0,8-0,9	1,0-1,2	1,0-1,15	1,0-1,15	0,85-0,95
<b>Batata</b>	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
<b>Beterraba açucareira</b>	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
<b>Cana-de-açúcar</b>	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,3	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
<b>Cártamo</b>	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,7	0,2-0,25	0,65-0,7
<b>Cebola</b>						
<b>Seca</b>	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,8-0,9
<b>Verde</b>	0,4-0,6	0,6-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,7-0,8
<b>Citros</b>						
<b>Com tratos culturais</b>						0,65-0,75
<b>Sem tratos culturais</b>						0,85-0,9
<b>Ervilha, verde</b>	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
<b>Feijão</b>						
<b>Verde</b>	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
<b>Seco</b>	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
<b>Girassol</b>	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
<b>Melancia</b>	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
<b>Milho</b>						
<b>Doce</b>	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
<b>Grão</b>	0,3-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,8-0,95	0,55-0,6	0,75-0,9
<b>Oliveira</b>						0,4-0,6
<b>Pimentão verde</b>	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8
<b>Repolho</b>	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
<b>Soja</b>	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
<b>Sorgo</b>	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,5-0,55	0,75-0,85
<b>Tabaco</b>	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
<b>Tomate</b>	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
<b>Trigo</b>	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9
<b>Uva</b>	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75

Primeiro valor: com umidade elevada (UR min > 70%) e vento fraco (U < 5 m/s).

Segundo valor: com umidade baixa (UR min < 20%) e vento forte (U > 5 m/s).

Obs.: Abacaxi (EPAMIG/Janaúba) de 60 a 150 dias Kc = 0,5, de 150 a 300 dias Kc = 0,7 e de 300 a 400 dias Kc = 0,5.

**TABELA 6. Coeficiente de cultura (Kc) em diferentes estádios de desenvolvimento, em função da umidade relativa e velocidade do vento, para diversas hortaliças.**

Hortaliça	Estádios de desenvolvimento			
	I*	II	III	IV
Abóbora	0,4-0,5	0,65-0,75	0,9-1,0	0,7-0,8
Aipo	0,3-0,5	0,7-0,85	1,0-1,15	0,9-1,05
Alcachofra	0,3-0,5	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-1,0
Alface	0,5-0,6	0,7-0,8	0,95-1,05	0,9-1,0
Batata	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,75
Berinjela	0,3-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,8-0,9
Beterraba	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,6-0,7
Brássicas**	0,4-0,5	0,75-0,85	0,95-1,1	0,8-0,95
Cebola	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85
Cenoura	0,5-0,6	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,85
Ervilha seca	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,25-0,3
Ervilha seca***	0,4-0,5	0,7-0,85	0,7-0,8	0,25-0,3
Ervilha verde	0,4-0,5	0,65-0,75	1,05-1,2	0,95-1,1
Espinafre	0,4-0,5	0,7-0,85	0,95-1,05	0,9-1,0
Lentilha	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,15	0,25-0,3
Melancia	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,65-0,75
Melão	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,65-0,7
Milho-doce	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	0,95-1,1
Pepino	0,4-0,5	0,65-0,75	0,9-1,0	0,7-0,8
Pimentão	0,4-0,5	0,60-0,65	0,95-1,1	0,8-0,9
Rabanete	0,5-0,6	0,55-0,65	0,8-0,9	0,75-0,85
Repolho	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,8-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,6-0,65
Tomate indust***	0,5-0,6	0,6-0,65	0,75-0,85	0,6-0,65
Vagem	0,3-0,5	0,65-0,75	0,95-1,05	0,85-0,9

Primeiro valor: sob alta umidade (URmin > 70%) e vento fraco (U < 5 m/s).

Segundo valor: sob baixa umidade (UR min < 50%) e vento forte (U > 5 m/s).

\* Para turno de rega de 1 e 2 dias consultar item 3.2 para estimativa de Kc.

\*\* Brócolos, couve-flor, couve-de-bruxelas etc.

\*\*\* Para condições edofoclimáticas da região de cerrados do Brasil Central.

Fonte: Adaptado de Doorenbos & Pruitt (1977) e Doorenbos & Kassam (1979).

**Tabela 7. Tubos de engate rápido para irrigação por aspersão.**

<b>Tubos de Aço Zincado (ASBRASIL)</b>	
Diâmetro externo (nominal) (mm)	Diâmetro Interno (mm)
50	48
70	68
89	87
108	106
133	130
159	156
200	196

<b>Tubos de Alumínio</b>	
Diâmetro externo (nominal) (polegada)	Diâmetro Interno (mm)
3	73,5
4	98,5
5	124,4

<b>Tubos de PVC</b>	
Diâmetro externo (nominal) (polegada)	Diâmetro Interno (mm)
2	46,8
3	70,7
4	94,4

Obs. Verificar catálogos para outros fabricantes.

**Tabela 8. Fator de múltiplas saídas (F) para correção da perda de carga em linhas laterais.**

Número da aspersores na linha (saídas)	F	Número da aspersores na linha (saídas)	F
1	1,000	9	0,408
2	0,639	10	0,402
3	0,534	11	0,397
4	0,485	12	0,393
5	0,457	13	0,390
6	0,438	14	0,387
7	0,425	15	0,385
8	0,416	16	0,382

**Tabela 9. Acréscimo de potência para motores em relação à potência necessária na bomba.**

Potência necessária na bomba (CV)	Acréscimo de potência para o motor(%)
< 2	30
2 a 5	25
5 a 10	20
10 a 20	15
>20	10

**Tabela 10. Valores do coeficiente C da equação de Hazen-Williams para tubos usados em irrigação.**

Material do tubo	Valor de C
Aço Zincado	130
Alumínio	140
PVC	150

**Tabela 11. Tubos de polietileno de alta densidade (PEAD) utilizados em autopropelidos do tipo carretel enrolador (hidro-roll).**

Fonte - Tubos e Conexões TIGRE.

Diâmetro externo (mm)	Classe de Pressão de Serviço	Diâmetro Interno (mm)
75	PN - 08	63,8
90	PN - 08	76,6
110	PN - 08	93,8
110	PN- 10	90,0
125	PN - 08	106,4
125	PN- 10	102,2
125	PN - 12	98,2

**Tabela 12. Diâmetros de mangotes “spiraflex - sucção leve” utilizados em sucção de bombas.**

Fonte - Goodyear

Diâm. Externo (mm)	Diâm. Interno		Raio Curvatura (mm)	Pressão Trabalho (mca)	Vácuo (mca)
	(pol)	(mm)			
32	1	25,40	95	63,3	20,4
38	1 1/4	31,75	120	56,2	20,4
44	1 1/2	38,10	130	56,2	20,4
57	2	50,80	160	56,2	20,4
73	2 1/2	63,50	210	53,0	20,4
86	3	76,20	250	49,2	20,4
114	4	101,60	400	45,7	20,4
142	5	127,00	600	42,2	20,4
169	6	152,40	800	38,7	20,4

**Tabela 13. Pressão de vaporização da água**

Fonte - Carvalho, D. F. (1992)

Temperatura ( graus celsius)	Pressão de vapor (m.c.a.)
15	0,174
20	0,238
25	0,322
30	0,429
35	0,572
40	0,750

**Tabela 14. Perda de carga em mangueiras “Parsch” utilizadas em autopropelidos tracionados à cabo.**

Fonte : Adaptado de PARSCH DO BRASIL - Indústria e comércio de mangueiras Ltda.

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diâmetros (polegadas) x Perda de carga em 100 metros de mangueira				
	2	2 1/2	3	4	4 3/8
5	0,1	-	-	-	-
6	0,5	-	-	-	-
9	1,2	0,5	-	-	-
12	2,1	0,8	0,3	-	-
15	3,3	1,3	0,5	-	-
18	4,8	1,8	0,8	-	-
20	5,9	2,3	0,9	-	-
21	6,5	2,5	1,0	-	-
24	8,5	3,3	1,3	-	-
25	9,4	3,5	1,4	0,6	-
27	10,9	4,1	1,6	0,7	-
30	13,3	5,1	2,0	0,9	-
33	16,1	6,2	2,4	1,1	-
35	18,1	6,9	2,7	1,2	-
30	19,2	7,3	2,8	1,3	1,0
40	23,0	9,1	3,4	1,6	1,1
42	26,1	10,0	3,7	1,8	1,3
45	30,1	1,5	4,5	2,1	1,5
48	34,1	13,1	5,1	2,2	1,7
50	37,1	14,2	5,5	2,3	1,9
54	43,1	16,5	6,4	3,0	2,2
60	-	20,4	8,0	3,7	2,7
66	-	24,7	9,6	4,4	3,2
72	-	-	11,5	5,3	3,9
78	-	-	13,5	6,2	4,4
84	-	-	15,6	7,2	5,3
90	-	-	17,9	8,3	5,8
96	-	-	20,6	9,4	6,4
100	-	-	22,0	10,0	7,0
102	-	-	23,0	10,8	7,2
105	-	-	24,0	11,7	7,6
108	-	-	26,0	12,0	8,0
110	-	-	-	12,3	8,2
115	-	-	-	13,1	8,8
120	-	-	-	14,7	9,7
125	-	-	-	16,0	10,5
130	-	-	-	17,0	11,2
135	-	-	-	17,9	12,0
140	-	-	-	19,0	12,8
145	-	-	-	21,0	13,6
150	-	-	-	23,0	14,5
155	-	-	-	24,5	15,5
160	-	-	-	26,0	16,4
165	-	-	-	28,0	17,3
170	-	-	-	30,0	18,2
175	-	-	-	32,0	19,1
180	-	-	-	33,0	20,1
192	-	-	-	-	22,5
204	-	-	-	-	25,5
210	-	-	-	-	28

Obs.: Válidas quando a mangueira está preenchida com água e sua seção totalmente expandida.



**Tabela 15 – Grau de pulverização**

$$GP = \frac{\text{Pressão de operação do aspersor (mca)}}{\text{Maior diâmetro do bocal (mm)}}$$

<i>Cultura</i>	<i>Sensibilidade</i>	<i>Chuva</i>	<i>GP</i>
Pastagens	Insensíveis	Grossa	< 3,0
FORAGEIRAS / cana	Pouco sensíveis	Semi-grossa	3,1 a 4,0
Pomares	Moderadamente sensíveis	Semi-fina	4,1 a 5,0
Feijão / flores	Sensíveis	Fina	5,1 a 6,0
Hortaliças delicadas	Muito sensíveis	Muito fina	> 6,0

Fonte : TIGRE

**Tabela 16 - Qualidade da água para gotejamento: parâmetros a serem analisados**

(adaptado de Bucks et al., 1979 e Scarcelli, 2000)

<b>Parâmetro</b>	<b>Severidade do problema</b>		
	<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>
<b>FÍSICO</b>			
Sólidos suspensos (mg/L)	< 50	50 a 100	> 100
<b>QUÍMICO</b>			
pH	<7	7 a 8	> 8
Sólidos dissolvidos (mg/L)	< 500	500 a 2.000	> 2.000
Manganês (mg/L)	< 0,1	0,1 a 1,5	> 1,5
Ferro total (mg/L)	< 0,2	0,2 a 1,5	> 1,5
H <sub>2</sub> S (mg/L)	< 0,2	0,2 a 2,0	> 2,0
<b>BIOLÓGICO</b>			
População bacteriana (mg/L)	< 10.000	10.000 a 50.000	> 50.000
<b>SENSIBILIDADE DAS CULTURAS</b>			
Condutividade elétrica (dS/m)	< 0,75	0,75 a 3,00	> 3,00
NO <sub>3</sub> (ppm)	< 5	5 a 30	> 30
<b>ELEMENTOS TÓXICOS</b>			
Boro (ppm)	< 0,5	0,5 a 2,0	2,0 a 10,0
Cloreto (ppm)	< 4	4 a 10	> 10
Sódio (RAS)	< 3	3 a 9	> 9