

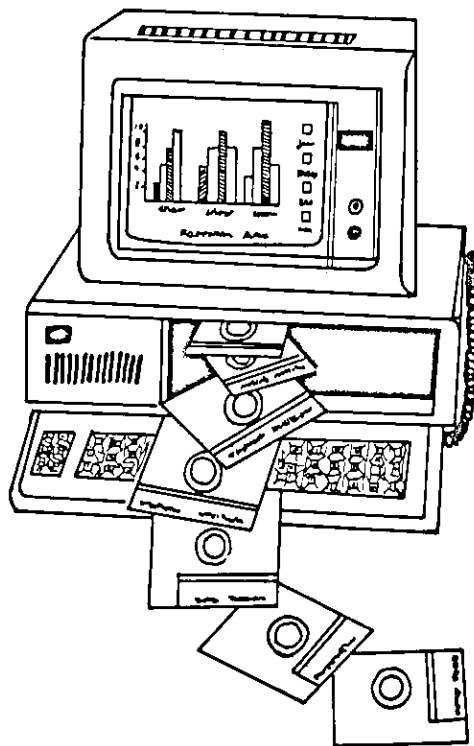
14012
CPAO
1986
FL-PP-14012

ISSN 0102 - 5651

Instituto de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Ministério da Agricultura



Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual de Dourados - UEPAE de Dourados
Dourados, MS



Programa de Microcomputador, em Linguagem Basic, para o Dimensionamento de Canais de Irrigação

Programa de ...

1986

FL-PP-14012



AI-SEDE-46037-1

Dourados, MS
1986

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: José Sarney

Ministro da Agricultura: Iris Rezende Machado


Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Francisco Ferrer Bezerra

 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados-UEPAE de Dourados
Dourados, MS

PROGRAMA DE MICROCOMPUTADOR, EM LINGUAGEM BASIC, PARA
O DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE IRRIGAÇÃO

José Aguilar D.
Claudio Alberto Souza da Silva
Rinaldo de Oliveira Calheiros

EMBRAPA. UEPAE Dourados. Documentos, 24

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à

EMBRAPA-UEPAE de Dourados
Rodovia Dourados-Caarapó, km 5
Caixa Postal 661
Telefone (067) 421-5521*
Telex: (067) 2310
79800 - Dourados, MS

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações:

Cezar Mendes da Silva (Presidente)
Eli de Lourdes Vasconcelos (Secretária)
Carlos Virgílio Silva Barbo
Francisco Marques Fernandes
João Carlos Heckler
Sérgio Arce Comez

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS.

Programa de microcomputador, em linguagem BASIC, para o dimensionamento de canais de irrigação, por José Aguilár D., Cláudio Alberto Souza da Silva e Rinaldo de Oliveira Calheiros. Dourados, 1986.

34p. (EMBRAPA. UEPAE Dourados. Documentos, 24).

1. Irrigação-Canais-Dimensionamento-Programação (Computadores eletrônicos)-Uso. 2. Programação (Computadores eletrônicos)-Uso-Irrigação-Canais-Construção. I. Aguilár D., J. II. Silva, Cláudio Alberto Souza da, colab. III. Calheiros, Rinaldo de Oliveira, colab. IV. Título. V. Série.

CDD 627.52072

© EMBRAPA-1986

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	5
2.FÓRMULAS E ELEMENTOS PARA CÁLCULO DE CANAIS.....	5
2.1. Fórmulas hidráulicas.....	6
2.2. Fórmulas com base nas seções geométricas.....	6
2.2.1. Significado dos elementos das fórmulas geométricas.....	8
2.3. Equações complementares.....	9
2.4. Considerações sobre os elementos de cálculo dos canais.....	10
2.4.1. Velocidade média de escoamento (V).....	10
2.4.2. Coeficiente de rugosidade ou atrito (N).....	10
2.4.3. Forma da seção transversal do canal.....	10
2.4.4. Declividade dos taludes.....	10
2.4.5. Declividade longitudinal (hidráulica) dos canais	13
3. DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE IRRIGAÇÃO.....	13
3.1. Canais de seção trapezoidal.....	13
3.2. Canais de seção retangular.....	13
3.3. Canais de seção triangular.....	13
3.4. Solução dos problemas.....	16
4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA.....	16
5. EXERCÍCIOS.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
APÊNDICE 1. Programa para o dimensionamento de canais de irrigação	24

PROGRAMA DE MICROCOMPUTADOR, EM LINGUAGEM BASIC, PARA
O DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE IRRIGAÇÃO

José Aguilar D.¹

Claudio Alberto Souza da Silva²

Rinaldo de Oliveira Calheiros³

1. INTRODUÇÃO

Na elaboração de projetos de irrigação, onde a condução e distribuição da água são realizadas através de canais abertos, o dimensionamento destes deve ser feito analisando-se o maior número possível de alternativas; isto, com o propósito de selecionar tipos de canais que garantam, além da economicidade, eficiente condução e distribuição da água.

Para se ter informações suficientes sobre diversos tipos e tamanhos de canais, devem ser feitos diferentes cálculos de dimensionamento dos mesmos, o que exige trabalhos laboriosos e muitas vezes complexos.

A realização destas tarefas podem ser agilizadas através da utilização de microcomputador.

Com o propósito de realizar os cálculos de dimensionamento de canais abertos de seção trapezoidal, retangular e triangular, sob forma computadorizada, elaborou-se um programa, em linguagem BASIC, para microcomputador (Polymax 101SS). Utilizou-se a fórmula de Manning e a equação da continuidade, de acordo com as fórmulas geométricas das seções transversais dos canais considerados neste trabalho.

2. FÓRMULAS E ELEMENTOS PARA CÁLCULO DE CANAIS

¹ Eng., Agr., M.Sc., do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), a disposição da EMBRAPA-UEPAE de Dourados, Caixa Postal 661, 79800 - Dourados, MS.

² Eng.-Agr., M.Sc., da EMBRAPA-UEPAE de Dourados.

³ Eng. Agr., M.Sc., da EMPAER a disposição da EMBRAPA-UEPAE de Dourados.

No dimensionamento de canais de irrigação, deve considerar-se as limitações que são impostas pelas condições físicas e topográficas do terreno, sobre elementos hidráulicos das fórmulas de cálculo. Por outro lado, a eficiência de condução e o volume de escavação necessária para a construção, impõem limitações adicionais sobre os elementos da seção hidráulica do canal.

2.1. Fórmulas hidráulicas

a) Velocidade de fluxo

Para o cálculo da velocidade uniforme de escoamento em um conduto livre, existem muitas fórmulas. Neste trabalho foi considerada a equação comumente chamada de fórmula de Manning, que é a de Chezy com coeficiente de rugosidade desenhado por Manning e cuja expressão é:

$$V = \frac{I}{N} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots\text{onde:}$$

V = Velocidade média de escoamento (m/s)

$R = \frac{A}{P}$ = Raio hidráulico (m)

A = Área da seção hidráulica (m²)

P = Perímetro molhado da seção hidráulica (m)

I = Declividade longitudinal do fundo do canal (m/m)

N = Coeficiente de rugosidade do leito do canal

b) Equação da continuidade

Tratando-se de movimento permanente e, considerando-se um trecho de tubo de líquido corrente, a quantidade que entra na seção A₁ iguala-se à que sai por A₂; cuja equação geral é:

$$Q = AV \dots\dots\dots\text{onde:}$$

Q = Vazão (m³/s)

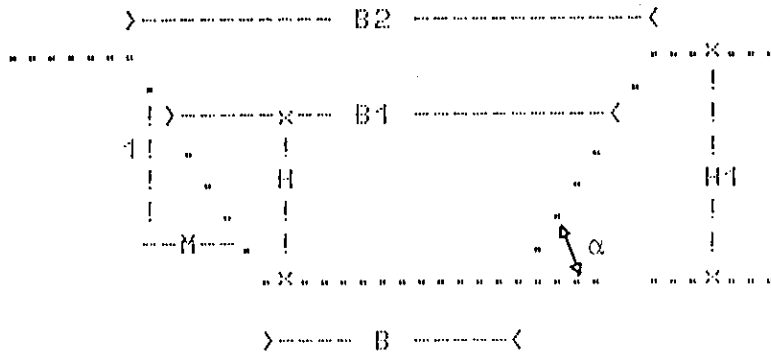
V = Velocidade média de escoamento na seção (m/s)

A = Área da seção de escoamento - seção hidráulica (m²).

2.2. Fórmulas com base nas seções geométricas

a) Canal de seção trapezoidal

** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL **



1) área da seção hidráulica (A)

$$A = (B + MH) H$$

2) área da seção física (A1)

$$A1 = (B + MH1) \cdot H1$$

3) perímetro molhado (P)

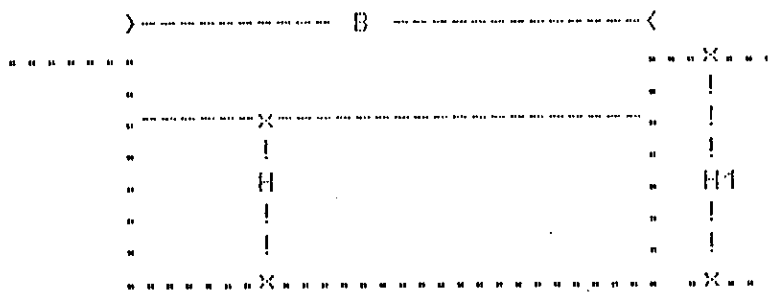
$$P = B + 2H \sqrt{M^2 + 1}$$

4) raio hidráulico (R)

$$R = \frac{(B + MH) H}{B + 2H \sqrt{M^2 + 1}}$$

b) Canal de seção retangular

** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL **



- 1) área da seção hidráulica (A)

$$A = B \times H$$

- 2) área da seção física (A1)

$$A1 = B \times H1$$

- 3) perímetro molhado (P)

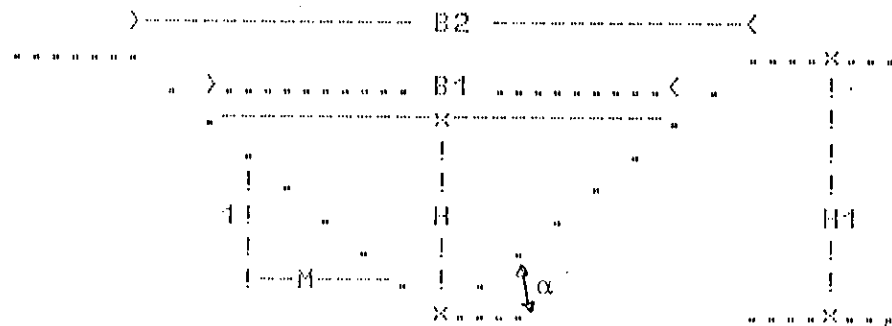
$$P = B + 2H$$

- 4) raio hidráulico (R)

$$R = \frac{BH}{B + 2H}$$

- c) Canal de seção triangular

*** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL ***



- 1) área da seção hidráulica (A)

$$A = H^2 \cdot M$$

- 2) área da seção física (A1)

$$A1 = (H1)^2 \cdot M$$

- 3) perímetro molhado (P)

$$P = 2H \sqrt{M^2 + 1}$$

- 4) raio hidráulico (R)

$$R = \frac{H \cdot M}{2 \sqrt{M^2 + 1}}$$

2.2.1. Significado dos elementos das fórmulas geométricas

A = Área da seção hidráulica (m²)

A1 = Área da seção física (m²)

- B = Largura da base inferior da seção molhada (m)
 B1 = Largura da base superior da seção molhada (m)
 B2 = Largura da base superior da seção física (m)
 H = Altura da lâmina de água no canal (m)
 H1 = Altura da seção física (m)
 M = Declividade ou talude da seção do canal (m/m)
 α = Ângulo do talude do canal
 P = Perímetro molhado (m)
 R = Raio hidráulico (m)

2.3. Equações complementares

a) Equação da declividade

$$I = \left(\frac{V \cdot N}{R^{2/3}} \right)^2 \dots \text{onde:}$$

I = Declividade longitudinal do fundo do canal (m/m)

V = Velocidade média de escoamento (m/s)

N = Coeficiente de rugosidade do leito do canal

R = Raio hidráulico (m)

b) Equações para o dimensionamento de canais por tentativas (calcular H ou B)

$$Q = A \cdot V = \frac{1}{N} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots (b.1)$$

de (b.1) temos:

$$\frac{Q \cdot N}{I^{1/2}} = A R^{2/3} = A \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \dots (b.2)$$

De (b.2) temos:

$$\frac{Q \cdot N}{I^{1/2}} = K \dots (b.3)$$

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = K1 \dots (b.4)$$

de (b.4) temos a seguinte equação geral:

$$\frac{[(B + MH) H]^{5/3}}{[B + 2 \cdot H \cdot \sqrt{1 + M^2}]^{2/3}} = K1 \dots \dots \dots (b.5)$$

No dimensionamento de canais por tentativas, utiliza-se a equação b.5, para calcular os valores de H ou B, quando são conhecidos os valores de Q, N, I e M.

2.4. Considerações sobre os elementos de cálculo dos canais

2.4.1. Velocidade média de escoamento (V)

Os limites desta velocidade média estão condicionados pelo grau de erosividade dos materiais do leito do canal e pela possível sedimentação dos materiais em suspensão transportados pela água (Tabela 1).

2.4.2. Coeficiente de rugosidade ou atrito (N)

Os valores deste coeficiente dependem das condições das paredes do leito do canal e dos materiais de construção do mesmo (Tabela 2).

2.4.3. Forma da seção transversal do canal

De maneira geral, os tipos de seção transversal utilizados nos canais de irrigação são de forma trapezoidal. Em casos especiais, pode-se adaptar as formas retangulares ou triangulares, em função dos materiais de construção e do objetivo dos canais.

Para a seleção da forma da seção mais conveniente, deve-se considerar entre outras coisas: economia do volume de escavação, altura da lâmina de água no canal (em função das áreas a serem irrigadas), disponibilidade de maquinaria de construção, perdas de água por infiltração no percurso do canal e topografia do terreno.

2.4.4. Declividade dos taludes

TABELA 1. Velocidade não erosiva de água em canais

Especificação	Velocidade (m/s)
Areia muito fina.....	0,23 a 0,30
Areia solta muito fina.....	0,30 a 0,45
Areia grossa, ou terreno arenoso pouco compacto.....	0,45 a 0,60
Terreno arenoso comum.....	0,60 a 0,75
Terreno sílico-argiloso (franco).....	0,75 a 0,80
Marga, terrenos de aluvião ou detritos vulcânicos.....	0,80 a 0,90
Terreno argiloso compacto.....	0,90 a 1,15
Terreno argiloso duro, solo cascalhento comum.....	1,15 a 1,50
Cascalho grosso, pedregulho ou piçarra.....	1,50 a 1,80
Conglomerado, cascalho aglutinado, esquistos moles, rochas sedimentares moles, argila compacta dura.....	1,80 a 2,40
Rocha resistente.....	2,40 a 2,50
Concreto.....	4,50 a 6,00

Fonte: NEVES (1977).

TABELA 2. Valores de n, segundo Horton, para emprego nas fórmulas de Manning

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boas	Boas	Regulares	Más
Tubos de ferro fundido sem revestimento.....	0,012	0,013	0,014	0,015
Idem, com revestimento de alcatrão.....	0,011	0,012*	0,013	0,013
Tubos de ferro galvanizado.....	0,013	0,014	0,015	0,017
Tubos de bronze ou de vidro.....	0,009	0,010	0,011	0,013
Condutos de barro vitrificado, de esgotos.....	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de barro, de drenagem.....	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Alvenaria de tijolos com argamassa de cimento; condutos de esgoto, de tijolos.....	0,012	0,013	0,015*	0,017
Superfícies de cimento alisado.....	0,010	0,011	0,012	0,013
Superfície de argamassa de cimento.....	0,011	0,012	0,013*	0,015
Tubos de concreto.....	0,012	0,013	0,015	0,016
Condutos de aduelas de madeira.....	0,010	0,011	0,012	0,013
Calhas de pranchas de madeira apilada.....	0,010	0,012*	0,013	0,014
Idem, não apilada.....	0,011	0,013*	0,014	0,015
Idem, com pranchões.....	0,012	0,015*	0,016	0,018
Canais com revestimento de concreto.....	0,012	0,014*	0,016	0,018
Alvenaria de pedra argamassada.....	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra seca.....	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de pedra aparelhada.....	0,013	0,014	0,015	0,017
Calhas metálicas lisas (semi circulares).....	0,011	0,012	0,013	0,015
Idem corrugadas.....	0,0225	0,025	0,0275	0,030
Canais de terra, retilíneos e uniformes.....	0,017	0,020	0,0225*	0,025
Canais abertos em rocha, irregulares, ou de paredes de pedra irregulares e mal arrumadas.....	0,025	0,030	0,033*	0,035
Canais dragados.....	0,025	0,0275*	0,030	0,033
Canais curvilíneos e lamposos.....	0,0225	0,025*	0,0275	0,030
Canais com leito pedregoso e vegetação nos taludes.....	0,025	0,030	0,035*	0,040
Canais com fundo de terra e taludes empedrados.....	0,028	0,030	0,033	0,035
Arroios e Rios				
1) Limpos, retilíneos e uniformes.....	0,025	0,0275	0,030	0,033
2) Como em 1, porém com vegetação e pedras.....	0,030	0,033	0,035	0,040
3) Com meandros, bancos e poços pouco profundos, limpos.....	0,035	0,040	0,045	0,050
4) Como em 3, águas baixas, declividades fracas.....	0,040	0,045	0,050	0,055
5) Como em 3, com vegetação e pedras.....	0,033	0,035	0,040	0,045
6) Como em 4, com pedras.....	0,045	0,050	0,055	0,060
7) Com margens espiraladas, pouca vegetação.....	0,050	0,060	0,070	0,080
8) Com margens espiraladas, muita vegetação.....	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: NEVES (1977)

* valores aconselhados para projetos.

A seleção da declividade dos taludes depende do grau de estabilidade dos materiais de construção dos canais; pode-se utilizar os dados da Tabela 3, de acordo com as características locais.

2.4.5. Declividade longitudinal (hidráulica) dos canais

Depende, principalmente, da declividade natural do terreno e da vazão de operação segundo o objetivo do canal. Os dados da Tabela 4 servem como orientação na seleção da declividade, mais conveniente para fins de irrigação.

3. DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE IRRIGAÇÃO

Quando, na prática, dimensionam-se canais de irrigação de acordo com a forma da seção transversal selecionada, podem apresentar-se os seguintes casos mais comuns:

3.1. Canais de seção trapezoidal

- a) Conhecidas: B, H, M, N e I; calcula-se V e Q;
- b) conhecidas: B, H, M, N e Q; calcula-se V e I;
- c) conhecidas: B, M, N, Q e V; calcula-se H e I;
- d) conhecidas: Q, N, I e M; calcula-se H, B e V.

3.2. Canais de seção retangular

- a) Conhecidas: B, H, N e I; calcula-se V e Q;
- b) conhecidas: B, H, N e Q; calcula-se V e I;
- c) conhecidas: B, N, Q e V; calcula-se H e I;
- d) conhecidas: Q, N e I; calcula-se H, B e V.

3.3. Canais de seção triangular

- a) Conhecidas: H, M, N e I; calcula-se V e Q;
- b) conhecidas: H, M, N e Q; calcula-se V e I;
- c) conhecidas: M, N, Q e V; calcula-se H e I;
- d) conhecidas: Q, N, I e M; calcula-se H e V.

TABELA 3. Taludes recomendáveis para canais de terra

Materiais	Declividade dos taludes	
	(1:z ou m)	Ângulo (α)
1. Rochas compactas	1:0,00	90°00'
2. Rochas estratificadas	1:0,50	62°26'
3. Argila com grava	1:1,00	45°00'
4. Terra muito compacta	1:1,25	38°39'
5. Terra compacta sem revestimento	1:1,50	33°41'
6. Canais/terras agrícolas (solo franco)	1:1,50-1:1,75	33°41'-29°44'
7. Saibro, terra porosa (franco arenoso)	1:2,00	26°33'
8. Canais em terra em geral, sem revestimento	1:2,00-1:2,50	26°33'-21°48'
9. Solos muito arenosos	1:3,00	18°26'

Fonte: AZEVEDO NETTO & ACOSTA ALVAREZ (1975), corrigido pelo PROVÁRZEAS/RS

TABELA 4. Declividade aproximada de um canal, em função de seu tamanho e vazão.

Tipo	Declividade (m/1.000 m)
Grandes canais (mais de 10.000 ℓ/s).....	0,10 a 0,30
Canais medianos (3.000 a 5.000 ℓ/s).....	0,25 a 0,50
Canais pequenos (100 a 3.000 ℓ/s).....	0,50 a 1,00
Canais muito pequenos (menos de 100 ℓ/s).....	1,00 a 4,00

Fonte: DAKER (1971)

3.4. Solução dos problemas

Nos canais de seções trapezoidal, retangular e triangular, os problemas de dimensionamento dos casos citados nos itens "a", "b" e "c" são do tipo hidraulicamente determinados e são resolvidos, neste trabalho, por meio da fórmula de Manning e da equação da continuidade. Os do ítem "d" são do tipo hidraulicamente indeter~~min~~ados, cuja solução é obtida aplicando-se a fórmula de Manning, a equação da continuidade e o método de tentativas. Neste último, o procedimento consiste em arbitrar um valor fixo para B ou H e, por meio da equação b.5, obter-se diversos valores para K_1 ; para tal, dão-se diferentes valores para o elemento desconhecido (H ou B). Considera-se o problema resolvido quando os valores de K e K_1 são iguais ou muito próximos; ainda, dependendo do tipo de problema, pode-se fixar o valor de B ou H em função do equipa~~men~~to disponível para a construção dos canais, ou da profundida~~de~~ de limite dos mesmos, de acordo com as condições locais.

Na solução dos problemas dos casos anteriores considera-se importante a obtenção de dois tipos de informações: aquelas que estão relacionadas diretamente com o dimensionamento hidr~~ául~~ico (seção molhada do canal) e as que correspondem ao dimensionamento físico (seção física do canal). As informações hidr~~ául~~icas obedecem às leis da hidr~~ául~~ica dos fluidos e as informações físicas servem para estimar os volumes de terras a serem movimentadas na construção dos canais.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Foi preparado um programa, em linguagem BASIC, para microcom~~pu~~tador Polymax 101SS, baseado em fórmulas hidr~~ául~~icas (Manning e da continuidade) e geométricas, anteriormente analisadas. Con~~si~~derou-se os quatros casos que podem apresentar-se no dimensio~~na~~mento de canais de seção trapezoidal, retangular e triangular (Apêndice 1).

Para executar o programa, procede-se da seguinte maneira:

- a) coloca-se o disquete contendo o programa (CANAL.BAS);
- b) digita-se a instrução "M CANAL", (CR);
- c) dá-se entrada às informações solicitadas na tela do micro

computador; e

- d) após ter sido dada a entrada das informações a impressora fornecerá tabelas contendo os dados de dimensionamento dos canais considerados.

5. EXERCÍCIOS

Dimensionar os seguintes tipos de canais:

a) de seção trapezoidal

- Canal 1.- Dados conhecidos:

$$B = 2,00 \text{ m}$$

$$H = 1,00 \text{ m}$$

$$M = 1,5$$

$$N = 0,030$$

$$I = 0,002 \text{ (m/m)}$$

Calcular: V , Q e os outros elementos da seção física do canal

- Canal 2.- Dados conhecidos:

$$B = 1,00 \text{ m}$$

$$H = 0,50 \text{ m}$$

$$M = 1,0$$

$$N = 0,025$$

$$Q = 1,00 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Calcular: V , I e os outros elementos da seção física do canal

- Canal 3.- Dados conhecidos:

$$B = 2,00 \text{ m}$$

$$M = 1,5$$

$$N = 0,030$$

$$Q = 3,8115 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$V = 1,0890 \text{ (m/s)}$$

Calcular: H e I e outros elementos da seção física do canal

- Canal 4.- Dados conhecidos:

$$Q = 1,00 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$N = 0,025$$

$$I = 0,0053 \text{ (m/m)}$$

$$M = 1,0$$

Calcular: H, B, V e os outros elementos da seção física do canal

Na Tabela 5, encontra-se a solução destes quatros casos;

b) de seção retangular

- Canal 1.- Dados conhecidos

$$B = 1,00 \text{ m}$$

$$H = 0,50 \text{ m}$$

$$N = 0,030$$

$$I = 0,0037 \text{ (m/m)}$$

Calcular: V, Q e os outros elementos da seção física do canal

- Canal 2.- Dados conhecidos:

$$B = 1,50 \text{ m}$$

$$H = 0,80 \text{ m}$$

$$N = 0,030$$

$$Q = 1,1637 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Calcular: V, I e os outros elementos da seção física do canal

- Canal 3.- Dados conhecidos:

$$B = 1,00 \text{ m}$$

$$N = 0,030$$

$$Q = 0,4023 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$V = 0,8046 \text{ (m/s)}$$

Calcular: H e I e outros elementos da seção física do canal

- Canal 4.- Dados conhecidos:

$$Q = 1,1637 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$N = 0,030$$

$$I = 0,003 \text{ (m/m)}$$

Calcular: H, B, V e outros elementos da seção física do canal

Na Tabela 6, encontra-se a solução destes quatro casos;

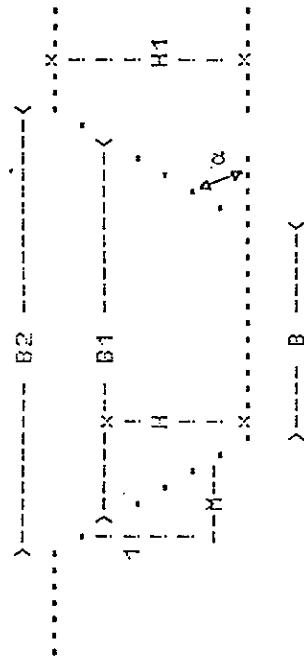
c) de seção triangular

- Canal 1.- Dados conhecidos:

$$H = 0,40 \text{ m}$$

TABELA 5. Dimensionamento de canais de seção trapezoidal.

** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL **



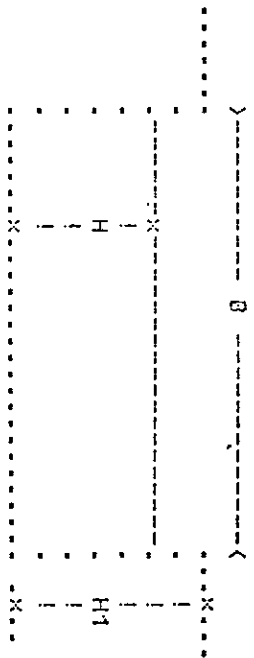
CANAL	H (m)	B (m)	B1 (m)	A (m ²)	H1 (m)	B2 (m)	A1 (m ²)	M (talude)	N (talude)	I (m/m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1	1.000	2.000	5.000	3.5000	1.300	5.900	5.1350	1.50	0.030	0.0020	1.0890	3.8115
2	0.500	1.000	2.000	0.7500	0.650	2.300	1.0725	1.00	0.025	0.0053	1.3333	1.0000
3	1.000	2.000	5.000	3.5000	1.300	5.900	5.1350	1.50	0.030	0.0020	1.0890	3.8115
4	0.500	1.000	2.000	0.7500	0.650	2.300	1.0725	1.00	0.025	0.0053	1.3357	1.0000

OBSERVACOES: 1) H , B , B1 e A : SAO OS VALORES DAS DIMENSOES HIDRAULICAS DO CANAL

2) H1 , B, B2 e A1 : SAO OS VALORES DAS DIMENSOES FISICAS DO CANAL (servem para calcular os volumes de escavacao

TABELA 6. Dimensionamento de canais de seção retangular.

** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL **



20

CANAL	H (m)	B (m)	A (m ²)	H1 (m)	A1 (m ²)	N (atrito)	I (m/m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1	0.500	1.000	0.5000	0.650	0.6500	0.030	0.0037	0.8046	0.4023
2	0.800	1.500	1.2000	1.040	1.5600	0.030	0.0030	0.9698	1.1637
3	0.500	1.000	0.5000	0.650	0.6500	0.030	0.0037	0.8046	0.4023
4	1.265	1.000	1.2650	1.644	1.6445	0.030	0.0030	0.9211	1.1637

OBSERVACOES: 1) H , B e A : SAO OS VALORES DAS DIMENSOES HIDRAULICAS DO CANAL

2) B , H1 e A1 : SAO OS VALORES DAS DIMENSOES FISICAS DO CANAL (servem para calcular os volumes de escavacao)

$$M = 1,0$$

$$N = 0,030$$

$$I = 0,005 \text{ (m/m)}$$

Calcular: V , Q e os outros elementos da seção física do canal

- Canal 2.- Dados conhecidos:

$$H = 0,60 \text{ m}$$

$$M = 1,5$$

$$N = 0,025 \text{ (m/m)}$$

$$Q = 0,4690 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Calcular: V , I e outros elementos da seção física do canal

- Canal 3.- Dados conhecidos:

$$M = 1,0$$

$$N = 0,030$$

$$Q = 0,1024 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$V = 0,6398 \text{ (m/s)}$$

Calcular: H , I e os outros elementos da seção física do canal.

- Canal 4.- Dados conhecidos:

$$Q = 0,4690 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$N = 0,025$$

$$I = 0,003 \text{ (m/m)}$$

$$M = 1,5$$

Calcular: H , V e os outros elementos da seção física do canal

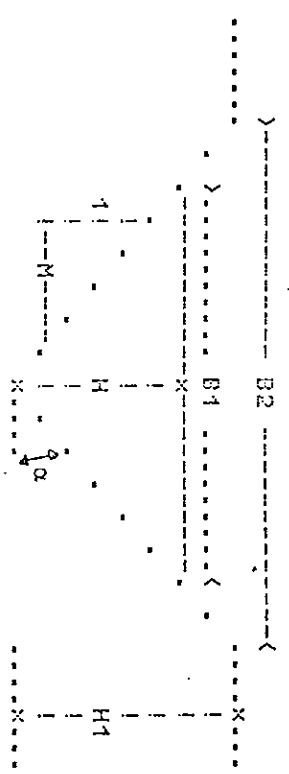
Na Tabela 7, encontra-se a solução destes quatro casos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO NETTO, J.M. de & ACOSTA ALVAREZ, G. *Manual de hidráulica*. 6.ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1975. v.2, p.335-668.
- DAKER, A. *A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola*. Hidráulica aplicada à agricultura. 4.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1971. v.1. 302p.

TABELA 7. Dimensionamento de canais de seção triangular.

** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL **



N CANAL	H (m)	B1 (m)	A (m ²)	H1 (m)	B2 (m)	A1 (m ²)	M(talude)	N(atribo)	I (m/m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1	0.400	0.800	0.1600	0.520	1.040	0.2704	1.00	0.030	0.0050	0.6398	0.1024
2	0.600	1.800	0.5400	0.780	2.340	0.9126	1.50	0.025	0.0030	0.8685	0.4690
3	0.400	0.800	0.1601	0.520	1.040	0.2705	1.00	0.030	0.0050	0.6398	0.1024
4	0.600	1.800	0.5400	0.780	2.340	0.9126	1.50	0.025	0.0030	0.8686	0.4690

OBSERVAÇÕES: 1) H , B1 e A : SAO OS VALORES DAS DIMENSOES HIDRAULICAS DO CANAL
 2) H1 , B2 e A1 : SAO OS VALORES DAS DIMENSOES FISICAS DO CANAL (servem para calcular os volumes de escavação)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de métodos quantitativos, Brasília, DF. *BASIC-80*; reference manual. Brasília, 1981. 1v. (EMBRAPA.DMQ, D/10).

LINSLEY, R.K. & FRANZINI, J.B. Conduitos livres. In:_____. *Engenharia de recursos hídricos*. São Paulo, USP/McGraw-Hill do Brasil, 1978. cap.9, p.307-41.

NEVES, E.T. *Curso de hidráulica*. 5.ed. Porto Alegre, Globo, 1977. 577p.

APÊNDICE 1. Programa para o dimensionamento de canais de irrigação

```

10 REM "CANAL.BAS"
20 HL="H.000"
30 HI="H.44"
40 HQ="H.88"
50 HR="H.132"
60 DI=B(100),R(100),I(100),V(100),Q(100),N(100),P(100),R(100),F(100),H1(100),B2(100),A1(100)
70 MA=1
80 PRINT CHR$(12)
90 PRINT "
100 PRINT
110 C=5/3:C1=2/3
120 PRINT "
130 PRINT "
140 PRINT "
150 PRINT "
160 PRINT "
170 PRINT "
180 PRINT "
190 PRINT "
200 IF CANAL$="TRAPEZOIDAL" THEN 300
210 IF CANAL$="TRIANGULAR" THEN 940
220 IF CANAL$="TRIANGULAR" THEN 1500
230 IF CANAL$() "TRAPEZOIDAL" OR CANAL$() "TRIANGULAR" OR CANAL$() "TRIANGULAR" THEN 80
240 PRINT CHR$(12)
250 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
260 PRINT " VAI DIMENSIONAR CANAIS DE OUTRO TIPO DE SECAO GEOMETRICA...?
270 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
280 PRINT " DIGITAR : ( SIM = S OU NAO = N ):SSS$ = " :INPUT "",SSS$
290 IF SSS$="S" THEN 320
300 IF SSS$="N" THEN 340
310 IF SSS$() "S" OR SSS$() "N" THEN 240
320 MM=MM+1
330 GOTO 80
340 PRINT CHR$(12)
350 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
360 PRINT " F I M
370 END
380 PRINT CHR$(12)
390 PRINT "
400 PRINT "
410 PRINT "
420 PRINT "
430 PRINT " B = base inferior(m) , H = altura da lamina de agua(m) , M = talude do canal , N = coeficiente de atrito , I = declivid
ade hidraulica do canal(m/m) , V = velocidade do fluxo de agua(m/s) , Q = vazao(m3/s)"
440 GOSUB 4120
450 PRINT "
460 PRINT "
470 PRINT "
480 PRINT "
490 PRINT "
500 PRINT "
510 PRINT "
520 PRINT "
530 PRINT "
540 PRINT "
550 PRINT "
560 PRINT "
570 IF CASO$ = "1" THEN 620
580 IF CASO$ = "2" THEN 700
590 IF CASO$ = "3" THEN 780
600 IF CASO$ = "4" THEN 860

```

*** Programa elaborado por : Jose Asular Damasc ***

* DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE IRRIGACAO *

* * Formula Utilizada : MANNING * * .

INDICAR (com letras maiusculas) A FORMA GEOMETRICA DA SECAO DO CANAL :

>> TRAPEZOIDAL , RETANG

CANAL : " :INPUT "",CANALS

200 IF CANAL\$="TRAPEZOIDAL" THEN 300

210 IF CANAL\$="TRIANGULAR" THEN 940

220 IF CANAL\$="TRIANGULAR" THEN 1500

230 IF CANAL\$() "TRAPEZOIDAL" OR CANAL\$() "TRIANGULAR" OR CANAL\$() "TRIANGULAR" THEN 80

240 PRINT CHR\$(12)

250 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT

260 PRINT " VAI DIMENSIONAR CANAIS DE OUTRO TIPO DE SECAO GEOMETRICA...?

270 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT

280 PRINT " DIGITAR : (SIM = S OU NAO = N):SSS\$ = " :INPUT "",SSS\$

290 IF SSS\$="S" THEN 320

300 IF SSS\$="N" THEN 340

310 IF SSS\$() "S" OR SSS\$() "N" THEN 240

320 MM=MM+1

330 GOTO 80

340 PRINT CHR\$(12)

350 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT

360 PRINT " F I M

370 END

380 PRINT CHR\$(12)

390 PRINT " * DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE SECAO TRAPEZOIDAL * "

400 PRINT " INFORMACOES GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DO CANAL : "

410 PRINT " B = base inferior(m) , H = altura da lamina de agua(m) , M = talude do canal , N = coeficiente de atrito , I = declivid

ade hidraulica do canal(m/m) , V = velocidade do fluxo de agua(m/s) , Q = vazao(m3/s)"

440 GOSUB 4120

450 PRINT " PRINCIPAIS CASOS QUE SE APRESENTAM :

460 PRINT " * CASO 1 : dados conhecidos (B,H,M,N e I) ; precisa-se calcular (V e G) "

470 PRINT " * CASO 2 : dados conhecidos (B,H,M,N e Q) ; precisa-se calcular (V e I) "

480 PRINT " * CASO 3 : dados conhecidos (B,M,N,Q e V) ; precisa-se calcular (H e I) "

490 PRINT " * CASO 4 : dados conhecidos (Q,N,I e M) ; precisa-se calcular (H , B e V) "

500 PRINT " INDICAR QUAL E SEU CASO (digitar : 1 , 2 , 3 ou 4) : CASO = " :INPUT "",CASO\$

510 PRINT " 1" THEN 620

520 PRINT " 2" THEN 700

530 PRINT " 3" THEN 780

540 PRINT " 4" THEN 860

```

610 IF CASO$ (<) "1" OR CASO$ (<) "2" OR CASO$ (<) "3" OR CASO$ (<) "4" THEN SGO
620 PRINT CHR$(12)
630 GOSUB 2330
640 FOR F=1 TO NC
650 GOSUB 2360
660 GOSUB 2420
670 NEXT F
680 GOSUB 2860
690 GOTO 3420
700 PRINT CHR$(12)
710 GOSUB 2330
720 FOR F=1 TO NC
730 GOSUB 2360
740 GOSUB 2480
750 NEXT F
760 GOSUB 2350
770 GOTO 3420
780 PRINT CHR$(12)
790 GOSUB 2330
800 FOR F=1 TO NC
810 GOSUB 2380
820 GOSUB 2540
830 NEXT F
840 GOSUB 2920
850 GOTO 3420
860 PRINT CHR$(12)
870 GOSUB 2330
880 FOR F=1 TO NC
890 GOSUB 2360
900 GOTO 2630
910 NEXT F
920 GOSUB 3060
930 GOTO 3420
940 PRINT CHR$(12)
950 PRINT " "
960 PRINT " "
970 PRINT " "
980 PRINT " "
990 PRINT " B = base do canal (m) , H = altura da lamina de agua(m),
      N = coeficiente de atrito , I = declivid
      V = velocidade do fluxo de agua(m/s) , Q = vazao(m3/s)"
1000 GOSUB 4420
1010 PRINT " "
1020 PRINT " "
1030 PRINT " "
1040 PRINT " * CASO 1 : dados conhecidos ( B,H,N e I ) ; precisa-se calcular ( U e Q ) "
1050 PRINT " "
1060 PRINT " * CASO 2 : dados conhecidos ( B,H,N e Q ) ; precisa-se calcular ( U e I ) "
1070 PRINT " "
1080 PRINT " * CASO 3 : dados conhecidos ( B,N,Q e V ) ; precisa-se calcular ( H e I ) "
1090 PRINT " "
1100 PRINT " * CASO 4 : dados conhecidos ( G,N e I ) ; precisa-se calcular ( H , B e V ) "
1110 PRINT " "
1120 PRINT " "
1130 PRINT " "
1140 PRINT " "
1150 PRINT " "
1160 PRINT " "
1170 PRINT " "
1180 PRINT " "
1190 PRINT " "
1200 N=0

```

```

1210 FOR F=1 TO NC
1220 M(F)=M
1230 GOSUB 2380
1240 GOSUB 2410
1250 NEXT F
1260 GOSUB 2830
1270 GOTO 3660
1280 PRINT CHR$(12)
1290 GOSUB 2330
1300 M=0
1310 FOR F=1 TO NC
1320 M(F)=M
1330 GOSUB 2380
1340 GOSUB 2470
1350 NEXT F
1360 GOSUB 2850
1370 GOTO 3660
1380 PRINT CHR$(12)
1390 GOSUB 2330
1400 M=0
1410 FOR F=1 TO NC
1420 M(F)=M
1430 GOSUB 2380
1440 GOSUB 2350
1450 NEXT F
1460 GOSUB 2920
1470 GOTO 3660
1480 PRINT CHR$(12)
1490 GOSUB 2330
1500 M=0
1510 FOR F=1 TO NC
1520 M(F)=M
1530 GOSUB 2380
1540 GOTO 2610
1550 NEXT F
1560 GOSUB 3030
1570 GOTO 3660
1580 PRINT CHR$(12)
1590 PRINT "
1600 PRINT "
1610 PRINT "
1620 PRINT "
1630 PRINT " H = altura da lamina de agua(m) , M = talude do canal,
1640 PRINT " N = coeficiente de atrito , I = declivi
1650 PRINT "
1660 PRINT "
1670 PRINT "
1680 PRINT " * CASO 1 : dados conhecidos ( H,M,N e I ) ; precisa-se calcular ( V e Q ) "
1690 PRINT "
1700 PRINT " * CASO 2 : dados conhecidos ( H,M,N e Q ) ; precisa-se calcular ( V e I ) "
1710 PRINT "
1720 PRINT " * CASO 3 : dados conhecidos ( M,N,Q e V ) ; precisa-se calcular ( H e I ) "
1730 PRINT "
1740 PRINT " * CASO 4 : dados conhecidos ( Q,N,I e M ) ; precisa-se calcular ( H e V ) "
1750 PRINT "
1760 PRINT "
1770 PRINT " INDICAR QUAL E SEU CASO ( digitar : 1 , 2 , 3 ou 4 ) : CASO = " : INPUT " : CASO$
1780 IF CASO$ = "1" THEN 1820
1790 IF CASO$ = "2" THEN 1930
1800 IF CASO$ = "3" THEN 2040
1810 IF CASO$ = "4" THEN 2150

```

```

1810 IF CASO$ (<) "1" OR CASO$ (<) "2" OR CASO$ (<) "3" OR CASO$ (<) "4" THEN 1760
1820 PRINT CHR$(12)
1830 GOTO 2330
1840 B=0
1850 FOR F=1 TO NC
1860 B(F)=8
1870 GOSUB 2330
1880 PRINT "
1890 GOSUB 2440
1900 NEXT F
1910 GOSUB 2800
1920 GOTO 3890
1930 PRINT CHR$(12)
1940 GOSUB 2330
1950 B=0
1960 FOR F=1 TO NC
1970 B(F)=8
1980 GOSUB 2330
1990 PRINT "
2000 GOSUB 2500
2010 NEXT F
2020 GOSUB 2850
2030 GOTO 3890
2040 PRINT CHR$(12)
2050 GOSUB 2330
2060 B=0
2070 FOR F=1 TO NC
2080 B(F)=8
2090 GOSUB 2330
2100 PRINT "
2110 GOSUB 2560
2120 NEXT F
2130 GOSUB 2960
2140 GOTO 3890
2150 PRINT CHR$(12)
2160 GOSUB 2330
2170 B=0
2180 FOR F=1 TO NC
2190 B(F)=8
2200 GOSUB 2380
2210 PRINT "
2220 PRINT "
2230 PRINT "
2240 PRINT "
2250 PRINT "
2260 PRINT "
2270 PRINT "
2280 PRINT "ENTRE COM UM VALOR QUALQUER PARA O 'H'"
2290 PRINT "
2300 NEXT F
2310 GOSUB 3290
2320 GOTO 3390
2330 PRINT "
2340 PRINT "
2350 PRINT "
2360 PRINT "
2370 RETURN
2380 PRINT "
2390 PRINT "
2400 PRINT "

```

M=":INPUT",M(F)

M=":INPUT",M(F)

M=":INPUT",M(F)

M=":INPUT",M(F)

CANAL : "NC:"(:F:)"

O=":INPUT",O(F)
N=":INPUT",N(F)
I=":INPUT",I(F)
M=":INPUT",M(F)
H=":INPUT",H(F)

NUMERO DE CANAIS A SEREM DIMENSIONADOS : NC = ":INPUT",NC

INGRESSAR OS DADOS DO CANAL

CANAL : "NC:"(:F:)"

```

2410 RETURN
2420 PRINT "
2430 PRINT "
2440 PRINT "
2450 PRINT "
2460 PRINT "
2470 RETURN
2480 PRINT "
2490 PRINT "
2500 PRINT "
2510 PRINT "
2520 PRINT "
2530 RETURN
2540 PRINT "
2550 PRINT "
2560 PRINT "
2570 PRINT "
2580 PRINT "
2590 RETURN
2600 PRINT "
2610 PRINT "
2620 PRINT "
2630 PRINT "
2640 PRINT "DESEJA PRE-FIXAR: BASE OU ALTURA ?"
2650 PRINT "
2660 IF M$(F)="BASE" THEN 2690
2670 IF M$(F)="ALTURA" THEN 2740
2680 IF M$(F) <> "BASE" OR M$(F) <> "ALTURA" THEN 2640
2690 PRINT "ENTRE COM O VALOR DE B=";INPUT";B(F)"
2700 PRINT "ENTRE COM UM VALOR QUALQUER PARA O 'H'"
2710 PRINT "H=";INPUT";H(F)"
2720 IF CANAL$="TRAPEZOIDAL" THEN 910
2730 IF CANAL$="RETANGULAR" THEN 1550
2740 PRINT "ENTRE COM O VALOR DE H=";INPUT";H(F)"
2750 PRINT "ENTRE COM UM VALOR QUALQUER PARA O 'B'"
2760 PRINT "B=";INPUT";B(F)"
2770 IF CANAL$="TRAPEZOIDAL" THEN 910
2780 IF CANAL$="RETANGULAR" THEN 1550
2790 PRINT "
2800
2810
2820
2830
2840 RETURN
2850
2860
2870
2880
2890
2900
2910
2920
2930
2940
2950 RETURN
2960
2970
2980
2990
3000
M=";INPUT";M(F)
B=";INPUT";B(F)
H=";INPUT";H(F)
N=";INPUT";N(F)
I=";INPUT";I(F)
M=";INPUT";M(F)
B=";INPUT";B(F)
H=";INPUT";H(F)
N=";INPUT";N(F)
Q=";INPUT";Q(F)
M=";INPUT";M(F)
B=";INPUT";B(F)
N=";INPUT";N(F)
Q=";INPUT";Q(F)
V=";INPUT";V(F)
M=";INPUT";M(F)
G=";INPUT";G(F)
N=";INPUT";N(F)
I=";INPUT";I(F)
MS=";INPUT";MS(F)
A(F)=H(F)*(B(F)+N(F))*H(F)
P(F)=(B(F)+2*H(F)*(1+N(F)^2)^.5)
R(F)=A(F)/P(F)
V1=Q(F)/A(F)
I1(F)=V1*N(F)
I2(F)=R(F)^.01
I(F)=(I1(F)/I2(F))^2
GOSUB 5140
NEXT F
FOR F=1 TO NC
A(F)=(G(F)/V(F))
IF CANAL$="TRAPEZOIDAL" THEN 4990
IF CANAL$="RETANGULAR" THEN 5000
IF CANAL$="TRIANGULAR" THEN 4990

```



```

3010 R(F)=A(F)/P(F)
3020 I1(F)=V(F)*N(F)
3030 I2(F)=R(F)^C1
3040 I(F)=(I1(F)/I2(F))^2
3050 GOSUB 5150
3060 NEXT F
3070 RETURN
3080 FOR F=1 TO NC
3090 K=Q(F)*N(F)/(I(F)^.5)
3100 IF M$(F)="BASE" THEN GOTO 3120
3110 IF M$(F)="ALTURA" THEN GOTO 3190
3120 GOSUB 5060
3130 IF .0015=ABS(K2) THEN GOTO 3260
3140 IF K>K1 THEN GOTO 3170
3150 H(F)=H(F)-.005
3160 GOTO 3120
3170 H(F)=H(F)+.005
3180 GOTO 3120
3190 GOSUB 5060
3200 IF .0015=ABS(K2) THEN GOTO 3260
3210 IF K>K1 THEN GOTO 3240
3220 B(F)=B(F)-.005
3230 GOTO 3190
3240 B(F)=B(F)+.005
3250 GOTO 3190
3260 GOSUB 5110
3270 NEXT F
3280 RETURN
3290 FOR F=1 TO NC
3300 K=Q(F)*N(F)/(I(F)^.5)
3310 GOSUB 5060
3320 IF .0005=ABS(K2) THEN GOTO 3380
3330 IF K>K1 THEN GOTO 3360
3340 H(F)=H(F)-.005
3350 GOTO 3310
3360 H(F)=H(F)+.005
3370 GOTO 3310
3380 GOSUB 5110
3390 NEXT F
3400 RETURN
3410 KK=0
3420 FOR F=1 TO NC
3430 KK=KK+1
3440 LPRINT TAB(4) KK:LPRINT TAB(11) USING H$:H(F):LPRINT TAB(19) USING H$:B(F):
3450 LPRINT TAB(27) USING H$:B1(F):LPRINT TAB(35) USING H$:A(F):
3460 LPRINT TAB(43) USING H$:H1(F):LPRINT TAB(51) USING H$:B2(F):
3470 LPRINT TAB(59) USING H2$:A1(F):LPRINT TAB(72) USING H1$:M(F):
3480 LPRINT TAB(83) USING H3$:N(F):LPRINT TAB(94) USING H3$:I(F):
3490 LPRINT TAB(105) USING H2$:V(F):LPRINT TAB(116) USING H2$:G(F)
3500 LPRINT
3510 NEXT F
3520 PRINT CHR$(12)
3530 PRINT " VAI CONTINUAR CALCULANDO CANAIS DO MESMO TIPO DE SECAO GEOMETRICA ...? "
3540 PRINT:PRINT
3550 PRINT "          DIGITAR : ( SIM = S ou NAO = N ): SS$ = ":INPUT" ",SS$
3560 IF SS$="S" THEN 460
3570 IF SS$="N" THEN 3590
3580 IF SS$=" " OR SS$="?" THEN GOTO 3520
3590 LPRINT TAB(4) STRINGS$(12) "-"
3600 LPRINT

```



```

4210 LPRINT TAB(48) "
4220 LPRINT TAB(48) "
4230 LPRINT TAB(48) "
4240 LPRINT TAB(48) "
4250 LPRINT TAB(48) "
4260 LPRINT TAB(48) "
4270 LPRINT TAB(48) "
4280 LPRINT TAB(48) "
4290 LPRINT TAB(48) "
4300 LPRINT TAB(48) "
4310 LPRINT
4320 LPRINT
4330 LPRINT
4340 LPRINT "CANAL" TAB(12) "H (m)" TAB(20) "B (m)" TAB(28) "B1 (m)"
4350 LPRINT "A (m2)" TAB(44) "H1 (m)" TAB(52) "S2 (m)"
4360 LPRINT "A1 (m2)" TAB(70) "H (talude)" TAB(82) "N (atrito)"
4370 LPRINT "I ( m/m )" TAB(106) "V (m/s)" TAB(116) "Q (m3/s)"
4380 LPRINT
4390 LPRINT
4400 LPRINT
4410 RETURN
4420 LPRINT "Tabela No:MM:"
4430 LPRINT
4440 LPRINT
4450 LPRINT
4460 LPRINT " ** SECAO CARACTERISTICA DO CANAL ** "
4470 LPRINT
4480 LPRINT
4490 LPRINT
4500 LPRINT
4510 LPRINT
4520 LPRINT
4530 LPRINT
4540 LPRINT
4550 LPRINT
4560 LPRINT
4570 LPRINT
4580 LPRINT
4590 LPRINT
4600 LPRINT
4610 LPRINT
4620 LPRINT
4630 LPRINT
4640 LPRINT
4650 LPRINT
4660 LPRINT
4670 LPRINT
4680 LPRINT
4690 RETURN
4700 LPRINT
4710 LPRINT
4720 LPRINT
4730 LPRINT
4740 LPRINT
4750 LPRINT
4760 LPRINT
4770 LPRINT
4780 LPRINT
4790 LPRINT
4800 LPRINT

```

----- DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE SECAO RETANGULAR -----

```

4810 LPRINT
4820 LPRINT
4830 LPRINT
4840 LPRINT
4850 LPRINT
4860 LPRINT
4870 LPRINT
4880 LPRINT
4890 LPRINT
4900 LPRINT
4910 LPRINT
4920 LPRINT
4930 LPRINT
4940 LPRINT
4950 LPRINT
4960 LPRINT
4970 LPRINT
4980 LPRINT
4990 LPRINT
5000 LPRINT

```

----- DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE SECAO TRIANGULAR -----

```

5010 LPRINT
5020 LPRINT
5030 LPRINT
5040 LPRINT
5050 LPRINT
5060 LPRINT
5070 LPRINT
5080 LPRINT
5090 LPRINT
5100 LPRINT
5110 LPRINT
5120 LPRINT
5130 LPRINT
5140 LPRINT
5150 LPRINT
5160 LPRINT
5170 LPRINT
5180 LPRINT
5190 LPRINT
5200 LPRINT

```

```

4810 LPRINT TAB(48) " "
4820 LPRINT TAB(68) " "
4830 LPRINT TAB(48) " "
4840 LPRINT TAB(48) " "
4850 LPRINT TAB(48) " "
4860 LPRINT TAB(48) " "
4870 LPRINT
4880 LPRINT
4890 LPRINT TAB(10) STRING$(120,"-")
4900 LPRINT
4910 LPRINT TAB(10) "CANAL" TAB(18) "H (m)" TAB(28) "B1 (m)"
4920 LPRINT TAB(30) "A (m2)" TAB(40) "H1 (m)" TAB(50) "B2 (m)"
4930 LPRINT TAB(68) "A1 (m2)" TAB(78) "H(talude)" TAB(89) "N(estricto)"
4940 LPRINT TAB(100) "I ( m/m )" TAB(110) "V (m/s)" TAB(120) "Q (m3/s)"
4950 LPRINT
4960 LPRINT TAB(10) STRING$(120,"-")
4970 LPRINT
4980 RETURN
4990 H1(F) = (-B(F) + (B(F)^2 + 4*A(F)*H(F))^.5)
5000 H(F) = ABS(H1(F)) / (2*M(F))
5010 P(F) = (B(F) + 2*M(F)) * (1 + M(F)^2)^.5
5020 GOTO 3010
5030 R(F) = A(F) / B(F)
5040 P(F) = 2*M(F) * B(F)
5050 GOTO 3010
5060 T(F) = (B(F) * H(F) + M(F) * (H(F)^2)) ^ C
5070 T1(F) = (B(F) + 2*M(F)) * (1 + H(F)^2)^.5 ^ C1
5080 K1 = T1(F) / T1(F)
5090 K2 = K - K1
5100 RETURN
5110 A(F) = H(F) * (B(F) + M(F)) * H(F)
5120 P(F) = (S(F) + 2*M(F)) * (1 + H(F)^2)^.5
5130 R(F) = A(F) / P(F)
5140 V(F) = (R(F) ^ C1) * (I(F)^.5) / N(F)
5150 B1(F) = B(F) + 2*M(F) * H(F)
5160 H1(F) = 1.3 * H(F)
5170 B2(F) = B(F) + 2*M(F) * H1(F)
5180 A1(F) = H1(F) * (B(F) + M(F)) * H1(F)
5190 RETURN

```

