

II SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

SALVADOR - BAHIA - BRASIL

26 A 29 DE AGOSTO DE 1986

RESOLUÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS - SISTEMA COM UM NÓ

ENGO JOSÉ ROBERTO PEDREIRA FRANCO CELESTINO

ENGO MARIA AUXILIADORA SÁ BENEVIDES DE AZEVEDO

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: CAPTAÇÃO, ADUÇÃO, TRATAMENTO E
DISTRIBUIÇÃO

TECNOSAN ENGENHARIA S/A.

Av. Antonio Carlos Magalhães, 1034

Edifício Pituba Parque Center - Ala "A" - 2º andar

Fone: (071) - 258-5811

TELEX 01 2012 TCSE BR

CEP 41850 - SALVADOR - BAHIA

CELESTINO, José Roberto P.F. e AZEVEDO, Maria Auxiliadora S.B. de, Agosto de 1986.

SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS COM UM NÓ

Aborda-se um método prático para resolução de sistemas complexos de condutos com um nó, através de um programa, em linguagem "BASIC", utilizando a fórmula universal e coeficiente de perda de carga distribuída (f) de acordo com recomendação e precisão exigida pela PNB-591/77

Nossos sinceros agradecimentos à Analista LUZIMAR VIEIRA CUNHA MELLO, que com tanto entusiasmo colaborou com este trabalho.

Os Autores

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. <u>SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS</u>	01/02
2. <u>METODOLOGIA DE CÁLCULO</u>	03 a 05
3. <u>CRITÉRIOS E CONDIÇÕES DO MÉTODO</u>	-06/07
3.1 LIMITES DE VELOCIDADE	
3.2 VARIAÇÃO DA COTA PIEZOMÉTRICA DO NÓ "N"	
3.3 TIPO E CUSTO DAS TUBULAÇÕES	
4. <u>ALGORITMO ESTRUTURADO</u>	08 a 10
5. <u>EXEMPLO PRÁTICO</u>	11
6. <u>DADOS DE CUSTO DE TUBULAÇÃO</u>	12
6.1 AÇO CARBONO	
6.2 FERRO FUNDIDO	
7. <u>LISTAGEM DOS PROGRAMAS</u>	13 a 20
7.1 PROGRAMA PRINCIPAL "SILUBESA.BAS"	
7.2 PROGRAMAS AUXILIARES	
7.2.1 Programa de criação do arquivo de tubos de ferro "CRIARQ 22.BAS"	
7.2.2 Programa de criação do arquivo de tubos de aço carbono "CRIARQ 11.BAS"	
7.2.3 Programa de leitura do arquivo de tubos de ferro "LETARQ 22.BAS"	
7.2.4 Programa de leitura do arquivo de tubos de aço "LETARQ 11.BAS"	
7.3 RESULTADOS	
8. <u>GUIA DE USO DO PROGRAMA "SILUBESA.BAS"</u>	21 a 24

1. SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS

Considere-se um sistema de condutos como o representado na figura 1, onde existem condutos com fluxos convergentes e divergentes ao nó "N".

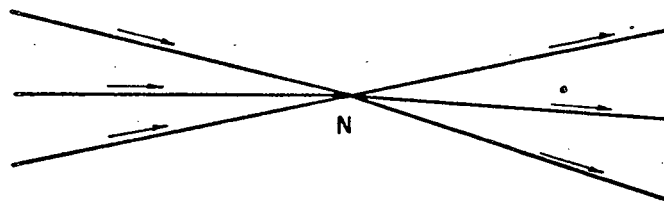


FIG. 1

Os condutos que convergem para o nós, são chamados de "adutores" e os que divergem, "distribuidores".

Conhecendo-se:

- Cotas piezométricas das extremidades de montante dos condutos adutores;
- Cotas piezométricas das extremidades de jusante dos condutos distribuidores;
- Vazões e comprimentos de todos os condutos.

A resolução do sistema, que implica na determinação dos diâmetros dos condutos, é hidráulicamente indeterminada pois para cada cota do nó "N" obtém-se uma solução, como pode ser visualizado na figura 2, que representa uma vista espacial da figura 1.

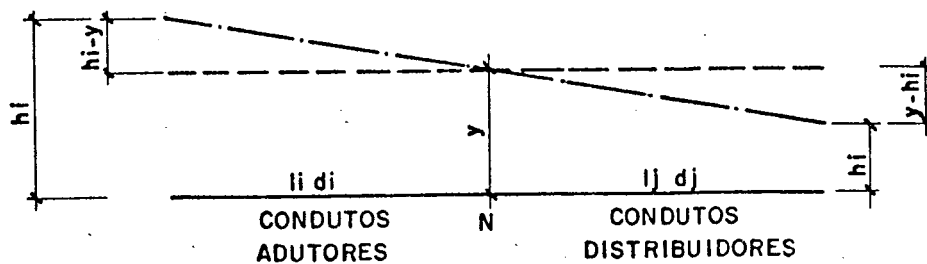


FIG. 2

A indeterminação é levantada impondo-se ao sistema a condição de custo mínimo, ou seja, dentre as diversas soluções, a selecionada é a que apresentar o menor custo, obviamente dentro de condições que apresentem resultados práticos.

2. METODOLOGIA DE CÁLCULO

A fórmula básica utilizada para a obtenção dos diâmetros dos condutos adutores e distribuidores é a fórmula universal, como é recomendado pela PNB-591/77 e possui a seguinte forma:

$$A) J = f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ onde:}$$

J = perda de carga unitária, em m/m

f = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro do conduto, em m

v = velocidade média, em m/s

g = aceleração da gravidade, em m/s²

O regime de escoamento normalmente encontrado em tubulações de adução varia do de transição, ao turbulento (nº de Reynolds $> 5 \times 10^3$), dificilmente ocorrendo o laminar. Em vista desse aspecto, utilizou-se a fórmula do Coolebrook para o cálculo do coeficiente de rugosidade (f). A sua expressão é a seguinte:

$$B) \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right), \text{ onde:}$$

f = coeficiente de rugosidade

K = rugosidade uniforme equivalente

R = número de Reynolds

D = diâmetro do conduto

2.1 ROTINA DE CÁLCULO DOS CONDUTOS

A rotina para cálculo dos condutos é a seguinte:

- define-se o campo de variação da cota piezométrica (y) no n.º "N" para que haja fluxo, tanto nos condutos adutores, como nos distribuidores $h_i \text{ min} > "y" > h_j \text{ max}$, onde:

$h_i \text{ min}$ = menor cota piezométrica existente entre os condutos adutores
 $h_j \text{ max}$ = maior cota piezométrica existente entre os condutos distribuidores (ver figura 2)

- parte-se de uma cota inicial para "y" (no processamento, a cota inicial adotada é "h_j max", que apesar de não representar uma solução, é utilizado como artifício para início do processo).
- com essa cota, compõem-se para cada conduto, um par de dados, que são, vazão (Q) e carga hidráulica (ΔH). A partir desses dados, obtém-se o diâmetro equivalente do conduto, através da metodologia recomendada pela PNB-591/77.

• obtém-se inicialmente os fatores:

$$J = \Delta H/L, a = g \pi^2/8, p = \frac{2 \sqrt{aJ}}{Q}, q = 0,27 K \text{ e } r = \frac{2,5 \gamma}{\sqrt{2 g J}}, \text{ onde:}$$

Q = vazão, em m³/seg

ΔH = carga hidráulica, em metros

γ = viscosidade cinemática da água, em m²/seg

L = comprimento do conduto, em metros

J, ΔH, g, e K, já foram definidos anteriormente.

• entra-se na fórmula de convergência

$$C) x = x_0 - \frac{x_0^5 + p \log (q x_0^2 + r x_0^3)}{5 x_0^4 + p (2q + 3r x_0)} \\ x_0 (q + r x_0) 2,30259$$

Adota-se um valor inicial de "x₀" e obtém-se um valor de "x". Faz-se então x = x₀ e retorna-se à fórmula C até atingir a convergência (x = x₀).

• com o valor encontrado obtém-se:

$$DE = \frac{1}{x^2}$$

- a partir do diâmetro equivalente, obtêm-se os diâmetros comerciais, para o tipo de material da tubulação e através do seguinte sistema, encontram-se os comprimentos para cada diâmetro.

$$\Delta H = J_1 L_1 + J_2 L_2$$

$$LT = L_1 + L_2, \text{ onde:}$$

J_1 = perda de carga unitária do diâmetro comercial imediatamente superior (01) ao diâmetro equivalente.

J_2 = perda de carga unitária do diâmetro comercial imediatamente inferior (02) ao diâmetro equivalente.

LT = comprimento total do conduto

L_1 = comprimento do tubo com diâmetro "D 1"

L_2 = comprimento do tubo com diâmetro "D 2"

Resolvendo-se o sistema, obtêm-se as fórmulas:

$$D) \quad L_2 = \frac{\Delta H - (J_1 \times LT)}{J_2 - J_1}$$

$$E) \quad L_1 = LT - L_2$$

Caso o "DE" coincida com um diâmetro comercial, o trecho de conduto deixa de ser em série e passa a ser composto unicamente do diâmetro "DE".

O cálculo de " J_1 " e " J_2 " é feito a partir da fórmula A, obtendo-se "f" a partir da metodologia recomendada pela PNB-591/77.

2.2 ROTINA DE CÁLCULO DOS CUSTOS

Após a obtenção dos diâmetros e comprimentos de todos os condutos adutores e distribuidores, para uma determinada cota piezométrica do nó "N", pode-se obter o custo total do sistema para essa cota.

Depois de calculados os custos de todos os sistemas possíveis, chega-se à etapa de cotejo econômico que indicará a cota piezométrica que conduz ao custo mínimo e representa a solução do sistema.

3 . CRITÉRIOS E CONSIDERAÇÕES DO MÉTODO

Apresentam-se a seguir os principais critérios e considerações da metodologia exposta anteriormente, que deverão ser adotados para que sejam obtidos resultados práticos na sua aplicação.

3.1 LIMITES DE VELOCIDADE

A velocidade média da água nas tubulações, como é de conhecimento geral, deve obedecer a limites práticos em função do tipo da água que está sendo aduzida.

O limite inferior de velocidade é adotado, para determinado tipo de água, de maneira que não promova a deposição de partículas no fundo da tubulação diminuindo dessa forma sua seção. Já o limite superior de velocidade é adotado para determinados tipos de água e tubulação, de maneira que não prejudique o revestimento interno dessa última.

O estabelecimento desses limites é tema de muitas discussões e são recomendados valores diversos por quem aborda o tema. No presente trabalho, a fixação do limite das velocidades mínima e máxima fica a critério do usuário; assim as velocidades mínimas e máximas são dados que deverão ser fornecidos ao programa.

Durante o processamento, o programa despreza os sistemas que apresentam valores de velocidades nos condutos fora da faixa estabelecida.

3.2 VARIAÇÃO DA COTA PIEZOMÉTRICA DO NÓ "N"

Como foi comentado anteriormente, no processamento, adota-se inicialmente o valor máximo do campo de variação para a cota piezométrica do nó "N". A partir desse valor, o processamento prossegue utilizando decrementos, até atingir o valor mínimo do campo de variação. O valor do decremento adotado, resulta numa maior ou menor precisão do resultado. Como o processamento é

muito rápido para cada análise de cota piezométrica do nó, admite-se um valor pequeno de decremento (da ordem de 0,10m). Vale salientar que esse decremento é definido pelo usuário.

3.3 TIPO E CUSTO DAS TUBULAÇÕES

A metodologia exposta, para cálculo de sistemas complexos de condutos, pode ser utilizada para qualquer tipo de tubulação, desde que sejam conhecidos os diâmetros comerciais e o valor da rugosidade uniforme equivalente. A listagem do programa apresentada em anexo contempla dois tipos de tubulação: a de aço carbono e a de ferro dúctil, amplamente utilizadas nos principais sistemas adutores.

Sendo assim foram criados dois arquivos de dados, um para cada tipo de tubulação, que são comentados a seguir.

- arquivo para tubos de ferro ductil - nesse arquivo estão armazenados, todos os diâmetros comerciais com seus respectivos custos básicos (material, montagem, escavação e reaterro) que originam o custo total;
- arquivo para tubos de aço carbono - nesse arquivo estão armazenados diâmetros internos e externos (de 8 a 96 polegadas) com seus respectivos custos básicos. Vale salientar que para esse tipo de tubulação, o diâmetro interno e o custo do material variam com a espessura da chapa. Como essa espessura depende da condição de implantação da tubulação, nesse arquivo considerou-se somente uma espessura para cada diâmetro, cabendo ao projetista, de posse dos diâmetros do sistema, calcular a espessura necessária. Adotou-se esse procedimento em vista a grande quantidade de espessuras que um mesmo diâmetro pode ter.

Quanto aos custos apresentados, ressaltamos que eles são estimativos e devem ser revistos para cada situação de implantação dos condutos.

PROGRAMA " SILUBESA BAS "

4. ALGORITMO ESTRUTURADO

1. ENTRADA DE DADOS

1.1 Dados do cabeçalho do relatório

1.1.1 Projeto

1.1.2 Cliente

1.1.3 Data

1.1.4 Local

1.2 Dados de controle do programa

1.2.1 Número de condutos adutores

1.2.2 Número de condutos distribuidores

1.2.3 Cota mínima do nō

1.2.4 Cota máxima do nō

1.2.5 Intervalo de pesquisa

1.2.6 Velocidade mínima

1.2.7 Velocidade máxima

1.2.8 Material a ser utilizado (Ferro/Aço)

1.3 Dados dos condutos adutores

1.3.1 Vazão

1.3.2 Extensão

1.3.3 Cota de montante

1.3.4 Coeficiente de rugosidade uniforme equivalente

1.4 Dados dos condutos distribuidores

1.4.1 Vazão

1.4.2 Extensão

1.4.3 Cota de jusante

1.4.4 Coeficiente de rugosidade uniforme equivalente

2. DEFINIÇÃO DA 1ª COTA A SER PESQUISADA

CÁLCULO DO NÚMERO DE PESQUISAS

DIMENSIONAMENTO DAS MATRIZES

3. FAZER PARA O NÚMERO DE COTAS A SEREM PESQUISADAS

ZERAR A CHAVE

3.1 Cálculo do conduto adutor

Fazer para conduto adutor

3.1.1 Cálculo da carga disponível

3.1.2 Cálculo da perda de carga unitária

3.1.3 Cálculo do diâmetro equivalente

3.1.4 Procura do par de diâmetros comerciais no arquivo (de tubos de aço ou de tubos de ferro)

3.1.5 Cálculo da velocidade referente a cada diâmetro

3.1.6 Se pelo menos uma das velocidades estiver fora do intervalo pré-determinado

Então: faz a chave igual a 1 e sai do bloco

Se não: Cálculo da perda de carga unitária referente a cada diâmetro

Cálculo dos comprimentos dos condutos em série

3.2 Cálculo do conduto distribuidor

Se a chave for igual a 1

Então: sai do bloco

Se não: Fazer para conduto distribuidor

3.2.1 Cálculo da carga disponível

3.2.2 Cálculo da perda de carga unitária

3.2.3 Cálculo do diâmetro equivalente

3.2.4 Procura do par de diâmetros comerciais no arquivo (de tubos de aço ou de tubos de ferro)

3.2.5 Cálculo da velocidade referente a cada diâmetro

3.2.6 Se pelo menos uma das velocidades estiver fora do intervalo pré-determinado

Então: faz a chave igual a 1 e sai do bloco

Se não: Cálculo da perda de carga unitária referente a cada diâmetro

Cálculo dos comprimentos dos condutos em série

3.3 Armazenamento de dados

Se a chave for igual a 1

Então: sai do bloco

Se não: 3.3.1 Fazer para condutos adutores

Armazenamento dos dados

3.3.2 Fazer para condutos distribuidores

Armazenamento dos dados

3.4 Decrêscimo da cota de pesquisa

4. ESCOLHA DO SISTEMA DE CUSTO MÍNIMO

5. IMPRESSÃO DO RELATÓRIO

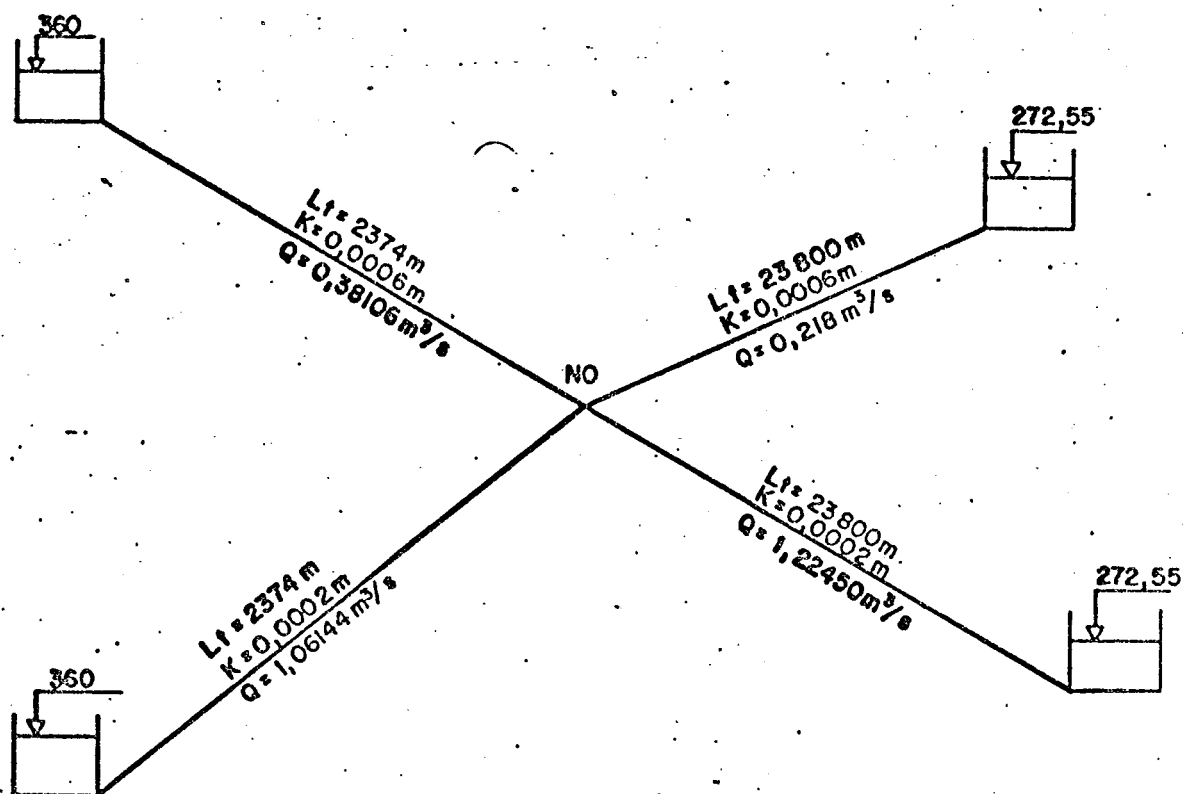
6. FIM

5. EXEMPLO PRÁTICO

Este exemplo trata de um sistema complexo de condutos de um n^o constituído de dois condutos adutores e dois condutos distribuidores, feitos em ferro fundido e aço carbono e, portanto, com coeficientes de rugosidade equivalente distintos.

Os limites de velocidade trabalhados foram os mesmos do exemplo anterior.

O campo de variação de cotas a ser pesquisado é de 272.55 a 360.00, com uma precisão de 3,0m.



Exemplo Prático

6.1 TABELAS DE CUSTO DE TUBULAÇÕES

6.1.1 CUSTOS UTILIZADOS PARA GERAÇÃO DO ARQUIVO DE DADOS PARA TUBOS DE AÇO CARBONO

DIÂMETRO INTERNO (m)	ESPESSURA (po1)	DIÂMETRO NOMINAL (po1)	CUSTO DO TUBO (Cz\$/m)	CUSTO DE ESCAVAÇÃO (Cz\$/m)	CUSTO DE MONTAGEM (Cz\$/m)	CUSTO DE REATERRO (Cz\$/m)	CUSTO TOTAL (Cz\$/m)
0,1936	3/16"	8"	378,45	14,78	403,68	92,59	889,50
0,2444	3/16"	10"	473,85	16,38	505,44	102,95	1.098,62
0,2952	3/16"	12"	563,55	18,07	601,12	113,49	1.296,23
0,3460	3/16"	14"	619,50	19,83	660,80	124,21	1.424,34
0,3968	3/16"	16"	709,35	21,68	756,64	135,11	1.622,78
0,4476	3/16"	18"	798,90	23,61	852,16	146,21	1.820,88
0,4952	1/4"	20"	1.178,10	25,62	1.256,64	157,46	2.617,82
0,5460	1/4"	22"	1.297,50	27,70	1.384,00	168,92	2.878,12
0,5968	1/4"	24"	1.416,75	29,87	1.511,20	180,56	3.138,38
0,6476	1/4"	26"	1.536,00	32,12	1.638,40	192,38	3.398,90
0,6984	1/4"	28"	1.790,40	34,45	1.909,36	204,38	3.938,59
0,7986	9/32"	32"	2.126,85	39,35	2.268,64	228,92	4.663,76
0,9002	9/32"	36"	2.395,05	44,57	2.554,72	254,21	5.248,55
0,9970	3/8"	40"	3.545,70	50,11	3.782,08	280,22	7.658,11
1,0986	3/8"	44"	3.903,75	55,97	4.164,00	306,96	8.430,68
1,2002	3/8"	48"	4.261,65	62,15	4.545,76	334,44	9.204,00
1,3018	3/8"	52"	4.619,55	68,67	4.927,52	362,65	9.978,39
1,4034	3/8"	56"	4.977,45	75,48	5.309,28	391,59	10.753,80
1,5050	3/8"	60"	5.335,35	82,63	5.691,04	421,26	11.530,28
1,6002	1/2"	64"	7.570,50	90,09	8.075,20	451,67	16.187,46
1,7018	1/2"	68"	8.047,50	97,88	8.584,00	482,81	17.212,19
1,8034	1/2"	72"	8.524,50	106,00	9.092,80	514,67	18.237,97
1,9050	1/2"	76"	9.001,50	114,43	9.601,60	547,27	19.264,80
2,0066	1/2"	80"	9.486,00	123,18	10.118,40	580,60	20.308,18
2,1082	1/2"	84"	9.963,30	132,25	10.627,52	614,67	21.337,74
2,2066	9/16"	88"	11.723,10	141,65	12.504,64	649,46	25.018,85
2,3082	9/16"	92"	12.259,35	151,37	13.076,64	684,99	26.172,35
2,4098	9/16"	96"	12.795,60	161,40	13.648,64	721,25	27.326,89

6.26.2 CUSTOS UTILIZADOS PARA GERAÇÃO DO ARQUIVO DE DADOS PARA TUBOS DE FERRO FUNDIDO

DIÂMETRO INTERNO (m)	CUSTO DO TUBO (Cz\$/m)	CUSTO REATERRO (Cz\$/m)	CUSTO ESCAVAÇÃO (Cz\$/m)	CUSTO MONTAGEM (Cz\$/m)	CUSTO TOTAL (Cz\$/m)
0,05	104,12	48,13	10,96	24,81	188,02
0,075	146,45	50,82	11,65	35,03	243,95
0,10	181,97	53,51	12,37	43,78	291,63
0,15	257,65	58,94	13,85	60,60	391,04
0,20	365,94	64,44	15,42	93,41	539,21
0,25	473,14	70,01	17,06	119,69	679,90
0,30	600,50	75,63	18,79	145,96	840,88
0,40	952,42	87,05	22,48	221,65	1.283,60
0,50	1.307,70	98,72	26,50	333,63	1.766,55
0,60	1.679,50	110,65	30,84	571,91	2.392,90
0,70	1.996,51	122,81	35,49	817,92	2.972,73
0,80	2.448,10	135,24	40,47	1.002,92	3.626,73
0,90	2.935,34	147,90	45,77	1.192,80	4.321,81
1,00	3.434,47	160,81	51,39	1.407,02	5.053,69
1,20	4.658,52	187,36	63,60	1.908,48	6.817,96

7 . LISTAGEM DOS PROGRAMAS

PROGRAMA PRINCIPAL

```

10 / ***** PROGRAMA BILUBESA.BA8 *****
20 / Autores :
30 / Enga. Maria Auxiliadora Sa Benevides de Guedo
40 / Enga. Jose Roberto Pedreira Franco Celestino
50 / Rpoio :
60 / An. Luzimar Vieira Cunha Mello
70 / Data : Agosto de 1986
80 / Local : Salvador - Bahia
90 /
100 / *****
110 / * Este programa resolve sistemas complexos de condutos *
120 / * com um no. com tubulacoes em ferro fundido ou aco *
130 / *****
140 /
150 / ***** PROGRAMA PRINCIPAL *****
160 /
170 /
180 PRINT CHR$(26);FOR I=1 TO 10:PRINT:NEXT I
190 PRINT TAB(15) "Resolucao de Sistemas Complexos de Condutos"
200 PRINT:PRINT TAB(17) "com utilizacao de ferro fundido ou aco"
210 FOR I=1 TO 1500:NEXT I
220 /
230 / 1. Entrada de dados
240 /
250 / 1.1 Dados de cabecalho
260 /
270 WHILE A1<>"S"
280 PRINT CHR$(26)
290 PRINT:PRINT:PRINT TAB(10):LINE INPUT "Projeto : ";PRJ$
300 PRINT:PRINT TAB(10):LINE INPUT "Cliente : ";CLT$
310 PRINT:PRINT TAB(10):LINE INPUT "Data (DD/MM/AA) = ";DAT$
320 PRINT:PRINT TAB(10):LINE INPUT "Local = ";LOC$
330 PRINT:PRINT "<<< DADOS CORRETOS ? (S/N) >>>";
340 A1$=""
350 WHILE A1<>"S" AND A1<>"N"
360 A1$=INKEY$
370 IF A1$="" THEN 360
380 WEND
390 WEND
400 /
410 /
420 / 1.2 Dados de controle
430 /
440 WHILE A2<>"S"
450 PRINT CHR$(26);PRINT
460 PRINT TAB(10) "DADOS DE CONTROLE DO SISTEMA ";PRINT:PRINT
470 PRINT TAB(15):INPUT "NUMERO DE CONDUTOS ADUTORES = ";CA:PRINT
480 PRINT TAB(15) "NUMERO DE CONDUTOS DISTRIBUIDORES *** MAIOR OU IGUAL A 2 ***";
490 INPUT " ";CD:PRINT
500 A2$="" ; A2$=""
510 IF CD<2 THEN PRINT TAB(5) "O SISTEMA NAO E COMPLEXO ";GOTO 480
520 PRINT TAB(15) "COTA MINIMA DO NO = ";:INPUT " ";CFMIN:PRINT
530 PRINT TAB(15) "COTA MAXIMA DO NO = ";:INPUT " ";CFMAX:PRINT
540 PRINT TAB(15) "INTERVALO DE PESQUISA (metros) = ";:INPUT " ";INTV:PRINT
550 PRINT TAB(15) "VELOCIDADE MINIMA (m/seg) = ";:INPUT " ";UMIN:PRINT
560 PRINT TAB(15) "VELOCIDADE MAXIMA (m/seg) = ";:INPUT " ";VMAX:PRINT
570 PRINT TAB(15) "MATERIAL : FERRO/ACO (F/A) = ";
580 WHILE A1<>"F" AND A1<>"R"
590 A1$=INKEY$
600 IF A1$="" THEN 590
610 WEND : PRINT A1$ : PRINT : PRINT
620 PRINT TAB(10) "<<< DADOS CORRETOS ? (S/N) >>>";
630 WHILE A2<>"S" AND A2<>"N"
640 A2$=INKEY$
650 IF A2$="" THEN 640
660 WEND
670 WEND
680 IF A1$="F" THEN MAT$="FERRO FUNDIDO" :ELSE MAT$="ACO"
690 DIM QA(CA):DIM LA(CA):DIM HA(CA):DIM LST(CA,2)
700 DIM VA(CA,2):DIM PCA(CA,2):DIM CAH(CA,2) : DIM DA(CA,2)
710 DIM AD(CD):DIM LD(CD):DIM HD(CD):DIM LTD(CD,2):DIM VD(CD,2)
720 DIM PCD(CD,2):DIM COM(CD,2) : DIM DD(CD,2):DIM KA(CA):DIM XD(CD)
730 /
740 /
750 /
760 / 1.3 Dados dos condutos adutores
770 /
780 FOR I=1 TO CA
790 WHILE A3<>"S"
800 PRINT CHR$(26);PRINT:PRINT:PRINT
810 PRINT TAB(15) "CONDUTO ADUTOR ";I:PRINT:PRINT
820 PRINT TAB(10) "VAZAO (m3/seg) = ";:INPUT " ";QA(I):PRINT
830 PRINT TAB(10) "EXTENSAO (m) = ";:INPUT " ";LA(I):PRINT
840 PRINT TAB(10) "COTA DE MONTANTE = ";:INPUT " ";HA(I):PRINT
850 PRINT TAB(10) "K DO CONDUTO (m) = ";:INPUT " ";KA(I):PRINT
860 A3$=""
870 PRINT TAB(10) "DADOS CORRETOS (S/N) ";
880 WHILE A3<>"S" AND A3<>"N"
890 A3$=INKEY$
900 IF A3$="" THEN 890
910 WEND
920 WEND
930 A3$=""
940 NEXT I
950 /
960 /
970 /
980 / 1.4 Dados dos condutos distribuidores
990 /
1000 FOR I=1 TO CD
1010 WHILE A4<>"S"
1020 PRINT CHR$(26);PRINT:PRINT:PRINT
1030 PRINT TAB(15) "CONDUTO DISTRIBUIDOR ";I:PRINT:PRINT
1040 PRINT TAB(10) "VAZAO (m3/seg) = ";:INPUT " ";QD(I):PRINT
1050 PRINT TAB(10) "EXTENSAO (m) = ";:INPUT " ";LD(I):PRINT
1060 PRINT TAB(10) "COTA DE JUSANTE = ";:INPUT " ";HD(I):PRINT
1070 PRINT TAB(10) "K DO CONDUTO (m) = ";:INPUT " ";KD(I):PRINT
1080 A4$=""
1090 PRINT TAB(10) "DADOS CORRETOS (S/N) ";
1100 WHILE A4<>"S" AND A4<>"N"

```

```

1140 WEND
1150 R40=""
1160 NEXT J
1170
1180 PRINT CHR$(26);FOR I=1 TO 5:PRINT:NEXT I:PRINT TAB(15) "P r o c e s s a m e n t o . . . . . ."
1190
1200 2. Dimensionamento das matrizes, calculo do numero de cotas a se pesquisar
1210 e definicao da cota inicial de processamento
1220
1230 Y=CPMAX-INTV : NPS=INT((CPMAX-CPMIN)/INTV) : DIM COTA(NPS) : S=0
1240 DIM VRI(NPS,CA,2) : DIM DRI(NPS,CA,2) : DIM PCRI(NPS,CA,2)
1250 DIM LRI(NPS,CA,2) : DIM QRI(NPS,CA) : DIM CUST1N(NPS,CA,2)
1260 DIM VA2(NPS,CD,2) : DIM DA2(NPS,CD,2) : DIM PC2(NPS,CD,2)
1270 DIM LA2(NPS,CD,2) : DIM QA2(NPS,CD) : DIM CUST2N(NPS,CD,2)
1280 IF R10="A" THEN DIM DNI(NPS,CA,2):DIM DN2(NPS,CD,2):DIM DNA(CA,2): DIM DND(CD,2) : DIM CTN(NPS)
1290
1300
1310
1320 3. Calculo do sistema para cada cota
1330
1340 FOR M=1 TO NPS-1
1350 CHAVE=0
1360
1370 3.1 Calculo do conduto adutor
1380
1390 FOR I=1 TO CA
1400 DH=HR(I)-Y : Q=QA(I)
1410 PU=DH/LA(I)
1420 K=KA(I)
1430 GOSUB 3510 '-----> Calculo do diametro equivalente
1440
1450 IF R10="F" THEN GOSUB 3640 '-----> Procura do par de diametros no arquivo de tubos de ferro.
ELSE GOSUB 3880 '-----> Procura do par de diametros no arquivo de tubos de aço.
1460
1470 Calculo das velocidades
1480
1490 VA(I,1)=4*Q/(3.1415*D1^2) '-----> Referente ao 1o. diametro
1500 VA(I,2)=4*Q/(3.1415*D2^2) '-----> Referente ao 2o. diametro
1510
1520 Teste das velocidades
1530
1540
1550 IF VA(I,1)<VMIN OR VA(I,1)>VMAX OR VA(I,2)<VMIN OR VA(I,2)>VMAX THEN CHAVE=1 : GOTO 1730
1560
1570 DR(I,1)=D1 : DR(I,2)=D2 : CAR(I,1)=CT1N : CAR(I,2)=CT2N
1580 IF R10="A" THEN DNA(I,1)=DEXT1:DNA(I,2)=DEXT2
1590
1600 D=DR(I,1) : V=VA(I,1)
1610 GOSUB 3480 '-----> Calculo da perda de carga unitaria para o 1o. diametro
1620 PCR(I,1)=PC
1630
1640 D=DR(I,2) : V=VA(I,2)
1650 GOSUB 3480 '-----> Calculo da perda de carga unitaria para o 2o. diametro
1660 PCR(I,2)=PC
1670
1680 Calculo dos comprimentos em serie
1690
1700 LST(I,2)=(DH-PCR(I,1)*LA(I))/(ABS(PCR(I,2)-PCR(I,1)))
1710 LST(I,1)=LA(I)-LST(I,2)
1720 NEXT I
1730
1740 3.2 Calculo do conduto distribuidor
1750
1760 IF CHAVE=1 THEN GOTO 2160 '-----> So calcula o distribuidor se o adutor tiver sido encontrado.
1770 FOR I=1 TO CD
1780 DH=Y-HD(I) : Q=QD(I)
1790 PU=DH/LD(I)
1800 K=KD(I)
1810 GOSUB 3510 '-----> Calculo do diametro equivalente
1820
1830 IF R10="F" THEN GOSUB 3640 '-----> Procura do par de diametros no arquivo de tubos de ferro.
ELSE GOSUB 3880 '-----> Procura do par de diametros no arquivo de tubos de aço.
1840
1850 Calculo das velocidades
1860
1870 VD(I,1)=4*Q/(3.1415*D1^2) '-----> Referente ao 1o. diametro
1880 VD(I,2)=4*Q/(3.1415*D2^2) '-----> Referente ao 2o. diametro
1890
1900 Teste das velocidades
1910
1920
1930 IF VD(I,1)<VMIN OR VD(I,1)>VMAX OR VD(I,2)<VMIN OR VD(I,2)>VMAX THEN CHAVE = 1 : GOTO 21
1940
1950 DD(I,1)=D1 : DD(I,2)=D2 : CDW(I,1)=CT1N : CDW(I,2)=CT2N
1960 IF R10="A" THEN DND(I,1)=DEXT1:DND(I,2)=DEXT2
1970
1980 V=VD(I,1) : D=DD(I,1)
1990 GOSUB 3480 '-----> Calculo da perda de carga unitaria para o 1o. diametro
2000 PCD(I,1)=PC
2010
2020 V=VD(I,2) : D=DD(I,2)
2030 GOSUB 3480 '-----> Calculo da perda de carga unitaria para o 2o. diametro.
2040 PCD(I,2)=PC
2050
2060 Calculo dos comprimentos em serie
2070
2080 LTD(I,2)=(DH-PCD(I,1)*LD(I))/(ABS(PCD(I,2)-PCD(I,1)))
2090 LTD(I,1)=LD(I)-LTD(I,2)
2100
2110 NEXT I
2120
2130
2140 3.3 Armazenamento dos dados
2150
2160 IF CHAVE=1 THEN GOTO 2430
2170 ELSE S=S+1
2180 CTM=A

```

```

2210 DA1(S,I,1)=DA(I,1) ; DA1(S,I,2)=DA(I,2)
2220 IF R1#="A" THEN DN1(S,I,1)=DNA(I,1);DN1(S,I,2)=DNA(I,2)
2230 PCA1(S,I,1)=PCA(I,1)*LST(I,1) ; PCA1(S,I,2)=PCA(I,2)*LST(I,2)
2240 LA1(S,I,1)=LST(I,1) ; LA1(S,I,2)=LST(I,2)
2250 QA1(S,I)=QA(I)
2260 CUST1H(S,I,1)=CAH(I,1) ; CUST1H(S,I,2)=CAH(I,2)
2270 CTM=CTM + (LST(I,1)*CAH(I,1)) + (LST(I,2)*CAH(I,2))
2280 NEXT I
2290 FOR I=1 TO CD
2300 VA2(S,I,1)=VD(I,1) ; VA2(S,I,2)=VD(I,2)
2310 DA2(S,I,1)=DD(I,1) ; DA2(S,I,2)=DD(I,2)
2320 IF R1#="A" THEN DN2(S,I,1)=DND(I,1);DN2(S,I,2)=DND(I,2)
2330 PCA2(S,I,1)=PCD(I,1)*LTD(I,1) ; PCA2(S,I,2)=PCD(I,2)*LTD(I,2)
2340 LA2(S,I,1)=LTD(I,1) ; LA2(S,I,2)=LTD(I,2)
2350 QA2(S,I)=QA(I)
2360 CUST2H(S,I,1)=CDH(I,1) ; CUST2H(S,I,2)=CDH(I,2)
2370 CTM=CTM + (LTD(I,1)*CDH(I,1)) + (LTD(I,2)*CDH(I,2))
2380 NEXT I
2390 CTM(S)=CTM ; COTA(S)=Y
2400
2410 '3.4 Decrescimo da cota do no
2420
2430 Y=Y-INTV /-----> Decrescimo da cota
2440
2450 NEXT M
2460
2470
2480 '4. Escolha do sistema de custo minimo
2490
2500 CHINH=CTM(I)
2510 FOR I=1 TO S
2520 IF CHINH>CTM(I) THEN CHINH=CTM(I) ; MENOR=I
2530 NEXT I
2540
2550
2560 PRINT CHR$(26);FOR I=1 TO 5:PRINT CHR$(7):NEXT I
2570 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT TAB(15) "RELATORIO SENDO IMPRESSO ....."
2580 '5. Impressao do relatorio
2590
2600
2610 WIDTH LPRINT 85
2620 GOSUB 3230 /-----> Impressao do cabeçalho
2630
2640 LPRINT TAB(11) "COTA DO NO = ";COTA(MENOR)
2650 LPRINT TAB(11) "MATERIAL EMPREGADO NOS CONDUTOS : ";MAT1
2660 LPRINT TAB(11) "CUSTO TOTAL DO SISTEMA = US$ "; LPRINT USING "#####.##";CTM(MENOR)/13.77
2670 LPRINT : LPRINT : LPRINT
2680 LPRINT TAB(21) "** CONDUTOS ADUTORES **" : LPRINT : LPRINT
2690 LPRINT TAB(30) "CONDUTO 1"
2700 LPRINT TAB(30) "COTA DE MONTANTE = " : LPRINT USING "###.##";HA(1) : LPRINT : LPRINT
2710 LPRINT TAB(34) "TRECHO 1 " : LPRINT : LPRINT
2720 LPRINT TAB(35) "COMPRIMENTO (m) = " : LPRINT USING "#####.##";LA1(MENOR,1,1)
2730 IF R1#="A" THEN LPRINT TAB(35) "DIAMETRO NOMINAL (pol)= " : LPRINT USING "##";DN1(MENOR,1,1)
ELSE LPRINT TAB(35) "DIAMETRO (m) = " : LPRINT USING "###.##";DA1(MENOR,1,1)
2740 LPRINT TAB(35) "VAZAO (m3/seg) = " : LPRINT USING "###.###";QA1(MENOR,1)
2750 LPRINT TAB(35) "VELOCIDADE (m/seg) = " : LPRINT USING "###.##";VA1(MENOR,1,1)
2760 LPRINT TAB(35) "PERDA DE CARGA (m) = " : LPRINT USING "###.###";PCA1(MENOR,1,1) ; LPRINT : LPRINT : LPRINT
2770 LPRINT TAB(34) "TRECHO 2" : LPRINT : LPRINT
2780 LPRINT TAB(35) "COMPRIMENTO (m) = " : LPRINT USING "#####.##";LA1(MENOR,1,2)
2790 IF R1#="A" THEN LPRINT TAB(35) "DIAMETRO NOMINAL (pol)= " : LPRINT USING "##";DN1(MENOR,1,2)
ELSE LPRINT TAB(35) "DIAMETRO (m) = " : LPRINT USING "###.##";DA1(MENOR,1,2)
2800 LPRINT TAB(35) "VAZAO (m3/seg) = " : LPRINT USING "###.###";QA1(MENOR,1)
2810 LPRINT TAB(35) "VELOCIDADE (m/seg) = " : LPRINT USING "###.##";VA1(MENOR,1,2)
2820 LPRINT TAB(35) "PERDA DE CARGA (m) = " : LPRINT USING "###.###";PCA1(MENOR,1,2)
2830 FOR X3=2 TO CA
2840 LPRINT CHR$(12);GOSUB 3230
2850 LPRINT : LPRINT
2860 LPRINT TAB(21) "** CONDUTOS ADUTORES **" : LPRINT : LPRINT
2870 LPRINT TAB(30) "CONDUTO ";X3
2880 LPRINT TAB(30) "COTA DE MONTANTE = " : LPRINT USING "###.##";HA(X3) ; LPRINT : LPRINT
2890 FOR X4=1 TO 2
2900 LPRINT TAB(34) "TRECHO ";X4 ; LPRINT : LPRINT
2910 LPRINT TAB(35) "COMPRIMENTO (m) = " : LPRINT USING "#####.##";LA1(MENOR,X3,X4)
2920 IF R1#="A" THEN LPRINT TAB(35) "DIAMETRO NOMINAL (pol)= " : LPRINT USING "##";DN1(MENOR,X3,X4)
ELSE LPRINT TAB(35) "DIAMETRO (m) = " : LPRINT USING "###.##";DA1(MENOR,X3,X4)
2930 LPRINT TAB(35) "VAZAO (m3/seg) = " : LPRINT USING "###.###";QA1(MENOR,1)
2940 LPRINT TAB(35) "VELOCIDADE (m/seg) = " : LPRINT USING "###.##";VA1(MENOR,X3,X4)
2950 LPRINT TAB(35) "PERDA DE CARGA (m) = " : LPRINT USING "###.###";PCA1(MENOR,X3,X4)
2960 LPRINT : LPRINT : LPRINT
2970 NEXT X4
2980 NEXT X3
2990 FOR XX=1 TO CD
3000 LPRINT CHR$(12);GOSUB 3230
3010 LPRINT : LPRINT
3020 LPRINT TAB(21) "** CONDUTOS DISTRIBUIDORES **" : LPRINT : LPRINT
3030 LPRINT TAB(30) "CONDUTO ";XX
3040 LPRINT TAB(30) "COTA DE JUSANTE = " : LPRINT USING "###.##";HO(XX) ; LPRINT : LPRINT
3050 FOR X4=1 TO 2
3060 LPRINT TAB(34) "TRECHO ";X4 ; LPRINT : LPRINT
3070 LPRINT TAB(35) "COMPRIMENTO (m) = " : LPRINT USING "#####.##";LA2(MENOR,XX,X4)
3080 IF R1#="A" THEN LPRINT TAB(35) "DIAMETRO NOMINAL (pol)= " : LPRINT USING "##";DN2(MENOR,XX,X4)
ELSE LPRINT TAB(35) "DIAMETRO (m) = " : LPRINT USING "###.##";DA2(MENOR,XX,X4)
3090 LPRINT TAB(35) "VAZAO (m3/seg) = " : LPRINT USING "###.###";QA2(MENOR,XX)
3100 LPRINT TAB(35) "VELOCIDADE (m/seg) = " : LPRINT USING "###.##";VA2(MENOR,XX,X4)
3110 LPRINT TAB(35) "PERDA DE CARGA (m) = " : LPRINT USING "###.###";PCA2(MENOR,XX,X4) ; LPRINT : LPRINT : LPRINT
3120 NEXT X4
3130 NEXT XX
3140 IF R1#="A" THEN LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(10) "A fixacao das
espessuras das chapas, para cada diametro, ficara a" : LPRINT TAB(15) "critério do projetista."
3150
3160
3170
3180 PRINT CHR$(26)
3190 END /-----> Fim do programa principal
3200
3210 Subrotinas
3220
3230
3240

```

```

3240 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3250 FOR I=1 TO 3:LPRINT TAB(11) "T E C N O S A N      E N G E N H A R I A      6 A " CHR(15);:NEXT I
3260 LPRINT:LPRINT
3270 LPRINT TAB(11) "Projeto :";PRJ$
3280 LPRINT TAB(11) "Cliente :";CLT$
3290 LPRINT TAB(11) "Data :";DAT$
3300 LPRINT TAB(34) "Local :";LOCA$
3310 FOR X2=1 TO 5
3320 LPRINT
3330 NEXT X2
3340 LPRINT TAB(10)"CALCULO DE SISTEMAS COM-LEXOS DE CONDUTOS COM UM NO":LPRINT:LPRINT:LPRINT
3350 FOR I=1 TO 2
3360 LPRINT TAB(11) "CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE MENOR CUSTO" CHR(13);
3370 NEXT I
3380 LPRINT : LPRINT : LPRINT
3390 RETURN
3400 '2. Calculo da perda de carga unitaria
3410 '
3420 RE=D*V/(1.006E-06)
3430 XO=E
3440 X=XO-(XO+2*(LOG(.27*K/D+2.51/RE*XO)/LOG(10)))/(1+5.02/((.27*K/D*RE+2.51*XO)*2.30259))
3450 IF ABS(X-XO)<.00001 THEN 3470
3460 XO=X : GOTO 3440
3470 F=1/(X+2) : PC=F*(V+2)/(D*2*9.81)
3480 RETURN
3490 '
3500 '
3510 '3. Calculo do diametro equivalente
3520 '
3530 A=(9.81*3.1415+2)/B
3540 F=2*SQR(A*PU)/G
3550 QM=.27*K:R=(2.5*1.006E-06)/(SQR(2*9.81*PU))
3560 Z0=
3570 Z=Z0-((Z0+5+F*(LOG(QM*Z0+2+R*Z0+3)/LOG(10)))/(5*Z0+4+((F*(2*QM+3*R*Z0))/(Z0*(QM+R*Z0)*2.30259))))
3580 IF ABS(Z-Z0)<.000001 THEN 3600
3590 Z0=Z:GOTO 3570
3600 DE=1/(Z+2)
3610 RETURN
3620 '
3630 '
3640 '4. Escolha do par de diametros no arquivo de tubos de ferro
3650 '
3660 D1=0 : D2=0
3670 OPEN "R",#1,"B:DADFER.DAT",14
3680 FIELD #1,2 AS A1$
3690 FIELD #1,2 AS A14.4 AS A2$.8 AS A3$
3700 GET #1,1
3710 NROX=CVI(A1$)
3720 FOR JX=2 TO NROX-1
3730 GET #1,JX
3740 DA=CVS(A2$) : CTAN=CVD(A3$)
3750 GET #1,JX+1
3760 DE=CVS(A2$) : CTE=CVD(A3$)
3770 IF JX=2 THEN IF DE>DA THEN D1=DB:D2=DA:CT1H=CTB:C2H=CTA:GOTO 3810
3780 IF DE=DA THEN D1=DA:D2=DA:CT1H=CTAN:C2H=CTA
ELSE IF DE>DA AND DE<DB THEN D2=DA:D1=DB:CT1H=CTB:C2H=CTAN
3790 NEXT JX
3800 IF D1=0 AND D2=0 THEN D2=DE:D1=DE:CT1H=CTB:C2H=CTB
3810 CLOSE
3820 RETURN
3830 '
3840 '
3850 '5. Escolha do par de diametros no arquivo de tubos de aco
3860 '
3870 D1=0:D2=0
3880 OPEN "R",#1,"B:DADACO.DAT",18
3890 FIELD 1,2 AS A1$
3900 FIELD 1,2 AS A14.4 AS A2$.8 AS A3$.4 AS A4$
3910 GET #1,1
3920 NROX=CVI(A1$)
3930 FOR JX=2 TO NROX-1
3940 GET #1,JX
3950 DA=CVS(A2$) : CTAN=CVD(A3$) : DEB=CVS(A4$)
3960 GET #1,JX+1
3970 DE=CVS(A2$) : CTE=CVD(A3$) : DEB=CVS(A4$)
3980 IF JX=2 AND DE>DA THEN D1=DB:D2=DA:CT1H=CTB:C2H=CTAN : DEXT1=DEB : DEXT2=DEB
3990 IF DE=DA THEN D1=DA : D2=DA : CT1H=CTAN : CT2H=CTAN : DEXT1=DEB : DEXT2=DEB
ELSE IF DE>DA AND DE<DB THEN D2=DA : D1=DB : CT1H=CTB : CT2H=CTAN : DEXT1=DEB : DEXT2=DEB
4000 NEXT JX
4010 IF D1=0 AND D2=0 THEN D1=DE:D2=DE:CT1H=CTB:C2H=CTB:DEXT1=DEB:DEXT2=DEB
4020 CLOSE
4030 RETURN

```

PROGRAMAS AUXILIARES

```

10 *** PROGRAMA CRIARQ11.BAS ***
20 *** CRIACAO DO ARQUIVO DADACO.DAT ***
30 OPEN "R",#1,"E:DADACO.DAT",18
40 FIELD #1,2 AS A1$
50 FIELD #1,2 AS A1$,4 AS A2$,8 AS A3$,4 AS A4$
60 PRINT CHR$(26) : PRINT : PRINT
70 PRINT TAB(10) "VAI INICIAR OU CONTINUAR ENTRADA DE DADOS (I/C) " : INPUT IC$
80 IF IC$="C" THEN SET #1,1 : NROX=CVI(A1$)
   ELSE IF IC$="I" THEN NROX=2
   ELSE GOTO 70
90 SN1$="S" : SN2$="N" : M=1
100 WHILE SN1$="S"
110 WHILE SN2$="N"
120 PRINT CHR$(26) : PRINT : PRINT
130 PRINT TAB(10) "ENTRE COM OS DADOS DO TUBO DE ACO " : PRINT : PRINT
140 PRINT TAB(20) "DIAMETRO INTERNO " ; M ; "(m) = " : INPUT " " , DIAM : PRINT
145 PRINT TAB(20) "DIAMETRO NOMINAL (oc1) = " : INPUT " " , DNOM : PRINT
150 PRINT TAB(20) "CUSTO TOTAL (Cz$) = " : INPUT " " , CUST# : PRINT
200 PRINT TAB(10) "OS DADOS ESTAO CORRETOS (S/N) " : INPUT " " , SN2$
210 WEND
230 LSET A1$=MKI$(NROX)
240 LSET A2$=MKS$(DIAM)
250 LSET A3$=MKD$(CUST#)
255 LSET A4$=MKS$(DNOM)
310 PUT #1,NROX
320 PRINT : PRINT TAB(10) "CONTINUA ENTRADA DE DADOS (S/N) " : INPUT " " , SN1$
330 SN2$="N" : M=M+1 : NROX=NROX+1
340 WEND
345 NROX=NROX-1
350 LSET A1$=MKI$(NROX)
360 PUT #1,1
370 CLOSE

```

```

10 *** PROGRAMA CRIARQ22.BAS ***
20 *** CRIACAO DO ARQUIVO DADFER.DAT ***
30 OPEN "R",#1,"E:DADFER.DAT",14
40 FIELD #1,2 AS A1$
50 FIELD #1,2 AS A1$,4 AS A2$,8 AS A3$
60 PRINT CHR$(26) : PRINT : PRINT
70 PRINT TAB(10) "VAI INICIAR OU CONTINUAR ENTRADA DE DADOS (I/C) " : INPUT IC$
80 IF IC$="C" THEN GET #1,1 : NROX=CVI(A1$)
   ELSE IF IC$="I" THEN NROX=2
   ELSE GOTO 70
90 SN1$="S" : SN2$="N" : M=1
100 WHILE SN1$="S"
110 WHILE SN2$="N"
120 PRINT CHR$(26) : PRINT : PRINT
130 PRINT TAB(10) "ENTRE COM OS DADOS DO TUBO DE FERRO " : PRINT : PRINT
140 PRINT TAB(20) "DIAMETRO INTERNO " ; M ; "(m) = " : INPUT " " , DIAM : PRINT
150 PRINT TAB(20) "CUSTO TOTAL (Cz$) = " : INPUT " " , CUST# : PRINT
200 PRINT TAB(10) "OS DADOS ESTAO CORRETOS (S/N) " : INPUT " " , SN2$
210 WEND
230 LSET A1$=MKI$(NROX)
240 LSET A2$=MKS$(DIAM)
250 LSET A3$=MKD$(CUST#)
310 PUT #1,NROX
320 PRINT : PRINT TAB(10) "CONTINUA ENTRADA DE DADOS (S/N) " : INPUT " " , SN1$
330 SN2$="N" : M=M+1 : NROX=NROX+1
340 WEND
345 NROX=NROX-1
350 LSET A1$=MKI$(NROX)
360 PUT #1,1
370 CLOSE

```



```

10 *** PROGRAMA LETARQ11.BAS **
20 *** LEITURA DO ARQUIVO DADACO.DAT **
30 OPEN "R",#1,"E:DADACO.DAT",18
40 FIELD #1,2 AS A1$
50 FIELD #1,2 AS A1$,4 AS A2$,8 AS A3$,4 AS A4$
60 GET #1,1
70 NROZ=CUI(A1$) : NZ=1 : SN1$="S"
80 WHILE NX<=NROZ AND SN1$="S"
90   PRINT CHR$(26) : PRINT : PRINT : PRINT
100  PRINT TAB(10) "DADOS DO TUBO DE ACO" :PRINT
110  PRINT "DIAM INT(m)","DIAM EXT(pol)"," C.TOTAL(Cz$/m)" : PRINT : PRINT
120  FOR I=1 TO 5
130    GET #1,NZ+I
140    DIAM=CUI(A2$)
150    CTOT#=CUI(A3$)
160    DEXT=CUI(A4$)
210    PRINT DIAM,DEXT,CTOT# : PRINT
220  NEXT I
230  PRINT TAB(10) "CONTINUA (S/N) " : INPUT "",SN1$ : NZ=NZ+5
240 WEND
250 CLOSE
260 END

```

```

10 *** PROGRAMA LETARQ22.BAS **
20 *** LEITURA DO ARQUIVO DADFER.DAT **
30 OPEN "R",#1,"B:DADFER.DAT",14
40 FIELD #1,2 AS A1$
50 FIELD #1,2 AS A1$,4 AS A2$,8 AS A3$
60 GET #1,1
70 NROZ=CUI(A1$) : NZ=1 : SN1$="S"
80 WHILE NX<=NROZ AND SN1$="S"
90   PRINT CHR$(26) : PRINT : PRINT : PRINT
100  PRINT TAB(10) "DADOS DO TUBO DE FERRO " :PRINT
110  PRINT "DIAM(m)","C.TOTAL(Cz$/m)" : PRINT : PRINT
120  FOR I=1 TO 5
130    GET #1,NZ+I
140    DIAM=CUI(A2$)
150    CTOT#=CUI(A3$)
210    PRINT DIAM,CTOT# : PRINT
220  NEXT I
230  PRINT TAB(10) "CONTINUA (S/N) " : INPUT "",SN1$ : NZ=NZ+5
240 WEND
250 CLOSE
260 END

```

RESULTADOS

CALCULO DE SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS COM UM NO

CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE MENOR CUSTO

COTA DO NO = 351
MATERIAL EMPREGADO NOS CONDUTOS = 300
CUSTO TOTAL DO SISTEMA = US\$ 14404880.89

*** CONDUTOS ADUTORES **

CONDUTO 1
COTA DE MONTANTE = 360.00

TRECHO 1

COMPRIMENTO (m) = 1593.09
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 24
VAZAO (m3/seg) = 0.38106
VELOCIDADE (m/seg) = 1.36
PERDA DE CARGA (m) = 5.058

TRECHO 2

COMPRIMENTO (m) = 788.91
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 22
VAZAO (m3/seg) = 0.38106
VELOCIDADE (m/seg) = 1.63
PERDA DE CARGA (m) = 3.942

TECNOSAN ENGENHARIA SA

Projeto : AMPLIACAO FICTICIA DE UM SISTEMA DE ADUCCAO
Cliente : TECNOSAN ENGENHARIA SA
Data : 24/07/86 Local : SALVADOR - Ba

CALCULO DE SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS COM UM NO

CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE MENOR CUSTO

*** CONDUTOS ADUTORES **

CONDUTO 2
COTA DE MONTANTE = 360.00

TRECHO 1

COMPRIMENTO (m) = 576.52
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 36
VAZAO (m3/seg) = 0.3811
VELOCIDADE (m/seg) = 1.67
PERDA DE CARGA (m) = 1.338

TRECHO 2

COMPRIMENTO (m) = 1797.48
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 32
VAZAO (m3/seg) = 0.3811
VELOCIDADE (m/seg) = 2.12
PERDA DE CARGA (m) = 7.678

TECNOSAN ENGENHARIA S.A.

Projeto : AMPLIACAO FICTICIA DE UM SISTEMA DE ADUCCAO
Cliente : TECNOSAN ENGENHARIA SA
Data : 24/07/86 Local : SALVADOR - Ba

CALCULO DE SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS COM UM NO

CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE MENOR CUSTO

** CONDUTOS DISTRIBUIDORES **

CONDUTO 1
COTA DE JUSANTE = 272.55

TRECHO 1

COMPRIMENTO (m) = 17373.70
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 20
VAZAO (m3/seg) = 0.21800
VELOCIDADE (m/seg) = 1.13
PERDA DE CARGA (m) = 48.238

TRECHO 2

COMPRIMENTO (m) = 6426.28
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 18
VAZAO (m3/seg) = 0.21800
VELOCIDADE (m/seg) = 1.39
PERDA DE CARGA (m) = 30.212

TECNOSAN ENGENHARIA S.A.

Projeto : AMPLIACAO FICTICIA DE UM SISTEMA DE ADUCCAO
Cliente : TECNOSAN ENGENHARIA SA
Data : 24/07/86 Local : SALVADOR - Ba

CALCULO DE SISTEMAS COMPLEXOS DE CONDUTOS COM UM NO

CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE MENOR CUSTO

** CONDUTOS DISTRIBUIDORES **

CONDUTO 2
COTA DE JUSANTE = 272.55

TRECHO 1

COMPRIMENTO (m) = 21581.00
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 36
VAZAO (m3/seg) = 1.22450
VELOCIDADE (m/seg) = 1.92
PERDA DE CARGA (m) = 65.903

TRECHO 2

COMPRIMENTO (m) = 2218.96
DIAMETRO NOMINAL (pol) = 30
VAZAO (m3/seg) = 1.22450
VELOCIDADE (m/seg) = 2.44
PERDA DE CARGA (m) = 12.547

Observacao :

A fixacao das espessuras das chapas, para cada diametro, ficou a critério do projetista.

8. GUIA DE USO DO PROGRAMA "SILUBESA.BAS"

8.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES

O programa "SILUBESA.BAS" foi codificado na linguagem Basic (modo interpretado), dos computadores DANVIC - DVBASIC, versão 2.2 de 18 de setembro de 1981, que não apresentou nenhuma diferença do MBASIC. Para processá-lo, é necessário que o micro-computador tenha, no mínimo, 64 KBytes de memória RAM e esteja conectado a um drive e a uma impressora.

Em disquete, deve-se ter residente, além do programa "SILUBESA.BAS", os arquivos "DADFER.DAT" e "DADACO.DAT", que serão pesquisados durante o processamento, e, naturalmente, o BASIC.

Para a criação dos arquivos, "DADFER.DAT" e "DADACO.DAT", que contêm os dados de diâmetros e respectivos custos, para tubos de ferro ductil e aço carbono deve-se executar a seguinte rotina de passos:

- Digitar o programa "CRIARQ 11. BAS". Colocá-lo em processamento e proceder a entrada de dados relativa a tubos de aço carbono, a exemplo dos da tabela 6.1, em anexo.

diâmetro interno, em metro

diâmetro externo, em polegada

custo total para o diâmetro em questão, em cruzados por metro.

- Digitar o programa "LETARQ 11.BAS" e colocá-lo em processamento, a fim de que se possa conferir o conteúdo do arquivo de dados "DADACO.DAT" criado.

- Digitar o programa "CRIARQ 22BAS" e colocá-lo em processamento, procedendo a entrada de dados relativa a tubos de ferro ductil, a exemplo dos da tabela 6.2 em anexo

diâmetro interno, em metro

custo total para o diâmetro em questão, em cruzado por metro.

- Digitar o programa "LETARQ 22.BAS" e colocá-lo em processamento, a fim de que se possa conferir o conteúdo do arquivo de dados "DADFER.DAT" criado.

Executada a rotina de passos acima descrita, pode-se deletar os programas "CRIARQ 22.BAS" e "CRIARQ 11.BAS".

8.2 MODO OPERACIONAL DO PROGRAMA "SILUBESA.BAS"

Digitar o programa "SILUBESA.BAS" e colocá-lo em processamento. Em seguida aparecerão as telas de entrada de dados, os quais deverão ser fornecidos com o máximo de atenção possível.

8.2.1 Tela 01

Essa tela solicita os dados que sairão impressos no cabeçalho do relatório. São eles:

- . Projeto: nome composto de no máximo 55 caracteres, podendo esses serem numéricos ou strings
- . Cliente: idem
- . Data: no formato indicado na tela
- . Local: nome composto de no máximo 32 caracteres, podendo esses serem numéricos ou strings

8.2.2 Tela 02

A tela de número dois solicita os dados denominados aqui como "de controle". Com eles serão dimensionados as matrizes e vetores necessários ao processamento, e calculado o número de cotas a ser contemplado na análise da solução de custo mínimo. Observar atentamente as unidades em que o programa está solicitando esses dados.

Preencher os campos do seguinte modo:

- . Número de condutos adutores - número real, inteiro, maior que zero, adimensional
- . Número de condutos distribuidores - número real, inteiro, maior ou igual a dois, adimensional
- . Cota mínima do n \bar{o} - número real, positivo, adimensional
- . Cota máxima do n \bar{o} - número real, positivo, adimensional
- . Intervalo de pesquisa - número real, positivo, diferente de zero; unidade: metro
- . Velocidade mínima - número real, positivo, diferente de zero; unidade: metro por segundo
- . Velocidade máxima - número real, positivo, diferente de zero; unidade: metro por segundo
- . Material utilizado - "F" ou "A", que correspondem respectivamente às opções: Ferro e Aço.

8.2.3 Tela 03

A tela de número três solicita os dados relativos a cada conduto adutor. Preencher os campos seguindo as instruções abaixo:

- . Vazão - número real, positivo, diferente de zero
unidade: metro cúbico por segundo
- . Extensão do trecho - número real, positivo, diferente de zero
unidade: metro
- . Cota de montante do trecho - número real, positivo, adimensional
- . Coeficiente de rugosidade equivalente do material - número real, positivo, diferente de zero
unidade: metro

8.2.4 Tela 04

A tela de número 04 solicita os dados relativos a cada conduto distribuidor.

Seguir as informações abaixo:

- . Vazão - número real, positivo, diferente de zero.
unidade: metro cúbico por segundo
- . Extensão do trecho - número real, positivo, diferente de zero
unidade: metro
- . Cota a jusante do trecho - número real, positivo, dimensional
- . Coeficiente de rugosidade equivalente do material - número real, positivo, diferente de zero
unidade: metro

Assim que o último dado solicitado for fornecido, o programa entrará em processamento. Certifique-se de que a impressora esteja corretamente ligada e alimentada com papel contínuo.

8.3 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O programa "SILUBESA.BAS" considera que as cotas de montante e jusante dos condutos adutores e distribuidores, respectivamente, são dados positivos. Dessa forma, dispondo-se de um sistema parcial ou completamente abaixo do referencial eleito, deve-se escolher um outro referencial, de modo que torne o problema apto a ser resolvido pelo programa proposto.

A resolução de sistemas mais complexos, também com um único nó, ou a necessidade de uma precisão mais rigorosa na busca da cota que leva à solução de custo mínimo, pode demandar um equipamento com memória RAM disponível maior que 64 KBytes.