



Como montar sua planilha de irrigação por Aspersão

**Cap 9 do livro de Hidráulica
para projetos de Irrigação**

PROF. ALLAN CUNHA

e-book

Capítulo 9: Planilha de Aspersão

Prof. Allan Cunha Barros

A confecção de uma planilha ajudará no desenvolvimento do projeto de irrigação. Saber montar sua planilha ajuda no estudo e no aprendizado da hidráulica e da irrigação. Para o desenvolvimento dela será primeiramente explicado como funciona uma célula.

Com a planilha aberta, clique em qualquer local. Observe na Figura 9.1 que a célula B3, que foi clicada, está representada no campo acima, marcado com um círculo vermelho. Ela representa a posição onde a informação será inserida. As letras representam as Colunas e os números representam as linhas. Neste caso, a célula clicada está na Coluna B, na linha 3.

Cada célula pode conter diversos tipos de informação, desde um simples nome, ou data, uma função simples, como uma soma, ou uma sequência de funções.

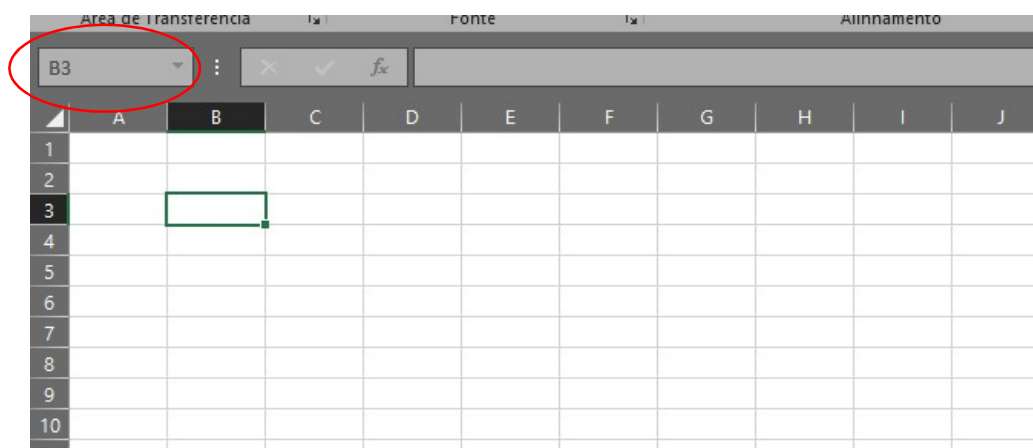


Figura 9.1. Imagem da planilha eletrônica com a célula B3 selecionada.

Quando se quer adicionar uma informação, basta digitar dentro da célula a informação que se deseja, como exemplo, o dia do ano

Digite na célula B3: 20/03/2023

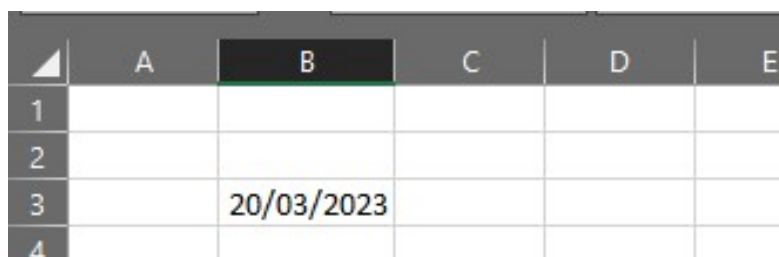
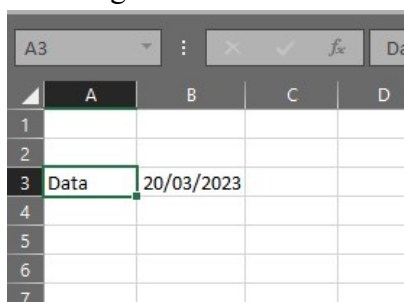


Figura 9.2. Imagem da planilha eletrônica com a data inserida na célula.

Como cada célula pode-se ter todo tipo de informação, é importante para a montagem, ou programação da planilha, que seja informado ao lado de cada célula qual a informação ou resultado esperado que ocorrerá na célula ao lado para que o usuário possa identificar de onde veio ou qual informação está contida ali. No exemplo anterior, a célula B3 continha uma data, então, na célula A3, ao lado esquerdo da informação será inserida a informação que corresponde a essa célula, neste caso, a data.

Digite na Célula C3: Data

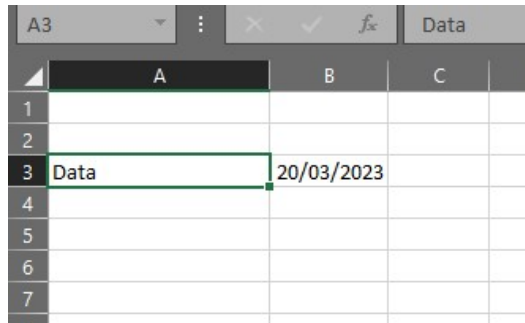
Digite na célula A3:



	A	B	C	D
1				
2				
3	Data	20/03/2023		
4				
5				
6				
7				

Figura 9.3. Imagem da planilha eletrônica com as células A3 e B3 preenchidas.

Quando a informação fica maior que o tamanho da célula, pode-se “esticar” o tamanho da célula, como mostrado abaixo, basta clicar, na parte superior, entre as letras A e B, segurar o botão esquerdo do mouse e arrastar a célula para o lado.



	A	B	C	D
1				
2				
3	Data	20/03/2023		
4				
5				
6				
7				

Figura 9.4. Imagem da planilha eletrônica com a célula A3 com maior espaçamento.

Para mudar a cor do fundo da célula, basta ir em:

Página Inicial > Fonte > Cor do Preenchimento e alterar a cor, por uma cor desejada

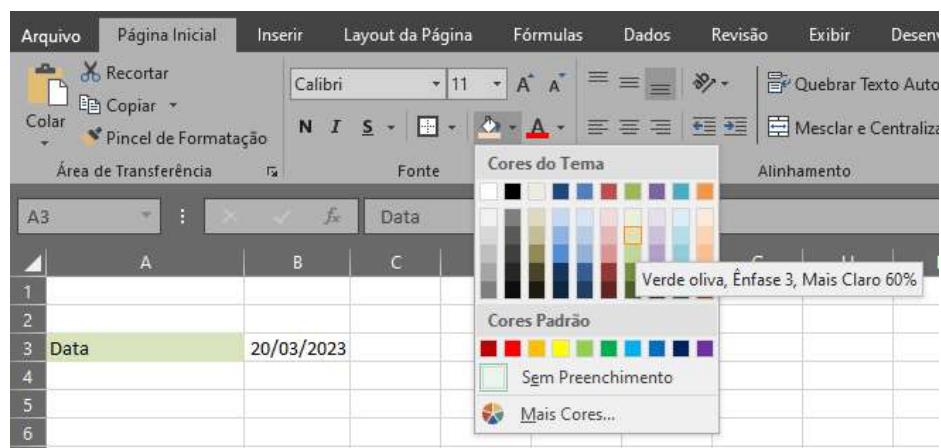


Figura 9.5. Imagem da planilha eletrônica com a opção de mudança de cor selecionada.

Sabendo os comandos básicos, o primeiro passo para se replicar a planilha de irrigação de dimensionamento hidráulico fornecida abaixo, deve-se colocar todas as informações fornecidas nas mesmas células demonstradas nas Figuras 9.6 e 9.7..

Hidráulica para projetos de Irrigação

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	Planilha para dimensionamento Hidráulico por Aspersão							
3								
4	<div> <div>PODE ALTERAR</div> <div>NÃO ALTERAR</div> </div>							
5	DADOS DE ENTRADA							
6								
7	ASPERSOR							
8	Vazão do Aspersor	0.67	m³/h					
9	Pressão de Trabalho	25	mca					
10	Altura do Aspersor	2.1	m					
11								
12								
13	DIMENSIONAR LATERAL				DIMENSIONAR DERIVAÇÃO			
14								
15	Desnível da lateral - ΔZ		metros	Desnível da Derivação - ΔZ				
16	Perda de Carga máxima na lateral - hf	5	mca	Nº de Aspersores na Derivação				
17	Nº de Aspersores na lateral	4		Comprimento da Derivação - Ld				
18	Vazão da Lateral - Qll	2.68	m³/h	Número de saída da derivação				
19		0.000744	m³/s	F - Para múltiplas saídas				
20	Comprimento da Lateral - Ll	42	m	Vazão da Derivação				
21	Número de Saídas	4						
22	F - Para múltiplas saídas	0.485		Coeficiente C - (PVC = 140 ou 0.000135)				
23	Coeficiente C - (PVC = 140 ou 0.000135)	140	0.0001	Velocidade de projeto				
24	Diâmetro teórico - Dt	21.46	mm	Diâmetro teórico - Dt				
25	Tubo comercial - DN/PN	25/60		Tubo comercial - DN/PN				
26	Diâmetro externo da tubulação - De	25	mm	Diâmetro externo da tubulação - De				
27	Espessura da parede do tubo - e	1.2	mm	Espessura da parede do tubo - e				
28	Diâmetro interno do tubo comercial - Di	22.6	mm	Diâmetro interno do tubo comercial - Di				
29	Perda de Carga - Hazen-Williams	3.88		Velocidade no Tubo				
30	Perda de Carga - Flamant	3.71		Perda de Carga na lateral - hfl				
31	Perda de Carga na lateral - hfl - adotada	3.71	mca	Pressão no início da Lateral				
32	Pressão no início da Lateral - Hinll	29.88	mca	Pressão no início da Derivação - Hinld				
33								
34								

Figura 9.6. Imagem da planilha eletrônica todas as informações para o dimensionamento das laterais e derivação.

Hidráulica para projetos de Irrigação

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
38												
39												
40												
41	DIMENSIONAR MALHA HIDRÁULICA RECALQUE E SUÇÃO											
42												
43	Trecho	L	Q	Vel. Des.	D. Teórico	Tubo DN/PN	De	parede - e	Dcom.	V. No tubo	Hf no trecho	
44		(m)	(m³/s)	(m/s)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(mca)	
45	Principal - Trecho 1	100	0.005	1.5	65.15	75/40	75.5	1.5	72.5	1.21	2.23	
46	Principal - Trecho 2	150	0.005	1.5	65.15	75/40	75.5	1.5	72.5	1.21	3.35	
47	Principal - Trecho 3	25	0.005	1.5	65.15	75/40	75.5	2.5	70.5	1.28	0.64	
48	Sucção	6	0.005	1	79.79	100/40	118	4.8	108.4	0.54	0.02	
49												
50												
51												
52										Total	6.24	
53												
54	DIMENSIONAR SISTEMA DE BOMBEAMENTO											
55												
56	Hf total (principal + Recalque+sucção)	6.24		mca								
57	Pressão no início da Derivação - Hinld	30.70		mca								
58	Desnível de recalque - hgr	8.48		mca								
59	Desnível de sucção - hgs	3.5		mca								
60	Perda de carga nos filtros - hffiltros	1		mca								
61	perda de carga localizada - hfloc	2.496008		mca								
62	Alturam manométrica total - Hman	52.42		mca								
63												
64	Rendimento da Bomba	50		%								
65	Vazão do Projeto	0.00298		m³/s								
66	Pot da Bomba - CV	4.165124		cv								
67	folga	25		%								
68	Pot da Bomba com folga	5.21										
69												
70												

Figura 9.7. Imagem da planilha eletrônica todas as informações para o dimensionamento principal e sistema de bombeamento.

Lembre-se de seguir rigorosamente o exemplo, já que a alteração de uma ou mais células acarretará em erro dos cálculos.

Para facilitar o entendimento da planilha, as células devem ser diferenciadas por cores, no nosso caso, adotou-se a verde como as células que podem ser alteradas (onde serão digitadas as informações durante o projeto) e as células brancas que não podem ser alteradas, já que nas mesmas serão digitadas as fórmulas.

Dimensionamento Hidráulico

Após colocar todas as informações contidas nas Figuras 9.6 e 9.7. Observar se a coluna (A, B, C) e linha (7 ou 8) estão idênticas ao exemplo.

Estando, preencher com as fórmulas contidas abaixo. Se no exemplo, uma linha for pulada, deve-se pular também em sua planilha. Vale ressaltar que devesse seguir o exemplo nos mínimos detalhes.

Para facilitar, os dados serão feitos parte por parte. Lembre-se que as células em verde estão os dados que serão digitados durante o dimensionamento do projeto. É importante que digite os valores contidos nele para verificar se os cálculos, nas linhas sem cor de célula, estão iguais aos do exemplo.

Parte 1: Dimensionamento da lateral

	A	B	C
7	ASPERSOR		
8	Vazão do Aspersor	0.67	m³/h
9	Pressão de Trabaho	25	mca
10	Altura do Aspersor	2.1	m
11			
12			
13	DIMENSIONAR LATERAL		
14			
15	Desnível da lateral - ΔZ	0	metros
16	Perda de Carga máxima na lateral - hf	5	mca
17	Nº de Aspersores na lateral	4	
18	Vazão da Lateral - Qll	2.68	m³/h
19		0.000744	m³/s
20	Comprimento da Lateral - Ll	42	m
21	Número de Saídas	4	
22	F - Para múltiplas saídas	0.485	
23	Coefficiente C - (PVC = 140 ou 0.000135)	140	0.0001

Figura 9.8. Detalhe da planilha parte I.

Na célula B8, digite: 0,67

Na célula B9, digite: 25

Na célula B10, digite: 2,1

Na célula B15, digite: 0

Na célula B16, digite: $=B9*0.2-B15$
 “Note que após a digitação, aparecerá o número 5”

Na célula B17, digite: 4

Na célula B18, digite: $=B17*B8$

Quando se clica duas vezes na célula com a fórmula, o programa mostra a operação matemática utilizada, bem como as células utilizadas na fórmula, e estas são marcadas com cores diferentes para que seja possível a identificação (Figura 9.9).

	A	B	C	D
7	ASPERSOR			
8	Vazão do Aspersor	0.67	m³/h	
9	Pressão de Trabalho	25	mca	
10	Altura do Aspersor	2.1	m	
11				
12				
13	DIMENSIONAR LATERAL			
14				
15	Desnível da lateral - ΔZ	0	metros	
16	Perda de Carga máxima na lateral - hf	5	mca	
17	Nº de Aspersores na lateral	4		
18	Vazão da Lateral - Qll	=B17*B8	m³/h	
19		0.000744	m³/s	
20	Comprimento da Lateral - Ll	42	m	
21	Número de Saídas	4		
22	F - Para múltiplas saídas	0.485		

Figura 9.9. Detalhe da planilha parte II.

Quando há a inserção do “=” no começo da célula, indica que há uma fórmula na célula. Note que na célula B18, há uma fórmula, uma multiplicação (indicado pelo *, que substitui o sinal de vezes “x”). A multiplicação ocorre entre as células B8, em vermelho, e a célula B17, em azul. Ou seja, a vazão da linha lateral é dada pela multiplicação do número de emissores pela vazão do emissor.

$$Q_{ll} = q \times N_e$$

Em que:

Qll – Vazão da linha lateral, m³/h

q – Vazão do Aspersor, m³/h

Ne – Número de aspersores.

Continue a digitação das fórmulas conforme a Figura 9.10.

	A	B	C
13	DIMENSIONAR LATERAL		
14			
15	Desnível da lateral - ΔZ	0	metros
16	Perda de Carga máxima na lateral - hf	5	mca
17	Nº de Aspersores na lateral	4	
18	Vazão da Lateral - Qll	2.68	m³/h
19		0.000744	m³/s
20	Comprimento da Lateral - Ll	42	m
21	Número de Saídas	4	
22	F - Para múltiplas saídas	0.485	
23	Coeficiente C - (PVC = 140 ou 0.000135)	140	0.0001
24	Diâmetro teórico - Dt	21.46	mm
25	Tubo comercial - DN/PN	25/60	
26	Diâmetro externo da tubulação - De	25	mm

Figura 9.10. Detalhe da planilha parte III.

Na célula B19, digite: =B18/3600

Na célula B20, digite: 42

Na célula B21, digite: 4

Na célula B22, digite:
 =SE(B21="";"";SE(B21=1;1;
 0.3506+1/(2*B21)+0.923/
 (6*(B21)^2)))

A função SE, na célula B22, é uma condicional, neste caso, foi usada somente para deixar a célula sem nenhuma informação, caso a célula 21 estivesse sem dados.

Hidráulica para projetos de Irrigação

B22			=SE(B21="";mm;SE(B21=1;1;0.3506+1/(2*B21)+0.923/(6*
	A	B	C
19		0.000744	m³/s
20	Comprimento da Lateral - Ll	42	m
21	Número de Saídas	4	
22	F - Para múltiplas saídas	0.485	
23	Coefficiente C - (PVC = 140 ou 0.000135)	140	0.0001
24	Diâmetro teórico - Dt	21.46	mm
25	Tubo comercial - DN/PN	25/60	
26	Diâmetro externo da tubulação - De	25	mm
27	Espessura da parede do tubo - e	1.2	mm
28	Diâmetro interno do tubo comercial - Di	22.6	mm
29	Perda de Carga - Hazen-Williams	3.88	
30	Perda de Carga - Flamant	3.71	
31	Perda de Carga na lateral - hfl - adotada	3.71	mca
32	Pressão no início da Lateral - Hinll	29.88	mca

Figura 9.11. Detalhe da planilha parte IV.

Na célula B23, digite: 140

Na célula C23, digite: 0,00000135

Na célula B24, digite:

$$=(((10.96171*((B19/B23)^{1.852}) * B20 * B22 / B16))^{(1/4.8655)}) * 1000$$

Na célula B25, digite: 25/40

Na célula B26, digite: 25

Na célula B27, digite: 1,2

Na célula B28, digite: =B26-B27-B27

Na célula B29, digite:

$$=10.96171*((B19/B23)^{1.852}) * B20 * B22 / ((B28/1000)^{4.8655})$$

Na célula B30, digite:

$$=6.107 * C23 * B19^{1.75} * B20 * B22 / ((B28/1000)^{4.75})$$

Na célula B31, digite: 3,71

Na célula B32, digite:

$$=B31 * 0.75 + B9 + B10 + B15/2$$

A célula B31 refere-se a perda de carga na lateral, por que, na célula B31, foi adotada a perda de carga de Flamant e não a de Hazen-Williams nesse exemplo?

Perda de Carga na linha de Derivação

Observe que para facilitar a visualização, deixou-se as linhas mais próximas das células que serão utilizadas, simplesmente utilizando a ferramenta de rolagem.

	E	F	G
10			
11			
12			
13	DIMENSIONAR DERIVAÇÃO		
14			
15	Desnível da Derivação - ΔZ	0.72	metros
16	Nº de Aspersores na Derivação	16	
17	Comprimento da Derivação - Ld	18	
18	Número de saída da derivação	2	
19	F - Para múltiplas saídas	0.639	
20	Vazão da Derivação	10.72	m³/h
21		0.0029778	m³/s
22	Coeficiente C - (PVC = 140 ou 0.000135)	140	0.000135
23	Velocidade de projeto	1.5	m/s
24	Diâmetro teórico - Dt	50.28	mm
25	Tubo comercial - DN/PN	75/40	mm
26	Diâmetro externo da tubulação - De	75.5	mm
27	Espessura da parede do tubo - e	1.5	mm
28	Diâmetro interno do tubo comercial - Di	72.5	mm
29	Velocidade no Tubo	0.72	m/s
30	Perda de Carga na lateral - hfl	0.10	mca
31	Pressão no início da Lateral	29.88	mca
32	Pressão no início da Derivação - Hinld	30.70	mca

Figura 9.12. Detalhe da planilha parte V.

Na célula F15, digite: 0,72

Na célula F16, digite: 16

Na célula F17, digite: 18

Na célula F18, digite: 2

Na célula F19, digite: $=SE(F18="";"";SE(F18=1;1;0.3506+1/(2*F18)+0.923/(6*(F18)^2)))$

Na célula F20, digite: =F16*B8

Na célula F21, digite: $=F20/3600$

Na célula F22, digite: 140

Na célula F23, digite: 1,5

Na célula F24, digite: $=((F21*4/(PI()*F23))^0.5)*1000$

Na célula F25, digite: 75/40

Na célula F26, digite: 75,5

Na célula F27, digite: 1,5

Na célula F28, digite: =F26-F27-F27

Na célula F29, digite: $=F21/(PI()*(F28/1000)^{2/4})$

Na célula F30, digite: $=10.96171*((F21/F22)^{1.852})*F17*F19/((F28/1000)^{4.8655})$

Na célula F31, digite: =B32

Na célula F32, digite: $=F31+F30+F15$

Dimensionamento da Linha Principal e Sucção

	A	B	C	D
40				
41	DIMENSIONAR MALHA HIDRÁULICA RECALQUE E SUCÇÃO			
42				
43	Trecho	L	Q	Vel. Des.
44		(m)	(m³/s)	(m/s)
45	Principal - Trecho 1	100	0.005	1.5
46	Principal - Trecho 2	150	0.005	1.5
47	Principal - Trecho 3	25	0.005	1.5
48	Sucção	6	0.005	1
49				
50				
51				
52				
53				

Figura 9.13. Detalhe da planilha parte VI.

As fórmulas que estarão na linha 45 serão repetidas até a linha 51, portanto, serão digitadas nas linhas 45 e depois “arrastadas” para baixo, fazendo assim uma cópia das fórmulas. Esse procedimento de arrastar , será visto nas Figura 9.16 e 9.17, mas até lá, siga os passos.

	A	B	C	D	E
41	DIMENSIONAR MALHA HIDRÁULICA RECALQUE E SUCÇÃO				
42					
43	Trecho	L	Q	Vel. Des.	D. Teórico
44		(m)	(m³/s)	(m/s)	(mm)
45	Principal - Trecho 1	100	0.003	1.5	50.46
46	Principal - Trecho 2	150	0.003	1.5	50.46
47	Principal - Trecho 3	25	0.003	1.5	50.46
48	Sucção	6	0.003	1	61.80
49					
50					
51					
52					

Figura 9.14. Detalhe da planilha parte VII.

Na célula A45, digite: Trecho 1

Na célula B45, digite: 100

Na célula C45, digite: 0,003

Na célula D45, digite: Tre1,5

Na célula E45, digite: $=((C45^4/(PI()*D45))^{0.5})*1000$

	F	G	H	I	J	K
41						
42						
43	Tubo DN/PN	De	parede - e	Dcom.	V. No tubo	Hf no trecho
44		(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(mca)
45	75/40	75.5	1.5	72.5	0.73	0.87
46	75/40	75.5	1.5	72.5	0.73	1.30
47	75/40	75.5	2.5	70.5	0.77	0.25
48	100/40	118	4.8	108.4	0.33	0.01
49						
50						
51						
52					Total	2.42

Figura 9.15. Detalhe da planilha parte VIII.

Na célula F45, digite: 75/40

Na célula G45, digite: 75,5

Na célula H45, digite: 1,5

Na célula I45, digite: =SE(E45="";"";G45-H45-H45)

Na célula J45, digite: =C45/(PI()*(I45/1000)^2/4)

Na célula K45, digite: =10.96171*((C45/140)^1.852)*B45/((I45/1000)^4.8655)

Na célula K52, digite: =SOMA(K45:K51)

Agora, realiza a cópia da células da linha 45 até a linha 51. Selecione todas as células do intervalo entre A45 a K45. Clique no mouse e segure o botão até que todas as células estejam selecionadas e solte o botão do mouse, Figura 9.16.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
41	DIMENSIONAR MALHA HIDRÁULICA RECALQUE E SUÇÃO										
42											
43	Trecho	L	Q	Vel. Des.	D. Teórico	Tubo DN/PN	De	parede - e	Dcom.	V. No tubo	Hf no trecho
44		(m)	(m³/s)	(m/s)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(mca)
45	Principal - Trecho 1	100	0.003	1.5	50.46	75/40	75.5	1.5	72.5	0.73	0.87
46	Principal - Trecho 2	150	0.003	1.5	50.46	75/40	75.5	1.5	72.5	0.73	1.30
47	Principal - Trecho 3	25	0.003	1.5	50.46	75/40	75.5	2.5	70.5	0.77	0.25
48	Sucção	6	0.003	1	61.80	100/40	118	4.8	108.4	0.33	0.01
49											
50											
51											
52										Total	2.42

Figura 9.16. Detalhe da planilha parte IX.

Posicione o mouse na parte inferior das células selecionadas conforme a Figura 9.17. O mouse deverá clicar nessa região indicada pelo círculo vermelho.

Subo	Hf no trecho (mca)
3	0.87
3	1.30
1	0.25

Figura 9.17. Detalhe da planilha parte X.

Clique, segurando o botão, em seguida, arraste o mouse pelas células abaixo até a linha 51. Agora as células estarão iguais, Figura 9.18.

[illegible]

Figura 9.18. Detalhe da planilha parte XI.

Substitua o valor das células em verde conforme a Figura9.19.

[illegible]

Figura 9.19. Detalhe da planilha parte XII.

Dimensionar sistema de Bombeamento

	A	B	C
54	DIMENSIONAR SISTEMA DE BOMBEAMENTO		
55			
56	Hf total (principal + Recalque+sucção)	2.42	mca
57	Pressão no início da Derivação - Hinld	30.70	mca
58	Desnível de recalque - hgr	8.48	mca
59	Desnível de sucção - hgs	3.5	mca
60	Perda de carga nos filtros - hffiltros	1	mca
61	perda de carga localizada - hfloc	2.30517	mca
62	Alturam manométrica total - Hman	48.41	mca
63			
64	Rendimento da Bomba	50	%
65	Vazão do Projeto	0.00298	m³/s
66	Pot da Bomba - CV	3.846669	cv
67	folga	25	%
68	Pot da Bomba com folga	4.81	

Figura 9.20. Detalhe da planilha parte XIII.

Na célula B56, digite: =K52

Na célula B57, digite: =F32

Na célula B58, digite: 8,48

Na célula B59, digite: 3,5

Na célula B60, digite: 1

Na célula B61, digite: =(SOMA(B56:B60))*0.05

Na célula B62, digite: =SOMA(B56:B61)

Na célula B64, digite: 50

Na célula B65, digite: 0,00298

Na célula B66, digite: =((B65*9.81*B62)/(B64/100))*1.36

Na célula B67, digite: 25

Na célula B68, digite: =B66*(1+(B67/100))

Maiores detalhes sobre a construção de planilha eletrônica para projetos de irrigação podem ser vistos nos vídeos no Canal do Youtube do professor Allan. Bons estudos.

https://youtu.be/CM2HjvL7U_4

<https://youtu.be/6qG-12xSO4Y>

https://youtu.be/SnMM_HsknDs

<https://youtu.be/nh-zuvURwiA>

<https://youtu.be/PAd9MH7tdno>

<https://youtu.be/ybybnRls3d4>

<https://youtu.be/tVE1MO4AeUk>

<https://youtu.be/moD0OJvu2FY>