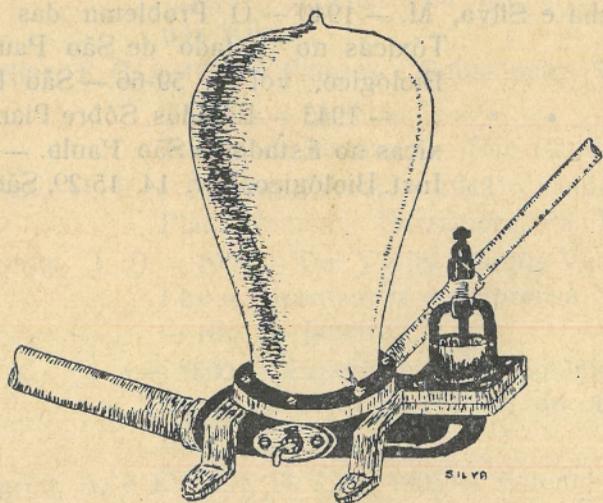


Dados necessários à Escolha e Instalação do Carneiro Hidráulico para a Elevação d'água nas Fazendas

ALBERTO DAKER (*)

I) INTRODUÇÃO

O carneiro ou ariete hidráulico, inventado há mais de um século por Mongolfior, é uma máquina muito simples e de grande utilidade para a elevação d'água nas fazendas, desde que se disponha de um pequeno curso d'água que permita uma queda de certo caudal e que se deseje elevar somente uma fração dêste.



A supradita queda, em geral, é facilmente obtida seja pela construção de uma represa ou açude, seja por meio de um canal de derivação do leito normal do riacho, ou mesmo pela combinação dos dois, prática aliás bem conhecida dos Srs. fazendeiros que já aproveitaram a força motriz da água no assentamento de moinhos e engenhos.

O carneiro hidráulico uma vez instalado trabalha dia e noite, não necessitando de força motriz para funcionar pois

(*) Agrônomo, Prof. do Depto. de Engenharia Rural.

utiliza, como energia, a própria queda de água, elevando automaticamente parte desta.

II) ESCOLHA DO TIPO DE CARNEIRO

Para isto precisamos conhecer :

- A) Altura de queda h (do manancial ao carneiro) e altura de elevação H (do carneiro ao depósito)
- B) Rendimento do carneiro — R
- C) Vasão do curso d'água — V
- D) Vasão desejada — v

A) Alturas de queda h e de elevação H .

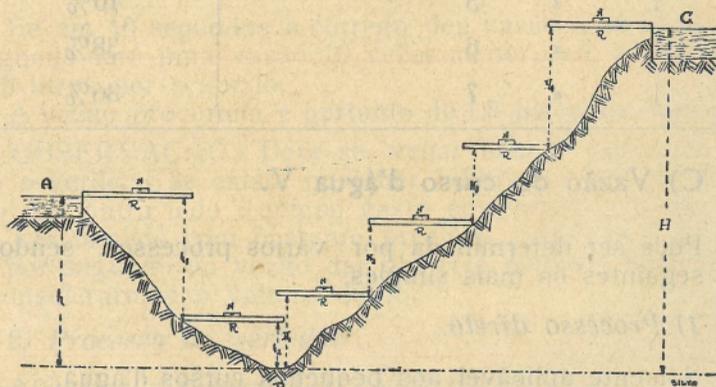
São facilmente obtidas com o emprêgo de um nível de pedreiro e duas régua, sendo uma delas graduada em centímetros.

A ilustração abaixo esclarece a questão não sendo preciso comentários.

Demonstração prática da medição da altura de queda (h) e da altura de elevação (H)

N = Nível comum de pedreiro.

R = Régua de 3 a 5 metros de comprimento.



A = Nível da água de alimentação.

B = Local mais apropriado ao assentamento do carneiro.

C = Nível da água elevada ao depósito.

h = Altura da queda = $h_1 + h_2 + h_3 + \dots$

H = Altura de elevação = $H_1 + H_2 + H_3 + \dots$

Observação: As alturas parciais $h_1, h_2, h_3 \dots H_1, H_2, H_3 \dots$ são medidas com régua graduada em centímetros, disposta verticalmente.

B) Rendimento — R.

Conhecidos h (altura de queda) e H (altura de elevação), a tabela I nos dá o rendimento do carneiro.

TABELA I

RENDIMENTO DO CARNEIRO		
Proporção entre a queda (h) e a elevação (H)		Rendimento
1	para 2	70%
1	« 3	57%
1	« 4	47%
1	« 5	40%
1	« 6	38%
1	« 7	36%

C) Vazão do curso d'água V.

Pode ser determinada por vários processos, sendo os dois seguintes os mais simples.

1) Processo direto.

Somente aplicável aos pequenos cursos d'água.

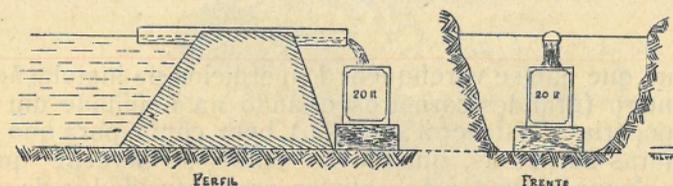
Consiste em determinar o tempo necessário para que o riacho encha um certo recipiente cujo volume se conhece (por exemplo uma lata de gasolina, cujo volume é de 18 litros).

Para que toda a água aflua para a lata é necessário fazer uma barragem de terra num trecho escolhido do riacho, afim de que o recipiente possa entrar livremente à juzante

e receber a água, conduzida com o auxílio de uma calha qualquer (telha, pedaço de cano, etc.).

Em seguida mede-se, com o máximo rigor, o tempo gasto para encher o recipiente. Deve-se fazer no mínimo 3 medições e tirar a média do tempo.

ESQUEMA N.º 1



EXEMPLO: Vamos supor que se empregou uma lata de gasolina (18 litros de capacidade) e se obtiveram os seguintes tempos:

1ª. medição :	11 segundos
2ª. " :	9 segundos
3ª. " :	10 segundos.

Média — 10 segundos.

Se em 10 segundos o córrego deu vazão a 18 litros, em 1 segundo dará uma vazão 10 vezes menor, isto é: 18 % 10 = 1,8 litros por segundo.

A vazão procurada é portanto de 1,8 litros por segundo.

OBSERVAÇÃO: Deve-se vedar bem a barragem de terra e verificar se existe qualquer infiltração lateral ou inferior. De outro lado o tempo gasto em encher o recipiente deve ser tomado com bastante precisão, visto um pequeno erro por segundo na vazão dar um erro considerável quando considerarmos o volume diário.

2) Processo do vertedor

Aplicável a pequenos e médios cursos d'água.

Consiste em represar a água por meio de um tablado provido de uma abertura superior (vertedor) e medir a altura da lâmina d'água que passa na referida abertura, medição esta tomada no mínimo a 1,80 metros à montante do vertedor, afim de evitar a contração da veia líquida. (Ver esquema ilustrativo).

De posse da altura da lâmina d'água e conhecendo-se

a largura do vertedor, entra-se na Tabela II e toma-se a vasão correspondente.

O vertedor deve ser instalado de modo a não permitir infiltração lateral ou inferior e a sua soleira (face superior) deve ficar exatamente na horizontal.

D — Vasão desejada V

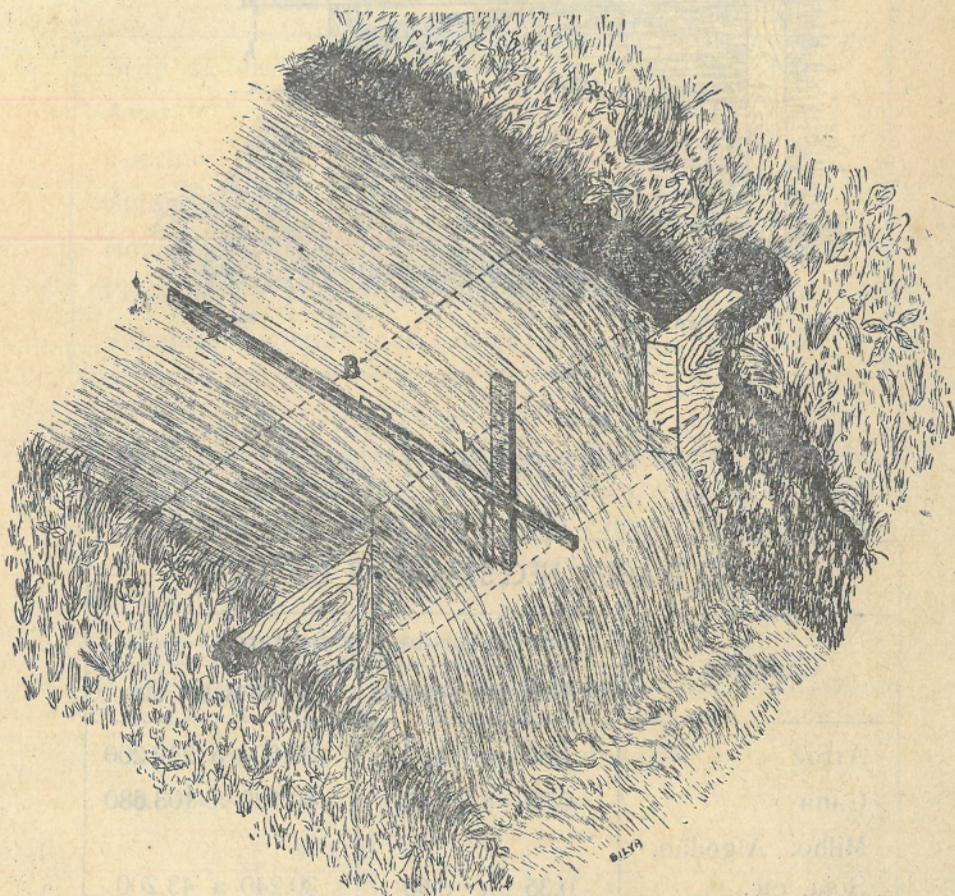
Para que não se verifiquem desperdícios na instalação de um carneiro (grandes carneiros quando na realidade um pequeno poderia satisfazer a questão), bem como para que não haja futuras surpresas, quando só então se percebe que o volume d'água elevado não satisfaz as necessidades de consumo, é que se deve ter em mente a vasão desejada.

Para fins de irrigação pode-se ter em conta as dotações dadas na Tabela III. Estas apesar de não serem absolutas e exatas para cada caso particular de clima, solo, sistema de irrigação, etc., representam todavia uma boa medida que servirá de orientação para os Srs. fazendeiros.

TABELA II

VASÃO D'ÁGUA NOS VERTEDORES (EM LITROS POR SEGUNDO)										
h	Largura do vertedor (em centímetros)									
	10	20	30	40	50	60	80	100	150	200
4	1,4	2,8	4,2	5,6	7	8,4	11,2	14	21	28
5	2	4	6	8	10	12	16	20	30	40
6	2,6	5,2	7,8	10,4	13	15,6	20,4	26	39	52
7	3,3	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8	26,4	33	49,5	66
8	4	8	12	16	20	24	32	40	60	80
9		9,6	14,4	19,2	24	28,8	38,4	48	72	91
10		11,4	16,8	24,4	28	33,6	44,8	56	84	104

ESQUEMA 2 — Medição da vasão de um curso d'água pelo vertedor.



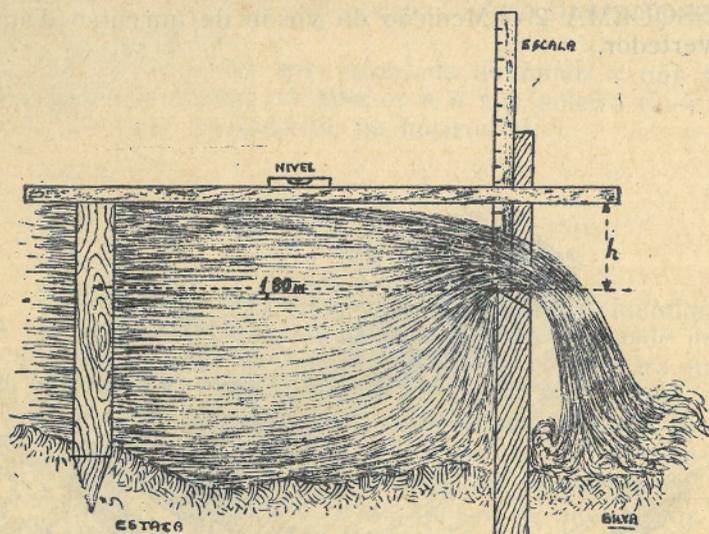


TABELA III

VASÃO D'ÁGUA NECESSÀRIA ÀS CULTURAS		
Culturas	Vasão por hectare	
	Em litros por segundo	Em litros por dia
Arroz	1,50 a 3,00	129.600 a 259.200
Cana	0,80 a 1,20	69.120 a 103.680
Milho, Algodão, Soja, etc.	0,35 a 0,50	30.240 a 43.200
Hortas	0,35 a 0,60	30.240 a 51.840
Pomares	0,50 a 1,00	43.200 a 86.400

Para as necessidades da sede, dos currais, pocilgas, etc., pode-se usar as dotações dadas na tabela IV.

TABELA IV

VAZÃO D'ÁGUA NECESSÁRIA PARA FINS AGRÍCOLAS		Vazão necessária em litros por dia.	
Especificação			
Sede da fazenda	(por pessoa)	70	a 100
Aves	(10 cabeças)	2	a 3
Caprinos	(por cabeça)	4	a 5
Suínos	(por cabeça)	5	a 8
Bovinos	(por cabeça)	30	a 35
Equinos	(por cabeça)	35	a 50
Suínos + higiene	(por cabeça)	12	a 15

De posse de todos êsses dados (alturas de queda h e de elevação H ; rendimento R do carneiro e vazão do curso d'água V ou vazão desejada v) pode calcular, com segurança, o tipo de carneiro mais adaptável ao caso que se tem em vista.

Dois casos podem se apresentar :

- 1º) Conhecendo-se a vazão desejada v , procura-se escolher o tipo do carneiro, bem como saber qual a vazão mínima que deve ter o riacho, afim de satisfazer a questão.

Neste caso emprega-se a fórmula :

$$V = \frac{v \times H}{h \times R}$$

isto é : «multiplica-se a vazão desejada v pela altura de elevação H e divide-se o produto obtido pela altura de queda h multiplicado pelo rendimento R do carneiro.»

Calculada a vazão V que o carneiro deve receber, entra-se com esta nas Tabelas V ou VI e escolhe-se o tipo de carneiro com as respectivas características.

- 2º) Tendo-se um riacho de vazão V conhecida, e sendo esta muito pequena, deseja-se empregá-la tãda e saber qual a vazão v elevada e qual o tipo de carneiro que satisfaz os dados.

Acha-se v empregando-se a fórmula :

$$v = \frac{V \times h \times R}{H}$$

isto é: «multiplica-se a vazão V do riacho pela altura h de queda e pelo rendimento R do carneiro e divide-se o produto assim obtido pela altura H de elevação».

Para a escolha do carneiro entra-se na Tabela V ou VI com a vazão que o carneiro deve receber, e neste caso a vazão V do riacho, e escolhe-se o tipo mais recomendado.

TABELA V

ESCOLHA DO TIPO DE CARNEIRO						
Carneiro «Cleverson» nº 16						
Tamanhos	2	3	4	5	6	7
Vazão que o carneiro deve receber (litros por minuto) .	7-11	7-15	11-26	22-45	48-80	70-120
Diâmetro interno do cano de entrada (polegadas).	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2
Diâmetro interno do cano de saída (polegadas).	3/8	1/2	1/2	3/4	1	1 1/4
Pêso (Kilogramas) .	12	19	31	45	78	90

TABELA VI

ESCOLHA DO TIPO DE CARNEIRO			
Carneiro «Jordão»			
Número do carneiro	Tubo de impulsão (Diâmetro em polegadas)	Tubo de elevação. (Diâmetro em polegadas)	Vazão que deve receber. (Litros por minuto).
0	3/4	1/2	1 a 11
00	1	1/2	3 a 18
000	1 1/2	1	7 a 45
1	1	1/2	3 a 18
2	1 1/2	1	7 a 45
3	2	1 1/4	20 a 90
4	3	2	40 a 200
5	4	2	80 a 360
6	6	3	200 a 825

Relação h/H (queda para elevação) até 1 para 40 com os tipos de 1 a 6 e até 1 para 30 com os tipos 0, 00, 000.

OBSERVAÇÕES :

- 1º) Caso os carneiros indicados nas Tabelas V e VI, ou mesmo outros carneiros encontrados em catálogos diversos, não tenham capacidade suficiente para elevar a vazão desejada, pode-se recorrer à instalação de uma bateria de dois ou mais carneiros. Cada carneiro da bateria deve ser alimentado por um cano de entrada à parte, sendo que o cano de saída pode ser um só para toda a bateria.
- 2º) Quando a vazão da água que se pretende elevar for insuficiente para o trabalho motor de elevação, pode-se lançar mão de água impura de outra nascente

para produzir o referido trabalho e assim sendo elevar a vazão total da água pura desejada.

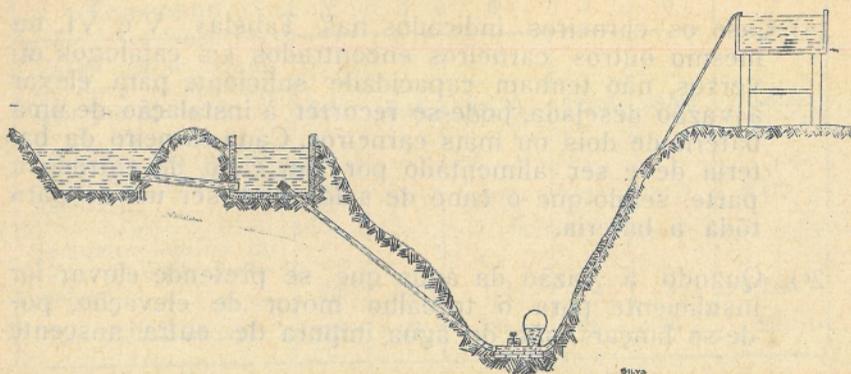
Emprega-se para este trabalho com duas águas um aparelho suplementar que pode ser adicionado ao carneiro e que tem o nome de *Aparelho Divisor*.

III) INSTRUÇÕES GERAIS PARA INSTALAÇÃO DOS CARNEIROS.

Para a boa instalação, e consequente bom funcionamento de um carneiro, necessário se faz o conhecimento das instruções abaixo :

- 1) A base onde o carneiro vai ficar repousado, deve ser firme e bem nivelada, convindo que seja de alvenaria ou de cimento.
- 2) A altura de queda h não deve ser menor que $1\frac{1}{2}$ metro e nem maior do que 9 metros.
- 3) Os diâmetros dos canos de entrada e de saída da água são determinados pela construção dos carneiros (vide Tabelas V e VI).
- 4) O cano de entrada deve ter comprimento que varia entre 5 a 15 metros e nunca deve ser menor que $\frac{3}{4}$ da altura de elevação H .
- 5) O cano de saída poderia ter comprimento ilimitado se não fossem as perdas por fricção. Por isto deve ser sempre o mais curto e o mais reto possível. Só quando for indispensável, deve-se recorrer a curvas e, mesmo assim, procurar curvas as mais suaves.

ESQUEMA N° 3



OBSERVAÇÕES:

- 1) — Para evitar a penetração de detritos, folhas etc., que poderiam prejudicar o funcionamento do aparelho, recomenda-se colocar um ralo na boca do cano de entrada, devendo este ficar bastante abaixo da superfície livre da água de alimentação, afim de que não haja sucção de ar, o que interromperia o funcionamento.
- 2) — Para por o carneiro em funcionamento, aciona-se algumas vezes a haste da válvula até que ela trabalhe sozinha. Para que cesse este funcionamento basta suspender a referida haste por alguns instantes.
- 3) — Cada carneiro traz uma torneira de latão que deve ser aberta de vez em quando afim de que tenha saída a água que se acumula na câmara de ar em cada golpe do ariete.

IV) EXEMPLOS

1.

Precisa-se de água na fazenda, água esta que deverá ser elevada para um tanque e daí abastecer a sede (20 pessoas), o galinheiro (800 aves), o curral de suínos (600 cabeças) e uma pequena horta de 1.000 metros quadrados.

O tanque deve ficar a 9 metros acima do nível da água de um canal que passa nas proximidades. Este admite uma queda de 3 metros e tem uma vazão de $1\frac{1}{2}$ litro por segundo, ou sejam 129.600 litros por dia.

SOLUÇÃO

A) Altura de queda $h = 3$ metros
 Altura de elevação $H = 12$ metros.

B) Rendimento do carneiro R .

Para $\frac{h}{H} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$ ou 1 para 4 a Tabela I dá: $R = 47\%$.

C) Vazão do curso d'água $V = 1\frac{1}{2}$ litro por segundo = 129.600 litros por dia.

D) Vazão desejada v :

20 pessoas (a 100 litros cada)	2.000	litros	por	dia
800 aves (a 2,5 por dez cabeças)	200	«	«	«
60 suínos (a 13 litros por cabeça)	800	«	«	«
1.000 m ² de horta (a 30.000 litros por hectare).	3.000	«	«	«
	$v =$	6.000		

Com os dados obtidos calcularemos a vazão que o carneiro deve receber e com esta entraremos nas Tabelas V e VI e escolheremos o tipo do carneiro:

$$V = \frac{v \times H}{h \times R} = \frac{6.000 \times 12}{3 \times 0,47} = 51.064 \text{ litros por dia.}$$

Portanto o carneiro deve receber 51.064 litros por dia para que deste volume ele eleve os 6.000 litros diários considerados necessários. A alimentação do carneiro ficará assegurada, uma vez que a vazão do canal é de 129.600 litros por dia.

Para a escolha do carneiro devemos entrar com a vazão V dada em litros por minuto, ou: 51.064 litros por dia = $51.064 \div (24 \times 60) = 36,15$ litros por minuto.

Entrando com este valor na Tabela V, poderemos escolher o carneiro «Cleverson» nº 16 tamanho 5; caso preferirmos o «Jordão», entraremos com o mesmo valor de V na Tabela VI e poderemos escolher o carneiro número 000 ou, mesmo o nº 2, ou ainda o nº 3.

2.

Considerando os dados do exemplo anterior, deseja-se empregar toda a vazão V do riacho e saber qual a vazão v elevada e qual o tipo de carneiro mais recomendado.

SOLUÇÃO

$$\text{São dados} \left\{ \begin{array}{l} h = 3 \text{ metros} \\ H = 12 \text{ metros} \\ R = 47\% \text{ ou } 0,47 \\ V = 1,5 \text{ litros por segundo} = 129.600 \text{ litros por dia.} \end{array} \right.$$

$$\text{Pede-se} \left\{ \begin{array}{l} v = \\ \text{Tipo de carneiro} \end{array} \right.$$

a) Vazão v elevada é obtida pela fórmula (2)

$$v = \frac{V \times h \times R}{H} = \frac{129.600 \times 3 \times 0,47}{12} = 15.228 \text{ litros por dia.}$$

Portanto, dos 129.600 litros diários do riacho, 15.228 são elevados e os restantes 114.372 são gastos no trabalho motor de elevação.

b) Para a escolha do carneiro devemos reduzir a vazão diária em litros por minuto, isto é:

$$129.600 \div (24 \times 60) = 90 \text{ litros por minuto.}$$

Entrando com este valor na Tabela V poderemos escolher o carneiro «Cleverson» n.º 16, tamanho 7. Na Tabela VI os carneiros «Jordão» números 3, 4 e 5 também poderão ser escolhidos, sendo o número 4 o mais recomendado.

ERRATA

Na pag. 257, linha 2, onde se lê Mongolfior — leia-se Mongolfier.
 « « 260. » 14, « « « 18% — « 18 ÷
 « « 261, « 6, « « « V (maiúsculo) — « v (minúsculo).

Litros por Minuto	METROS CUBICOS		Litros por Segundo
	POR HORA	POR DIA	
1	0,060	1,440	0,0166
2	0,120	2,880	0,0333
3	0,180	4,320	0,0500
4	0,240	5,760	0,0666
5	0,300	7,200	0,0833
6	0,360	8,640	0,1000
7	0,420	10,080	0,1166
8	0,480	11,520	0,1333
9	0,540	12,960	0,1500
10	0,600	14,400	0,1666
12	0,720	17,280	0,2000
14	0,840	20,160	0,2333
16	0,960	23,040	0,2666
18	1,080	25,920	0,3000
20	1,200	28,800	0,3333
25	1,500	36,000	0,4166
30	1,800	43,200	0,5000
35	2,100	50,400	0,5833
40	2,400	57,600	0,6666
45	2,700	64,800	0,7500
50	3,000	72,000	0,8333
55	3,300	79,200	0,9166
60	3,600	86,400	1,0000
65	3,900	93,600	1,0833
70	4,200	100,800	1,1666
75	4,500	108,000	1,2500
80	4,800	115,200	1,3333
85	5,100	122,400	1,4166
90	5,400	129,600	1,5000
95	5,700	136,800	1,5833
100	6,000	144,000	1,6666
110	6,600	158,400	1,8333
120	7,200	172,800	2,0000
130	7,800	187,200	2,1666
140	8,400	201,600	2,3333
150	9,000	216,000	2,5000
160	9,600	230,400	2,6666
170	10,200	244,800	2,8333
180	10,800	259,200	3,0000
190	11,400	273,600	3,1666
200	12,000	288,000	3,3333
300	18,000	432,000	5,0000
400	24,000	576,000	6,6666
500	30,000	720,000	8,3333
600	36,000	864,000	10,0000
700	42,000	1008,000	11,6666
800	48,000	1052,000	13,3333
900	54,000	1296,000	15,0000
1000	60,000	1440,000	16,6666

Observação: Um metro cúbico equivale a mil litros.

Transformação de litros por minuto em metros cúbicos por hora, metros cúbicos por dia e litros por segundo.

Litros por Minuto	METROS CÚBICOS		Litros por Segundo
	POR HORA	POR DIA	
1	0,060	1,440	0,0166
2	0,120	2,880	0,0333
3	0,180	4,320	0,0500
4	0,240	5,760	0,0666
5	0,300	7,200	0,0833
6	0,360	8,640	0,1000
7	0,420	10,080	0,1166
8	0,480	11,520	0,1333
9	0,540	12,960	0,1500
10	0,600	14,400	0,1666
12	0,720	17,280	0,2000
14	0,840	20,160	0,2333
16	0,960	23,040	0,2666
18	1,080	25,920	0,3000
20	1,200	28,800	0,3333
25	1,500	36,000	0,4166
30	1,800	43,200	0,5000
35	2,100	50,400	0,5833
40	2,400	57,600	0,6666
45	2,700	64,800	0,7500
50	3,000	72,000	0,8333
55	3,300	79,200	0,9166
60	3,600	86,400	1,0000
65	3,900	93,600	1,0833
70	4,200	100,800	1,1666
75	4,500	108,000	1,2500
80	4,800	115,200	1,3333
85	5,100	122,400	1,4166
90	5,400	129,600	1,5000
95	5,700	136,800	1,5833
100	6,000	144,000	1,6666
110	6,600	158,400	1,8333
120	7,200	172,800	2,0000
130	7,800	187,200	2,1666
140	8,400	201,600	2,3333
150	9,000	216,000	2,5000
160	9,600	230,400	2,6666
170	10,200	244,800	2,8333
180	10,800	259,200	3,0000
190	11,400	273,600	3,1666
200	12,000	288,000	3,3333
300	18,000	432,000	5,0000
400	24,000	576,000	6,6666
500	30,000	720,000	8,3333
600	36,000	864,000	10,0000
700	42,000	1008,000	11,6666
800	48,000	1052,000	13,3333
900	54,000	1296,000	15,0000
1000	60,000	1440,000	16,6666

Observação : Um metro cúbico equivale a mil litros.