

PROCESSOS ANALÍTICOS E GRÁFICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE LA
TERAIS E TERCIÁRIAS NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM
TUBOS PERFURADOS (SISTEMA XIQUEXIQUE)

CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO

PROCESSOS ANALÍTICOS E GRÁFICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE LA
TERAIS E TERCIÁRIAS NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM
TUBOS PERFURADOS (*Sistema XIQUEXIQUE*)

*Dissertação apresentada ao Curso de
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL da Uni
versidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para ob
tenção do Grau de Mestre.*

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS / SUB-ÁREA: IRRIGAÇÃO

ORIENTADOR : RICARDO AUGUSTO LOPES BRITO (EMBRAPA/EMPARN)

Co-ORIENTADORES : HAMILTON MEDEIROS DE AZEVEDO(UFPB)

FRANCISCO MONTE ALVERNE DE SALES SAMPAIO(UFPB)

CAMPINA GRANDE

SETEMBRO - 1984



A994p Azevedo, Carlos Alberto Vieira de.
Processos analíticos e gráficos para dimensionamento de laterais e terciárias no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (sistema xiquexique) / Carlos Alberto Vieira de Azevedo. - Campina Grande, 1984.
204 f.

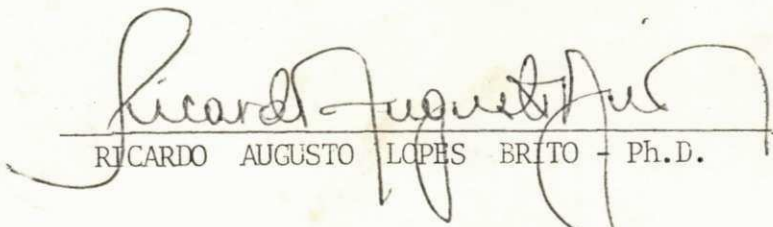
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1984.
"Orientação : Prof. Dr. Ricardo Augusto Lopes Brito, Prof. Hamilton Medeiros de Azevedo, Prof. M.Sc. Francisco Monte Alverne de Sales".
Referências.

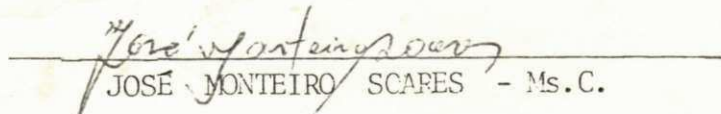
1. Hidráulica Agrícola. 2. Sistemas de Irrigação. 3. Tubos Perfurados - Sistema Xiquexique. 4. Dissertação - Engenharia Civil. I. Brito, Ricardo Augusto Lopes. II. Azevedo, Hamilton Medeiros de. III. Sales, Francisco Monte Alverne de. IV. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). V. Título CDU 626.8(043)

PROCESSOS ANALÍTICOS E GRÁFICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE LA
TERAIS E TERCIÁRIAS NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM
TUBOS PERFURADOS (*Sistema XIQUEXIQUE*)

CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO
ENGENHEIRO AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 08 / 10 / 84


RICARDO AUGUSTO LOPES BRITO - Ph.D.


JOSE MONTEIRO SOARES - Ms.C.


FRANCISCO MONTE ALVEINE DE SALES SAMPAIO - Ms.C

CAMPINA GRANDE
SETEMBRO - 1984

"A tarefa da ciência não pode ser apenas a de multiplicar vossas comodidades. Não estranguleis, não sufocais a luz de vosso espírito, única alegria e centelha da vida, até o ponto de tornar a ciência, que nasce do vosso intelecto, uma fábrica de comodidades. Esta é prostituição do espírito, é vergonhosa venda de vós mesmos à matéria.

A ciência pela ciência não tem valor, vale apenas como meio de ascensão da vida. Vossa ciência tem um pecado original: dirigir-se apenas à conquista do bem-estar material. A verdadeira ciência deve ter como finalidade tornar melhores os homens. Eis a nova estrada que precisa ser palmilhada. Essa é a minha ciência".

PIETRO UBALDI*, in: "A GRANDE SÍNTESE"

* * *

"La celo de la scienco ne povas esti nur multoblige viajn komfortecojn. Ne sufoku, ne mortigu la lumon de via spirito, nura gojo kaj lumero de la vivo, ĝis la punkto igi la sciencan, kiu naskiĝas el via intelekto, fabrikan de komfortecojn. Ĉi-tiu estas degenero de la spirito, tio estas hontinda vendo de vi nem al la materio.

La scienco nur celante la sciencan ne valoras, ĝi valoras apenaŭ kiel suprenirigilo al la vivo. Via Scienco havas originan pekon: turnigi sin nur al la konkero de la materia bonstato. La vera scienco devas havi kiel celon plibonigi la homojn. Jen la nova vojo tra kiu oni devas iri. Tiu estas mia scienco".

(*Tradução para ESPERANTO: AFONSO CAMBOIM)

O autor DEDICA este trabalho a:

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS ENGENHEIROS AGRÍCOLAS (ANEAGRI)
SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC)

MARTA DA SALETE SILVA - Pesquisadora do Laboratório de Irriga
ção e Salinidade/UFPb - IN MEMORIUM

Todos os seus FAMILIARES e AMIGOS

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui consignado o meu tributo de gratidão às pessoas que decisivamente comigo contribuíram para a efetivação deste trabalho:

Ao Dr. RICARDO AUGUSTO LOPES BRITO (EMBRAPA/EMPARN) que orientou este trabalho em essência e de maneira eminentemente científica, cordial e, sobretudo, solidária.

Aos Professores HAMILTON MEDEIROS DE AZEVEDO E FRANCISCO MONTE ALVERNE DE SALES SAMPAIO por suas contribuições na co-orientação deste trabalho e, outrossim, pelas oportunidades que me foram concedidas para o desenvolvimento de atividades de pesquisa, no Laboratório de Engenharia de Irrigação.

À EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE (EMPARN) por, além de ter sediado este trabalho, ter contribuído financeiramente para seu desenvolvimento nestes últimos nove meses.

À CREUSA MARIA DE LUCENA SOUTO (Programadora do NPD/UFPB / Campus II) por sua grandiosa contribuição nos trabalhos de Processamento de dados.

À JOANA D'ARC FREIRE DE MEDEIROS e PAULO JOSÉ DE CARVALHO E SILVA (Pesquisadores do Laboratório de Engenharia de Irrigação/DEAg/UFPB) por suas sugestões muito úteis na elaboração deste trabalho.

À ISABEL DE FARIAS NETA (EMPARN/Caicô) por sua contribuição inestimável na confecção de tabelas.

A todos os Pesquisadores e Funcionários do LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO (DEAg/UFPb) pelo incentivo sempre presente.

A WASHINGTON FRANKLIN PEDREIRA DA SILVA (DEC/UFPB) e DE MOSTHENES CARDOSO TAVEIRA NETO (DEAg/UFPB) pelos maçantes e bem trabalhados serviços de datilografia e normografia.

A todas as pessoas de "BOA VONTADE" que contribuíram, das mais variadas maneiras, para efetivação deste trabalho.

A minha mãe, JOVELINA VIEIRA DE AZEVEDO, pelo incansável esforço que ela sempre tem despendido em benefício do progresso moral, espiritual e intelectual de seus filhos.

e, enfim, À INTELIGÊNCIA SUPREMA DO UNIVERSO, que submete à lei do progresso todo e qualquer ser impulsionando-o, em todos os aspectos, para a EVOLUÇÃO.

ÍNDICE

	página
CAPÍTULO I	
1 - INTRODUÇÃO.	1 a 3
CAPÍTULO II	
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4 a 47
2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A IRRIGAÇÃO. . .	4 a 5
2.2 - CONSIDERAÇÕES BÁSICAS SOBRE A IRRIGAÇÃO LO CALIZADA	5 a 6
2.3 - CARACTERÍSTICAS, VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.	6 a 10
2.4 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZA DA COM TUBOS PERFURADOS (XIQUEXIQUE).	10 a 13
2.5 - ENGENHARIA DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALI ZADA	13 a 25
COMPONENTES E DISPOSIÇÃO DO SISTEMA NO CAM PO	13 a 20
CABEÇAL DE CONTRÔLE	20 a 23
TUBULAÇÕES DE CONDUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA NOS SISTEMAS LOCALIZADOS.	23 a 25
2.6 - DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES LATERAIS E TERCIÁRIAS EM IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.	25 a 47
FÓRMULAS PRÁTICAS PARA O CÁLCULO DE PERDA DE CARGA EM CONDUTOS FORÇADOS	25 a 28
PRINCÍPIOS E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES	28 a 30

DIMENSIONAMENTO A PARTIR DE DIÂMETROS ECONÔMICOS	30 a 31
DIMENSIONAMENTO COM REDUÇÃO DE DIÂMETROS . . .	31 a 33
DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES LATERAIS E TERCIÁRIAS	33 a 47

CAPÍTULO III

3 - MATERIAIS E MÉTODOS	48 a 78
3.1 - AMBIENTE DA PESQUISA	48
3.2 - CARACTERÍSTICAS DOS EMISSORES	48
3.3 - PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR	48 a 49
3.4 - CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES LATERAIS . . .	49
3.5 - METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DAS LATERAIS	49 a 60
3.6 - CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS . . .	60 a 62
3.7 - MÉTODO ECONÔMICO PARA DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS	62 a 78
MÉTODO DE SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS . . .	62 a 70
METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS, BASEADA NUMA SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS	70 a 78

CAPÍTULO IV

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	79 a 124
4.1 - TUBULAÇÕES LATERAIS	79 a 90
CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS EMISSORES . . .	79
DIÂMETRO DO EMISSOR	79
DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO LATERAL	83
PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR	83 a 86

	página
PRESSÃO DE ENTRADA NA LATERAL	87
COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO LATERAL	87 a 88
VAZÃO NA TUBULAÇÃO LATERAL	88 a 90
4.2 - TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS	90 a 124
TABELA DE SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS	90 a 96
DIAGNÓSTICO DO DIMENSIONAMENTO	96 a 105
ANÁLISE PORCENTUAL DOS RESULTADOS	105 a 113
REQUERIMENTOS DE PRESSÃO NA SUBUNIDADE	113 a 117
REQUERIMENTOS DE VAZÃO NA SUBUNIDADE	117
DIMENSÕES DA SUBUNIDADE DE IRRIGAÇÃO	117 a 119
4.3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O DIMENSIONAMEN <u>T</u> TO	119 a 124

CAPÍTULO V

5 - CONCLUSÕES	125 a 127
BIBLIOGRAFIA	128 a 131
APÊNDICE A	
PROCESSO COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO DE LATERAIS E TERCIÁRIAS NOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	132 a 141
APÊNDICE B	
PROCESSOS GRÁFICOS E TABELARES PARA DIMEN <u>S</u> SIONAMENTO DE LATERAIS E TERCIÁRIAS NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM TUBOS PERFURADOS (XIQUEXIQUE)	142 a 204

LISTA DE ABREVIATURAS

- Se - Espaçamento entre emissores (m)
- J - Gradiente de perda de carga na tubulação (m/100m)
- D - Diâmetro interno da tubulação (mm)
- Q - Vazão da tubulação (l/s)
- ΔH_f - Perda de carga por fricção (mca)
- F - Fator de CHRISTIANSEN
- l - Comprimento da tubulação (m)
- Δh - Desnível total da tubulação (m)
- S - Declividade do terreno (%)
- $\frac{x}{l}$ - Posição ótima de alimentação da tubulação (%)
- ΔH_{fe} - Perda de carga linear ocorrida no trecho à esquerda de $\frac{x}{l}$ (m)
- ΔH_{fd} - Perda de carga linear ocorrida no trecho à direita de $\frac{x}{l}$ (m)
- l_e - Comprimento de tubulação correspondente ao trecho à direita de $\frac{x}{l}$ (m)
- Δh_e - Desnível correspondente ao trecho de tubulação à esquerda de $\frac{x}{l}$ (m)
- Δh_d - Desnível correspondente ao trecho de tubulação à direita de $\frac{x}{l}$ (m)
- ΔH_{ft} - Perda de carga total no par de laterais (mca)
- ΔH_{fte} - Perda de carga total no trecho à esquerda de $\frac{x}{l}$ (mca)

- ΔH_{ftd} - Perda de carga total no trecho à direita de $\frac{x}{l}$ (mca)
 h_{ep} - Pressão de entrada no par de laterais (mca)
 h_s - Pressão de serviço do emissor (mca)
 m - Coeficiente de redução de ΔH_f
 h_m - Pressão mínima na tubulação (mca)
 t - Coeficiente de redução de ΔH_f
 Δh_i - Variação de pressão no início da tubulação (mca)
 h_{fe} - Pressão no final do trecho à esquerda de $\frac{x}{l}$ (mca)
 h_{fd} - Pressão no final do trecho à direita de $\frac{x}{l}$ (mca)
 Δh_{fe} - Variação de pressão no final do trecho à esquerda de $\frac{x}{l}$ (mca)
 Δh_{fd} - Variação de pressão no final do trecho à direita de $\frac{x}{l}$ (mca)
 Δh_l - Variação máxima admissível de carga na lateral (mca)
 S_l - Espaçamento entre laterais (m)
 ORTN - Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional
 n - Vida útil do sistema (anos)
 i - Taxa de juros (a.a.)
 T - Tempo anual de funcionamento do sistema de irrigação (horas)
 C_{ue} - Custo unitário de energia (Cr\$/Hp - h)
 C - Coeficiente de resistência do equipamento usado na equação de HAZEN-WILLIAMS
 FRC - Fator de recuperação de capital
 C_{ae} - Custo anual de energia (ORTN's/ Hp - ano)
 C_t - Custo da tubulação (ORTN's/100m)
 $C_{fa}(\emptyset)$ - Custo fixo anual de tubulação (ORTN's/100m)

- $Cfa(\varnothing_s - \varnothing_i)$ - Diferença no custo fixo anual dos diâmetros adjacentes (ORTN's/100m)
- $Cfa(\varnothing_s)$ - Custo fixo anual do diâmetro superior (ORTN's/100m)
- $Cfa(\varnothing_i)$ - Custo fixo anual do diâmetro inferior (ORTN's/100m)
- $CV(\varnothing_s - \varnothing_i)$ - Quantidade de cavalo vapor economizado pela diferença no custo fixo anual (Hp-ano/100m)
- $J(\varnothing_s - \varnothing_i)$ - Perda de carga correspondente à quantidade de cavalo vapor economizado (m/100m)
- Q_{it} - Vazão de entrada na tubulação terciária (l/s)
- q_{il} - Vazão de entrada na tubulação lateral (l/s)
- $\Delta J(\varnothing_s - \varnothing_i)$ - Diferença de perda de carga entre os diâmetros adjacentes de tubulação (mca)
- q_{sa} - Vazão ajustada da sub-unidade de irrigação (l/h)
- fa - Fator de ajuste da vazão da sub-unidade de irrigação
- K - Coeficiente que depende dos dados utilizados na determinação de regiões de seleção econômica
- l_{\varnothing} - Comprimento do trecho de tubulação correspondente ao diâmetro \varnothing (m)
- $qt(\varnothing)$ - Vazão do trecho de tubulação de diâmetro \varnothing (l/h)
- l_t - Comprimento de tubulação terciária (m)
- l_i - Comprimento dos trechos de uma tubulação com redução de diâmetros (m)
- Di - Diâmetros dos trechos de uma tubulação com redução de diâmetros

- m' - Fator de redução de ΔH_f para tubulações com re
dução de diâmetros
- h_i - Pressão de entrada na tubulação (mca)
- h_f - Pressão no final da tubulação (mca)
- $N\emptyset$ - Número de distintos diâmetros numa tubulação com
redução
- Δh_f - Variação de pressão no final da tubulação (mca)
- Δh_t - Variação máxima admissível de carga na terciária -
ria (mca)
- Δh_s - Variação máxima admissível de carga na sub-uni-
dade de irrigação (mca)
- q_s - Vazão da sub-unidade de irrigação (vazão do sis-
tema) em l/h
- $q_{tmax}(\emptyset)$ - Vazão máxima que o diâmetro \emptyset pode economicamen-
te conduzir (l/h)
- n - Coeficiente da equação de Manning.

LISTAGEM DAS TABELAS

- TABELA 1 - Coeficiente de confecção artesanal (Cca) de emissores tipo orifício, contruídos com agulhas de uso veterinário (Segundo SAMPAIO et alii, 1983)
- TABELA 2 - Valores do "Fator de CHRISTIANSEN (F)". (Apresentado por RODRIGO, in: Memória de Riego Localizado, 1980)
- TABELA 3 - Posição ótima de alimentação da tubulação $\frac{x}{l}$, em %. (Apresentado por RODRIGO, in: Memória de Riego Localizado, 1980)
- TABELA 4 - Valores de m (Apresentado por RODRIGO, in: Memória de Riego Localizado, 1980)
- TABELA 5 - Valores de t (Apresentado por RODRIGO, in: Memória de Riego Localizado, 1980)
- TABELA 6 - Valores do "Fator de Recuperação de Capital (FRC)"
- TABELA 7 - Valores médios de vazão das faces côncava, lateral e convexa da tubulação, para emissores tipo orifício, providos com luvas dispersoras de energia e, fabricados com agulhas de uso veterinário. (Baseado em SAMPAIO et alii, 1983)
- TABELA 8 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos

Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 2m.

TABELA 9 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 3m.

TABELA 10 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 4m.

TABELA 11 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 5m.

TABELA 12 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 6m.

TABELA 13 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 7m.

- TABELA 14 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 8m.
- TABELA 15 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 10m.
- TABELA 16 - Redução dos comprimentos de tubulação lateral, em %, quando se aumenta o diâmetro do emissor.
- TABELA 17 - Incremento percentual de vazão na tubulação lateral, quando se aumenta o diâmetro do emissor.
- TABELA 18 - Reduções percentuais nos comprimentos e vazões da tubulação lateral, quando seu diâmetro é diminuído.
- TABELA 19 - Incrementos percentuais de vazão da tubulação lateral, quando se aumenta a pressão de serviço.
- TABELA 20 - Comprimentos e vazões máximas admissíveis na tubulação lateral.
- TABELA 21 - Cálculos necessários para construção do "Ábaco de Seleção Econômica de Diâmetros" (Tabela de Seleção Econômica de Diâmetro desenvolvida por KELLER, 1976).

- TABELA 22 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 2m.
- TABELA 23 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 3m.
- TABELA 24 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 4m.
- TABELA 25 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 6m.
- TABELA 26 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 2m.

- TABELA 27 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 3 m.
- TABELA 28 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 4m.
- TABELA 29 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 6m.
- TABELA 30 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 2m.
- TABELA 31 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 3m.

- TABELA 32 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 4 m.
- TABELA 33 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 6 m.
- TABELA 34 - Dimensionamento de terciárias em aclive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e presssão de serviço do emissor de 4 mca.
- TABELA 35 - Dimensionamento de terciárias em aclive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e uma pressão de serviço do emissor de 5 mca.
- TABELA 36 - Dimensionamento de terciárias em aclive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e uma pressão de serviço do emissor de 6 mca.
- TABELA 37 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para um espaçamento entre laterais de 2m.

TABELA 38 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para um espaçamento entre laterais de 3m.

TABELA 39 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para um espaçamento entre laterais de 4m.

TABELA 40 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para um espaçamento entre laterais de 6m.

TABELA 41 - Matriz demonstrativa das porcentagens de ocorrência do número de reduções de diâmetros, relativas às pressões de serviço do emissor, no cálculo de terciárias em declive, para o sistema de irrigação por Xiquexique.

TABELA 42 - Matriz demonstrativa das porcentagens gerais de ocorrências do número de reduções de diâmetros, no cálculo de terciárias em declive, para o sistema de irrigação por Xiquexique.

TABELA 43 - Matriz de ocorrência das porcentagens de declividade, no cálculo das terciárias em declive no sistema Xiquexique, por pressão em cada

situação de espaçamento entre laterais.

- TABELA 44 - Matriz de ocorrência das porcentagens de declividade, no cálculo geral das terciárias em declive no sistema Xiquexique, por pressão e espaçamento entre laterais.
- TABELA 45 - Requerimentos de pressão em subunidades de irrigação trabalhando com apenas uma terciária em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para uma pressão de serviço do emissor de 4mca.
- TABELA 46 - Requerimentos de pressão em subunidades de irrigação trabalhando com apenas uma terciária em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca.
- TABELA 47 - Requerimentos de pressão em subunidades de irrigação trabalhando com apenas uma terciária em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca.
- TABELA 48 - Requerimentos mínimos e máximos de vazão na subunidade de irrigação, quando esta trabalha com apenas uma terciária em declive, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique).

TABELA 49 - Dimensões máximas admissíveis da subunidade de irrigação, quando esta trabalha com apenas uma terciária em declive, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique).

TABELA 50 - Dimensões mínimas admissíveis da subunidade de irrigação, quando esta trabalha com apenas uma terciária em declive, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique).

LISTAGEM DAS FIGURAS

- FIGURA 1 - Curvas características de carga versus vazão do orifício de 1,0mm de diâmetro com luva dispersora, respectivas às faces côncava, lateral e convexa. (Segundo SAMPAIO et alii, 1983)
- FIGURA 2 - Curvas características de carga versus vazão do orifício de 1,4mm de diâmetro com luva dispersora, respectivas às faces côncava, lateral e convexa (Segundo SAMPAIO et alii, 1983)
- FIGURA 3 - Curvas características de carga versus vazão do orifício de 1,5mm de diâmetro com luva dispersora, respectivas às faces côncava, lateral e convexa (Segundo SAMPAIO et alii, 1983)
- FIGURA 4 - Curvas características de carga versus vazão do orifício de 1,8mm de diâmetro com luva dispersora, respectivas às faces côncava, lateral e convexa (Segundo SAMPAIO et alii, 1983)
- FIGURA 5 - Curvas características de carga versus vazão do orifício de 2,0mm de diâmetro com luva dispersora, respectivas às faces côncava, lateral e convexa (Segundo SAMPAIO et alii, 1983)
- FIGURA 6 - Layout do sistema de Irrigação Localizada (Apresentado por MACHINI et alii, 1980)

- FIGURA 7 - Esquema do cabeçal de controle, em irrigação localizada (Apresentado por MACHINI et alii, 1980)
- FIGURA 8 - Ilustração da influência do tamanho do cano nos custos fixos e de energia, mostrando o custo mínimo do valor da concepção na Engenharia (Segundo KELLER, 1976)
- FIGURA 9 - Método gráfico geral para tubulação terciária alimentada por um ponto extremo e com declividade positiva (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 10 - Método gráfico geral para tubulação terciária alimentada por um ponto extremo e com $s \geq 3\%$. (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 11 - Método gráfico para tubulação terciária alimentada por um ponto intermediário com $s = 0$ e $Q_{it} = 8,33 \text{ l/s}$. (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 12 - Método gráfico para tubulação terciária alimentada por um ponto intermediário com $s \neq 0$ e $Q_{it} = 8,33 \text{ l/s}$. (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 13 - Distribuição de pressão na sub-unidade de irrigação. (Apresentado por U.S.A/Soil Conservation Service, 1978)

- FIGURA 14 - Curva de Fricção Adimensional (Apresentado por U.S.A/Soil Conservation Service, 1978)
- FIGURA 15 - Método gráfico de dimensionamento da lateral em nível ($S = 0$) e alimentada por ponto extremo (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 16 - Método gráfico de dimensionamento da lateral com declividade positiva ($S > 0$) e alimentada por ponto extremo (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 17 - Método gráfico de dimensionamento da lateral em nível, alimentada por um ponto intermediário (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 18 - Método gráfico de dimensionamento da lateral a uma declividade de 1%, alimentada por um ponto intermediário (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983)
- FIGURA 19 - Ilustração das combinações entre os parâmetros utilizados no dimensionamento de laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários.
- FIGURA 20 - Curvas de $\frac{x}{L}$, t' , m e t (Apresentado por RODRIGO in: Memória de Riego Localizado, 1980)
- FIGURA 21 - Fluxograma do Cálculo de dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários.

- FIGURA 22 - Ilustração das combinações entre os parâmetros utilizados no dimensionamento de terciárias em aclive e declive e, alimentadas por pontos extremos.
- FIGURA 23 - Fluxograma do cálculo de dimensionamento de tubulações terciárias em aclive e declive e alimentadas por pontos extremos.
- FIGURA 24 - Valores médios de vazão das três faces da tubulação, para emissores tipo orifício, providos de luvas dispersoras de energia, e fabricados com agulhas de uso veterinário (Baseado em SAMPAIO et alii, 1983).
- FIGURA 25.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.
- FIGURA 25.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 25.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 25.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

FIGURA 26.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 26.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 26.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tu

bos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 26.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

FIGURA 27.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 27.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 27.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 27.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

FIGURA 28.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 28.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 28.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 28.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos

Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço de 6m.

FIGURA 29.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 29.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 29.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 29.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 30.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 30.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 30.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 30.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

FIGURA 31.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos

Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 31.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 31.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 31.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

FIGURA 32.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

FIGURA 32.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

FIGURA 32.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

FIGURA 32.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (Xiquexique), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

FIGURA 33 - Diferenças de perdas de carga entre diâmetros adjacentes, de tubulações em polietileno de baixa densidade, para $C=140$, $FRC=0,298$, $ORTN=Cr\$4963,91$ (Referente a Agosto/83) e $Cae = 44,55$ $ORTN's/ Hp - ano$.

FIGURA 34 - Ábaco de seleção econômica de diâmetros de tubulação em polietileno de baixa densidade, para $C=140$, $FRC=0,298$, $ORTN=Cr\$4963,91$ (Referente a Agosto/83) e $Cae=44,55$ $ORTN's/ Hp - ano$.

FIGURA 35 - Fluxograma de dimensionamento da sub-unidade de irrigação no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique).

RESUMO

Este trabalho consistiu no estudo hidráulico e econômico de dimensionamento da subunidade no sistema de Irrigação Localizada com Tubos Perfurados (XIQUEXIQUE), objetivando definir as características do referido dimensionamento neste sistema. Determinou-se estas características mediante processo de cálculo iterativo desenvolvido por simulação computacional, utilizando-se os métodos de dimensionamento sugeridos por RODRIGO (1980), para laterais, por KELLER (1976), para a seleção econômica de diâmetros no cálculo das terciárias e pelo SERVIÇO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO (1978) dos Estados Unidos, para o dimensionamento propriamente dito destas tubulações. Considerou-se neste procedimento todas as possíveis situações hidráulicas que poderiam ocorrer num dimensionamento para o sistema XIQUEXIQUE, tentando obter a esse respeito, informações tanto específicas como bem gerais. Os processos gráficos e tabelares desenvolvidos, podem versatilizar a elaboração de projetos de irrigação por profissionais desta área. As características hidráulicas do XIQUEXIQUE, assim determinadas, facilitam os cálculos dos projetos, possibilitando que os mesmos sejam feitos em menor espaço de tempo, sem prejuízo na qualidade do trabalho.

SUMMARY

A hydraulic and economic study was done for designing an irrigation unit of a simplified trickle irrigation system with perforated tubes (hoses), regionally called "Xiquexique" (read "SHEEKSHEEK"). The design characteristics were determined utilizing an iterative calculation process developed by computer simulation employing design methods proposed by Rodrigo (1980), Keller (1976) and the U.S.A./ Soil Conservation Service (1978), for lateral design, economic pipe size selection and irrigation unit design, respectively. All possible hydraulic situations were considered, in an attempt to obtain information both specific and general. Graphs and tables were developed to make it easier to professionals to accomplish their task of project design and evaluation. Hydraulic characteristics so determined, simplify the designing process thus allowing the work to be less time-consuming without compromising its quality.

CAPÍTULO I

1 - INTRODUÇÃO

O empirismo secular respaldado pela investigação científica tem demonstrado a grande importância da água como um dos fatores limitantes às produções e produtividades agrícolas. Por isto não se pode conceber a agricultura, principalmente, sendo ela o setor primário da economia brasileira sem o adequado suprimento de água às suas plantações, mesmo que seja explorada extensivamente.

A ciência, buscando contribuir para o desenvolvimento e bem-estar social do homem, tem realizado estudos no campo da Engenharia Agrícola, especificamente na área de irrigação, concernentes às técnicas de suprimento d'água às plantas, tais como os métodos de aplicação por aspersão, gotejamento, etc. Entretanto, como o conhecimento não tem fronteiras, todos os estudos necessitam, imperiosamente, ser inovados e, principalmente, aplicados de acordo com as condições sócio-econômicas e agrícolas inerentes a cada Região.

Sob a luz destes entendimentos e, no intuito de regionalizar a produção científica do nordeste brasileiro; considerando ainda, que o subdesenvolvimento da referida Região não poderá ser superado com ciência e tecnologia subdesenvolvidas, é que pesquisadores tem realizado estudos de inovação, adaptação e implantação, no semi-árido nordestino, de um sistema de irrigação localizada simplificada, originário da Região Bas Rhone Lanquedoc, França, desenvolvido há

mais de vinte anos em regiões áridas e semi-áridas da África, com indiscutível sucesso, o qual foi inicialmente, adaptado no Nordeste Brasileiro por pesquisadores da SUDENE & CNPQ e implantado na região de Caicó-RN, com denominação de XIQUEXIQUE, em apologia a esta xerófila característica do semi-árido nordestino (MILLO & CUNHA, 1982).

Este sistema de irrigação localizada, com tubos perfurados (xiquexique) tendo como alvo, principalmente, a pequena irrigação, no momento, encontra-se no Brasil, em especial nas regiões semi-áridas dos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará, em fase de implementação, com perspectivas de avanço tecnológico para os próximos anos, através dos modelos de exploração agrícola dos programas regionais de irrigação, apresentando o referido sistema, satisfatória eficiência de aplicação, correspondendo assim, a uma considerável economia d'água, operacionalidade, viabilidade de aquisição e manutenção, fatores decisivos na produtividade agrícola do nordeste, que se coadunam com as condições sócio-econômicas dos agricultores nordestinos, em especial os de baixa renda.

Baseado nas considerações feitas acima, decidiu-se desenvolver um trabalho de pesquisa que contribuisse para uma teorização científica do sistema XIQUEXIQUE, especificamente, no dimensionamento hidráulico e econômico de suas tubulações laterais e terciárias. Paralelamente a essa teorização, procurou-se trabalhar com processos gráficos e tabelas, que venham permitir a profissionais de campo, elaborar projetos sem necessariamente utilizar toda a formulação

hidráulica associada aos métodos localizados.

Os resultados deste trabalho serão, posteriormente, exibidos num MANUAL TÉCNICO, para serem utilizados no processo de dimensionamento de laterais e terciárias no sistema XIQUEXIQUE, por técnicos de elaboração de projetos de irrigação.

CAPITULO II

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A IRRIGAÇÃO

A irrigação é, segundo SILVA & DUARTE (1980), entre as diversas técnicas agrícolas que propiciam o aumento da produtividade, a que relativamente, mais contribui no complexo tecnológico, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas do globo.

O propósito fundamental da irrigação, conforme BERNARDO (1982), é suprir água ao sistema solo-planta, com a finalidade de se obter uma ótima produção em quantidade e qualidade. Para isto, ela sendo devidamente bem planejada, propicia um bom teor de umidade ao solo e maior eficiência na aplicação de fertilizantes; permite o uso intensivo do solo, obtendo-se assim duas ou mais colheitas em um só ano, numa mesma área.

SILVA & DUARTE (1980) afirmam ainda que a irrigação tem o propósito de incrementar a produção, levando em consideração aspectos conservacionistas do solo. Assim sendo, deve ser conduzida mediante processos que tendem a manter condições favoráveis de conservação.

A irrigação teve nos últimos tempos sua utilização intensificada, bastando para isto enfatizar as estatísticas citadas por CANELO (1979) que indicam um total mundial de terras irrigadas da ordem de 223 milhões de hectares.

No Brasil a irrigação, infelizmente, é uma prática

que ainda não tem tradição, talvez por se dispor de grandes áreas em regiões que apresentam condições climáticas favoráveis, contribuindo assim para um aumento na produção em função do aumento de área cultivada.

Segundo a SUDENE (1979), a região semi-árida representa 11% do território brasileiro e se concentra praticamente em sua totalidade na região Nordeste, constituindo 51% de sua superfície. Estima-se, no momento, uma área irrigada no país, de 800.000 ha, sendo de 10 a 15% desta área pertencente a projetos públicos (SILVA & DUARTE, 1980).

2.2 - CONSIDERAÇÕES BÁSICAS SOBRE A IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.

Em regiões áridas e semi-áridas, onde a água é um fator limitante, BERNARDO (1982), recomenda que as pesquisas devem ser desenvolvidas, visando planejar a irrigação em termos de máxima produção, por unidade de água aplicada. Neste sentido, já se tem desenvolvido pesquisas que demonstraram ser os sistemas de irrigação localizados potencialmente capazes de satisfazer as necessidades hídricas dos cultivos, com um mínimo de perdas d'água, estabelecendo assim uma relação entre máxima produtividade e quantidade de água aplicada.

GUSTAFSON (1971) e TIBAU (1976), afirmam que o sistema clássico de irrigação localizada por gotejamento, foi inicialmente desenvolvido em Israel, na década de 1930.

No Brasil, segundo SILVA & DUARTE (1980), a prática dos sistemas localizados, apesar de no momento ainda ser insipiente, promete para os próximos anos uma utilização

mais racional e intensiva.

O avanço tecnológico, conforme os mesmos autores , tem possibilitado aos sistemas localizados serem aplicados às mais variadas condições de solo-água-planta. Estes sistemas se apresentam técnica e economicamente mais viáveis em regiões com escassez de água e, em culturas de elevado valor comercial exploradas em pequenas áreas.

2.3 - CARACTERÍSTICAS, VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.

Pode-se citar como características básicas da irrigação localizada, as seguintes:

- Em geral, não molha, em consequência de seu princípio de distribuição d'água localizado, a totalidade da área cultivada. Esta característica torna o método mais adequado, segundo BRITO (1983), a culturas perenes ou semi-perenes, como algumas fruteiras, pelo fato de quanto maior for o espaçamento entre plantas, menor serão as necessidades hídricas por unidade de área e a quantidade de tubulação requerida.

- Estabelece, devido a alta frequência de irrigação, um volume de solo molhado denominado bulbo úmido, que tem suas características físicas, segundo ESPAÑA /INIA (1981) , citado por BRITO (1983), definidas pela textura do solo e a vazão do emissor, apresentando, conforme SILVA & DUARTE (1980), nos solos argilosos, uma seção transversal quase circular e , nos solos arenosos, mais estreita no sentido horizontal e mais alongada verticalmente. A vazão do emissor, de acordo

com os autores anteriormente citados, quando é incrementada alonga horizontalmente o bulbo diminuindo a profundidade de área molhada.

A distribuição de sais no interior do bulbo ocorre, conforme U.S.A./ SOIL CONSERVATION SERVICE (1978) citado por BRITO (1983), peculiarmente em cada situação que define as características físicas do bulbo, por isso é imprescindível conhecer a forma e as dimensões dele. Mesmo estas informações orientam, segundo SILVA & DUARTE (1980), o espaçamento mais adequado entre emissores.

- Sistema de irrigação essencialmente pressorizado aplicando a água ao sistema solo-planta em pequena intensidade (pequenas vazões) a baixas pressões, geralmente, em torno de 2 a 30 mca, mediante pontos localizados de descarga denominados emissores, que são geralmente orifícios de diâmetro reduzido, constituídos em tubulações de plástico, os quais dispõem na maioria das vezes de orifício hidráulico que dissipa energia e promove a distribuição propriamente dita da água no solo.

Sabe-se que a região umedecida (bulbo) é bem menor que quando se irriga com outros métodos, como aspersão e sulco. A propósito, HALEVY et alii (1972), citados por SILVA & DUARTE (1980), tem desenvolvido pesquisas que revelam um desenvolvimento denso do sistema radicular nos limites do volume de solo úmido e uma grande atividade de absorção de água, concluindo que o umedecimento restrito não inibe o desenvolvimento das raízes, uma vez que o sistema radicular se concentra na região umedecida, desenvolvendo-se ple

namente.

O sistema de irrigação localizada diversifica-se quanto às características hidráulicas de vazão e distribuição d'água de cada emissor, tendo-se assim os métodos de irrigação localizados por Gotejamento, Microaspersão, Cápsula Porosa e, por Tubos Perfurados (Xiquexique).

O sistema tradicional por gotejamento tem o solo como o principal meio de propagação da água e, aplica, geralmente, vazões compreendidas entre 1 a 12 l/h (MACHINI et alii, 1980), por cada ponto de emissão. O sistema por microaspersão tem o ar como principal responsável da propagação da água e geralmente aplica vazões compreendidas entre 12 a 120 l/h (MACHINI et alii, 1980). Os sistemas por cápsulas porosas e por tubos perfurados tem o solo como o principal meio de propagação da água e aplicam geralmente vazões em torno de 24 l/dia (SILVA, 1980) e de 20 a 80 l/h (SAMPAIO et alii, 1983), respectivamente.

Vários autores citam as seguintes vantagens do sistema de irrigação localizada:

a) Devido a aplicação localizada da água, verifica-se uma diminuição acentuada nas perdas d'água por evaporação, escoamento superficial e percolação profunda, economizando cerca de 15 a 20% de água em relação ao método por aspersão, o que propicia uma maior eficiência de irrigação comparada com a dos demais métodos de irrigação;

b) Em consequência da alta frequência de irrigação, permite flutuações mínimas no conteúdo de umidade do solo, mantendo uma condição de umidade no sistema radicular próximo

ma à capacidade de campo sem acarretar deficiência de aeração do solo, possibilitando à planta uma transpiração contínua em seu potencial máximo. Esta condição de umidade reduz ainda o perigo de salinidade do solo permitindo o aproveitamento de águas com altos índices de salinidade. Não obstante estas condições, necessita-se de precauções no manejo de água e solo.

c) Fornecendo água ao solo apenas na região onde a absorção pelo sistema radicular é mais ativa, não umedece as entrelinhas das culturas, facilitando o controle das ervas daninhas e o desenvolvimento das práticas agrícolas, como capinas, colheitas e aplicação de defensivos, em qualquer época do cultivo;

d) O sistema viabiliza a fertirrigação, permitindo maior economia de fertilizantes e melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas;

e) O dimensionamento hidráulico do sistema em unidades operacionais, que funcionam alternadamente, possibilita fazer-se a vazão de projeto corresponder mais aproximadamente ao uso consuntivo, superando assim a limitação do método em função da quantidade de água disponível para a irrigação;

f) A economia de água favorece uma economia de energia, possibilitando a utilização de fontes de energia não convencionais, como biomassa, gasogênio, eólica e solar;

g) Verifica-se maiores facilidades de automação do processo de irrigação neste sistema que nos demais, o que diminui a interferência do irrigante, economizando mão-de-obra e aumentando a eficiência de irrigação;

h) Devido a aplicação d'água ser em maior frequência e menores vazões, o método se presta a situações mais desvantajosas de solo e topografia.

Quanto às desvantagens do método, BERNARDO (1982) cita as seguintes:

a) Devido ao fluxo d'água nos emissores ocorrer através de orifícios de pequenos diâmetros, que variam em torno de 0,5 a 2,0 mm, o sistema exige que a água utilizada seja limpa, sendo necessário para isto um sistema de filtração da água, para evitar a obstrução dos emissores com partículas minerais ou orgânicas e ainda com a precipitação de sais e/ou sedimentação de partículas de argila e silte que não são retidas nos filtros comuns;

b) Ficando as raízes dos vegetais concentradas numa restrita região, delimitada pelo bulbo úmido, a estabilidade das árvores frutíferas diminuem, podendo até tombarem em condições de ventos intensos.

2.4 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM TUBOS PERFURADOS (XIQUEXIQUE).

Os sistemas clássicos de irrigação localizada, não são geralmente adequados à realidade sócio-econômica do pequeno produtor, que se constitui no elemento mais responsável pela produção agrícola no semi-árido nordestino, por se tratar de sistemas que utilizam componentes de filtração e automatização sofisticados, que normalmente são onerosos e, além do mais, requerem elevadas cargas hidráulicas em seu funcionamento. Assim sendo é que BRITO (1983) es

tá desenvolvendo pesquisas em engenharia de irrigação objetivando conceber sistemas, que apresentem uma tecnologia simplificada, adaptáveis, técnica e economicamente, às condições sócio-econômica e técnica dos agricultores. Essa tecnologia simplificada, de acordo com BRITO (1983) e MILLO & CUNHA (1982), tende a eliminar dispositivos de controle existentes nos métodos tradicionais, exigindo maior demanda de mão-de-obra e adequado a pequenas áreas de produção, condições essas que são coerentes com a situação da produção agrícola do semi-árido nordestino que dispõe de mão-de-obra familiar e de propriedades com menos de 100ha representadas, aproximadamente, em 94% do total da região (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1975).

O sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique) é um exemplo de tecnologia simplificada nos sistemas localizados, uma vez que ele não dispõe de dispositivos sofisticados de emissão d'água propriamente dito, tal como um gotejador ou microaspersor, sendo seus emissores simplesmente furos tipo orifício, construídos nas tubulações de polietileno de maneira artesanal, com agulhas de uso veterinário, nos diâmetros de 1,0, 1,4, 1,5, 1,8 e 2,0mm (SAMPALHO et alii, 1983). Este sistema, prescindindo do dispositivo de emissão d'água leva vantagem entre as demais variantes da irrigação localizada, mesmo porque além de evitar perdas de carga localizada devido a inserção do emissor na tubulação, diminuem os custos fixos do sistema, que são afetados pelo número de emissores por unidade de área. Outrossim, devido às vazões no referido sistema serem geral

mente superiores às aplicadas no gotejamento tradicional, o tamanho dos orifícios de emissão d'água diminuem as chances de obstrução, sendo normalmente desnecessário a utilização de sistemas de filtragem sofisticados, que geralmente oneram a irrigação tanto nos custos fixos como operacionais.

Segundo MILLO & CUNHA (1982), o sistema Xiquexique, pela sua vazão relativamente alta e modo de aplicação de água no solo, permite a prática de consorciação, durante o período de desenvolvimento das culturas perenes, geralmente fruteiras, cultivando-se uma agricultura de subsistências nes se período.

SAMPAIO et alii (1983) desenvolveram testes de laboratório, no sentido de identificar as características hidráulicas dos diferentes tipos de emissores utilizados no sistema Xiquexique, determinando coeficientes de confecção artesanal, influência das faces longitudinais da tubulação em polietileno, na seção de escoamento dos emissores, e funções exponenciais relacionando carga e vazão. Os referidos autores, tendo em mente que as tubulações em polietileno, em seu processo de embalagem, são enroladas de maneira circular, estabelecendo em sua dimensão longitudinal três faces com aspectos geométricos distintos (côncava, convexa e lateral), comprovaram a existência de efeitos de contração e expansão na seção de escoamento dos emissores através de análise estatística dos valores de vazão dos emissores. No estudo de uniformidade de confecção dos emissores feitos manualmente com agulhas de uso veterinário, os citados autores apresentam coeficientes de confecção artesanal (coefi -

ciente de variação de fabricação), segundo a metodologia proposta por MACHINI et alii (1980), para as cargas de 4, 8 e 12 mca, nas três faces da tubulação, conforme mostra o QUADRO 1. Estes resultados evidenciaram uma uniformidade de distribuição de vazão no sistema Xiquexique em torno de 90%. SAMPAIO et alii (1983), determinaram ainda, curvas de carga versus vazão dos emissores, apresentadas nas FIGURAS 1 a 5.

Deve-se salientar que o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados carece ainda de pesquisas experimentais de campo, para se estudar sua distribuição espacial de água no solo, tendo em vista quantificar suas implicações hidráulicas no sistema solo-planta. Estudos neste sentido estão sendo desenvolvidos por BRITO (1983) em Caicó-RN.

2.5 - ENGENHARIA DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.

COMPONENTES E DISPOSIÇÃO DO SISTEMA NO CAMPO

Geralmente, os sistemas localizados são fixos, ou seja, seu sistema de condução e distribuição d'água não se movimenta durante o processo de irrigação, tendo-se assim tubulações distribuídas por toda a área cultivada. Entretanto, apenas parte do sistema funciona simultaneamente, permitindo ajustar-se a vazão do sistema à disponível na fonte de recursos hídricos (açude, poço, ou rio).

Os sistemas localizados são constituídos de uma estrutura de comando geral, chamada cabeçal de controle, e uma rede de tubulações e emissores. Segundo MACHINI et alii

TABELA 1 - Coeficientes de confecção artesanal (Cca) de emissores, construídos com agulhas de uso veterinário (Segundo SMPAIO et alii, 1983).

ORIFÍCIOS (mm)	* *	CARGA (mm)	* *	COEFICIENTE DE CONFECÇÃO ARTESANAL - Cca	* *	CLASSIFICAÇÃO
FACE CONCAVA						
1,0		4		0,099		Bom
		8		0,106		Médio
		12		0,145		Médio
1,4		4		0,052		Bom
		8		0,061		Bom
		12		0,069		Bom
1,5		4		0,087		Bom
		8		0,074		Bom
		12		0,071		Bom
1,8		4		0,089		Bom
		8		0,110		Médio
		12		0,099		Bom
2,0		4		0,073		Bom
		8		0,081		Bom
		12		0,093		Bom
FACE LATERAL						
1,0		4		0,118		Médio
		8		0,130		Médio
		12		0,120		Médio
1,4		4		0,086		Bom
		8		0,089		Bom
		12		0,099		Bom
1,5		4		0,125		Médio
		8		0,136		Médio
		12		0,140		Médio
1,8		4		0,136		Médio
		8		0,135		Médio
		12		0,130		Médio
2,0		4		0,017		Bom
		8		0,074		Bom
		12		0,083		Bom
FACE CONVEXA						
1,0		4		0,176		Médio
		8		0,165		Médio
		12		0,170		Médio
1,4		4		0,083		Bom
		8		0,072		Bom
		12		0,074		Bom
1,5		4		0,085		Bom
		8		0,099		Bom
		12		0,084		Bom
1,8		4		0,065		Bom
		8		0,068		Bom
		12		0,078		Bom
2,0		4		0,040		Bom
		8		0,047		Bom
		12		0,042		Bom

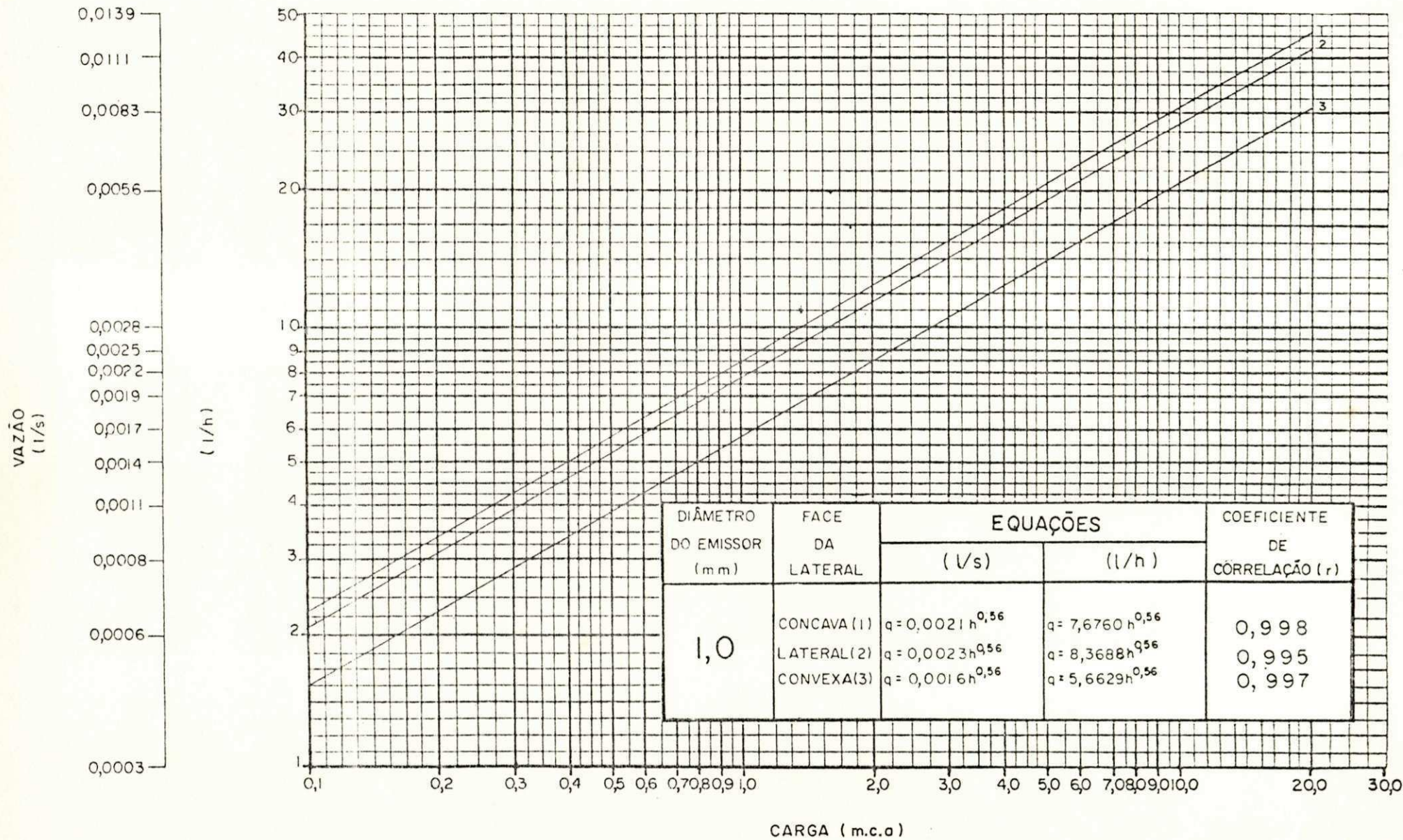


Fig. 1 - Curvas Características de Carga Versus Vazão do Orifício de 1,0 mm de Diâmetro com Luva Dispersora, Respectives às Faces Concava (1), Lateral (2) e Convexa (3). (Segundo SAMPAIO et alii, 1983).

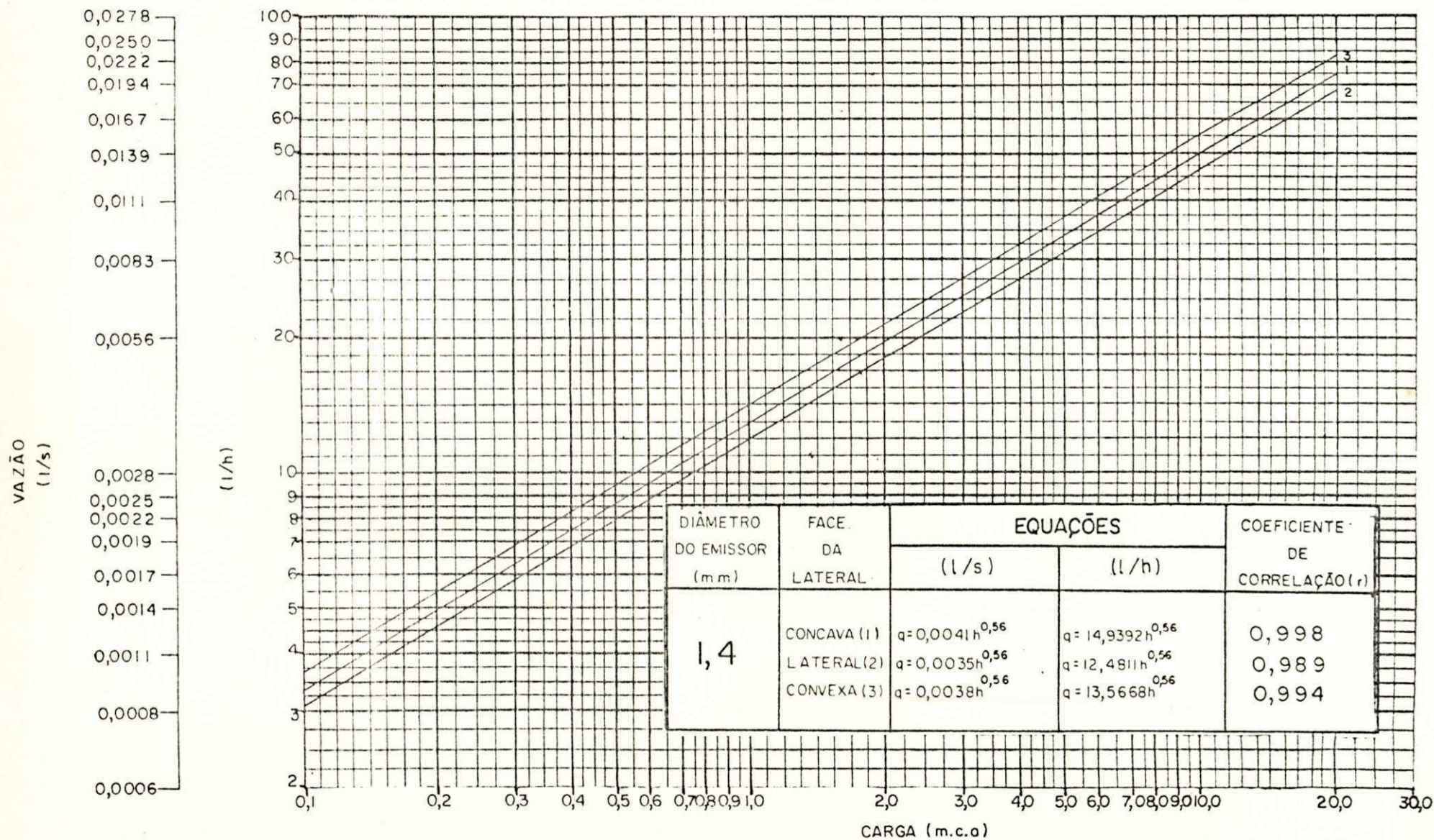


Fig. 2 - Curvas Características de Carga Versus Vazão do Orifício de 1,4mm de Diâmetro com Luva Dispersora, Respectives às Faces Concava (1), Lateral (2) e Convexa (3). (Segundo SAMPAIO et alii, 1983).

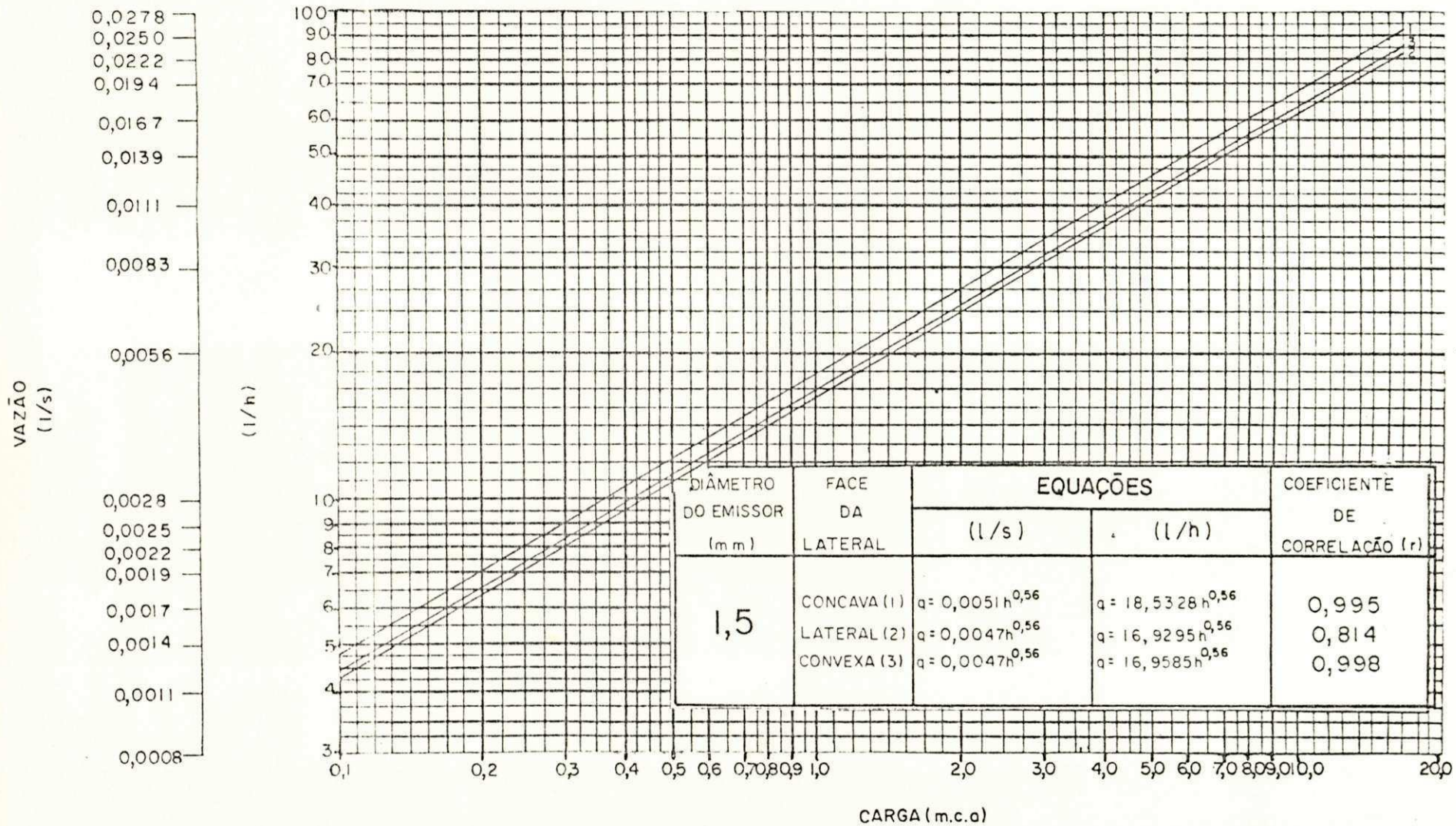


Fig. 3 - Curvas Características de Carga Versus Vazão do Orifício de 1,5mm de Diâmetro com Luva Dispersora, Respeitas às Faces Concava (1), Lateral (2) e Convexa (3). (Segundo SAMPAIO et alii, 1983).

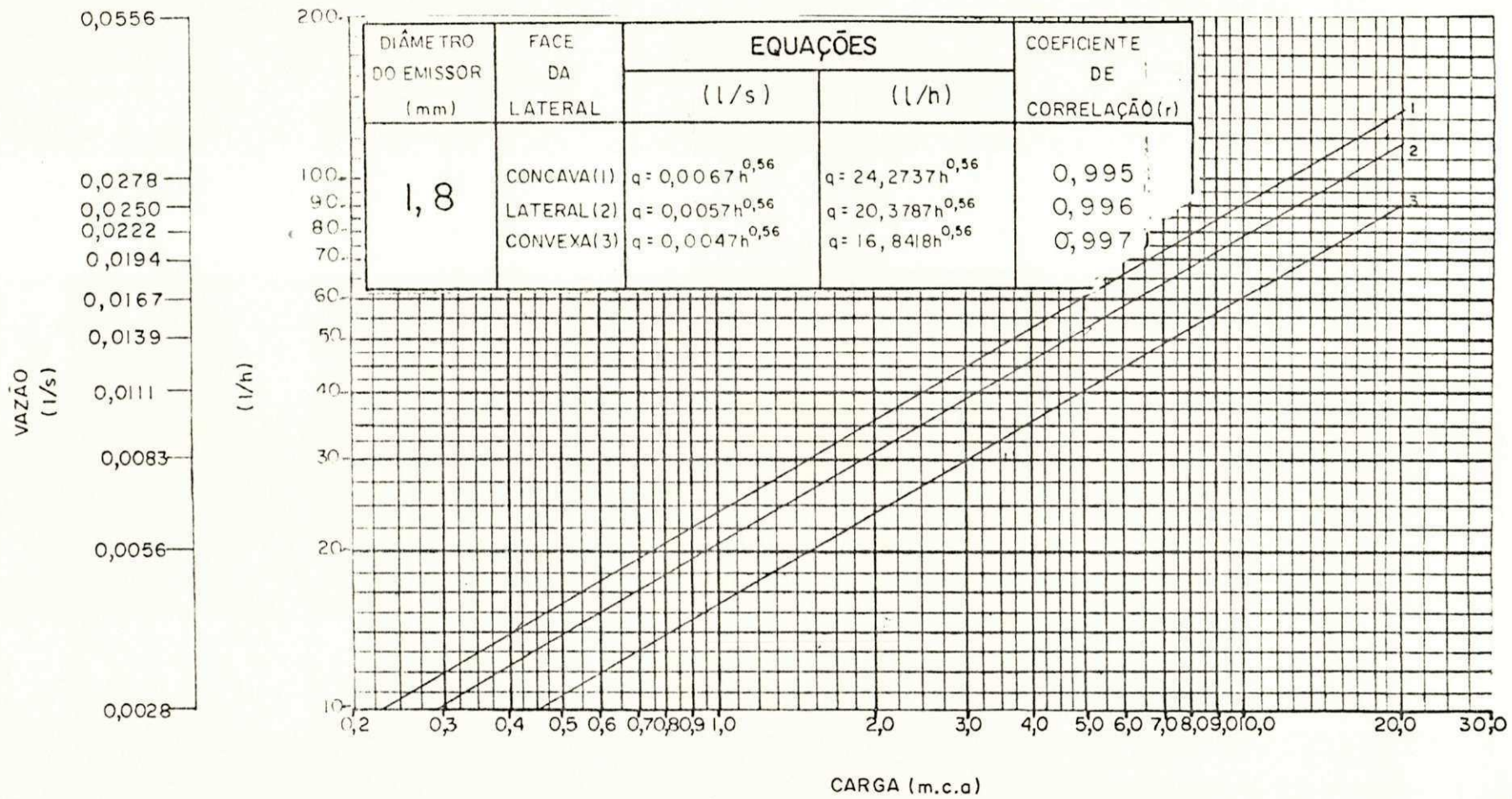


Fig. 4 - Curvas Características de Carga Versus Vazão da Orifício de 1,8mm de Diâmetro com Luva Dispersora, Respectives às Faces Concava(1), Lateral(2), e Convexa(3). (Segundo SAMPAIO et alii, 1983).

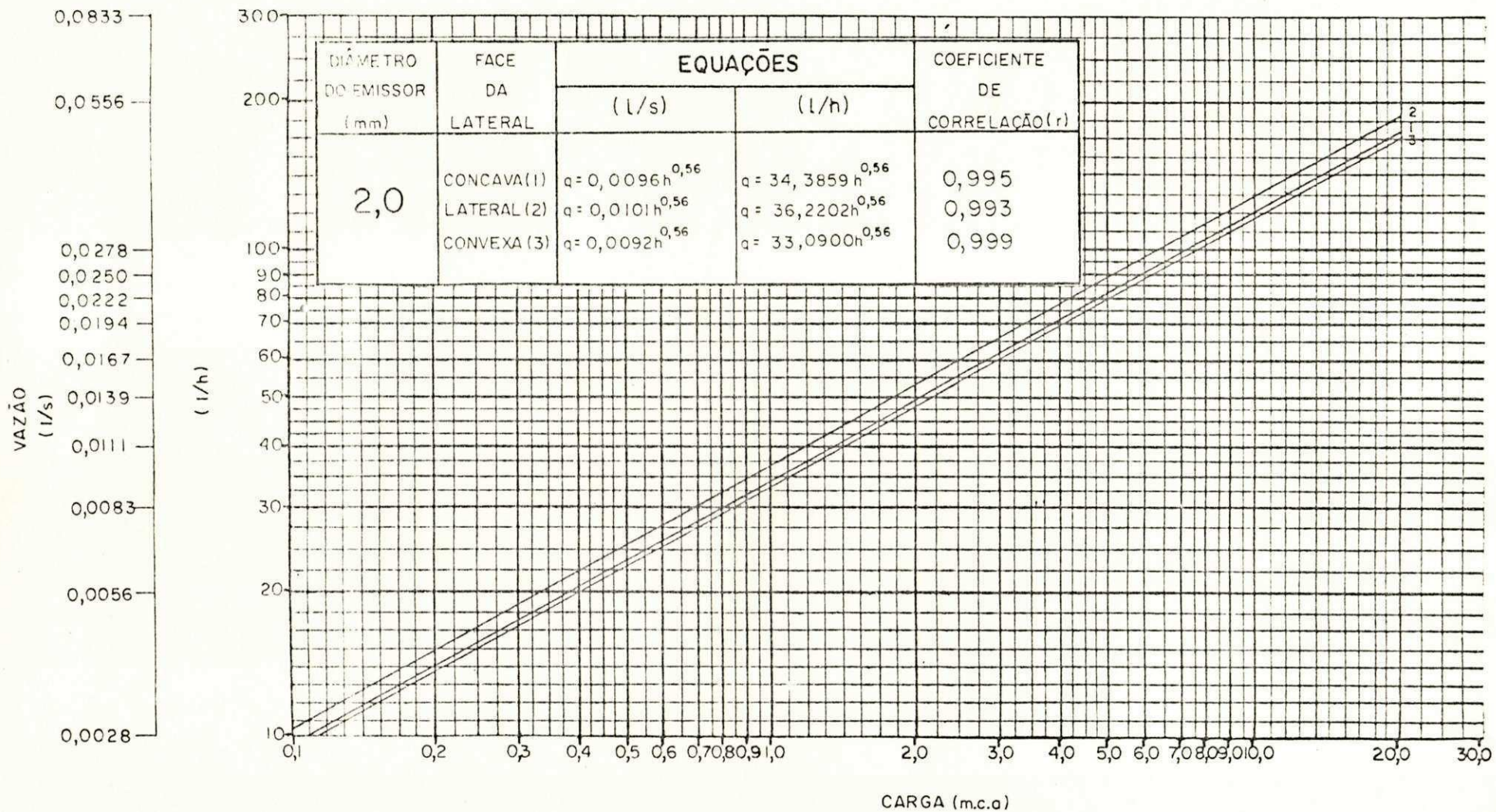


Fig. 5 - Curvas Características de Carga Versus Vazão da Orifício de 2,0mm de Diâmetro com Luva Dispersora, Respective às Faces Concava (1), Lateral (2) e Convexo (3). (Segundo SAMPAIO et alii, 1983).

(1980), essa estrutura é disposta em unidades, subunidades e unidades operacionais de irrigação, que se definem, conforme a FIGURA 6, da seguinte maneira: (a) a subunidade de irrigação corresponde à superfície que é irrigada de uma só vez, a partir de um ponto de controle da pressão de entrada da água, sendo então composta de tubulações terciárias e laterais; (b) a unidade de irrigação representa a área formada pelo conjunto de subunidades irrigadas a partir de um mesmo ponto, no qual se define a vazão do sistema, isto é, a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação, sendo alimentada por tubulações secundárias; (c) a unidade operacional de irrigação corresponde ao conjunto de unidades de irrigação que funcionam simultaneamente com alimentação por tubulações principais, a partir do cabeçal de controle.

CABEÇAL DE CONTROLE

O cabeçal de controle tem a finalidade de fornecer água ao sistema, sob pressão adequada e livre de impurezas, e ainda de possibilitar a aplicação de fertilizantes, se for o caso, necessitando para isto de: conjunto moto-bomba (quando inexistente energia gravitacional suficiente ao funcionamento do sistema); sistema de filtragem composto por um conjunto de aparelhos que permitam a captação de partículas sólidas em suspensão na água; sistema injetor de fertilizantes hidro-solúveis e produtos fitossanitários; e dispositivos de automatização do sistema. A FIGURA 7 mostra um esquema do cabeçal de controle, apresentado por MA

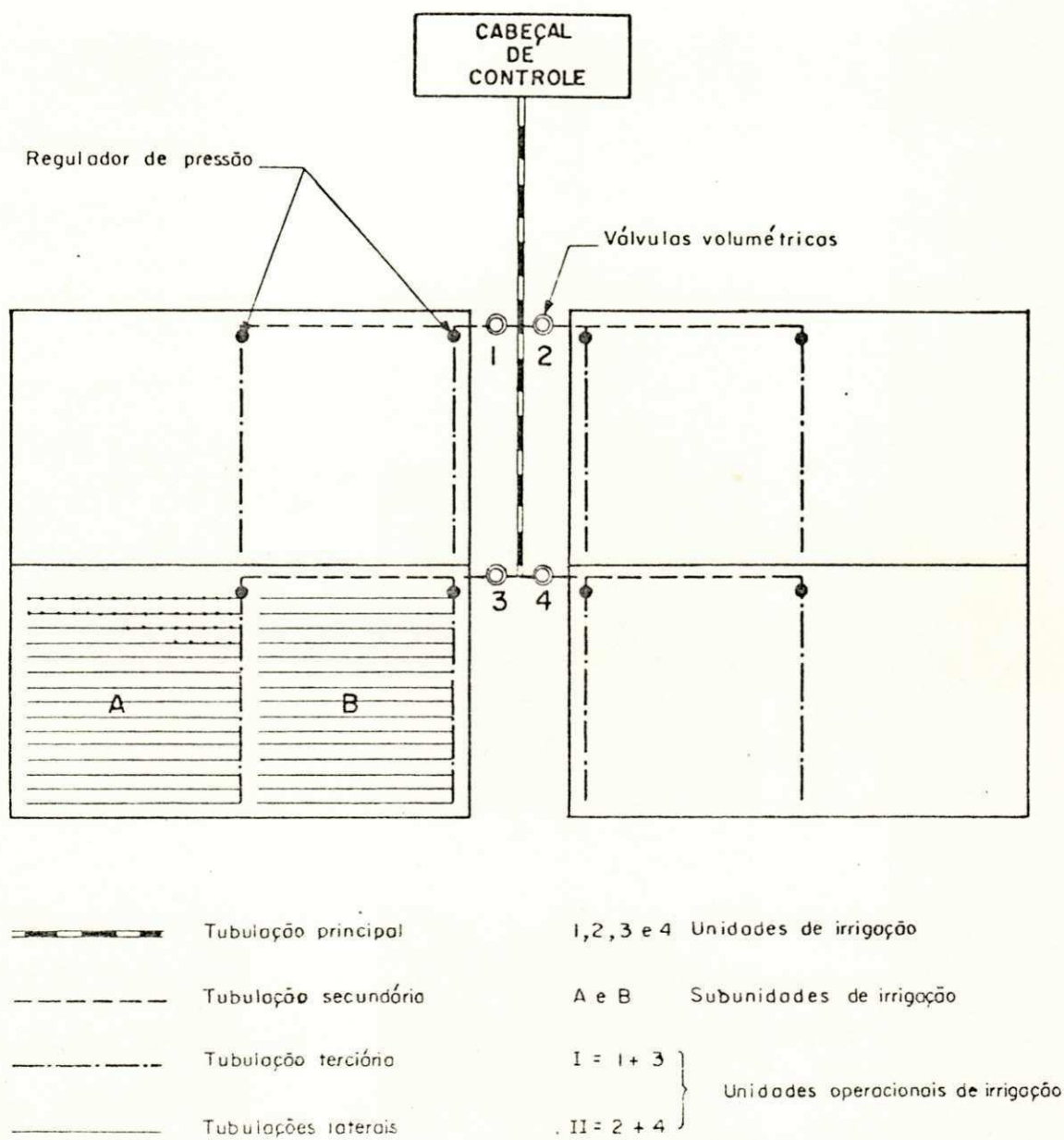


Fig. 6 - Layout do sistema de irrigação localizada. (Apresentado por MACHINI et alii, 1980.)

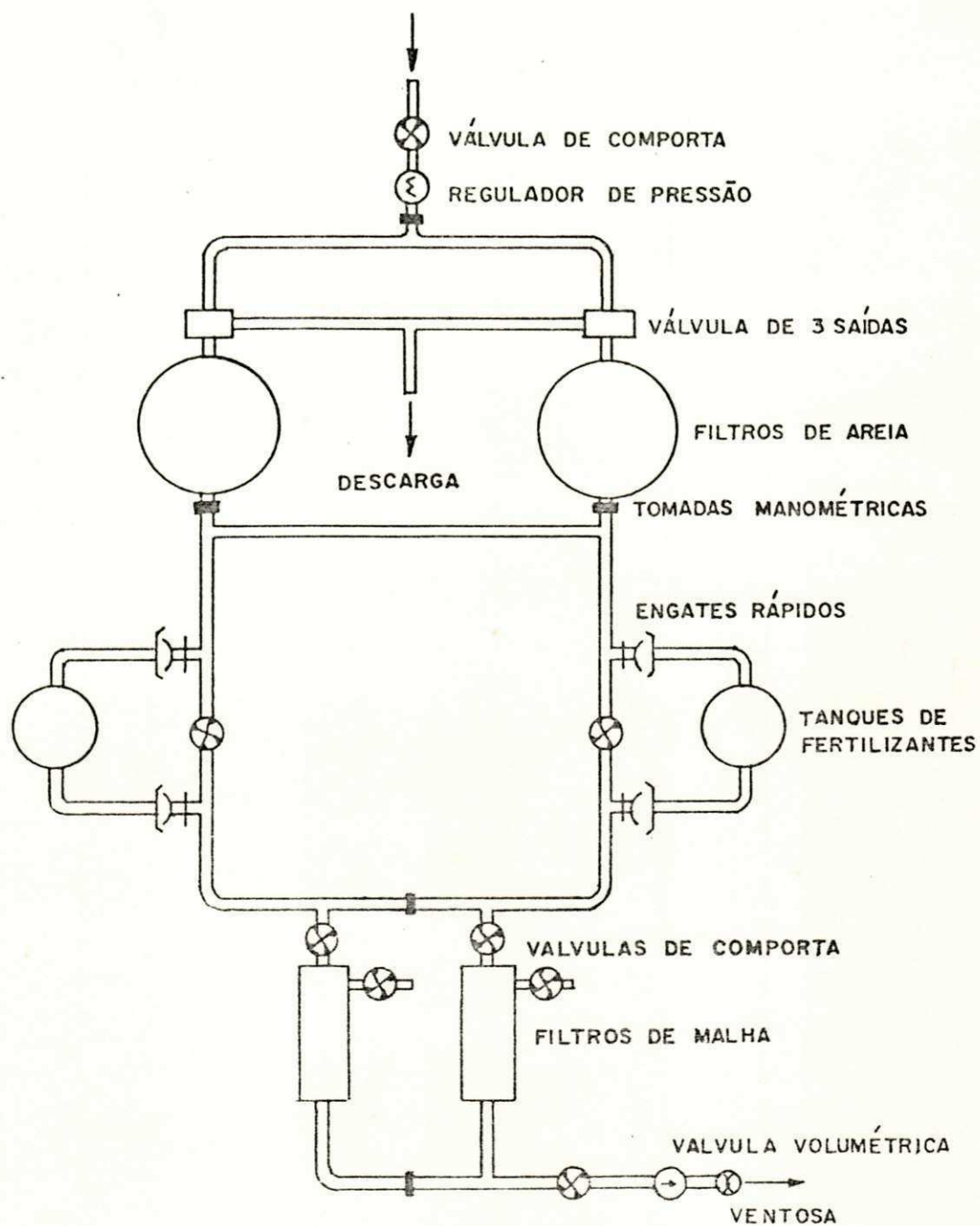


Fig. 7 - Esquema do cabeçal de controle em irrigação localizada.
(Apresentado por MACHINI et alii, 1980).

CHINI et alii (1980).

TUBULAÇÕES DE CONDUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA NOS SISTEMAS LOCALIZADOS.

BERNARDO (1982) considera a condução d'água de vital importância para sua distribuição às plantas, isto porque, em qualquer método de irrigação, ela deve ser conduzida da captação até a parcela irrigada. Esta condução se dá, geralmente, sob um regime de escoamento turbulento.

Sabe-se, pela equação da continuidade, que para escoar determinada vazão a elevadas velocidades, necessita-se de diâmetros pequenos. Entretanto, velocidades elevadas da água, apesar de minimizarem os custos fixos do projeto por se requerer diâmetros menores, implicam em grandes perdas de carga que, em consequência, aumentam os custos de operação do sistema durante sua vida útil, o perigo de corrosão das tubulações e os efeitos de golpe de ariete tornam-se mais prováveis.

Na irrigação localizada, a água é conduzida normalmente, a velocidades máximas admissíveis de 2,5 e/ou 3,0 m/s, dependendo da categoria da tubulação. Os sistemas de irrigação localizada dispõem de um conjunto de tubulações que conduzem a água da moto-bomba até os emissores, através de linhas principais, secundárias, terciárias e laterais.

As linhas principais conduzem a água desde o cabeçal de controle até as unidades de irrigação. As secundárias, quando existem, conduzem a água dentro de uma unidade de ir

rigação para suas distintas sub-unidades. As terciárias conduzem a água dentro da subunidade até as laterais, que por sua vez distribuem para seus emissores.

As tubulações em irrigação localizada, geralmente, são de material plástico (PVC ou Polietileno flexível) e SILVA & DUARTE (1980) dão algumas razões que justificam a preferência por estas matérias, as quais são citadas textualmente a seguir:

- "São quimicamente neutros e não sofrem o efeito da corrosão";

- "Apresentam baixíssimo coeficiente de rugosidade ($C \approx 140$ a 150, Hazen - Williams) propiciando reduzidas perdas de carga";

- "Conservam suas características mecânicas por longo tempo";

- "À medida que envelhecem não desprendem partículas capazes de provocar entupimentos dos gotejadores como acontece, frequentemente, com canalizações de ferro fundido e de aço galvanizado".

Na irrigação localizada, as laterais são de diâmetros pequenos, compreendidos entre 12 e 20mm e funcionam a uma velocidade máxima admissível d'água de 3 m/s. As terciárias são, geralmente, projetadas com vários diâmetros, tendo-se no máximo três reduções, i. e., com quatro diferentes diâmetros, considerando-se que, para facilitar sua limpeza, o menor diâmetro não deve ser menor que a metade do maior (RODRIGO in: MEMORIA DE RIEGO LOCALIZADO, 1980). Elas funcionam com velocidades máximas admissíveis da água de 2,5 m/s.

As tubulações laterais e terciárias podem ser ali

mentadas por pontos extremos ou intermediários. A alimentação intermediária proporciona uma maior uniformidade de vazão ao longo da tubulação e, segundo a metodologia apresentada por RODRIGO in: MEMÓRIA DE RIEGO LOCALIZADO (1980), maiores comprimentos máximos admissíveis de tubulação, devido à tubulação constituir-se de dois trechos, que diminuem a perda de carga total na tubulação como um todo, ou seja, a variação máxima admissível de carga nesta situação de alimentação ocorre em comprimentos de tubulação maiores que quando a alimentação é por pontos extremos.

A alimentação intermediária é feita a partir de uma posição ótima de alimentação, a qual proporciona variações de pressão em ambos os trechos de tubulação aproximadamente iguais (U.S.A/SOIL CONSERVATION SERVICE, 1978). Esta posição depende da declividade do terreno, ou seja, se a declividade é zero o ponto ótimo de alimentação estará no centro da tubulação, e existindo declividade esta posição se deslocará no sentido do aclive, exatamente por se definir nos trechos, à direita e à esquerda dela, condições de aclive e declive, respectivamente, que interferem diferentemente no cálculo da perda de carga total em cada trecho.

2.6 - DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES LATERAIS E TERCIÁRIAS EM IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.

FÓRMULAS PRÁTICAS PARA O CÁLCULO DE PERDA DE CARGA EM CONDUTOS FORÇADOS.

As fórmulas racionais de perda de carga estão sen

do muito usadas, apesar de nem sempre ser possível controlar fatores, tais como a temperatura, que influi na viscosidade e densidade da água e a ação do fluído sobre a parede, que influí na sua rugosidade.

Existem várias fórmulas simplificadas que tiveram seus coeficientes e expoentes determinados empiricamente, quantificando com precisão relativamente satisfatória, as grandezas que intervem na perda de carga.

Segundo BERNARDO (1982), as fórmulas de perda de carga mais empregadas no cálculo de tubulações para irrigação são:

a) Equação de DARCY-WEISBACH (1854), escrita da seguinte maneira:

$$\Delta H_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: ΔH_f - perda de carga por fricção

f - fator de fricção de Darcy-Weisbach

L - comprimento do conduto

D - diâmetro do conduto

V - velocidade da água.

Esta equação é muito usada para o cálculo de tubulações de ferro fundido e pode ainda ser escrita da seguinte maneira:

$$\Delta H_f = 1,621 f \frac{L}{D^2} \frac{Q^2}{2g} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: L , D , Q e g , são dadas, respectivamente, em m ,

m, m³ e m/s².

b) Equação de Hazen-Williams, a qual pode ser es
crita das seguintes maneiras:

$$V = 0,355 (D^{0,63} J^{0,54}) \quad (\text{Eq. 3})$$

$$Q = 0,2785 (D^{2,63} J^{0,54}) \quad (\text{Eq. 4})$$

$$J = 6,80 + \frac{1}{D^{1,17}} \left(\frac{V}{C}\right)^{1,852} \quad (\text{Eq. 5})$$

e,

$$J = 10,67 \frac{1}{D^{4,87}} \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \quad (\text{Eq. 6})$$

J e C representam, respectivamente, a perda de carga unitária em m/m e o coeficiente que quantifica as influências de natureza da parede do tubo. Na equação V é dado em m/s.

Conforme NEVES (1979), citado por BERNARDO (1982), o valor de C em tubos plásticos, varia entre 140 e 150. OLIVEIRA & BERNARDO, recomendam, segundo citação de BERNARDO (1982), um valor de C igual a 144 para os diâmetros de 9,5mm (3/8") e 12,7 mm (1/2").

Os valores de C, apresentados por HAZEN-WILLIAMS, tendo sido determinados para tubulações lisas, deverão ser reduzidos, segundo BERNARDO (1982), quando aplicados no cálculo de tubulações laterais, por estas disporem de emissores que criam pontos localizados de perda de carga, devido a suas inserções na tubulação. Assim sendo, o valor de C na fórmula fica dividido por um coeficiente que depende do

tipo de emissor, do espaçamento entre emissores e do diâmetro da tubulação lateral. C varia de 80 a 140.

A equação de HAZEN-WILLIAMS pode ainda ser escrita da seguinte maneira:

$$J = 1,21 \times 10^{10} \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} D^{-4,87} \quad (\text{Eq. 7})$$

Sendo J , Q e D dados, respectivamente, em m/m, l/s e mm.

c) Equação de MANNING (1897) a qual, apesar de ser mais utilizada no cálculo de canais, pode também ser tomada para o cálculo de condutos forçados, tendo que considerar-se para isto valores adequados de n , os quais são citados por NEVES (1979) e BERNARDO (1982). Esta equação pode ser escrita das seguintes maneiras:

$$V = \frac{0,397}{n} D^{2/3} J^{1/2} \quad (\text{Eq. 8})$$

$$Q = \frac{0,312}{n} D^{8/3} J^{1/2} \quad (\text{Eq. 9})$$

$$J = 6,35 \frac{V^2}{D^{4/3}} \quad (\text{Eq. 10})$$

$$e, \quad J = 10,295 n^2 \frac{Q^2}{D^{16/3}} \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde V , D , J e Q são dados respectivamente em m/s, m, m/m e m³/s e, n é um coeficiente que está associado à natureza da parede do tubo.

PRINCÍPIOS E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

As tubulações principais e secundárias têm sua importância em conduzir as vazões e pressões requeridas no funcionamento das laterais. Assim sendo, o dimensionamento destas tubulações é feito com base numa análise geral de todas as perdas de carga, tendo em vista os valores máximos de pressão e vazão requeridas no projeto.

BERNARDO (1982), tendo em mente que no cálculo de qualquer tubulação em irrigação tem-se como base principal a perda de carga devido a fricção ao longo da tubulação, observa que existem considerações específicas a serem tomadas no dimensionamento com relação ao suprimento de pressão, tais como:

- Quando se tem um suprimento de pressão exclusivamente a partir de motobomba, o dimensionamento deve ser feito com base numa análise econômica da vida útil do sistema, no sentido de se ter uma soma entre os custos anuais fixos e de operação do sistema, que propicie um custo anual mínimo de aplicação d'água;

- Quando se tem alguma possibilidade de suprimento de pressão por uma posição gravitacional da fonte d'água em relação à área a ser irrigada, deve-se procurar minimizar a perda de carga por fricção, ao longo da tubulação para evitar o uso de motobomba ou diminuí-lo o máximo possível. Quando se dispõe de energia gravitacional suficiente para provocar um excesso de pressão, deve-se selecionar diâmetros que dissipem este excesso, de maneira a se garantir uma boa uniformidade de aplicação d'água, protegendo inclusive as tubulações e equipamentos do sistema.

Deve-se também considerar que o dimensionamento das tubulações terciárias e secundárias deve ser feito para a posição mais crítica da lateral na terciária e desta na secundária, a qual provoca maior perda de carga nestas tubulações.

DIMENSIONAMENTO A PARTIR DE DIÂMETROS ECONÔMICOS.

Verifica-se, desde a década de 70, aumentos consideráveis no custo de quase todas as formas de energia. SCHLEIDER (1975), citado por KELLER (1976) predicou que todas as formas de energia para irrigação terão seu suprimento limitado e serão consideravelmente mais caras (5 a 10 vezes dos preços atuais) antes do fim deste século.

KELLER (1976) ponderou que o aumento no custo de energia, nos Estados Unidos, é da ordem aproximada de 9% ao ano, para todas as formas de energia, exceto para o gás natural. O citado autor acha que os custos ao longo da vida útil dos sistemas de irrigação devem ser otimizados, tendo-se para isto que estabelecer uma soma mínima dos custos fixos, mais os de operação do sistema.

Fazendo-se uma análise comparativa entre tais custos, verifica-se que se se pensa em utilizar pequenos diâmetros, com o objetivo de ter-se um custo fixo baixo, os custos de operação no fornecimento de energia, para superar maiores fricções dentro da tubulação serão, por outro lado, mais elevados. Quando se considera diâmetros grandes, os custos fixos serão maiores e menores os de operação do sistema (KELLER, 1976). Estas considerações são ilustradas na FIGU-

RA 8 .

BERNARDO (1982) cita três principais métodos de di mensionamento, nos quais a seleção econômica do diâmetro , em cada trecho de tubulação, é baseada numa soma mínima en tre os custos anuais fixos e de operação do sistema. Eles são:

i) Método das tentativas

Neste método tem-se uma solução de dimensionamento por tentativas, fazendo-se todas as possíveis combinações de diâmetros nos trechos da tubulação, para escolher a de me nos custo anual total (investimento mais operação).

ii) Método das tentativas simplificado

Este método simplifica o anterior, determinando o cus to total anual por 100m de tubulação, considerando apenas as combinações que ocorrerão entre a vazão de cada trecho e os possíveis diâmetros nele utilizados.

iii) Método de KELLER (1976)

É um método que dispensa as tentativas de combinações de diâmetros, apresentando um processo direto de dimen sionamento. É feita uma análise de custo, para a vida útil do sistema, no valor presente ou em base anual, onde são considerados a taxa de juros (i) esperada nos n anos de vi da útil do sistema e uma estimativa da taxa anual do aumento nos custos de energia.

DIMENSIONAMENTO COM REDUÇÃO DE DIÂMETROS.

A redução do diâmetro nas tubulações é feita sempre

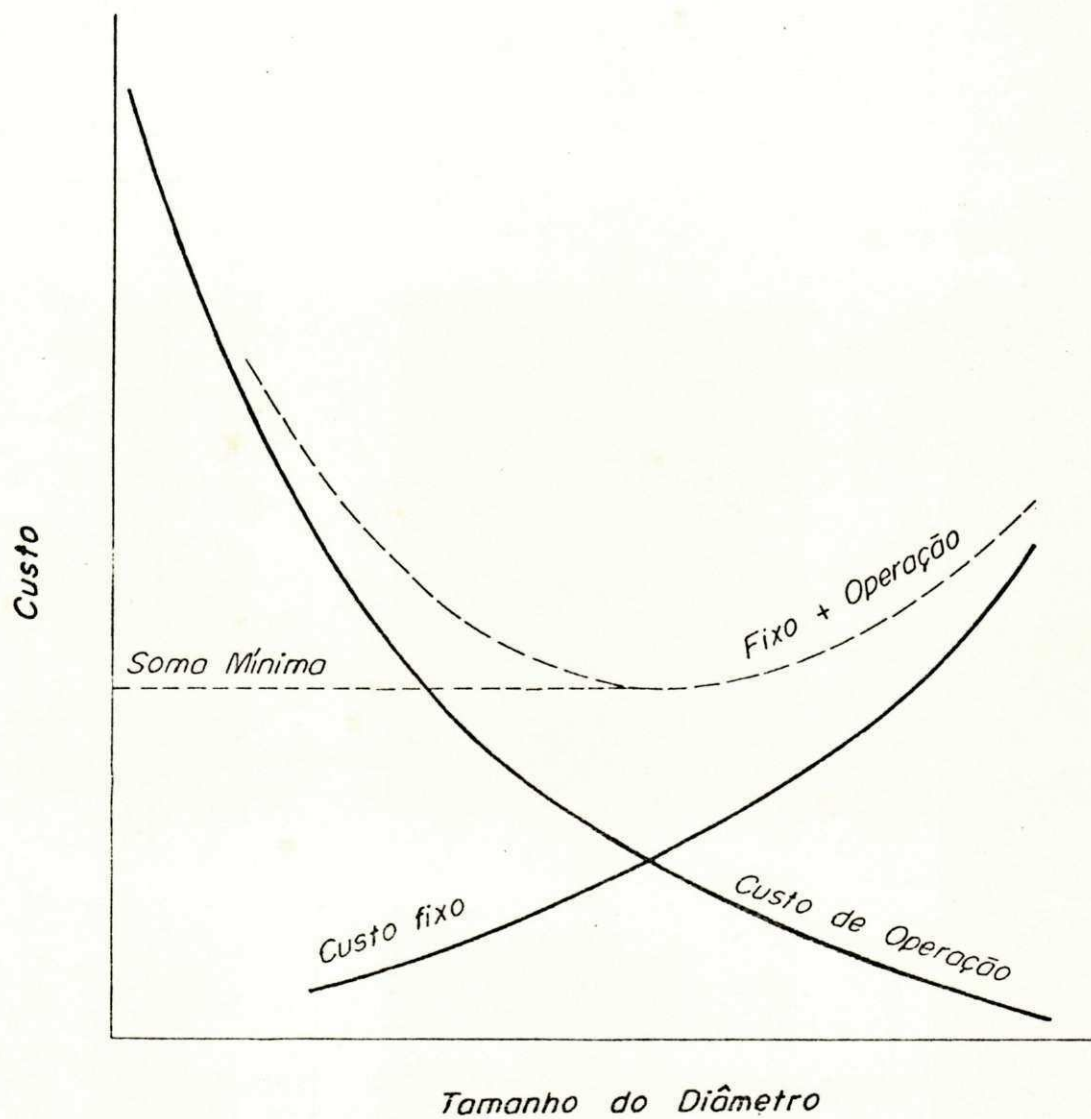


Fig.8 - Ilustração da influência do tamanho do cano nos custos fixos e de energia, mostrando o custo mínimo do valor da concepção na engenharia.
(Keller, J. Energy Economics in pipe and System Selection, Sprinkler Irrigation Association Technical Conference, 1976)

que não se consegue um diâmetro único que permita uma variação de carga dentro dos limites admissíveis. Assim sendo ela proporciona uma melhor uniformidade de vazão ao longo da tubulação, por diminuir o excesso de pressão que está ocorrendo (U.S.A./SOIL CONSERVATION SERVICE, 1978).

A redução de diâmetros, apesar de ter como objetivo primordial o aspecto hidráulico, influi também no econômico, diminuindo os custos de tubulação. Se o dimensionamento da tubulação com redução não for efetuado a partir de uma seleção econômica dos diâmetros, não será atingida a desejada soma mínima entre os custos fixos e de operação.

O U.S.A./SOIL CONSERVATION SERVICE (1978) apresenta uma metodologia gráfica para dimensionamento de tubulações com redução de diâmetro, a qual é exemplificada por AZEVEDO et alii (1983) em diferentes situações de declividade e de alimentação das tubulações. Os referidos exemplos são mostrados nas FIGURAS 9 a 12.

DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES LATERAIS E TERCIÁRIAS.

O dimensionamento destas tubulações, isto é, a determinação de seus diâmetros e comprimentos é função principal da variação de vazão existente entre seus pontos extremos de descarga e, de certa maneira, da disposição do sistema no campo.

Segundo BERNARDO (1982), os limites máximos de variação da vazão na lateral considerados pelos pesquisadores são, geralmente, da ordem de 5, 10 ou 20% da variação de serviço dos emissores, sendo o segundo o mais adotado, recomendado

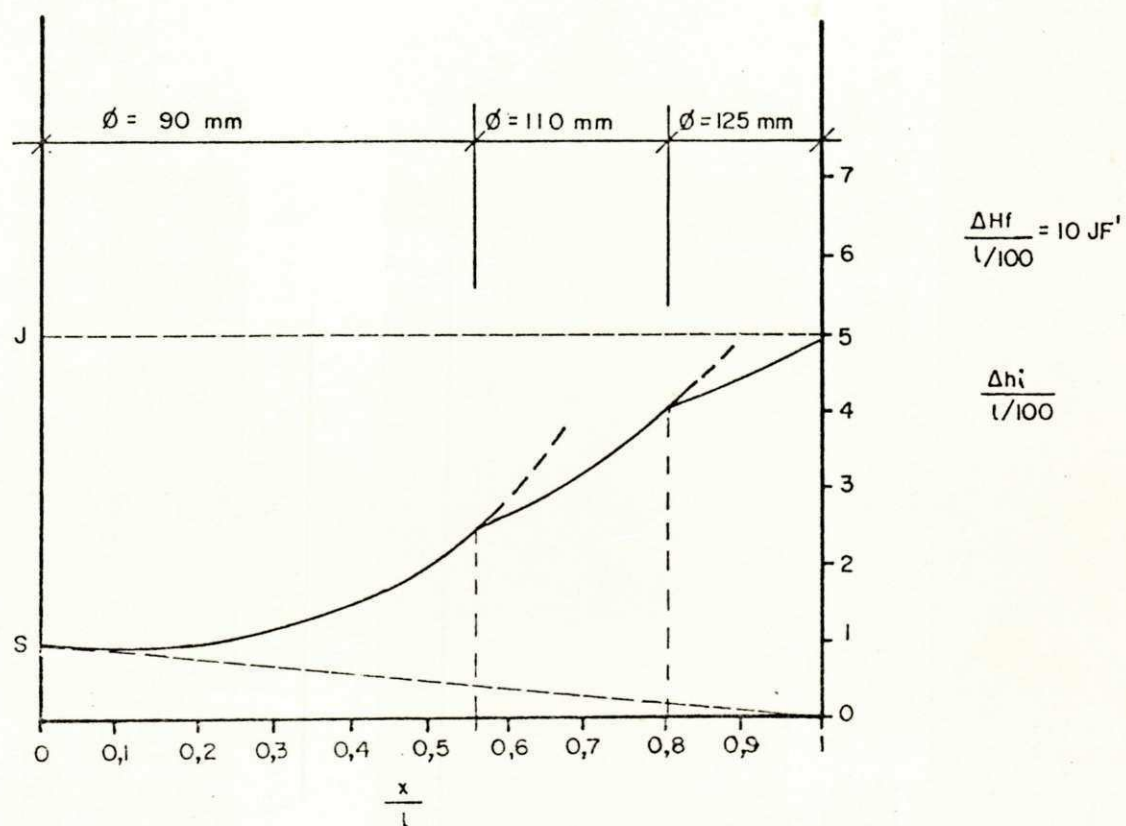


Fig. 9 - Método Gráfico Geral para Tubulação Terciária Alimentada por um Ponto Extremo e com Declividade Positiva, (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983).

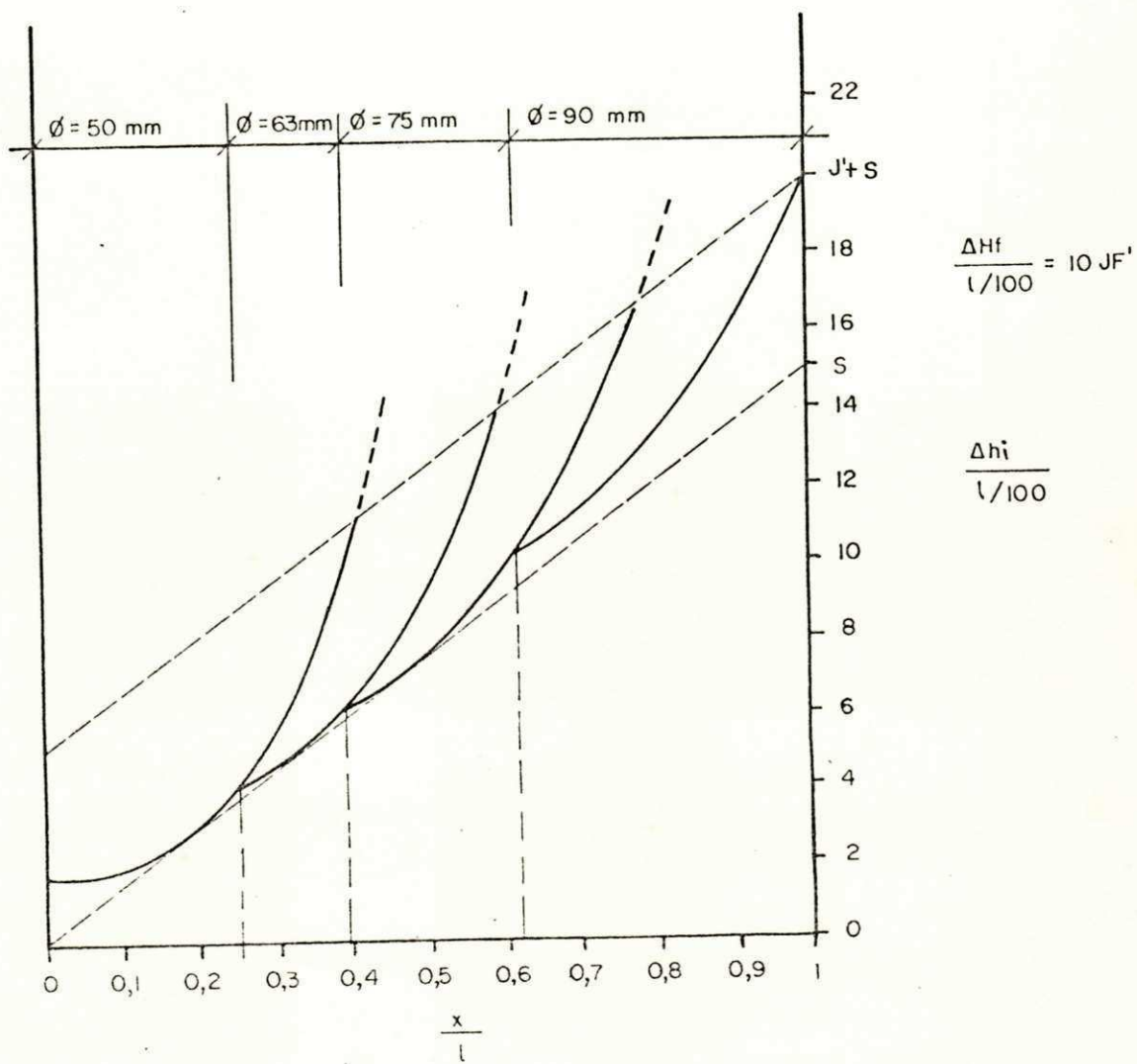


Fig. 10 - Método Gráfico Geral para Tubulação Terciária Alimentada por um Ponto Extremo e com $|S| \geq 3J$, (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983).

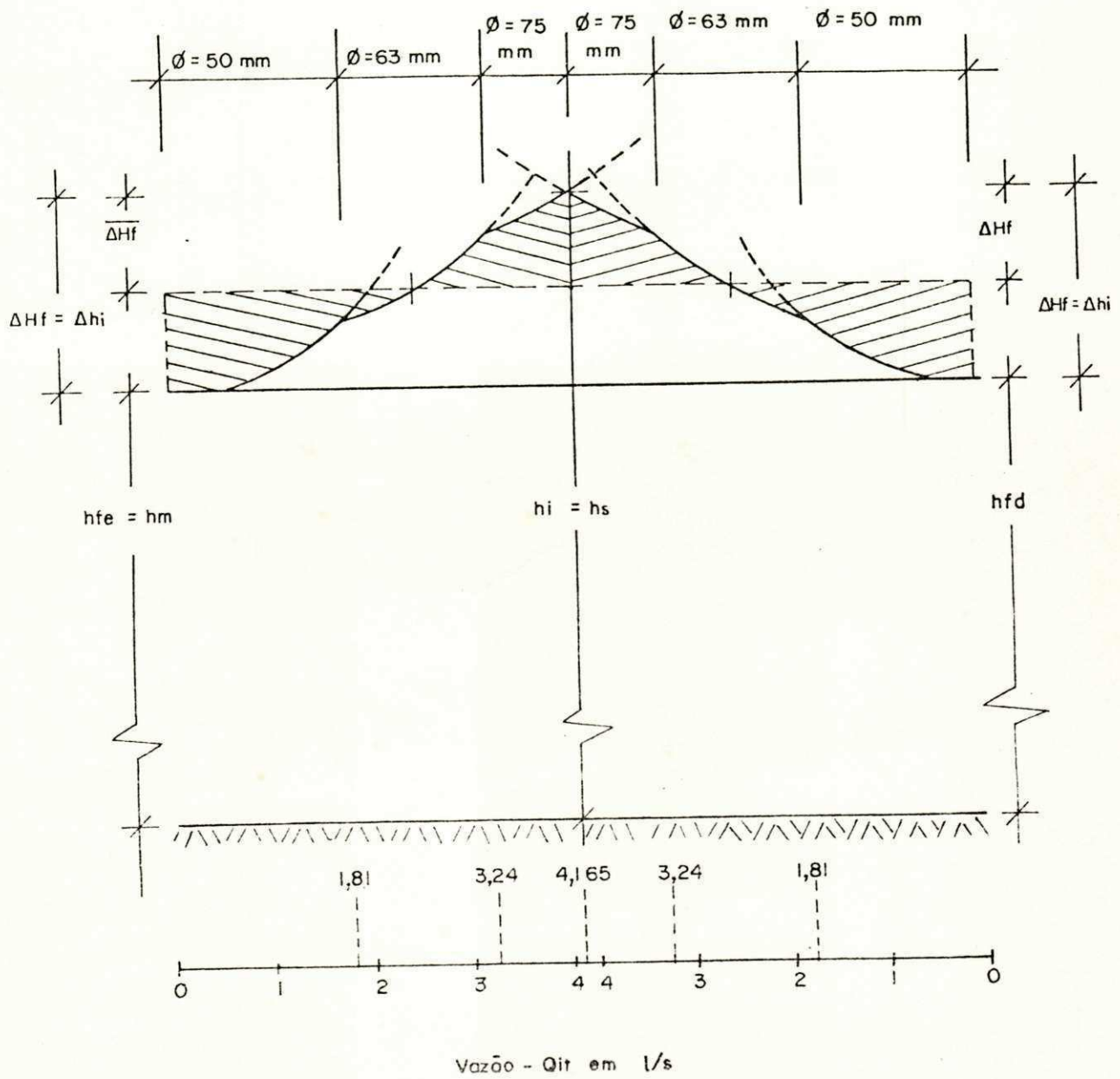


Fig. 11 - Método Gráfico para Tubulação Terciária Alimentada por um Ponto Intermediário com $S=0$ e $Q_{it}=8,33 \text{ l/s}$ (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983).

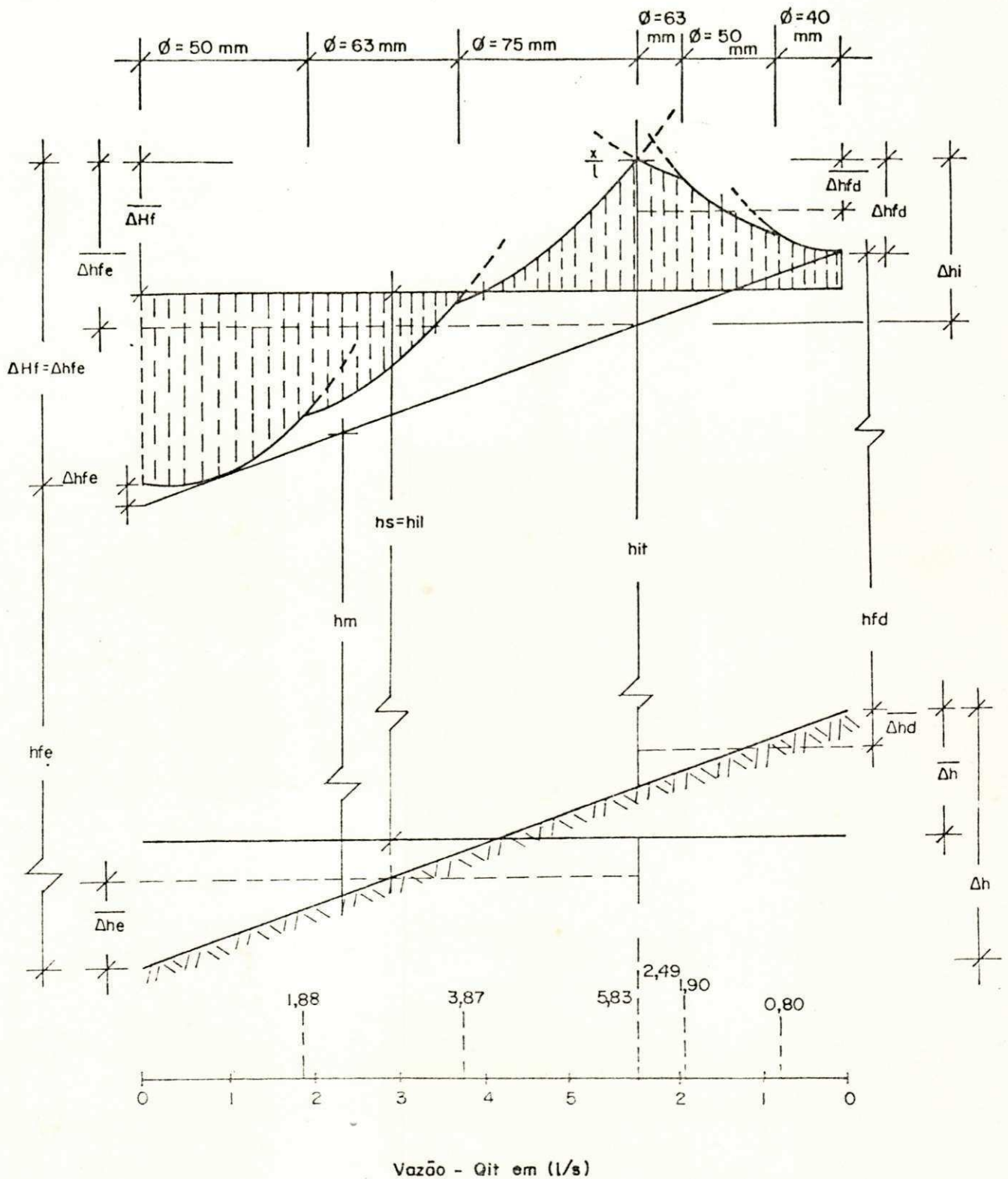


Fig. 12 - Método Gráfico para Tubulação Terciária Alimentada por um Ponto Intermediário com $S \neq 0$ e $Q_{it} = 8,33$ l/s , (Apresentada por AZEVEDO et alii, 1983).

inclusive por WU & GITLIN (1979).

De acordo com KELLER & KARMELI (1975), a relação entre as variações de pressão e vazão do emissor depende do regime de escoamento e do tipo de emissor, sendo esta relação descrita por uma função exponencial onde o expoente de descarga, χ , da referida função caracteriza o regime de fluxo. Em fluxo turbulento este expoente é 0,5 e, no laminar é 1,0. Os emissores não compensantes funcionam sempre em fluxo turbulento, ou seja, $\chi=0,5$ e, nos compensantes não ocorrem variações de vazão em relação às variações de pressão, tendo-se assim um expoente igual a zero. Portanto, para uma determinada variação de vazão ao longo da terciária, as variações de pressão poderão ser diferentes dependendo das características hidráulicas do emissor. Os citados autores recomendam uma variação máxima de vazão na lateral em torno de 10% da vazão de serviço dos emissores.

Tendo em vista conseguir-se uma alta uniformidade de aplicação da água, a baixo custo, KELLER & KARMELI (1975) citados por OLITTA (1977) e SILVA & DUARTE (1980), adotam uma variação máxima admissível de carga na subunidade de irrigação, de 20% da pressão de serviço do emissor. 55% deste valor deverá ocorrer na tubulação lateral, isto é, 11% da pressão de serviço e, o restante na terciária (9% de hs).

A FIGURA 13, apresentada pelo SERVIÇO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DOS EJA (1978), mostra a distribuição espacial de pressão na subunidade de irrigação.

segundo WU & GITLIN (1974), citados por WATTERS & KELLER (1978), a perda de carga ao longo de qualquer tubula

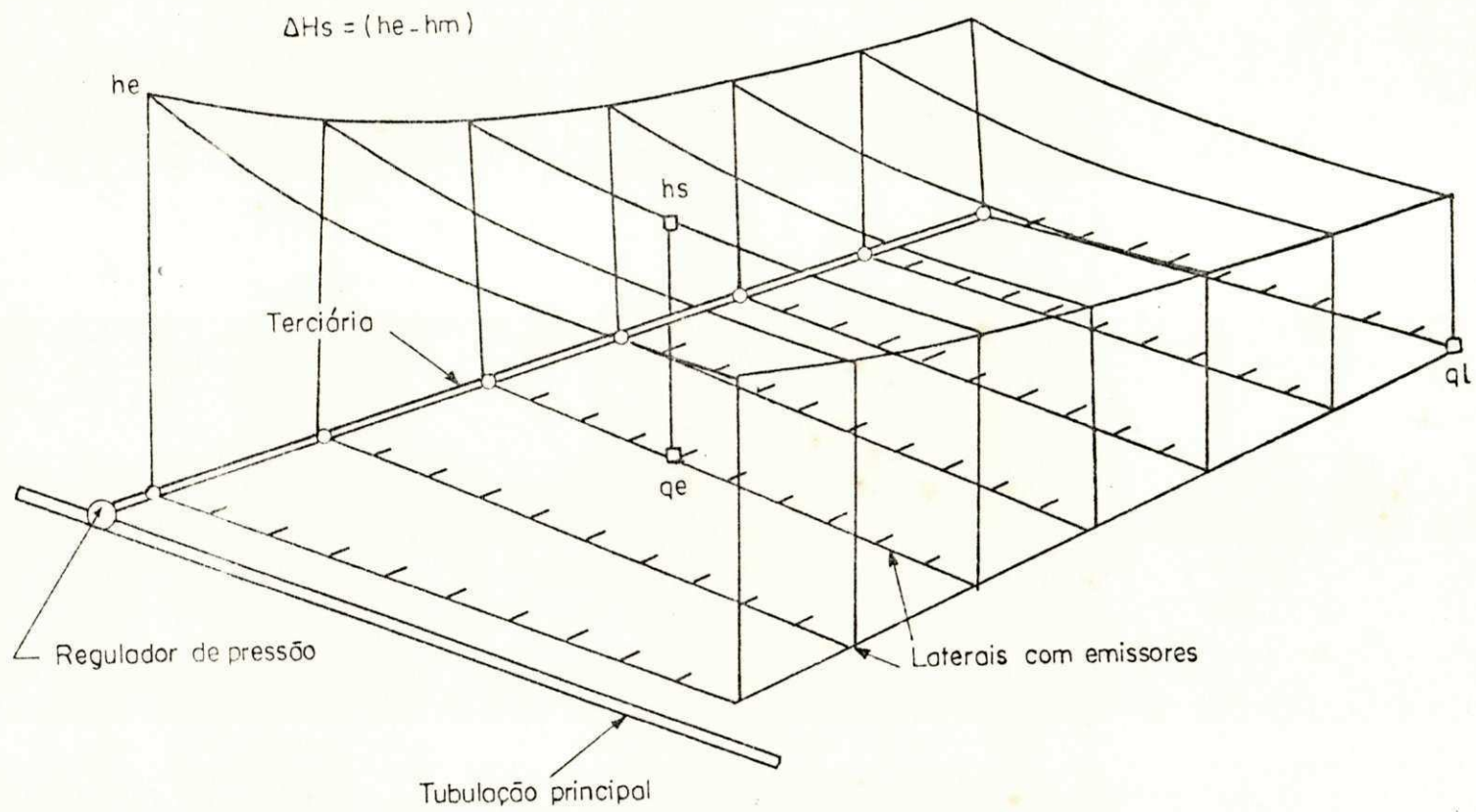


Fig. 13 - Distribuição de pressão na subunidade de irrigação. (Apresentado por U.S.A/Soil Conservation Service, 1978).

ção de múltiplas saídas com diâmetro, espaçamento entre saídas e vazão por saídas, constantes, pode ser representada por uma curva adimensional que relaciona a perda de carga com a posição do fluxo na tubulação. Uma curva como esta, desenvolvida por WATTERS & KELLER (1978), é mostrada na FIGURA 14, onde a escala horizontal representa qualquer posição, x , ao longo da tubulação dividida pelo comprimento total, L . A escala vertical representa a perda de carga, ΔH_f , desde uma posição x até o final da tubulação.

A referida curva pode ser adaptada a uma dimensionamento específico de laterais e terciárias, ou seja, para quaisquer valores de diâmetro, velocidade de fluxo, número de saídas e comprimento. Para isto, deve-se determinar, em cada caso específico de dimensionamento, fatores de conversão de escala. A determinação matemática desta curva é dada, segundo WATTERS & KELLER (1978), pela seguinte equação:

$$\frac{\Delta H_f x}{L/100} = JF \left(\frac{x}{L} \right)^{2,75} \quad \text{Eq. 12}$$

Onde:

x - distância entre uma seção qualquer da tubulação e seu final (m)

$\Delta H_f x$ - perda de carga por fricção, ocorrida na distância x (m)

$\frac{x}{L}$ - percentagem do comprimento de tubulação.

O ponto de perda de carga média na curva está a 38% do comprimento da tubulação no sentido do fluxo, correspon-

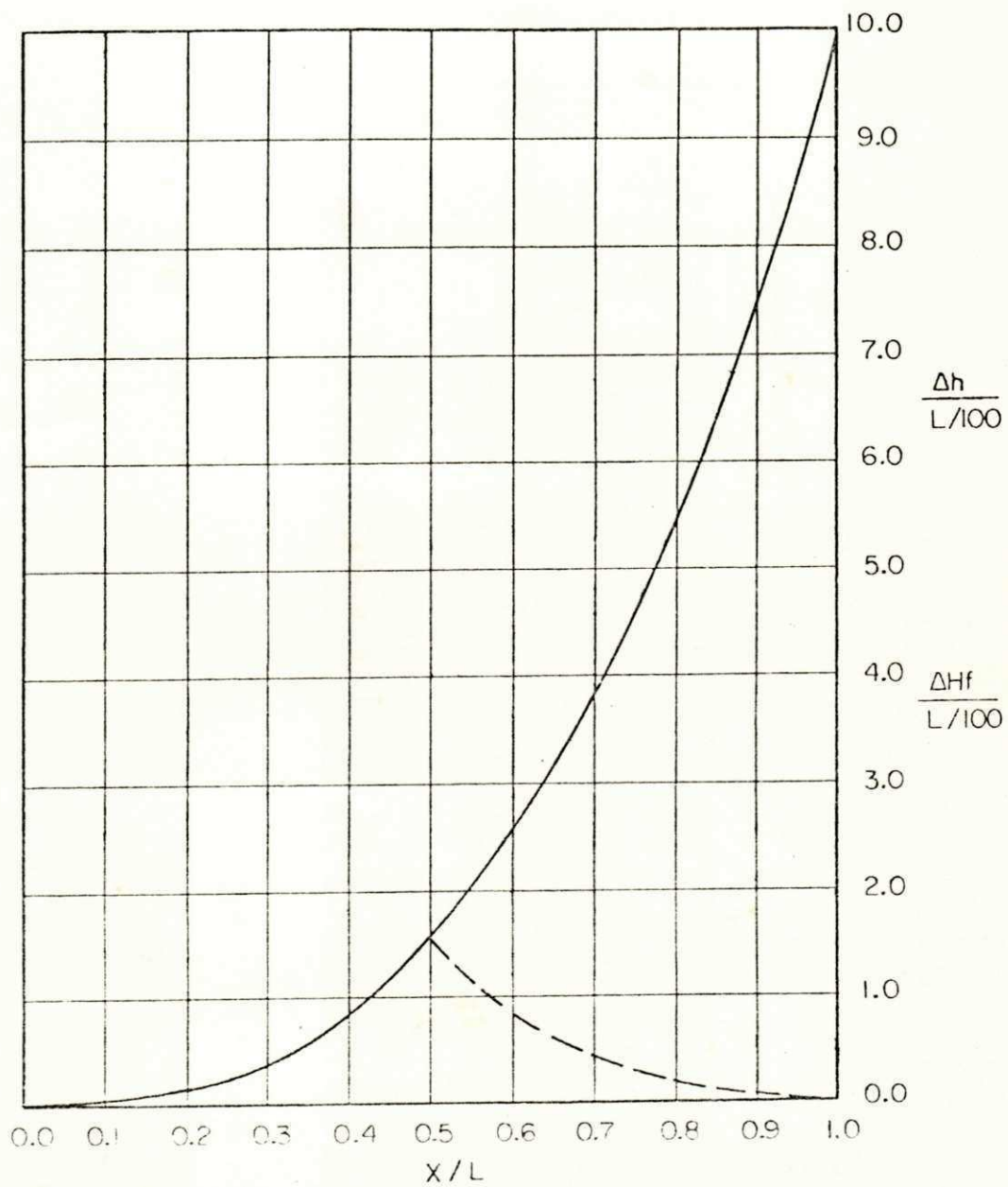


Fig.14 - Curva de fricção adimensional para uma tubulação de múltiplas saídas com diâmetro, espaçamento entre saídas e vazão por saídas, constantes [Apresentado por U.S.A/Soil Conservation Service, 1978].

dendo a $\frac{x}{l} = 0,62$ na FIGURA 14. A partir do início da tubulação até este ponto, ocorre uma perda de carga de 73% da perda total devido ao efeito do número de saídas que vai reduzindo a perda ao longo da tubulação. Para efeito de cálculo, considere-se que 75% da perda ocorre aos 40% do comprimento inicial da tubulação. Assim sendo, o único emissor que funciona a uma pressão e vazão média, na lateral, localiza-se neste ponto de carga média. A pressão média na tubulação deve ser exatamente a pressão de serviço do emissor.

Esta curva de fricção adimensional é utilizada para se obter soluções gráficas dos problemas inerentes ao dimensionamento das laterais ou terciárias, tais como localização da posição ótima de alimentação, determinação do perfil de distribuição de carga na tubulação e seleção ótima do diâmetro. RODRIGO (1983) e AZEVEDO et alii (1983) apresentam alguns exemplos destas determinações gráficas para diferentes situações de declividade e posição de alimentação das laterais. As FIGURAS 15 a 18 mostram exemplos apresentados pelo último autor citado.

KELLER & KARMELI (1975) desenvolveram uma curva de fricção mais específica, na qual o ponto de pressão média localiza-se a 40% do início da tubulação e onde, até este ponto, a perda de carga corresponde a 77% da perda total.

O dimensionamento das terciárias é idêntico ao das laterais, sendo que o fator F é função do número de laterais conectadas à terciária e o limite máximo de perda de carga é, geralmente, em torno de 10% da pressão de serviço.

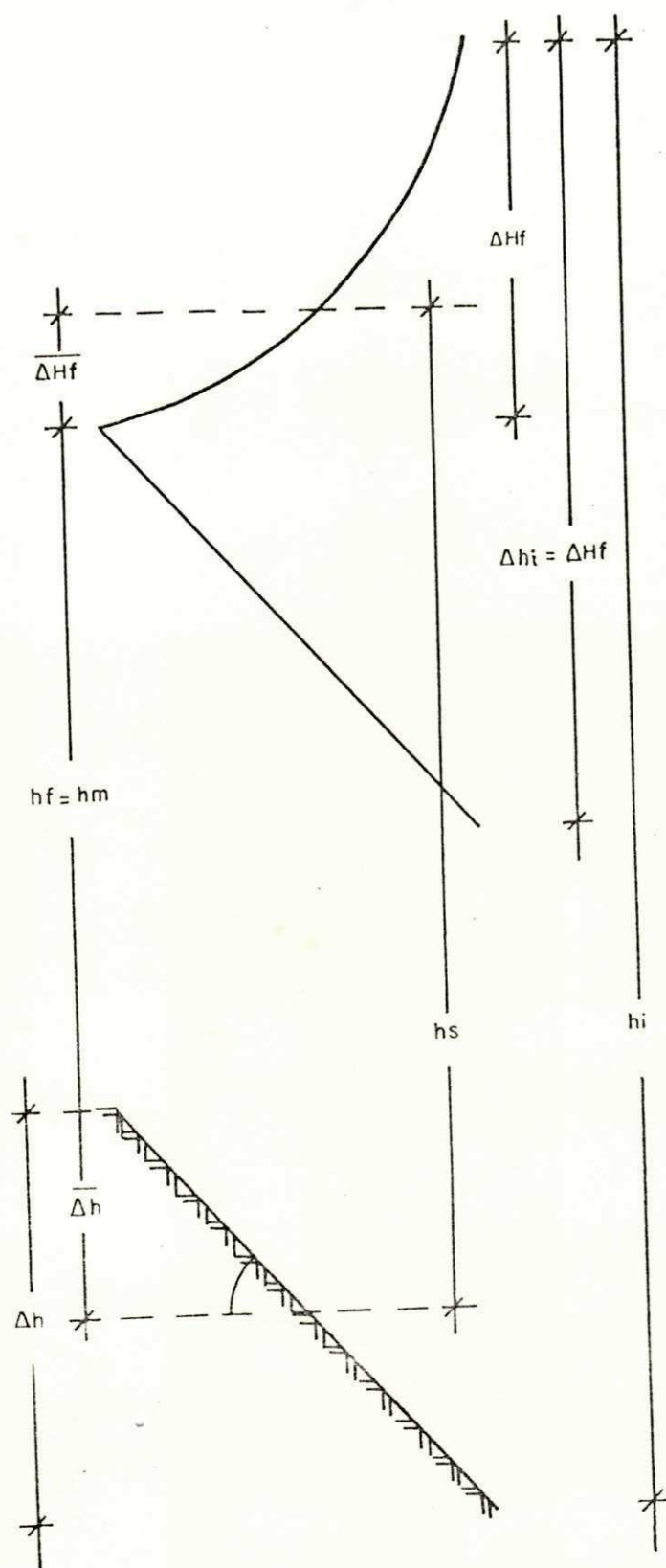


Fig. 16 - Método gráfico de dimensionamento da lateral com declividade positiva ($S > 0$) e alimentado por ponto extremo (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983).

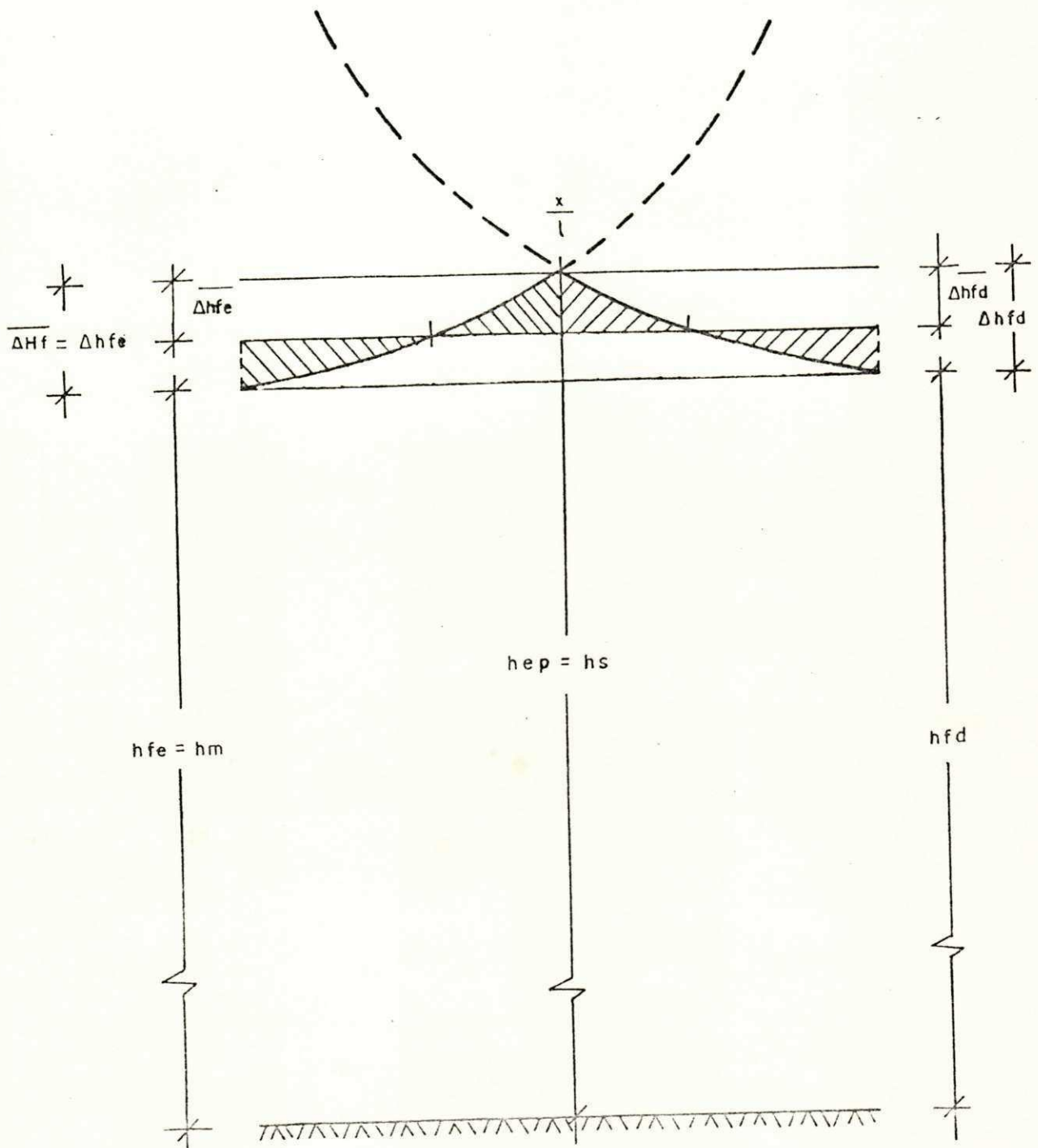


Fig. 17 - Método gráfico de dimensionamento da lateral em nível e alimentada por um ponto intermediário. (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983).

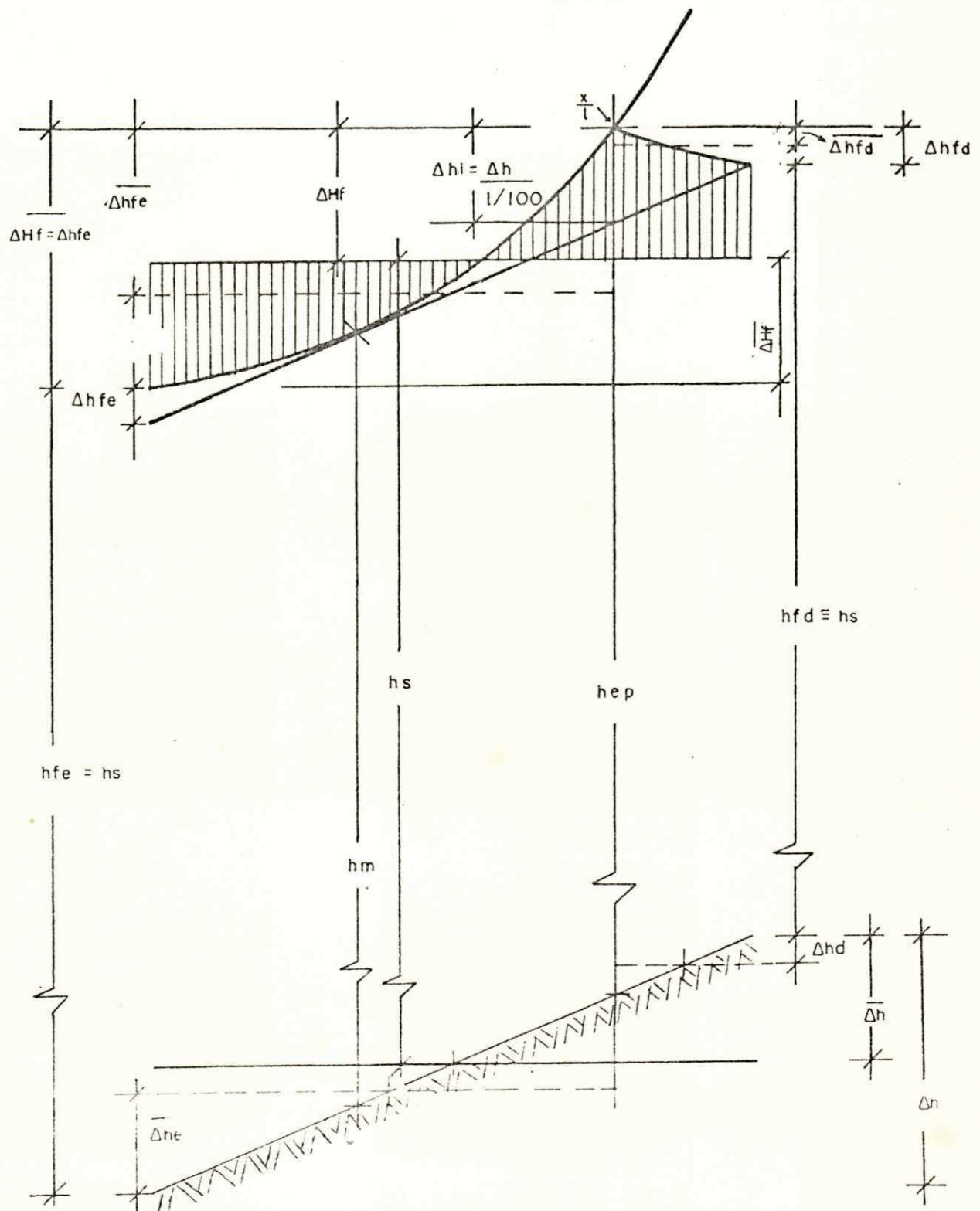


Fig.18- Método gráfico de dimensionamento do lateral a uma declividade de 1‰, alimentada por um ponto intermediário. (Apresentado por AZEVEDO et alii, 1983).

A maioria dos estudos sobre o dimensionamento de tubulações laterais e terciárias em irrigação localizada têm sido desenvolvidos para situações de declividade uniforme, apesar das condições de campo serem, geralmente, de declividades desuniformes.

Os conceitos básicos de hidráulica desenvolvidos para declividades uniformes podem, segundo WU & GITLIN (1974), citados pelos mesmos (1979), ser modificados para situações de declividades desuniformes. Os autores citam que a variação de pressão ao longo de linhas laterais e terciárias, pode ser determinada por uma combinação linear da perda de energia por fricção e o ganho ou perda de energia devido à declividade. Para isto, desenvolveram, entre outros processos analíticos e gráficos, expressões matemáticas que determinam essa variação de pressão, mediante simulação computacional.

CAPÍTULO III

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - AMBIENTE DE PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Engenharia de Irrigação (LEI) do Departamento de Engenharia Agrícola e no Núcleo de Processamento de Dados (NPD), ambos da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Campina Grande e, na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

O dimensionamento hidráulico das tubulações laterais e terciárias, mediante processo de cálculo iterativo, foi processado em FORTRAN estruturado (Watfiv), utilizando o computador IBM-370/145.

3.2 - CARACTERÍSTICAS DOS EMISSORES

Os emissores considerados, foram tipo orifício com diâmetros de 1,4, 1,5, 1,8 e 2,0 mm, providos de luvas dispersoras de energia e, perfurados manualmente com agulhas de uso veterinário.

A partir das curvas características de carga versus vazão destes tipos de emissores, apresentadas por SAMPAIO et alii (1983), correspondentes às faces lateral, convexa e concava da tubulação, determinou-se os valores médios de vazão para os emissores, os quais foram utilizados no cálculo de dimensionamento das tubulações.

3.3 - PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR

As pressões de serviço consideradas foram de 3, 4,

5 e 6 mca, tendo em vista que elas propiciam vazões exigidas na irrigação por XIQUEXIQUE, para os diferentes diâmetros de emissor existentes. A eleição destas pressões atribuiu-se também, ao fato de se querer observar quais as pressões que mais viabilizam técnica e economicamente o dimensionamento das tubulações, principalmente as terciárias, no sistema XIQUE XIQUE.

3.4 - CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES LATERAIS

Considerou-se tubulações em polietileno de baixa densidade (PEBD) com diâmetros nominais de 3/8", 1/2" e 3/4" e, espaçamentos entre emissores (Se) de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 10 m, estando o primeiro emissor a uma distância a partir do início da lateral, igual à metade da distância entre si dos demais emissores e, existindo em cada ponto localizado de descarga apenas um emissor.

As laterais foram consideradas em nível e alimentadas por pontos intermediários, estando o ponto ótimo de ali mentação a 50% do comprimento da tubulação.

A FIGURA 19 ilustra as combinações entre os parâmetros utilizados no dimensionamento de laterais em nível e alimentadas por um ponto intermediário.

3.5 - METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DAS LATERAIS

Adotou-se a metodologia apresentada por RODRIGO (1980) In: MEMÓRIA DE RIEGO LOCALIZADO, a qual admite um máximo de 20% de perdas na sub-unidade de irrigação e 55% destas perdas na lateral. O dimensionamento é testado mediante compa-

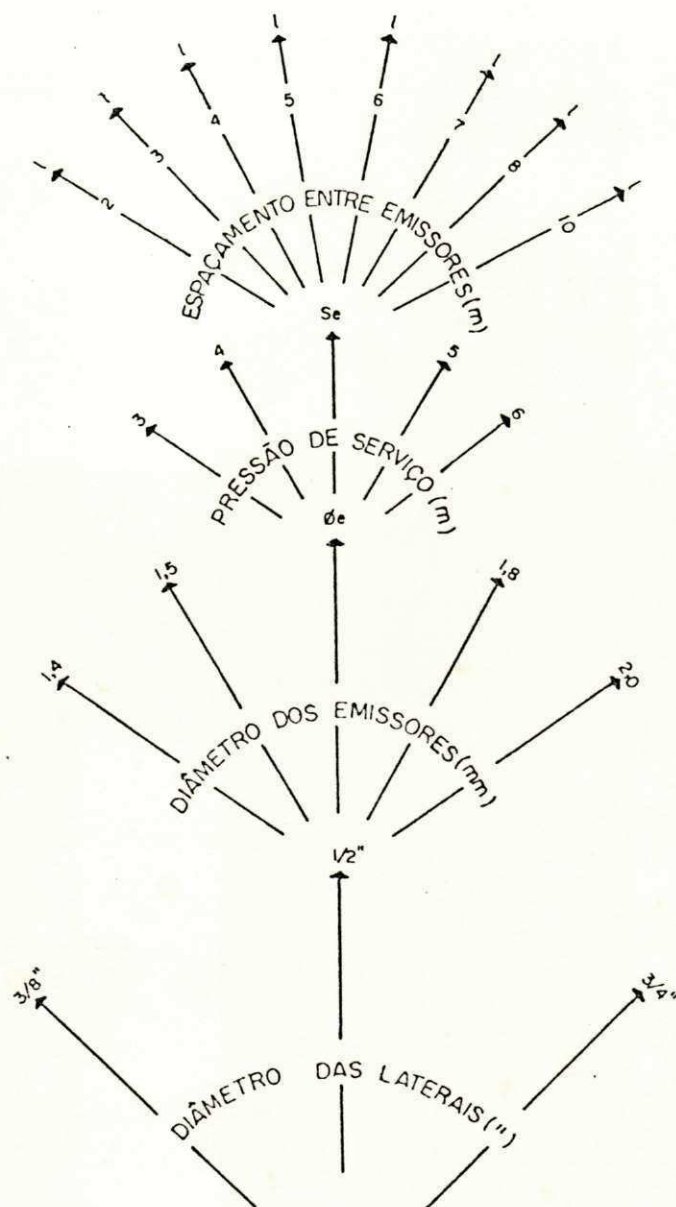


Fig.19 - Ilustração das combinações entre os parâmetros utilizados no dimensionamento de laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários.

ração da variação de pressão máxima admissível com as variações de carga que ocorrem no início ou no final da tubulação, dependendo de onde esteja ocorrendo a maior variação. Estas variações são determinadas em função do valor mínimo de pressão que está se verificando na tubulação.

Descreve-se a seguir as etapas da metodologia utilizada.

I - Determinação do gradiente de perda de carga na tubulação, J , em m/100 m.

Considerando a água escoando a uma temperatura média de 20°C num conduto hidraulicamente liso e em regime turbulento, o gradiente de perda de carga é determinado pela fórmula de FLAMANT, citada por NEVES (1979) e, dada por:

$$J = 7,89 \times 10^7 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (\text{Eq. 13})$$

Onde:

D = Diâmetro interno da tubulação (mm)

Q = Vazão da tubulação (ℓ/s)

II - Determinação da perda de carga por fricção na tubulação, ΔH_f , em mca.

De acordo com CHRISTIANSEN (1942) citada por WATTERS & KELLER (1978) esta perda é dada por:

$$\Delta H_f = \frac{JF\ell}{100} \quad (\text{Eq. 14})$$

Onde:

F = Fator de CHRISTIANSEN

ℓ = Comprimento da tubulação (m)

A TABELA 2 apresenta valores do fator de CHRISTIANSEN,
III - Determinação do desnível total da tubulação, Δh ,

em metros.

$$\text{Tem-se: } \Delta h = S\ell \quad (\text{Eq. 15})$$

Onde:

S = Declividade do terreno em valor decimal, com sinal positivo (+) e negativo (-), quando os sentidos aclive e declive correspondem, respectivamente, aos sentidos do fluxo.

IV - Determinação da posição ótima de alimentação da tubulação, $\frac{x}{\ell}$ em percentagem.

Esse valor, é obtido em função da relação $\frac{\Delta h}{\Delta Hf}$ pela seguinte equação:

$$\frac{\Delta h}{\Delta Hf} \left[1 - \left(F \frac{\Delta h}{\Delta Hf} \right)^{1,75} \right] + \left(F \frac{\Delta h}{\Delta Hf} \right)^{1,75} = \left(\frac{x}{\ell} \right)^{2,75} - \left(\frac{1-x}{\ell} \right)^{2,75} \quad (\text{Eq. 16})$$

Onde:

$\frac{x}{\ell}$ = Pode ainda ser obtido usando a TABELA 3 ou a FIGURA 20.

V - Determinação das perdas de cargas lineares, ocorridas nos trechos à esquerda, ΔHfe , e à direita, ΔHfd , do ponto ótimo de alimentação, em mca.

Tem-se:

$$\Delta Hfe = \frac{JF}{100} \ell e \quad (\text{Eq. 17})$$

$$\Delta Hfd = \frac{JF}{100} \ell d \quad (\text{Eq. 18})$$

TABELA 2 - Valores do "Fator de Christiansen (F)." (Apresentado por RODRIGO in: Memória de Riego Localizado, 1980).

NÚMERO DE ORIFÍCIOS	F(*)	F(**)	NÚMERO DE ORIFÍCIOS	F(*)	F(**)
1	1	1	27	0,382	0,371
2	0,649	0,532	28	0,382	0,370
3	0,546	0,455	29	0,381	0,370
4	0,498	0,426	30 - 31	0,380	0,370
5	0,469	0,410	32	0,379	0,370
6	0,451	0,401	33	0,379	0,369
7	0,438	0,395	34 - 36	0,378	0,369
8	0,428	0,390	37 - 38	0,377	0,369
9	0,421	0,387	39	0,377	0,368
10	0,415	0,384	40 - 42	0,376	0,368
11	0,410	0,382	43 - 46	0,375	0,368
12	0,406	0,380	47 - 48	0,374	0,368
13	0,403	0,379	49 - 50	0,374	0,367
14	0,400	0,378	51 - 56	0,373	0,367
15	0,398	0,377	57 - 63	0,372	0,367
16	0,395	0,376	64	0,371	0,367
17	0,394	0,375	65 - 73	0,371	0,366
18	0,392	0,374	74 - 85	0,370	0,366
19	0,390	0,374	86 - 98	0,369	0,366
20	0,389	0,373	99 - 103	0,369	0,365
21	0,388	0,373	104 - 129	0,368	0,365
22	0,387	0,372	130 - 175	0,367	0,365
23	0,386	0,372	176 - 210	0,366	0,365
24	0,385	0,372	211 - 269	0,366	0,364
25	0,384	0,371	270 - 350	0,365	0,364
26	0,383	0,371	351 - 1000	0,364	0,364

(*) Valores de F para usar com a fórmula de Darcy-Weisbach ($m=1,75$). O primeiro orifício se encontra a uma distância a partir do início da tubulação, igual a distância entre si dos demais orifícios.

(**) Valores de F para usar com a fórmula de Darcy-Weisbach, quando o primeiro orifício se encontra, a partir do início da tubulação, à metade da distância entre os demais orifícios.

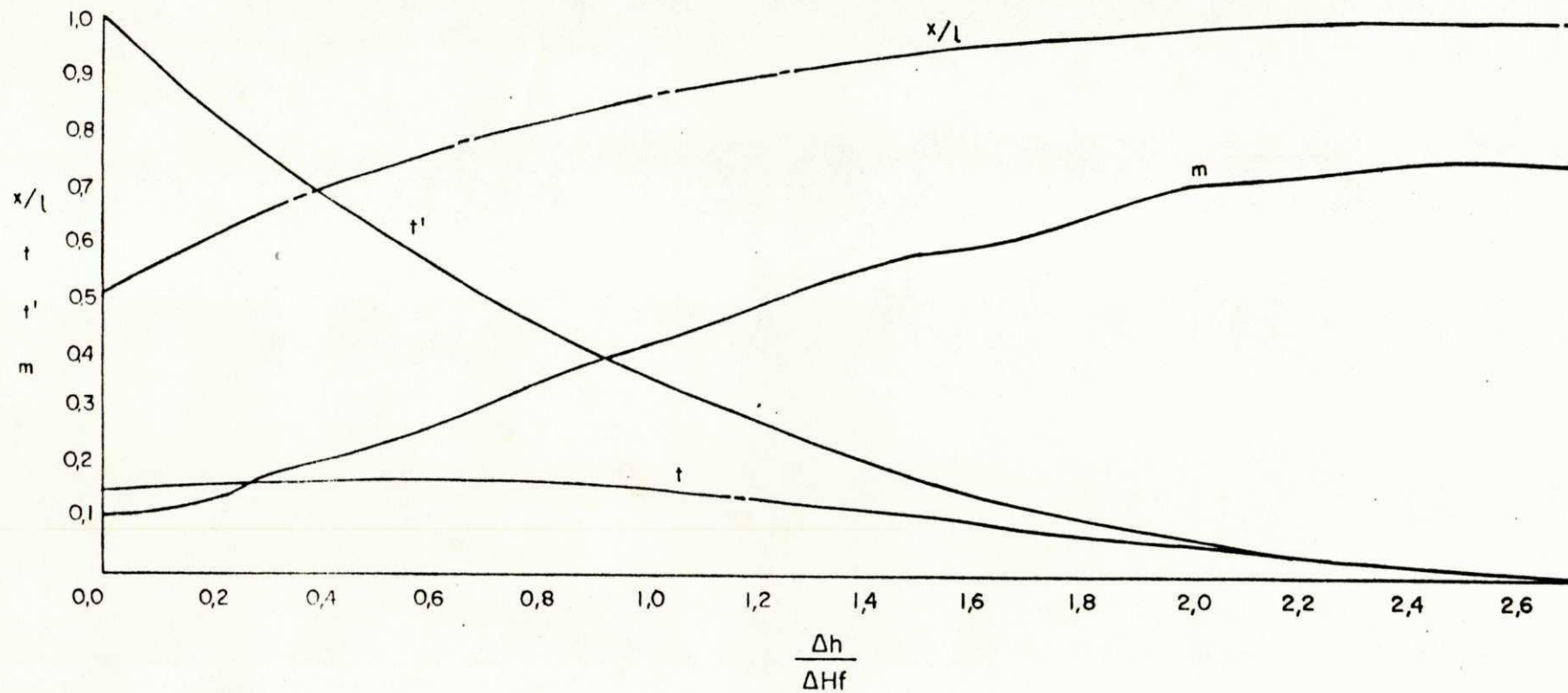


Fig. 20 - GRÁFICO PARA CÁLCULO DE LATERAIS (Apresentado por RODRIGO in: Memória de Riego Localizado, 1980).

Onde:

l_e e l_d = São comprimentos de tubulações correspondentes, respectivamente, aos trechos de lateral à esquerda e à direita do ponto ótimo de alimentação (m).

VI - Determinação dos desníveis correspondentes aos trechos de tubulação à esquerda, Δh_e , e à direita, Δh_d , do ponto ótimo de alimentação, em metros.

$$\text{Tem-se: } \Delta h_e = S l_e \quad (\text{Eq. 19})$$

$$\Delta h_d = S l_d \quad (\text{Eq. 20})$$

VII- Determinação das perdas de carga totais nos trechos à esquerda (Δh_{fte}) e à direita (Δh_{ftd}) do ponto ótimo de alimentação, dadas por:

$$\Delta H_{fte} = \Delta H_{fe} - \Delta h_e \quad (\text{Eq. 21})$$

$$e, \quad \Delta H_{ftd} = \Delta H_{fd} + \Delta h_d \quad (\text{Eq. 22})$$

VIII- Determinação da pressão de entrada no par de laterais, h_{ep} , em mca.

A referida pressão é dada por:

$$h_{ep} = h_s + m (\Delta H_f) + \left(\frac{x}{l} - 0,5\right) \Delta h \quad (\text{Eq. 23})$$

Onde:

h_s = Pressão de serviço do emissor (m)

Sendo m dado por:

$$m = \frac{\left(\frac{x}{l}\right)^{2,75}}{1 - \frac{x}{l}} - \frac{1}{4} \left[\frac{\left(\frac{x}{l}\right)^{3,75}}{1 - \frac{x}{l}} \right] - \left[\frac{\left(\frac{x}{l}\right)^{2,75}}{1 - \frac{x}{l}} - \frac{\left(1 - \frac{x}{l}\right)^{2,75}}{1 - \frac{x}{l}} \right] \quad (\text{Eq. 24})$$

m pode ainda ser obtido em função de $\frac{x}{l}$ na TABELA 4 ou na FIGURA 20.

IX - Determinação da pressão mínima na tubulação, h_m , em mca.

Esta pressão, é dada por:

$$h_m = h_{ep} - t (\Delta H_f) \quad (\text{Eq. 25})$$

Sendo t dado por:

$$t = \left(\frac{x}{l}\right)^{2,75} + \frac{\Delta h}{\Delta H_f} \left(\frac{x}{l}\right) + 0,36 \left(\frac{\Delta h}{\Delta H_f}\right)^{1,57} \quad (\text{Eq. 26})$$

Os valores de t podem ainda ser obtidos na TABELA 5, ou na FIGURA 20, em função de $\frac{\Delta h}{\Delta H_f}$.

X - Determinação da diferença entre as pressões inicial e mínima, verificada no par de laterais, Δh_i , em mca.

$$\Delta h_i = h_{ep} - h_m \quad (\text{Eq. 27})$$

XI - Determinações das pressões no final dos trechos de tubulação à esquerda, h_{fe} , e à direita, h_{fd} , do ponto ótimo de alimentação, em mca.

$$h_{fe} = h_{ep} - \Delta H_{fte} \quad (\text{Eq. 28})$$

$$h_{fd} = h_{ep} - \Delta H_{ftd} \quad (\text{Eq. 29})$$

XII- Determinação da diferença entre as pressões final e mínima nos trechos de tubulação à esquerda, Δh_{fe} , e à direita, Δh_{fd} , do ponto ótimo de alimentação, em mca.

$$\Delta h_{fe} = h_{fe} - h_m \quad (\text{Eq. 30})$$

TABELA 4 - Valores de m. (Apresentado por RODRIGO in: Memória de Riego Localizado, 1980)

$\frac{\Delta h}{\Delta H_f}$	$\frac{X}{l}$ (%)	m
0,00	0,50	0,11
	0,55	0,12
0,20	0,60	0,13
	0,65	0,16
0,40	0,69	0,20
	0,70	0,21
0,60	0,75	0,26
	0,80	0,33
0,80	0,81	0,34
	0,85	0,41
1,00	0,89	0,48
	0,90	0,51
1,20	0,92	0,55
	0,94	0,59
1,40	0,96	0,64
	0,98	0,70
1,60	0,99	0,72
	1,00	0,75
1,80	1,00	0,75
	1,00	0,75
2,00	1,00	0,75
	1,00	0,75
2,20	1,00	0,75
	1,00	0,75
2,40	1,00	0,75
	1,00	0,75
2,60	1,00	0,75
	1,00	0,75
2,75	1,00	0,75
	1,00	0,75

TABELA 5 - Valores de t . (Apresentado por RODRIGO in:
Memória de Riego Localizado, 1980)

$\frac{\Delta h}{\Delta H_f}$	t
0,0	0,15
0,2	0,154
0,4	0,17
0,6	0,165
0,8	0,165
1	0,149
1,2	0,137
1,4	0,117
1,6	0,092
1,8	0,071
2	0,055
2,2	0,036
2,4	0,023
2,6	0,014
2,75	0,013

ou ainda:

$$\Delta h_{fe} = \frac{\ell e}{100} (1 - F) S^{1,57} J^{-0,54} \quad (\text{Eq. 31})$$

$$\Delta h_{fd} = h_{fd} - h_m \quad (\text{Eq. 32})$$

ou ainda:

$$\Delta h_{fd} = \frac{\ell d}{100} (1 - F) S^{1,57} J^{-0,54} \quad (\text{Eq. 33})$$

XIII - Determinação da variação máxima admissível de carga na lateral. Δh_l . em mca.

$$\Delta h_l = 0.11 h_s \quad (\text{Eq. 34})$$

XIV - Verificação das seguintes condições de variação de carga na lateral

$$\Delta h_l \geq \Delta h_i$$

$$\Delta h_l \geq \Delta h_{fe}$$

$$\Delta h_l \geq \Delta h_{fd}$$

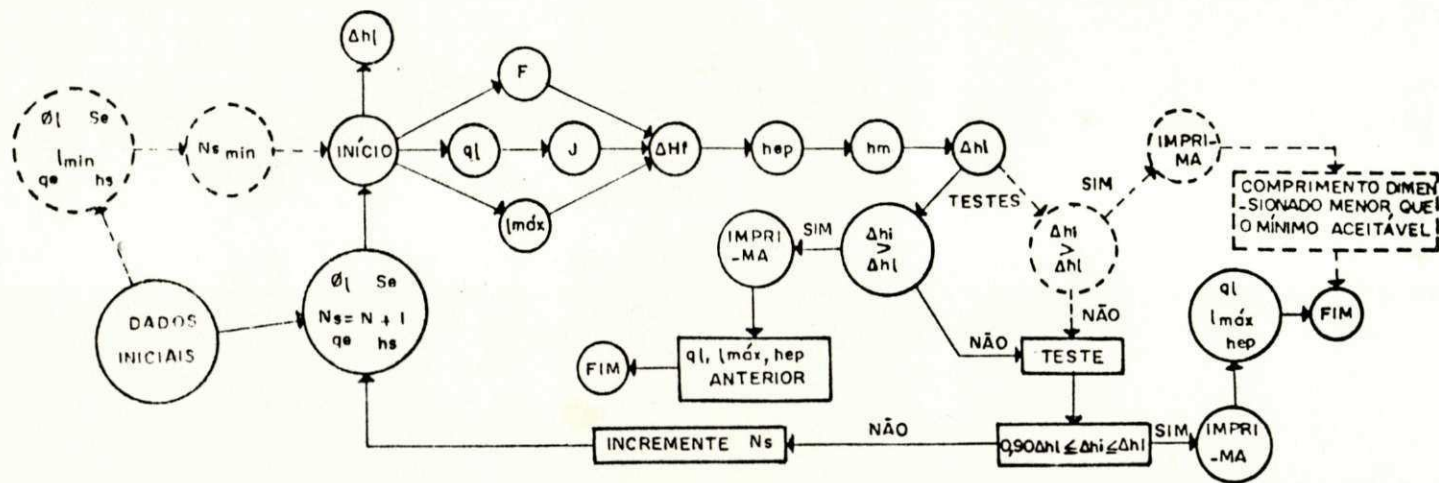
Quando qualquer uma destas condições, não se verificar, deve-se aumentar o diâmetro ou, do contrário, diminuir o comprimento de tubulação lateral.

A FIGURA 21 mostra o procedimento dos cálculos de dimensionamento, desenvolvidos mediante a experimentação computacional e, no APÊNDICE A é apresentado o programa¹ utilizado neste processo.

3.6 - CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS

Considerou-se tubulações em polietileno de baixa

¹ Programa desenvolvido pela programadora *Creusa Maria de Lucena Souto* (NPD-CG-UFPb)



CONVENÇÃO:

- ▶ Sequência geral de cálculos
- ▶ Sequência de cálculos para teste preliminar com N_s mínimo

Fig.21 - Fluxograma do cálculo de dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários.

densidade (PEBD) com diâmetros nominais de 1/2", 3/4", 1", 1.1/4, 1.1/2", 2", 3" e 4" e, espaçamentos entre laterais (Sl) de 2, 3, 4, 6 e 8m, estando a primeira lateral a uma distância a partir do início da terciária, igual à metade da distância entre si das demais laterais.

As terciárias foram dimensionadas com redução de diâmetros, alimentadas por pontos extremos com um fluxo em declive e aclave, nas declividades de 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 10%.

A FIGURA 22 ilustra as combinações entre os parâmetros utilizados no dimensionamento de terciárias em aclave e declive e, alimentadas por pontos extremos.

3.7 - MÉTODO ECONÔMICO PARA DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS.

Adotou-se a metodologia proposta por KELLER (1976), que prevê um dimensionamento a partir de diâmetros econômicos e admite uma variação máxima admissível de carga na terciária de 45% da variação que ocorre na sub-unidade de irrigação. O dimensionamento é testado comparando-se as variações de carga que ocorrem nas extremidades da tubulação, com a máxima admissível. Estas variações, nas extremidades, são determinadas em referência a um valor de pressão mínima que deve existir na tubulação.

MÉTODO DE SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS

Considerando que no Brasil se tem uma economia instável, caracterizada por aumentos imprevisíveis e considerá

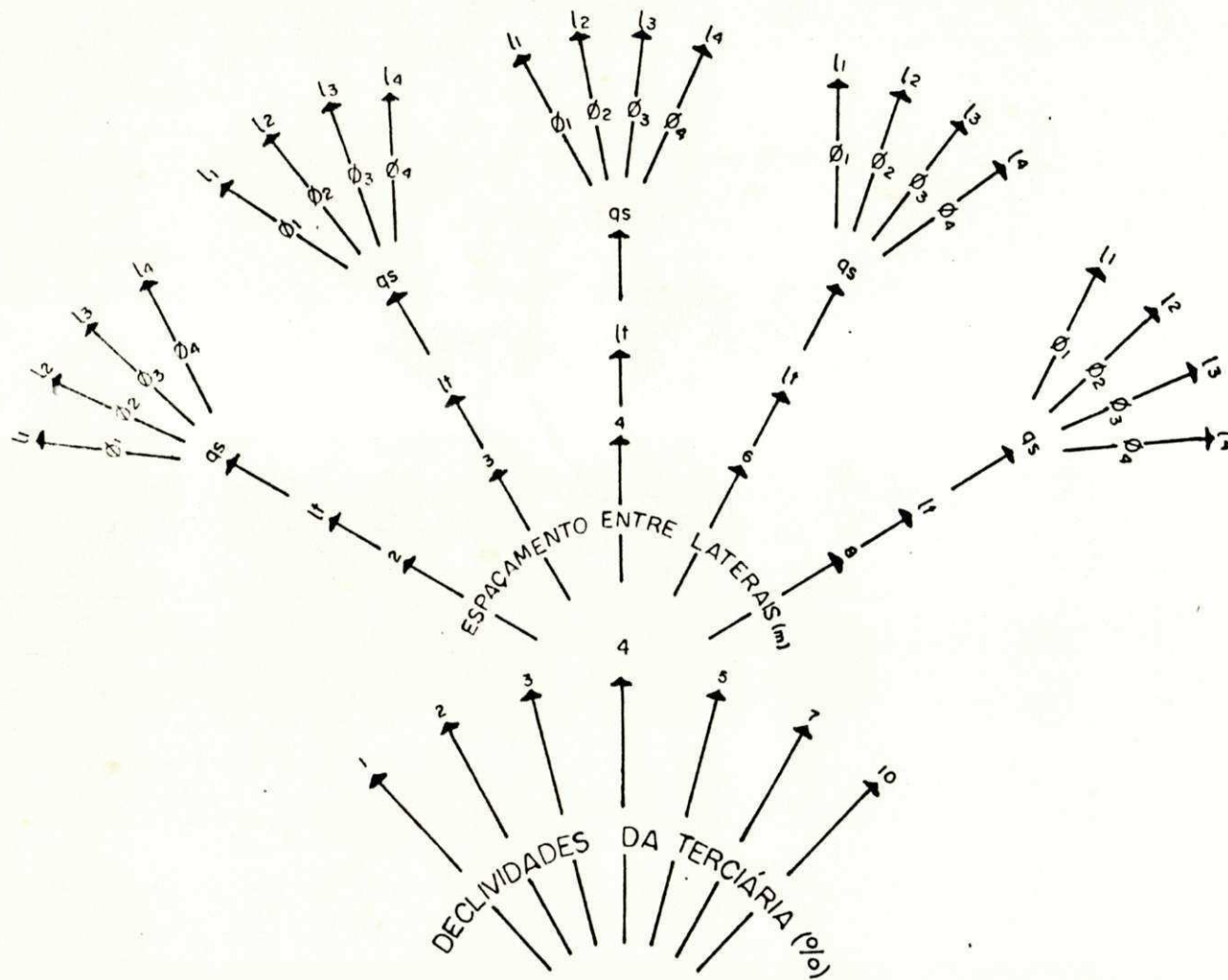


Fig. 22 - Ilustração das combinações entre os parâmetros utilizados no dimensionamento de terciárias em aclave e declive e, alimentadas por pontos extremos.

veis nos custos (taxa de inflação), o método de KELLER (1976) de seleção econômica de diâmetros neste trabalho, foi modificado, tendo-se em vista uma análise de custo do sistema em ORTN's. Ele apresenta-se nas seguintes etapas:

1 - Obtenção dos seguintes dados necessários à aplicação do referido método:

. Natureza da tubulação a ser utilizada no sistema de irrigação;

. Diâmetros nominais disponíveis de tubulação a serem usados, com seus respectivos preços por 100 metros de comprimento;

. Vida útil do sistema de irrigação em anos (n);

. Taxa de juros do capital, esperada nos n anos de vida útil do sistema, em percentagem (i);

. Valor, em Cr\$, de uma ORTN referente ao mês em que se tomou os preços de tubulação;

. Tempo anual de funcionamento do sistema de irrigação (T), em horas;

. Valor do custo unitário de energia (C_{ue}), em Cr\$/Hp - h;

. Coeficiente de resistência do equipamento ,
usado na equação de HAZEN-WILLIAMS (C):

. Vazão do sistema (Q_s), em l/s.

2 - Cálculos preliminares necessários à construção do Ábaco de Seleção Econômica.

. Fator de recuperação de capital (FRC) dado pela seguinte equação:

$$FRC = \frac{i (1 + i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (\text{Eq. 35})$$

FRC pode ainda ser obtido na TABELA 6.

. Custo anual de energia, considerando uma eficiência da bomba de 75% (C_{ae}), em ORTN's/Hp - ano dado por:

$$C_{ae} = \frac{C_{ue} \times T}{(0,75) \times \text{valor da ORTN}} \quad (\text{Eq. 36})$$

. Custo da tubulação (C_t) em ORTN's/100m, dado por:

$$C_t = \frac{\text{Cr\$ por 100m de tubulação}}{\text{Cr\$ por ORTN}} \quad (\text{Eq. 37})$$

3 - Cálculos pertinentes à elaboração da tabela de seleção econômica, para construção do referido Ábaco.

3.1- Custo fixo anual de tubulação (C_{fa}) em ORTN's/100m, dado por:

TABELA 6 - Valores do "Fator de Recuperação de Capital", FRC.

TAXAS DE JUROS (%)	FATOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL - FRC									
	VIDA ÚTIL DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO									
	3	4	5	6	7	8	10	15	20	30
9	0,3950	0,387	0,2570	0,2229	0,1986	0,1806	0,1558	0,1240	0,1095	0,0973
10	0,4021	0,3154	0,2637	0,2296	0,2054	0,1874	0,1627	0,1314	0,1174	0,1060
11	0,4092	0,3223	0,2705	0,2363	0,2122	0,1943	0,1698	0,1890	0,1255	0,1150
12	0,4163	0,3292	0,2774	0,2432	0,2191	0,2013	0,1769	0,1468	0,1338	0,1241
13	0,4235	0,3301	0,2843	0,2501	0,2261	0,2083	0,1842	0,1547	0,1423	0,1334
14	0,4307	0,3432	0,2912	0,2571	0,2331	0,2155	0,1917	0,1628	0,1509	0,1428
15	0,4379	0,3502	0,2983	0,2642	0,2403	0,2228	0,1992	0,1710	0,1597	0,1523
18	0,4599	0,3717	0,3197	0,2859	0,2623	0,2452	0,2225	0,1964	0,1868	0,1812
20	0,4747	0,3863	0,3344	0,3007	0,2774	0,2606	0,2385	0,2139	0,2054	0,2008
25	0,5123	0,4234	0,3718	0,3388	0,3163	0,3004	0,2801	0,2591	0,2529	0,2503
27	0,5275	0,4386	0,3872	0,3545	0,3324	0,3168	0,2972	0,2777	0,2723	0,2703
29	0,5429	0,4539	0,4027	0,3704	0,3486	0,335	0,3147	0,2965	0,2918	0,2901
31	0,5584	0,4694	0,4185	0,3865	0,3652	0,3504	0,3323	0,3155	0,3114	0,3101
33	0,5740	0,4850	0,4344	0,4028	0,3819	0,3675	0,3502	0,3346	0,3311	0,3301
35	0,5897	0,5008	0,4505	0,4193	0,3988	0,3849	0,3683	0,3539	0,3509	0,3500
37	0,6055	0,5167	0,4667	0,4359	0,4159	0,4024	0,3866	0,3733	0,3707	0,3700

$$C_{fa} (\varnothing) = FRC \times C_t \quad (\text{Eq. 38})$$

3.2 - Diferença no custo fixo anual dos diâmetros adjacentes, $C_{fa} (\varnothing_s - \varnothing_i)$, em ORTN's/100m, dado por:

$$C_{fa} (\varnothing_s - \varnothing_i) = C_{fa} (\varnothing_s) - C_{fa} (\varnothing_i) \quad (\text{Eq. 39})$$

Onde:

$C_{fa} (\varnothing_s)$ e $C_{fa} (\varnothing_i)$ - Custos fixos anuais dos diâmetros superior e inferior, respectivamente.

3.3 - Quantidade de cavalo vapor economizado pela diferença no custo fixo anual, $CV (\varnothing_s - \varnothing_i)$ em Hp - ano/100m, dado por:

$$CV (\varnothing_s - \varnothing_i) = \frac{C_{fa} (\varnothing_s - \varnothing_i)}{C_{ae}} \quad (\text{Eq. 40})$$

3.4 - Perda de carga, $J (\varnothing_s - \varnothing_i)$, correspondente à quantidade de cavalo vapor economizado, em m/100, dada por:

$$J (\varnothing_s - \varnothing_i) = \frac{CV (\varnothing_s - \varnothing_i) \times 75}{Q_{it}} \quad (\text{Eq. 41})$$

Onde:

Q_{it} - Vazão de entrada na tubulação terciária (l/s)

Sendo: Q_{it} dada pela seguinte equação:

$$Q_{it} = \sum_{i=\ell}^n q_{i\ell} \quad (\text{Eq. 42})$$

Onde:

$q_{i\ell}$ - Vazão de entrada na tubulação lateral (l/s)

n - Número de laterais alimentadas por terciárias.

3.5 - Vazão que produz a diferença de perda de carga, $\Delta J (\varnothing_s - \varnothing_i)$, entre os diâmetros adjacentes de tubulação, em ℓ/s . Este valor pode ser determinado pelo método das tentativas sucessivas, utilizando equações de perda de carga. O método consiste em determinar, para uma vazão Q , a perda de carga correspondente a cada diâmetro e a diferença entre estas perdas, para compará-la com o valor encontrado na etapa anterior.

KELLER utiliza neste processo a equação de perda de carga proposta por HAZEN-WILLIAMS, a qual é dada por :

$$J (\varnothing) = 0,003 C^{-1,852} \frac{Q^{1,852}}{D^{4,87}} \quad (\text{Eq. 43})$$

Onde :

- Q - Vazão em ℓ/s
- D - Diâmetro interno da tubulação, em mm
- J (\varnothing) - Perda de carga unitária, em m/100m.

Para se obter diretamente valores de Q pode-se construir um gráfico log-log, de vazão versus diferenças de perda de carga, entre os diâmetros de tubulações adjacentes. Como se considera, no cálculo da perda de carga por fricção, a equação de HAZEN-WILLIAMS, os declives de todas as linhas do gráfico log-log será 1.852.

Outro método para determinar a declividade das referidas linhas é repetir as etapas 3.4 e 3.5, apenas para um par de diâmetros adjacentes, tomando um segundo valor de vazão do sistema. Plota-se as duas séries de valores de va

zão versus perda de carga, traçando-se, por estes pontos, uma reta que define a declividade para todas as linhas.

Tendo-se desenvolvido as etapas de 3.1 à 3.5, a tabela de seleção econômica pode ser então construída. A partir desta tabela, constrói-se um ÁBACO DE SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS, traçando-se, em escala log-log, linhas de vazão do sistema versus vazões entre os diâmetros de tubulações adjacentes, considera-se para isto o mesmo processo empregado no desenho das linhas de vazões de entrada versus diferenças de perdas de cargas comentadas anteriormente, salientando-se que a declividade das referidas linhas é igual a -1,852.

Essas linhas negativas delimitam entre si regiões de seleção econômica de diâmetro. Nestas regiões tem-se para determinados valores de vazão do sistema, um intervalo de vazões, as quais devem ser utilizadas no diâmetro delimitado pela região, para que se tenha uma soma mínima nos custos fixos e de operação.

Como o somatório das vazões de entrada nos diâmetros selecionados, que são no máximo quatro, evidentemente não pode ser superior à vazão do sistema, traça-se uma linha positiva de 45° para delimitar as regiões de seleção econômica de diâmetros. Assim feito, encontra-se construído o ábaco de seleção econômica de diâmetro.

Para a utilização do método econômico calculou-se uma tabela de seleção econômica, tendo-se considerado os seguintes dados iniciais:

. Custo unitário de energia diesel $C_{ue} = \text{Cr}\$57,50;$

- . Valor de uma ORTN referente ao mês de agosto/83 - 1 ORTN = 4.963,91;
- . Tempo anual de funcionamento do sistema de irrigação - T = 2500 h/ano;
- . Coeficiente de resistência do material usado, na equação de HAZEN-WILLIAMS - C = 140;
- . Taxa de juros - i = 15% a.a;
- . Vida útil do sistema de irrigação - n=5 anos.

METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS , BASEADA NUMA SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS.

Esta metodologia apresentada por U.S.A / SOIL CONSERVATION SERVICE (1978), utiliza as regiões de seleção econômica de diâmetros no dimensionamento de tubulações terciárias projetadas com mais de um diâmetro, a qual se mostra em etapas apresentadas a seguir:

a) Determinação da vazão da sub-unidade de irrigação, ajustada q_{sa} .

As regiões de seleção econômica são determinadas para valores específicos de custo anual de energia (C_{ae}) e custo fixo anual de tubulação ($C_{fa}(\varnothing)$). Para se ter uma utilização generalizada destas regiões, deve-se encontrar um fator de ajuste para a vazão da sub-unidade de irrigação, em função dos custos referentes ao sistema de irrigação que se está projetando num determinado momento. O fator de ajuste f_a da vazão é dado por:

$$f_a = K \frac{C_{ae}}{C_{fa}(\varnothing)} \quad (\text{Eq. 44})$$

Onde:

K - Coeficiente que depende dos dados utilizados na determinação das regiões de seleção econômica.

A vazão ajustada da sub-unidade de irrigação é então dada por:

$$q_{sa} = f_a Q_{it} \quad (\text{Eq.45})$$

b) Determinação das vazões de entrada em cada trecho da tubulação terciária, em l/h.

Os valores de vazão são determinados localizando-se as regiões de seleção econômica, relativas a um determinado valor de vazão ajustada na sub-unidade de irrigação. Essas regiões definem intervalos de utilização de vazão para cada diâmetro selecionado, que otimizam a soma dos custos fixos e de operação do sistema.

A primeira tentativa de dimensionamento da tubulação é feita tomando-se as vazões máximas de utilização em cada diâmetro selecionado. Nesta condição, se se tem comprimentos de cada trecho que provocam uma perda de carga linear na tubulação terciária maior que a admissível, faz-se uma segunda tentativa, considerando-se vazões menores que as máximas, dentro do intervalo de utilização de vazão.

As tubulações terciárias, foram dimensionadas a partir das regiões analíticas de seleção econômica de diâmetro apresentadas no Método de Seleção Econômica de Diâmetros.

c) Determinação dos comprimentos de tubulação correspondente a cada diâmetro selecionado.

A equação 44 só é válida quando os pontos de descarga, ao longo da tubulação, são equidistantes e a vazão em cada ponto é constante. Tem-se então:

$$l_{\varnothing} = \frac{q_t(\varnothing)}{Q_{it}} l_t \quad (\text{Eq. 46})$$

Onde:

l_{\varnothing} = Comprimento do trecho de tubulação correspondente ao diâmetro \varnothing (m);

$q_t(\varnothing)$ = Vazão do trecho de tubulação de diâmetro \varnothing (l/h);

l_t = Comprimento total de tubulação terciária (m).

d) Determinação analítica da perda de carga total que ocorre na tubulação terciária.

A perda de carga é dimensionada com os diâmetros D_1 , D_2 , D_3 e D_4 , os quais se encontram em ordem decrescente, sendo l_1 , l_2 , l_3 e l_4 os comprimentos de tubulação respectivos de cada diâmetro. A referida perda de carga, calculada pela equação 2, é obtida utilizando-se a metodologia proposta por PAIR et alii(1969), a qual é citada por OLITTA (1977), e apresentada a seguir:

- Calcula-se a perda de carga para o diâmetro maior D_1 , no comprimento total da tubulação terciária l_t , ou seja, $\Delta H_f = f(D_1, l_t)$.

- Calcula-se as perdas de carga para os diâmetros D_1 e D_2 , no comprimento $l_2 + l_3 + l_4$, ou seja:

$$\Delta Hf = f (D_1, l_2 + l_3 + l_4) e,$$

$$\Delta Hf = f (D_2, l_2 + l_3 + l_4)$$

- Calcula-se as perdas de carga para os diâmetros D_2 e D_3 , no comprimento de tubulação igual a $l_3 + l_4$, ou seja:

$$\Delta Hf = f (D_2, l_3 + l_4) e,$$

$$\Delta Hf = f (D_3, l_3 + l_4)$$

- Calcula-se as perdas de carga para os diâmetros D_3 e D_4 , no comprimento de tubulação l_4 , ou seja:

$$\Delta Hf = f (D_3, l_4) e,$$

$$\Delta Hf = f (D_4, l_4)$$

- Calcula-se as perdas de carga verificadas em cada diâmetro selecionado, dadas pelas seguintes relações:

Para o diâmetro D_1 :

$$\Delta Hf_1 = \Delta Hf (D_1, l_t) - \Delta Hf (D_1, l_2 + l_3 + l_4) \quad (\text{Eq. 47})$$

Para o diâmetro D_2 :

$$\Delta Hf_2 = \Delta Hf (D_2, l_2 + l_3 + l_4) - \Delta Hf (D_2, l_3 + l_4) \quad (\text{Eq. 48})$$

Para o diâmetro D_3 :

$$\Delta Hf_3 = \Delta Hf (D_3, l_3 + l_4) - \Delta Hf (D_3, l_4) \quad (\text{Eq. 49})$$

Para o diâmetro D_4 :

$$\Delta Hf_4 = \Delta Hf (D_4, l_4) \quad (\text{Eq. 50})$$

- Calcula-se a perda de carga total na tubulação terciária, que não deve ultrapassar o valor admissível (0,45 hs), pela seguinte equação:

$$\Delta Hft = \Delta Hf_1 + \Delta Hf_2 + \Delta Hf_3 + \Delta Hf_4, \text{ ou seja:}$$

$$\begin{aligned} \Delta Hft = & \Delta Hf (D_1, l_2 + l_4) + \Delta Hf (D_2, l_2 + l_3 + l_4) - \\ & \Delta Hf (D_2, l_3 + l_4) + \Delta Hf (D_3, l_3 + l_4) - \Delta Hf (D_3, l_4) + \\ & \Delta Hf (D_4, l_4) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 51})$$

e) Determinação da pressão de entrada na sub-unidade de irrigação, em mca.

A pressão de entrada na sub-unidade h_i , é dada pela seguinte equação:

$$h_i = h_{ep} + m' \Delta Hf \pm 1/2 \Delta h \quad (\text{Eq. 52})$$

Onde:

m , - Fator aproximado que depende do número de reduções de diâmetros na tubulação terciária, assumindo os valores de 0,75, 0,6 e 0,5, respectivamente, para tubulações com diâmetro único, com dois diâmetros e, com 3 ou mais diâmetros.

f) Determinação da pressão mínima na tubulação terciária, em mca.

A pressão mínima na terciária, h_m , é dada pelas seguintes equações, dependendo dos distintos casos de

declividade do terreno:

Para $S > 0$, h_m é dado por:

$$h_m = h_i - \Delta H_f - \Delta h \quad (\text{Eq. 53})$$

Para $S = 0$, h_m é dado por:

$$h_m = h_i - \Delta H_f \quad (\text{Eq. 54})$$

Para $S < 0$ e $|S| < J$, h_m é dado por:

$$h_m = h_i - \left[1 - \frac{\Delta h}{\Delta H_f} + 0,36 \left(\frac{\Delta h}{\Delta H_f} \right)^{1,57} \right] \Delta H_f \quad (\text{Eq. 55})$$

Para $S < 0$ e $|S| \geq J$, h_m é dado por:

$$h_m = h_i \quad (\text{Eq. 56})$$

g) Determinação da pressão no final da sub-unidade de irrigação, h_f , dada pela seguinte equação em mca.

$$h_f = h_i - (\Delta H_f + \Delta h) \quad (\text{Eq. 57})$$

h) Determinação da diferença entre as pressões inicial e mínima, Δh_i , na terciária, dada pela seguinte equação:

$$\Delta h_i = h_i - h_m \quad (\text{Eq. 58})$$

Para terreno com declividade negativa, de acordo com I. PAI WU, citado por RODRIGO (1980), In: MEMORIA DE RIEGO LOCALIZADA, Δh_i pode ser expresso por:

$$\Delta h_i = \Delta H_f + \left[\Delta h \left(1 - \frac{0,36}{N\emptyset} \right) \right] \quad (\text{Eq. 59})$$

Onde:

N_g = Número de distintos diâmetros usados na terciária.

O cálculo de Δh_i foi feito pela fórmula proposta por I. PAI WU.

i) Determinação da diferença entre as pressões final e mínima, Δh_f , na terciária, dada pela seguinte equação, em mca.

$$\Delta h_f = \frac{\ell}{100} (1 - F) S^{1,57} J^{-0,57} \quad (\text{Eq. 60})$$

Ou ainda:

$$\Delta h_f = h_f - h_m \quad (\text{Eq. 61})$$

j) Determinação da variação máxima admissível de carga na tubulação terciária, Δh_t , dada por:

$$\Delta h_t = \Delta h_s - \Delta h_\ell \quad (\text{Eq. 62})$$

Sendo, $\Delta h_s = 0,2 h_s$ e $\Delta h_\ell = 0,55 \Delta h_s$

Onde:

Δh_t = Variação máxima admissível de carga na tubulação terciária (m).

Δh_s = Variação máxima admissível de carga na sub-unidade de irrigação (m).

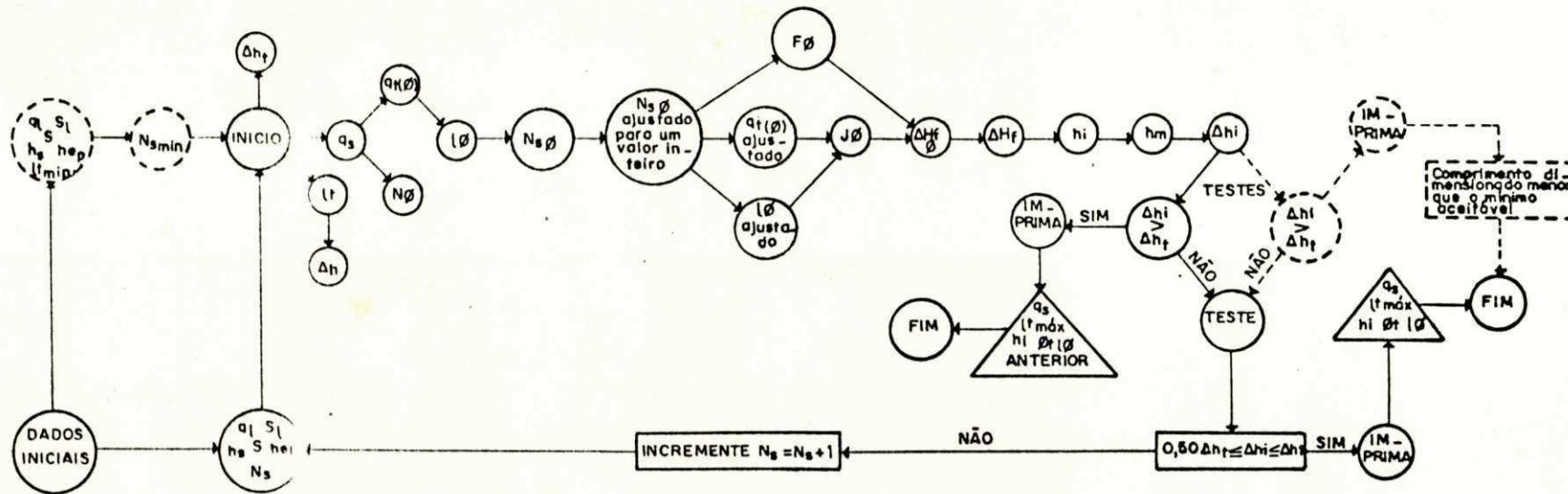
l) Comparação da variação de pressão no início (Δh_i), ou no final (Δh_f) da tubulação terciária com a máxima admissível (Δh_t).

No caso em que a máxima diferença de pressão ocorre no final da terciária, ou seja, $\Delta h_f > \Delta h_i$, toma-se o valor de Δh_f para comparar se esta diferença é menor ou igual à admissível. Esta situação pode ocorrer quando se tem uma declividade negativa. Nos outros casos, considera-se em tal comparação o valor de Δh_i .

Se Δh_f é maior que a máxima admissível segundo a equação 60, deverá se proceder um outro dimensionamento para a tubulação terciária, considerando agora menores diâmetros que, evidentemente, não produzam uma velocidade da água maior que a máxima admitida na tubulação. Entretanto, se Δh_i for maior que a tolerada, busca-se numa segunda tentativa de dimensionamento, diâmetros maiores que os anteriormente considerados.

A FIGURA 23 mostra o procedimento dos cálculos de dimensionamento, desenvolvidos pela experimentação computacional e, no APÊNDICE A, é mostrado o programa² utilizado neste processo.

² Programa desenvolvido pela programadora Creusa Maria de Lucena Souto (NPD - CG - UFPb).



CONVENÇÃO:

- > Sequência geral de cálculos.
- - - - -> Sequência de cálculos para teste preliminar com Ns mínimo.

Fig.23- Fluxograma do cálculo de dimensionamento de tubulações terciárias em aclave e declive e, alimentadas por pontos extremos.

CAPÍTULO IV

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - TUBULAÇÕES LATERAIS

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS EMISSORES

Os valores médios de vazão dos emissores englobando às distintas faces da tubulação, calculados para o dimensionamento das laterais, são mostrados na FIGURA 24 e TABELA 7.

Os resultados do cálculo das tubulações laterais, apresentados nas TABELAS 8 a 15, do APÊNDICE B, foram analisados com base numa quantificação percentual das variações que ocorre nos comprimentos e vazões da lateral, quando se modifica as características hidráulicas no processo de dimensionamento da tubulação. Esta análise é mostrada e discutida a seguir:

DIÂMETRO DO EMISSOR

Aumentando a seção do escoamento do emissor para qualquer pressão de serviço, mantendo-se o espaçamento entre emissores, a vazão da lateral aumenta e, em consequência, seu comprimento diminui, devido ao aumento na perda de carga. Para analisar estas variações, quantificou-se percentualmente os decrementos e incrementos médios que se verificaram nas vazões e comprimentos da lateral, respectivamente. Estes resultados são mostrados nas TABELAS 16 e 17.

Verifica-se na TABELA 16 que ocorrem decrementos

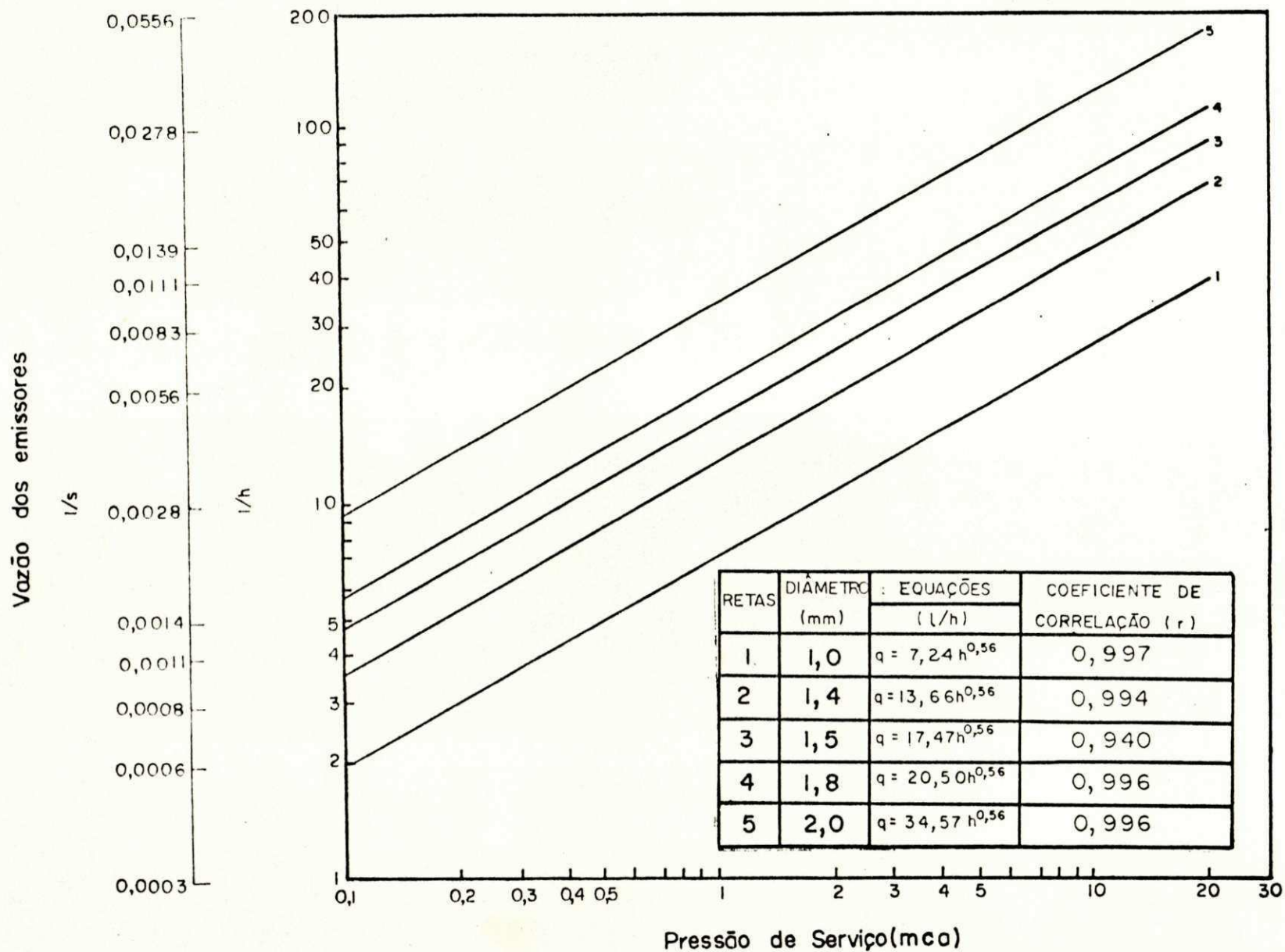


Fig.24- Valores médios de vazão das três faces da tubulação, para emissores tipo orifício, providos de luvas dispersoras de energia e, fabricados com agulhas de uso veterinário. (Baseado em SAMPAIO et alii, 1983)

TABELA 7 - Valores médios, em l/h, de vazão das faces côncava, lateral e convexa da tubulação para emissores tipo orifício, providos de luvas dispersoras de energia e, fabricados com agulhas de uso veterinário (Baseado em SAMPAIO et alii, 1983)

DIÂMETRO DO EMISSOR (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO DOS EMISSORES (m.c.a)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,0	-	-	-	20	22	23	25	26	28	29
1,4	25*	30*	34*	37*	41	44	47	50	52	55
1,5	32*	38*	43*	48*	52	56	60	63	67	70
1,8	38*	45*	51*	56*	61	66	70	74	79	82
2,0	64*	75*	85*	94*	-	-	-	-	-	-

* Valores utilizados no cálculo de dimensionamento das tubulações laterais.

TABELA 16 - Redução dos comprimentos de tubulação lateral, em %, quando se aumenta o diâmetro do emissor.

DIÂMETROS DA LATERAL (")	ESPAÇAMENTOS ENTRE EMISSORES (m)								PERCENTAGENS MÉDIAS
	2	3	4	5	6	7	8	10	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,4 PARA 1,5									
3/8	17	18	11	11	13	13	14	14	14
1/2	15	12	13	14	8	15	17	9	
3/4	15	15	16	14	15	12	13	14	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,4 PARA 1,8									
3/8	*	27	22	22	25	25	14	29	23
1/2	25	24	20	21	23	23	25	18	
3/4	23	24	23	21	22	24	21	23	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,4 PARA 2,0									
3/8	*	*	44	44	38	50	43	43	44
1/2	45	41	40	43	38	46	42	45	
3/4	45	44	45	43	44	44	46	45	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,5 PARA 1,8									
3/8	*	11	13	13	14	14	0	17	11
1/2	12	13	8	8	17	9	10	10	
3/4	9	10	8	8	9	14	10	11	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,5 PARA 2,0									
3/8	*	*	38	38	29	43	33	33	35
1/2	35	33	31	33	33	36	30	40	
3/4	35	34	35	33	35	36	38	37	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,8 PARA 2,0									
3/8	*	*	29	29	17	33	33	20	27
1/2	27	23	25	27	20	30	22	33	
3/4	29	27	29	27	29	26	32	29	

* Este diâmetro de tubulação não é dimensionável para o emissor de maior seção de escoamento.

percentuais médios de 11 a 44% no comprimento da lateral e que os incrementos percentuais médios de vazão na lateral são da ordem de 6 a 42%, conforme mostra a TABELA 17, quando se varia o diâmetro do emissor.

PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR

Outrossim, fez-se uma análise percentual para a vazão da lateral, observando-se os incrementos que ocorrem quando a pressão de serviço do emissor aumenta. Os resultados desta análise, apresentados na TABELA 19, indicam incrementos percentuais médios na vazão da lateral, de 11 a 48%, quando a pressão de serviço do emissor aumenta.

DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO LATERAL

Analisou-se a influência do diâmetro da lateral em seu comprimento e vazão. Verificou-se uma redução percentual média destes últimos, quando se deseja utilizar menores diâmetros de tubulação, no intuito de minimizar os custos. Os resultados, apresentados na TABELA 18, indicam redução percentuais médias, iguais tanto nos comprimentos como nas vazões, de 38 e 69%, quando se diminui o diâmetro da lateral.

Quando se tem uma tubulação de 3/8" trabalhando com emissores de 1,8 e 2,0mm, os comprimentos dimensionáveis são menores que o comprimento mínimo aceitável de 20m, por isto, para estas condições hidráulicas, a tubulação lateral não é dimensionável.

TABELA 17 - Incremento percentual de vazão na tubulação lateral, quando se aumenta o diâmetro do emissor.

Øl (")	hs (m)	ESPAÇAMENTOS ENTRE EMISSORES (m)								hs (m)	ESPAÇAMENTOS ENTRE EMISSORES (m)								(%) MÉDIA
		2	3	4	5	6	7	8	10		2	3	4	5	6	7	8	10	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,4 PARA 1,5 mm																			
3/8 1/2 3/4	3	7 9 9	5 13 9	14 11 7	14 10 10	12 18 9	12 8 13	10 7 12	10 16 11	5	5 8 8	3 12 8	12 10 6	12 8 8	11 17 8	11 7 11	8 5 11	8 15 9	10
3/8 1/2 3/4	4	6 8 8	4 12 8	13 10 6	13 9 9	11 17 8	11 7 11	9 6 11	9 15 9	6	8 10 10	6 14 11	15 12 9	15 11 11	14 20 11	14 10 14	11 8 14	11 18 12	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,4 PARA 1,8 mm																			
3/8 1/2 3/4	3	* 14 18	11 16 16	18 22 18	18 19 19	14 ** 18	14 17 16	30 14 20	9 24 17	5	* 13 16	9 15 15	17 20 16	17 18 18	13 15 17	13 15 14	29 13 19	7 23 16	17
3/8 1/2 3/4	4	* 13 16	9 15 15	17 20 16	17 18 18	13 15 17	13 15 14	29 13 19	7 23 16	6	* 14 17	10 16 16	18 21 17	18 19 19	14 16 18	14 16 15	30 14 20	8 24 17	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,4 PARA 2,0 mm																			
3/8 1/2 3/4	3	* 41 41	* 51 43	42 54 40	42 46 46	60 58 42	28 38 43	46 49 39	46 40 40	5	* 39 38	* 47 40	39 50 37	39 43 43	56 54 39	25 35 40	43 35 35	43 46 36	42
3/8 1/2 3/4	4	* 38 38	* 47 40	39 50 37	39 43 43	56 54 39	25 35 40	43 46 35	43 36 36	6	* 40 40	* 49 42	41 52 39	41 45 45	59 56 41	27 37 42	45 48 38	45 39 39	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,5 PARA 1,8 mm																			
3/8 1/2 3/4	3	* 5 8	6 3 6	4 10 10	4 9 9	2 ** 8	2 8 3	19 7 7	** 7 6	5	* 5 6	5 3 6	4 9 9	4 9 9	2 ** 8	2 8 2	19 7 7	** 7 6	6
3/8 1/2 3/4	4	* 4 8	5 3 6	4 9 9	4 9 9	2 ** 8	2 8 2	18 7 7	** 7 6	6	* 3 8	4 1 5	2 2 8	2 7 7	0 ** 7	0 6 1	17 5 6	** 5 4	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,5 PARA 2,0 mm																			
3/8 1/2 3/4	3	* 29 29	* 33 31	25 38 31	25 33 33	43 33 30	14 27 27	33 40 24	33 20 26	5	* 28 28	* 32 30	24 37 29	21 32 32	41 32 29	13 26 26	32 38 22	32 19 25	29
3/8 1/2 3/4	4	* 26 28	* 32 29	23 37 29	23 32 32	41 32 29	13 26 26	32 38 22	32 18 25	6	* 27 27	* 31 28	22 36 28	22 31 31	40 31 28	12 25 25	31 37 21	31 18 24	
PERCENTAGENS QUANDO SE AUMENTA DE 1,8 PARA 2,0 mm																			
3/8 1/2 3/4	3	* 24 20	* 30 23	20 26 19	20 22 22	40 ** 20	12 18 24	12 31 15	35 12 19	5	* 22 18	* 28 22	19 25 18	19 21 21	39 33 19	11 17 23	13 30 14	33 11 18	22
3/8 1/2 3/4	4	* 22 18	* 28 22	19 25 18	19 21 21	39 33 19	11 17 23	11 30 14	33 11 18	6	* 23 20	* 29 23	20 26 19	20 22 22	40 34 20	12 18 24	12 31 15	34 12 18	

Øl - Diâmetro do lateral.

hs - Pressão de Serviço do Emissor.

* - Este diâmetro de tubulação não é dimensionável para esta situação.

** - Percentagem negativa, devido o incremento de vazão dado pelo emissor não ter sido suficiente para compensar a redução no número de saídas.

TABELA 18 - Reduções percentuais nos comprimentos e vazões da tubulação lateral, quando seu diâmetro é diminuído.

DIÂMETROS DO EMISSOR (mm)	ESPAÇAMENTOS ENTRE EMISSORES (m)								PERCENTAGENS MÉDIAS
	2	3	4	5	6	7	8	10	
PERCENTAGENS QUANDO SE DIMINUI DE 3/4" PARA 1/2"									
1,4	50	50	52	50	52	48	50	50	50
1,5	50	48	50	50	48	50	52	47	
1,8	52	50	50	50	52	47	53	47	
2,0	50	47	47	50	47	50	46	50	
PERCENTAGENS QUANDO SE DIMINUI DE 3/4" PARA 3/8"									
1,4	70	68	71	68	70	68	71	68	69
1,5	71	69	69	67	70	68	71	68	
1,8	*	69	71	68	71	68	68	71	
2,0	*	*	71	69	67	71	69	67	
PERCENTAGENS QUANDO SE DIMINUI DE 1/2" PARA 3/8"									
1,4	40	35	40	36	38	38	42	36	38
1,5	29	40	38	33	42	36	40	40	
1,8	*	38	42	36	40	40	33	44	
2,0	*	*	44	38	38	43	43	33	

* Este diâmetro do emissor não é elegível para o diâmetro da tubulação de menor seção de escoamento.

TABELA 19 - Incrementos percentuais de vazão da tubulação lateral, quando se aumenta a pressão de serviço.

DIÂMETRO DO EMISSOR Øe (mm)	PERCENTAGENS					
	INCREMENTOS DE PRESSÃO (m)					
	3-4	3-5	3-6	4-5	4-6	5-6
1,4	20	36	48	13	23	9
1,5	19	34	50	13	26	12
1,8	18	34	47	13	24	10
2,0	17	33	47	13	25	11
PERCENTA - GENS MÉDIAS	19	34	48	13	25	11

PRESSÃO DE ENTRADA NA LATERAL

Devido a todos os dimensionamentos terem sido efetuados com base numa mesma variação máxima admissível de carga e a seção de escoamento do emissor ter variado, a pressão de entrada no par de laterais manteve-se praticamente constante, para uma mesma pressão de serviço do emissor. Isto pode ser observado nas TABELAS 8 a 15; donde se conclui que se pode aumentar a vazão da lateral sem necessariamente aumentar-se a sua pressão de trabalho.

COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO LATERAL

Os comprimentos máximos dimensionáveis das laterais apresentados nas TABELAS 8 a 15, praticamente não variaram, para um mesmo diâmetro do emissor, com a pressão de serviço. Isto porque o cálculo do dimensionamento teve como princípio determinar um comprimento máximo que satisfizesse as exigências de variação de carga na tubulação para um determinado espaçamento entre emissores, diâmetro da lateral e do emissor. Portanto quando se aumenta o diâmetro do emissor, para uma mesma pressão de serviço, comprimentos menores de tubulação podem conduzir maiores vazões.

Os poucos casos, representados por asteriscos nas TABELAS 8 a 15, em que o comprimento da tubulação varia com a pressão de serviço, se atribui ao fato de ter-se permitido que a variação máxima admissível de carga ocorresse num intervalo de variação dado por $0,9 \Delta h_l \leq \Delta h_i \leq \Delta h_l$. Este procedimento foi tomado para otimizar o cálculo computacional,

que em determinadas circunstâncias é impossível encontrar um valor pontual, por questões de incrementação e arredondamento das variáveis envolvidas no cálculo.

Os comprimentos máximos admissíveis de tubulação utilizados para as diversas combinações de espaçamento entre emissores, diâmetros da lateral e do emissor, são mostrados na TABELA 20, como também as vazões máximas.

O maior comprimento obtido foi de 220m, para um diâmetro de 1/2" e espaçamento de 10m, enquanto o menor foi de 24m, com diâmetro de 3/8" e espaçamento de 2m.

VAZÃO DA TUBULAÇÃO LATERAL

Observa-se, nas TABELAS 8 a 15, que a vazão pode ser incrementada aumentando-se o diâmetro do emissor ou da lateral, ou ainda a pressão de serviço. Quando o diâmetro do emissor aumenta no mesmo diâmetro de tubulação, comprimento de tubulação diminui, devido ao aumento de vazão da lateral. Para esta situação, pode-se ainda ocorrer maiores incrementos na vazão, aumentando-se a pressão de serviço do emissor. Entretanto, mantendo-se constante o diâmetro do emissor e aumentando-se o diâmetro da lateral, ocorre o aumento na vazão devido a um aumento do comprimento. Esta vazão pode ainda sofrer maiores incrementos ao aumentar-se a pressão de serviço do emissor.

Os decrementos percentuais de vazão na lateral, quando se mantém constante o diâmetro do emissor e se diminui o da tubulação, são proporcionalmente iguais para qualquer pres

TABELA 20 - Comprimentos e vazões máximas admissíveis na tubulação lateral.

DIÂMETRO DA LATERAL Ø1	ESPAÇAMENTO ENTRE EMISSORES (m)							
	2	3	4	5	6	7	8	10
COMPRIMENTOS MÁXIMOS ADMISSÍVEIS DE TUBULAÇÃO (m)								
3/8"	24	33	36	45	48	56	56	70
1/2"	40	51	60	70	78	91	96	110
3/4"	80	102	124	140	162	175	192	220
VAZÕES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS NA LATERAL (l/h)								
3/8"	480	448	470	470	470	376	376	376
1/2"	1034	940	846	752	752	658	658	564
3/4"	2068	1786	1598	1504	1410	1316	1222	1128

são de serviço, ou seja, os referidos decrementos ocorrem independentemente da variação desta pressão.

A partir das TABELAS 8 a 15, construiu-se gráficos de dimensionamento das laterais, apresentados nas FIGURAS 25 a 32 do APÊNDICE B. Estes gráficos apresentam regiões de utilização dos diâmetros da tubulação lateral, para as várias condições de espaçamento entre emissores, pressões de serviço e diâmetros dos emissores, comprimentos e vazões da tubulação lateral. A utilização deles é em função do espaçamento entre emissores e da pressão de serviço escolhida. Para o dimensionamento das tubulações laterais, deve-se considerar as características de velocidade de infiltração do solo e das necessidades de água da cultura. Portanto o dimensionamento, a partir dos referidos gráficos, é efetuado de maneira que se definam características hidráulicas que satisfaçam a relação água-solo-planta.

4.2 - TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS

TABELA DE SELEÇÃO ECONÔMICA DE DIÂMETROS

A Tabela de Seleção Econômica, calculada para o dimensionamento das terciárias, é mostrada na TABELA 21, a partir da qual construíram-se linhas de vazão versus diferença de perda de carga (FIGURA 33) e o ábaco de seleção econômica (FIGURA 34).

Para se ter uma solução analítica da seleção econômica de diâmetros, encontrou-se, através do referido ábaco, regiões de seleção econômica, nas quais q_s e q_t (q) são res

TABELA 21 - Cálculos necessários para construção do "Ábaco de Seleção Econômica de diâmetro" (Com base no método desenvolvido por KELLER, 1976).

PARÂMETROS	DIÂMETROS DE TUBULAÇÕES							
	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	3"	4"
* Custo fixo anual - Cfa(\emptyset) em ORTNs/100m	1,202	1,683	2,404	3,305	4,267	6,611	10,216	15,024
Diferença no custo fixo anual, $\Delta Cfa(\emptyset_s - \emptyset_i)$	0,481	0,721	0,901	0,962	2,344	3,606	4,808	
** CV economizado pela diferença $\Delta CV(\emptyset_s - \emptyset_i)$ em Hp - ano/100m	0,011	0,016	0,020	0,022	0,053	0,081	0,108	
*** Perda de carga correspondente a $\Delta CV(\emptyset_s - \emptyset_i)$, $\Delta J(\emptyset_s - \emptyset_i)$ em m/100m	0,975	1,463	1,828	1,950	4,754	7,313	9,751	
Vazão correspondente a $\Delta J(\emptyset_s - \emptyset_i)$ em l/s	0,036	0,138	0,356	0,707	1,617	4,045	14,748	

* Baseado em FRC = 0,298 Ci = 15% e n = 50anos

** Baseado na vazão da sub-unidade de irrigação - $q_s = 0,83$ l/s

*** Baseado em Coe = 44,55 ORTNs/ Hp - ano

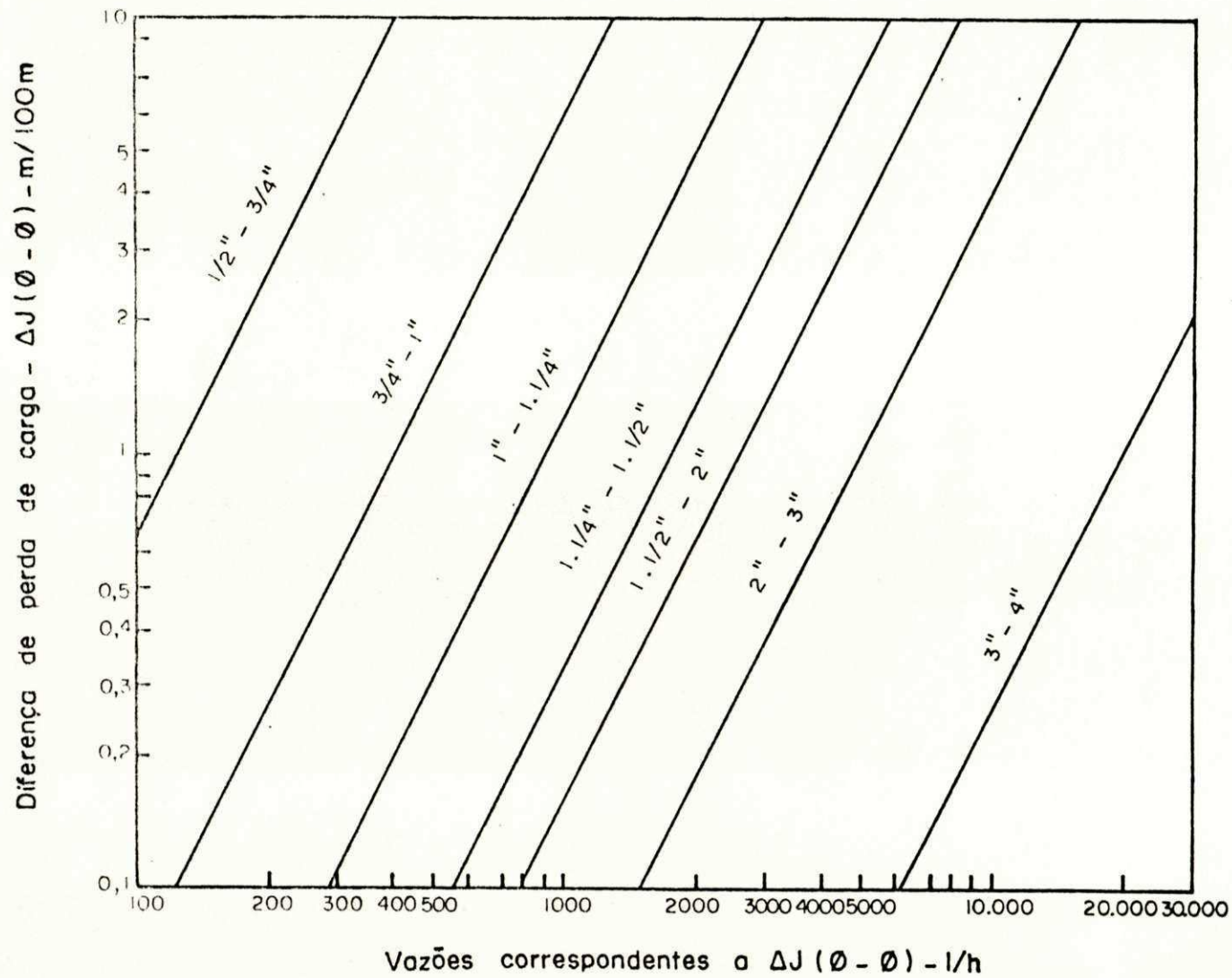


Fig. 33 - Diferenças de perdas de carga entre diâmetros adjacentes de Tubulações em polietileno de baixa densidade, para $C=140$, $FRC=0,298$, $ORTN=Cr\text{§} 4963,91$ (Referente a Agosto/83) e $Coe=44,55$ $ORTN's/Hp$ -ano.

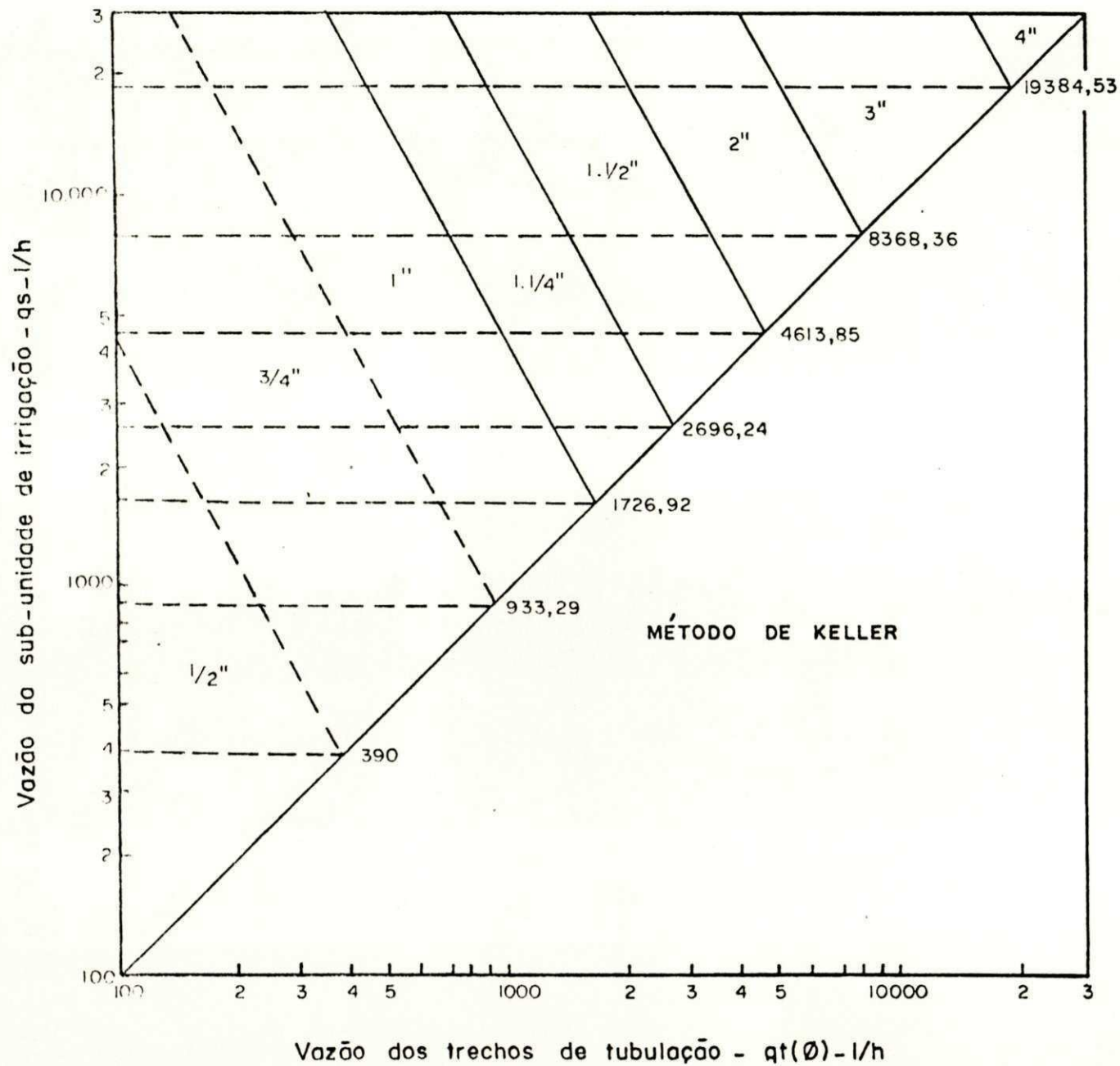


Fig. 34. Ábaco de seleção econômica de diâmetros de tubulação em polietileno de baixa densidade, para $C=140$, $FRC=0,298$, $ORTN=CrS\ 4.963,91$ (Referente a Agosto/83) e $Coe = 44,55\ ORTN's/Hp - ano$.

pectivamente vazões do sistema e do trecho de tubulação, da das em ℓ/h . A determinação das funções logarítmicas que de finem as linhas limítrofes das regiões de seleção econômica dos diâmetros, se deu tomando-se a equação genérica da função bi-log e um par de valores de vazão q_t e q_s . A partir destas informações e, sabendo-se que o expoente das referidas funções corresponde a 1,852, tal determinação se restrin - giu apenas em se encontrar o coeficiente de proporcionalidade. As regiões analíticas de seleção econômica foram deter - minadas considerando-se como menor diâmetro o de 1". Têm-se então as seguintes regiões:

1 - No intervalo de $100 \ell/h \leq q_s < 1726,92 \ell/h$, tem-se apenas a região correspondente ao diâmetro de 1", para o qual se tem um intervalo de utilização de $100 \leq q_t(1") < q_{t\max}(1")$, sendo seu valor máximo dado por:

$$q_{t\max}(1") = q_s \quad (\text{Eq. 63})$$

2 - No intervalo de $1726,92 \ell/h \leq q_s < 2696,24 \ell/h$, tem-se as seguintes regiões:

Região de 1" - As vazões utilizadas no diâmetro de 1" encontram-se no intervalo de $100 \leq q_t(1") \leq q_{t\max}(1")$, sendo o valor máximo dado por:

$$q_{t\max}(1") = 96693,65 q_s^{-0,54} \quad (\text{Eq. 64})$$

Região de 1.1/4" - O intervalo de utilização de vazão para este diâmetro é expresso por:

$$q_{t\max}(1") < q_t(1.1/4") \leq q_s \quad (\text{Eq. 65})$$

3 - No intervalo de $2696,24 \text{ l/h} \leq q_s < 4613,85 \text{ l/h}$ tem-se as seguintes regiões:

Região de 1" - Descrita em $1726,92 \leq q_s < 2696,24$

Região de 1.1/4" - Descrita em $1726,92 \leq q_s < 2696,24$

sendo o valor máximo dado por:

$$q_{t\text{máx}} (1.1/4") = 192029,24 q_s^{-0,54} \quad (\text{Eq.66})$$

Região de 1.1/2" - O intervalo de utilização de vazão para este diâmetro é de $q_{t\text{máx}} (1.1/4") < q_t (1.1/2") \leq q_s$.

4 - No intervalo de $4613,85 \text{ l/h} \leq q_s < 8368,36 \text{ l/h}$ tem-se as seguintes regiões:

Região de 1" e 1.1/4" - Descritas em $2696,24 \leq q_s < 4613,85$.

Região de 1.1/2" - Descrita em $2696,24 \leq q_s < 4613,85$, sendo seu valor máximo dado por:

$$q_{t\text{máx}} (1.1/2") = 439195,6 q_s^{-0,54} \quad (\text{Eq.67})$$

Região de 2" - O intervalo de utilização de vazão neste diâmetro é de $q_{t\text{máx}} (1.1/2") < q_t (2") \leq q_s$.

5 - No intervalo de $8368,36 \text{ l/h} \leq q_s < 19384,53 \text{ l/h}$, tem-se as seguintes regiões:

Regiões de 1.1/4" e 1.1/2" - Descritas em $4613,85 \leq q_s < 8368,36$.

Região de 2" - O intervalo de utilização de vazão para este diâmetro é de $q_{t\text{máx}} (1.1/2") < q_t (2") \leq q_{t\text{máx}} (2")$ sendo seu valor máximo expresso por:

$$q_{t\text{máx}} (2") = 1098668 q_s^{-0,54} \quad (\text{Eq.68})$$

Região de 3" - O intervalo de utilização de vazão para este diâmetro é de $q_{tm\acute{a}x} (2") < q_t (3") \leq q_s$.

6 - No intervalo de $19384,53 \text{ l/h} \leq q_s \leq 30.000 \text{ l/h}$, tem-se as seguintes regiões:

Região de 1.1/2" e 2" - Descritas em $8368,36 \leq q_s < 19384,53$.

Região de 3" - O intervalo de utilização de vazão neste diâmetro é de $q_{tm\acute{a}x} (2") < q_t (3") \leq q_{tm\acute{a}x} (3")$, sendo seu valor máximo dado pela equação:

$$q_{tm\acute{a}x} (3") = 4005724,6 q_s^{-0,54} \quad (\text{Eq. 69})$$

Região de 4" - O intervalo de utilização de vazão neste diâmetro é de $q_{tm\acute{a}x} (3") < q_t (4") \leq q_s$.

DIAGNÓSTICO DO DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento de terciárias em declive e aclive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, é mostrado em função da pressão de serviço do emissor e do espaçamento entre laterais, nas TABELAS 22 a 36, encontradas no APÊNDICE B. A análise quantitativa destes resultados, baseada fundamentalmente nos comprimentos mínimos aceitáveis de terciárias de 18 ou 20m dependendo do espaçamento, entre laterais, objetivou identificar as características hidráulicas do referido dimensionamento, definindo inclusive os valores mínimos e máximos que as variáveis envolvidas no cálculo podem assumir, para se ter comprimentos dimensionáveis iguais ou maiores que o mínimo aceitável. Esta análise é apresentada a seguir:

AS TABELAS 37 a 40 mostram, para todas as combinações entre pressão de serviço e espaçamento de laterais, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação e os comprimentos e declividades mínimas e máximas admissíveis para cada situação de vazão na lateral. No que tange aos diâmetros da tubulação observa-se, por exemplo, na TABELA 37, para o espaçamento entre laterais de 2m e a pressão de serviço de 4mca, que uma terciária alimentando laterais com vazões de 270 a 450 ℓ/h , terá sua vazão compreendida entre 3.510 e 4.500 ℓ/h (ver TABELA 22). Esta será conduzida, ao longo da tubulação por diâmetro de 1.1/2", 1.1/4" e 1", segundo o método de seleção econômica de diâmetros de KELLER (ver FIGURA 34).

Verifica-se também que para a pressão de 5mca, terciárias que alimentam laterais com vazões entre 473 e 476 ℓ/h , terão comprimentos e declividades mínimas e máximas de 20 e 34m e de 1 e 4%, respectivamente. Neste caso, o comprimento mínimo dimensionável da terciária correspondeu exatamente ao valor mínimo aceitável. Por isto é que as declividades de 1 e 4% ficaram bem definidas como sendo os limites inferior e superior, respectivamente, de utilização do declive no cálculo das terciárias.

Esta condição limítrofe das referidas declividades exprime que, para declives abaixo de 1%, o comprimento dimensionável será menor que o mínimo aceitável, devido ao ganho de carga fornecido por estes declives ser insuficiente para contrabalancear a perda de carga por fricção, de modo que se tenha uma variação de carga na tubulação, dentro do limite admissível. Para declividades maiores que 4% o ganho de carga já

TABELA 37 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xique-xique), para um espaçamento entre laterais de 2m.

* VAZÃO * LATERAL	DA -l/h	* hs	* Nr	DIÂMETROS (")				* L _{mín} (m)	* L _{máx} (m)	* S _{mín} (%)	* S _{máx} (%)
				* φ_1	* φ_2	* φ_3	* φ_4				
210 a 228 240		4	1	1.1/4"	1"			20 22	24 22	0 < S < 1 0 < S < 1	4 4 < S < 5
270 300 a 330 342 a 418 450			2	1.1/2"	1.1/4"	1"		20 24 22 20	26 30 26 20	0 < S < 1 0 < S < 1 0 < S < 1 1	4 3 < S < 4 3 < S < 4 4
494 a 646			3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	22	32	0 < S < 1	3 < S < 4
840 a 1080 1102 a 1200			3	3"	2"	1.1/2"	1.1/4"	20 20	46 34	0 < S < 1 0 < S < 1	3 3
272 a 301 306 340 a 374		5	2	1.1/2"	1.1/4"	1"		20 30 22	32 22 26	0 < S < 1 0 < S < 1 0 < S < 1	4 4 < S < 5 4 < S < 5
473 a 476 510 a 680			3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	20 20	34 32	1 0 < S < 1	4 4
850 a 867 903 a 1615			3	3"	2"	1.1/2"	1.1/4"	24 20	44 42	0 < S < 1 0 < S < 1	3 < S < 4 3
280 a 296 470 a 672		6	2	1.1/2"	1.1/4"	1"		26 20	32 34	0 < S < 1 0 < S < 1	4 < S < 5 4
840 a 912 940 952 a 1008 1034 a 1064 1104			3	3"	2"	1.1/2"	1.1/4"	20 26 20 24 20	46 40 40 36 34	0 < S < 1 0 < S < 1 0 < S < 1 0 < S < 1 0 < S < 1	4 3 < S < 4 4 3 < S < 4 4
1147 a 1176 1222 a 1232 1248 a 1316								24 20 26	32 30 30	0 < S < 1 0 < S < 1 0 < S < 1	3 < S < 4 4 3 < S < 4

hs - Pressão de serviço do emissor (mca)
 Nr - Número de reduções de diâmetros na terciária
 L_{mín} - Comprimento mínimo aceitável de terciária
 L_{máx} - Comprimento máximo admissível de terciária
 S_{mín} - Declividade mínima admissível
 S_{máx} - Declividade máxima admissível

TABELA 38 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XiqueXique), para um espaçamento entre laterais de 3m.

* VAZÃO * LATERAL	DA - l/h	* hs	* Nr	DIÂMETROS (")				* Lmín (m)	* Lmáx (m)	* Smín (%)	* Smáx (%)
				φ_1	φ_2	φ_3	φ_4				
210		4	0	1"				24	24	0 < S < 1	4 < S < 5
225 a	240							21	21	1	5
266 a	270							21	30	0 < S < 1	4
300								24	24	0 < S < 1	3 < S < 4
304								21	24	0 < S < 1	4
315			1	1.1/4"	1"			21	24	1	4
330								24	24	0 < S < 1	3 < S < 4
360 a	380							21	21	1	4
390								21	33	1	3 < S < 4
405 a	418							27	33	0 < S < 1	3 < S < 4
420								30	30	0 < S < 1	3 < S < 4
450 a	495		2	1.1/2"	1.1/4"	1"		21	30	1	3 < S < 4
510								21	27	1	3 < S < 4
540 a	570							24	24	0 < S < 1	3 < S < 4
600								21	21	1	4
660								21	36	0 < S < 1	3
675								21	36	1	4
720			3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	21	33	1	3 < S < 4
750								21	33	1	3
765								21	30	1	4
798 a	990							21	30	0 < S < 1	3
1200 a	1650		3	3"	2"	1.1/2"	1.1/4"	21	48	0 < S < 1	3
238		5	0	1"				21	21	1	5
255 a	258		1	1.1/4"	1"			21	30	1	4 < S < 5
272								24	27	0 < S < 1	4 < S < 5
408 a	442		2					21	33	0 < S < 1	4 < S < 5
459								27	30	0 < S < 1	3 < S < 4
473 a	516		2	1.1/2"	1.1/4"	1"		21	27	0 < S < 1	4
561								24	24	0 < S < 1	4 < S < 5
663								21	36	0 < S < 1	4
680			3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	21	36	1	4 < S < 5
731 a	1020							21	33	0 < S < 1	4
1224 a	1326		3	3"	2"	1.1/2"	1.1/4"	24	45	0 < S < 1	3 < S < 4
1360								21	42	0 < S < 1	4
1445 a	1870							21	39	0 < S < 1	4
259 a	288	6	1	1.1/4"	1"			21	30	0 < S < 1	5
296								27	27	0 < S < 1	4 < S < 5
336								21	24	0 < S < 1	5
392			2					21	33	0 < S < 1	5
407 a	432		2	1.1/2"	1.1/4"	1"		24	33	0 < S < 1	4 < S < 5
444 a	448							30	30	0 < S < 1	4 < S < 5
504								21	27	0 < S < 1	5
672 a	1034		3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	21	36	0 < S < 1	4
1222 a	1248							21	45	0 < S < 1	4
1316								24	42	0 < S < 1	3 < S < 4
1344 a	1392		3	3"	2"	1.1/2"	1.1/4"	21	42	0 < S < 1	4
1410 a	1786							24	39	0 < S < 1	3 < S < 4

- hs - Pressão de serviço do emissor (mca)
 Nr - Número de reduções de diâmetros na terciária
 Lmín - Comprimento mínimo aceitável de terciária
 Lmáx - Comprimento máximo admissível de terciária
 Smín - Declividade mínima admissível
 Smáx - Declividade máxima admissível.

TABELA 39 - Diagnóstico preliminar para dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiguetique), para um espaçamento entre laterais de 4m.

* VAZÃO	DA	* hs	* Nr	DIÂMETROS (")				* Lmin	* Lmáx	* Smín	* Smáx
				* Ø ₁	* Ø ₂	* Ø ₃	* Ø ₄				
* LATERAL - l/h							(m)	(m)	(%)	(%)	
210		4	0	1"			28	32	0 < S < 1	4 < S < 5	
225 a	270						24	28	0 < S < 1	4 < S < 5	
315 a	342						20	20	1	5	
360							20	28	1	4	
375 a	380						20	28	0 < S < 1	4	
390							20	24	0 < S < 1	4	
405			1	1.1/4"	1"		20	24	1	4 < S < 5	
418 a	420						20	24	1	4	
494 a	525						20	20	1	4	
540							20	20	1	1	
570							20	32	1	4	
585							28	28	0 < S < 1	3 < S < 4	
600							24	28	0 < S < 1	3 < S < 4	
646			2	1.1/2"	1.1/4"	1"	20	28	0 < S < 1	4	
660 a	675						20	24	1	4	
720							24	24	0 < S < 1	3 < S < 4	
750 a	765						20	24	1	4 < S < 5	
798 a	840						20	20	1	4	
930							20	20	1	3	
945							20	32	1	4	
990 a	1170		3	2"	1.1/2"	1.1/4"	20	32	0 < S < 1	3	
1395 a	1425						20	20	1	4	
238 a	344	5	0	1"			20	28	1	5	
357							20	28	1	5	
374 a	408		1	1.1/4"	1"		24	28	0 < S < 1	4 < S < 5	
425							20	24	0 < S < 1	5	
430							20	24	1	5	
559 a	561						20	32	1	5	
578 a	663		2	1.1/2"	1.1/4"	1"	20	28	0 < S < 1	4	
731 a	817						20	24	1	4	
935 a	969						20	32	0 < S < 1	4	
989							28	32	0 < S < 1	3 < S < 4	
1020			3	2"	1.1/2"	1.1/4"	20	32	0 < S < 1	4	
1054 a	1156						20	28	0 < S < 1	4	
1445							20	20	1	4	
1870			3	3"	2"	1.1/2"	24	40	0 < S < 1	3 < S < 4	
280		6	0	1"			24	24	0 < S < 1	5 < S < 6	
376 a	448		1	1.1/4"	1"		20	28	0 < S < 1	5	
560							20	32	1	5	
564 a	576						20	32	1	5	
616 a	629		2	1.1/2"	1.1/4"	1"	24	28	0 < S < 1	4 < S < 5	
658 a	672						20	28	0 < S < 1	5	
740							24	24	0 < S < 1	4 < S < 5	
752							20	24	0 < S < 1	5	
940 a	952						20	32	0 < S < 1	5	
999 a	1104						20	32	0 < S < 1	4	
1147 a	1152		3	2"	1.1/2"	1.1/4"	20	28	0 < S < 1	5	
1176 a	1248						20	28	0 < S < 1	4	
1392							20	24	0 < S < 1	5	

- hs - Pressão de serviço do emissor (mca)
 Nr - Número de reduções de diâmetros na terciária
 Lmin - Comprimento mínimo aceitável de terciária
 Lmáx - Comprimento máximo admissível de terciária
 Smín - Declividade mínima admissível
 Smáx - Declividade máxima admissível.

TABELA 40 - Diagnóstico preliminar para o dimensionamento de terciárias em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XiqueXique), para um espaçamento entre laterais de 6m.

* VAZÃO DA LATERAL - l/h *	* DA *	* hs *	* Nrc *	DIÂMETROS (")				* Lmin (m) *	* Lmáx (m) *	* Smín (%) *	* Smáx (%) *
				μ_1	μ_2	μ_3	μ_4				
210	a 240	4	0	1"				36	48	0 < S < 1	3 < S < 4
	266							36	36	0 < S < 1	3 < S < 4
	270							18	36	0 < S < 1	4
	300							18	30	0 < S < 1	4
304	a 330							30	30	0 < S < 1	4 < S < 5
	342							24	30	0 < S < 1	4 < S < 5
360	a 570							18	24	1	4
	585							18	24	1	5
600	a 646		1	1.1/4"	1"			18	24	1	5
660	a 798							18	24	1	4
810	a 874							18	18	1	5
900	a 912							18	30	1	5
	930							18	24	1	5
	945							18	24	1	5
	990		2	1.1/2"	1.1/4"	1"		18	24	2	5
1020	a 1050							24	24	0 < S < 1	3 < S < 4
1080	a 1125							18	24	0 < S < 1	4
1275	a 1395							18	18	1	4
	238	5	0	1"				24	42	0 < S < 1	4 < S < 5
255	a 306							30	36	0 < S < 1	4 < S < 5
	340							18	30	0 < S < 1	5
344	a 430							24	30	0 < S < 1	5 < S < 7
559	a 561							18	18	1	7
578	a 645							18	24	1	5
	663		1	1.1/4"	1"			24	24	0 < S < 1	4 < S < 5
816	a 867							18	18	1	5
	903							18	30	1	5
918	a 969							18	30	1	5
	989		2	1.1/2"	1.1/4"	1"		18	18	1	5
1171	a 1122							24	24	0 < S < 1	4 < S < 5
1326	a 1360							18	18	1	5
1581	a 1615		3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	18	30	0 < S < 1	4
	1870							24	24	0 < S < 1	4 < S < 5
259	a 288	6	0	1"				18	36	0 < S < 1	5
333	a 407							24	30	0 < S < 1	5 < S < 7
	576							24	24	0 < S < 1	5 < S < 7
616	a 629		1	1.1/4"	1"			18	24	1	5
	658							18	24	0 < S < 1	5
	888							18	18	1	5
	912							18	30	1	5 < S < 7
940	a 1008		2	1.1/2"	1.1/4"	1"		18	24	1	5
1034	a 1152							18	24	0 < S < 1	5
	1392							18	18	1	5
1598	a 1632		3	2"	1.1/2"	1.1/4"	1"	18	30	0 < S < 1	5
	2068							18	24	0 < S < 1	5

- hs - Pressão de serviço do emissor (mca)
 Nrc - Número de reduções de diâmetros
 Lmin - Comprimento mínimo aceitável de terciária
 Lmáx - Comprimento máximo admissível de terciária
 Smín - Declividade mínima admissível
 Smáx - Declividade máxima admissível.

excede, em muito, a perda por fricção, ocorrendo assim uma variação por excesso de carga (variação positiva) maior que a admissível, tendo-se, neste caso, que limitar o comprimento em seu valor mínimo aceitável.

Nos casos em que o comprimento dimensionável foi maior que o mínimo aceitável, como por exemplo, em laterais trabalhando com vazões de 280 a 296 l/h (ver TABELA 37), a uma pressão de serviço de 6 mca, tiveram terciárias com um comprimento mínimo dimensionável de 26m para as declividades de 1 e 4%, deduzindo-se assim que os limites inferior e superior de declive para se ter um comprimento mínimo dimensionável igual ao mínimo aceitável, estarão neste exemplo, nos intervalos de $0\% < S < 1\%$ e $4\% < S < 5\%$, respectivamente.

O comprimento máximo dimensionável da terciária ocorreu, evidentemente, para declividades situadas entre seus limites de utilização mínimo e máximo. Estes valores se comportaram, para cada combinação entre pressão de serviço do emissor e espaçamento entre laterais, da seguinte maneira:

- Para o espaçamento de 2m e as pressões de 4, 5 e 6 mca, os referidos comprimentos foram de 46, 44 e 46m (ver TABELA 37), respectivamente, nas declividades máximas de 3%, $3\% < S < 4\%$ e 4%.

- Para o espaçamento de 3m e as pressões de 4, 5 e 6 mca, estes comprimentos foram de 36, 45 e 45m (ver TABELA 38), nas declividades de 4%, $3\% < S < 4\%$ e 4%, respectivamente.

- O comprimento máximo para o espaçamento de 4m e as pressões de 4, 5 e 6 mca, foi de 32m (ver TABELA 39), respectivamente, nas declividades de $4\% < S < 5\%$, 5% e 5%.

- Para o espaçamento de 6m e as pressões de 4, 5 e 6mca, os referidos comprimentos foram de 48, 42 e 36m (ver TABELA 40), respectivamente, nas declividades de $3\% < S < 4\%$, $4\% < S < 5\%$ e 5% .

Observa-se que o comprimento nem sempre aumentou com a pressão para um dado espaçamento. Este comportamento se justifica pelo efeito da declividade no cálculo, onde o comprimento diminui, à medida que o declive é incrementado. Isto pode ser verificado, por exemplo, para a situação de espaçamento entre laterais de 3m.

Conforme indicam as TABELAS 34 a 36, os comprimentos e declividades mínima e máxima, para terciárias em aclave, coincidiram em todas as situações de pressão e espaçamento entre laterais, tendo estes valores sido de 18 e 20m (iguais ao mínimo aceitável) e, de 1%, respectivamente.

Estes resultados dispensam qualquer discussão a respeito do comportamento destas variáveis no cálculo geral das terciárias em aclave. Basta salientar que elas, assumindo apenas estes valores como condições favoráveis ao cálculo, tornam a aclividade hidráulicamente inviáveis ao dimensionamento das referidas tubulações. Além do mais, dentro dos princípios hidráulicos estabelecidos (variação máxima permitida de carga e comprimento dimensionável mínimo aceitável) no processo de dimensionamento das terciárias num total de 3820 cálculos efetuados, apenas 6,3% destes, determinaram comprimentos dimensionáveis em situação de aclave. No entanto, para declividades negativas, esta porcentagem foi bem maior, tendo sido da ordem de 70,5%. Este dado vem confirmar a inviabilidade hidráulica do aclave em terciárias no

xiquexique.

Os ajustes feitos na vazão de cada trecho da tubulação terciária, em alguns casos originou um somatório maior que a vazão total no referido conduto.

Os arredondamentos do número de saídas respectivos aos trechos, que às vezes somavam um valor total diferente (maior ou menor) do inicialmente considerado não negligenciaram a utilização do Método de Seleção Econômica de tubulações, quanto aos intervalos (regiões de utilização de vazões a cada diâmetro selecionado. Mesmo quando estes valores não foram os máximos, permaneceram dentro da região.

Observa-se nas TABELAS 22 a 36 que, em alguns cálculos ocorreram terciárias com vazões iguais em comprimentos diferentes e vice-versa. Isto pode ser considerado hidráulica mente um absurdo, quando não se conhece os recursos que o referido método oferece ao cálculo com redução de diâmetros. Portanto pode se constatar que o cálculo foi desenvolvido usando-se de toda versatilidade deste método.

Os trechos de redução na tubulação, que apresentaram comprimentos nulos, conforme mostram as TABELAS 22 a 36, se justificam por seu comprimento inicial ter sido menor que o correspondente ao espaçamento entre laterais, não sendo assim possível existir nenhuma saída nele. O procedimento para estes casos foi então desprezar o comprimento dos referidos trechos.

Foram omitidos dos resultados apresentados neste trabalho os cálculos listados pela programação computacional inerentes à pressão de 3 mca e do espaçamento entre laterais de

8m, porque constatou-se que para a referida pressão a maioria dos cálculos forneceram comprimentos dimensionáveis iguais ao valor mínimo aceitável, condição esta que limita de certa maneira a utilização desta pressão no dimensionamento das terciárias. Quanto ao espaçamento entre laterais de 8m considerou-se ainda que o mesmo é muito pouco usado, inclusive, em todas as modalidades da irrigação localizada, tendo-se assim desconsiderado o dimensionamento com este espaçamento.

ANÁLISE PORCENTUAL DOS RESULTADOS

As TABELAS 41 e 42 mostraram uma análise porcentual da ocorrência do número de reduções de diâmetros no cálculo das terciárias em declive, em função da pressão de serviço do emissor e espaçamento entre laterais. Observa-se, na TABELA 41, que com o aumento de pressão implica em mais reduções na tubulação, inclusive, com diâmetros maiores, porque a vazão na terciária aumenta com a pressão, requerendo-se diâmetros maiores na tubulação. Isto é evidente no método econômico de KELLER que define o número de reduções e a grandeza de seus diâmetros, em função da vazão na terciária, mediante suas regiões de seleção econômica de diâmetros.

Pode-se constatar, na TABELA 41, que para o espaçamento de 2m entre laterais, os cálculos eliminaram a região de 1" (região de nenhuma redução) na pressão de 4, 5 e 6 mca, bem como a região de 1.1/4" nas pressões de 5 e 6mca. O mesmo ocorreu para o espaçamento de 3m na região de 1", para pressão de 6mca. Para o

TABELA 41 - Matriz demonstrativa das porcentagens de ocorrências do número de reduções de diâmetros, relativos às pressões de serviço do emissor, no cálculo de terciárias em declive, para o sistema de irrigação por XIQUEXIQUE.

Sl	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4mca										
	NÚMERO DE REDUÇÕES NA TUBULAÇÃO										
	0	1	2	3	3	3					
(m)	DIÂMETROS RESPECTIVOS A CADA TRECHO DA TUBULAÇÃO										
	1"	1.1/4" 1"	1.1/2" 1.1/4"	2" 1.1/4"	1.1/2" 1"	3" 1.1/2"	2" 1.1/4"	4" 2"	3" 1.1/2"		
2		2,33	5,23	4,07	7,56						
3	2,33	5,23	6,98	8,14	4,07						
4	4,65	6,40	8,72	6,40							
6	12,79	7,56	7,56								
% TOTAIS	19,77	21,51	28,49	18,60	11,63	0,00					
	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 5mca										
2			4,97	4,97	17,73						
3	0,71	2,13	7,09	4,26	7,09						
4	2,84	3,55	8,51	8,51	0,71						
6	9,91	6,38	8,51	2,13							
% TOTAIS	13,43	12,06	29,08	19,87	25,53	0,00					
	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 6mca										
2			2,34	10,94	14,06						
3		3,91	4,69	10,16	9,38						
4	0,78	4,69	7,81	10,94							
6	4,69	4,69	8,59	2,34							
% TOTAIS	5,47	13,28	23,43	34,38	23,44	0,00					

Sl - Espaçamento entre laterais

TABELA 42 - Matriz demonstrativa das porcentagens gerais de ocorrências do número de reduções de diâmetros, no cálculo de terciárias em declive, para o sistema de irrigação por XIQUE-XIQUE.

Sl (m)	PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4mca								
	NÚMERO DE REDUÇÕES NA TUBULAÇÃO								
	0	1	2	3	3	3			
	DIÂMETROS RESPECTIVOS A CADA TRECHO DA TUBULAÇÃO								
	1"	1.1/4" 1"	1.1/2" 1"	2" 1.1/4"	1.1/2" 1"	3" 1.1/2"	2" 1.1/4"	4" 2"	3" 1.1/2"
2		0,91	2,04	1,59		2,95			
3	0,91	2,04	2,72	3,17		1,59			
4	1,82	2,49	3,40	2,49					
6	4,99	2,95	2,95						
	PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 5mca								
2			1,59	1,59		5,67			
3	0,23	0,68	2,27	1,36		2,27			
4	0,91	1,13	2,72	2,72		0,23			
6	3,17	2,04	2,72	0,68					
	PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 6mca								
2			0,68	3,17		4,08			
3		1,13	1,36	2,95		2,72			
4	0,23	1,36	2,27	3,17					
6	1,36	1,36	2,49	0,68					
% TOTALS	13,62	16,09	27,21	23,57		19,51			0,00

Sl - Espaçamento entre laterais

espaçamento de 6m, a uma pressão de 4 mca, o cálculo eliminou nas faixas de três reduções com regiões de 2", 1.1/2", 1.1/4" e 1" e, de 3", 2", 1.1/2" e 1.1/4", tendo, entretanto, esta primeira faixa participado no cálculo para as pressões de 5 e 6 mca. A faixa de três reduções com as regiões de 4", 3", 2" e 1.1/2" não participou do cálculo em nenhuma situação estudada.

Estas deduções definem assim os limites inferior e superior do número de reduções, com os respectivos diâmetros que as tubulações terciárias devem ter em seu processo de dimensionamento.

Verifica-se então que as regiões de seleção econômica (ver FIGURA 34) determinadas para o cálculo de dimensionamento das terciárias neste trabalho, foram utilizadas em sua maioria, satisfazendo plenamente as exigências de vazão das referidas tubulações em seu processo iterativo de cálculo. Conforme indica a TABELA 41, a faixa de duas reduções, a qual possui as regiões de 1.1/2", 1.1/4" e 1", foi a que teve maior porcentagem de ocorrência no cálculo, para as pressões de 4 e 5 mca, tendo sido respectivamente, de 28 e 29%. Na pressão de 6 mca isto ocorreu para a faixa de três reduções, com regiões de 2", 1.1/2", 1.1/4" e 1", numa porcentagem de 34%. No cômputo geral dos cálculos, constatou-se que 86% das tubulações dimensionadas necessitaram de reduções (TABELA 42) tendo sido a faixa de duas reduções (com as regiões de 1.1/2", 1.1/4" e 1") a que teve maior porcentagem de ocorrência, no valor de 27%.

Estes indicativos porcentuais evidenciam a necessidade econômica e hidráulica de diâmetros em terciárias, para o sistema Xiquexique. Isto está em consonância com o método econômico de KELLER (1976), que admite o máximo de três reduções nas terciárias que é o recomendado na irrigação localizada pela literatura.

Poder-se-ia ter considerado um número máximo de reduções, na terciária, de 2 ou 1 (ou mesmo nenhuma redução). Isto inclusive, determinaria comprimentos maiores de tubulação, possibilitando a irrigação de maiores áreas pelo sistema Xiquexique. Porém, os custos totais do projeto (fixos + variáveis) seriam mais elevados, talvez inviabilizando economicamente o referido sistema para o pequeno agricultor, para o qual este método está sendo recomendado.

Acredita-se que o dimensionamento de terciárias com diâmetro único, mesmo sendo feito a partir do método econômico de KELLER, tenha um custo inicial muito oneroso por tratar-se de um sistema localizado, que funciona com terciárias conduzindo vazões de até 19380 l/h (TABELAS 22, 23, 26 e 27). Isso exigiria um diâmetro único de 3", num comprimento de tubulação considerado grande no referido sistema. Além do mais, do ponto de vista hidráulico, poderá haver nesta situação, problemas de uniformidade de distribuição d'água na subunidade de irrigação, o que comprometeria o manejo do sistema de irrigação em estudo.

Uma análise porcentual da participação de cada declividade no cálculo das terciárias é mostrada nas TABELAS 43 e

44. Esta análise objetivou quantificar em qual porcentagem de ocorrência, em relação ao número total de cálculos processados, cada declividade contribuiu para a determinação de comprimentos de tubulação maiores ou iguais ao valor mínimo aceitável, isto é, comprimentos dimensionáveis segundo a concepção hidráulica considerada neste trabalho. A TABELA 43 apresenta estas porcentagens para cada situação de espaçamento entre laterais, calculadas em relação ao total de cálculos ocorridos para cada pressão de serviço do emissor estudada. Estes resultados revelam o seguinte comportamento da declividade no dimensionamento das terciárias:

- A declividade de 5% mostrou-se hidraulicamente inviável no espaçamento de 2m, para as pressões de 4 e 5mca. Exceto na situação de pressão de 5mca e espaçamento de 6m, a declividade de 7% também teve este mesmo comportamento.

Pode-se verificar ainda, pela TABELA 43, que um aumento na pressão de serviço proporciona um aumento relativo nos percentuais totais de ocorrência da declividade no cálculo, devido a maiores variações admissíveis de carga, possibilitando uma maior viabilidade hidráulica do declive no cálculo. Na grande maioria dos casos as declividades de 1, 2 e 3%, tiveram um mesmo percentual de ocorrência, para a mesma pressão de serviço, em cada espaçamento. Por exemplo, para a pressão de 5 mca (ver TABELA 43) nos espaçamentos de 2, 3, 4 e 6 m, os percentuais correspondentes a cada um destes, para estas três declividades, foram respectivamente, de 27,61; 21,28; 24,11 e 27,00%. Os percentuais apresentados pela declividade de 5% nas três pressões de serviço em todos os espaçamentos,

TABELA 43 - Matriz de ocorrência das porcentagens de declividade, no cálculo das terciárias em declive no sistema XIQUÉXIQUE, por pressão em cada situação de espaçamento entre laterais.

ESPAÇAMEN- TO ENTRE LATERAIS (m)	PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4mca					
	DECLIVIDADES DO TERRENO (%)					
	1	2	3	4	5	7
2	19,10	19,10	19,10	3,50	0	0
3	26,59	26,59	24,28	9,25	1,73	0
4	26,59	26,59	26,59	20,23	1,73	0
6	27,72	27,72	27,72	23,70	11,56	0
%TOTAIS	100	100	97,69	56,63	15,02	0,0
	PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 5mca					
	DECLIVIDADES DO TERRENO (%)					
	1	2	3	4	5	7
2	27,61	27,61	27,61	9,93	0	0
3	21,28	21,28	21,28	14,18	0,71	0
4	24,11	24,11	24,11	22,70	6,38	0
6	27,00	27,00	27,00	27,00	17,73	1,42
%TOTAIS	100	100	99,05	73,81	24,82	1,42
	PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 6mca					
	DECLIVIDADES DO TERRENO (%)					
	1	2	3	4	5	7
2	27,34	27,34	27,34	21,09	2,34	0
3	28,13	28,13	28,13	22,66	4,69	0
4	24,22	24,22	24,22	24,22	14,06	0
6	20,31	20,31	20,31	20,31	20,31	0
%TOTAIS	100	100	100	88,28	41,40	0,0

TABELA 44 - Matriz de ocorrência das porcentagens de declividade, no cálculo geral dos terciários, em declive no sistema XIQUEXIQUE, por pressão e espaçamento entre laterais.

ESPAÇAMENTO ENTRE LATERAIS (m)	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4mca					
	DECLIVIDADES DO TERRENO (%)					
	1	2	3	4	5	7
2	7,47	7,47	7,47	1,36	0	0
3	10,41	10,41	9,50	3,62	0,68	0
4	10,41	10,41	10,41	7,92	0,68	0
6	10,86	10,86	10,86	9,28	4,52	0
	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 5mca					
2	8,82	8,82	8,82	3,17	0	0
3	6,79	6,79	6,79	4,52	0,23	0
4	7,69	7,69	7,69	7,24	2,04	0
6	8,60	8,60	8,60	8,60	5,66	0,45
	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 6mca					
2	7,92	7,92	7,92	6,11	0,68	0
3	8,14	8,14	8,14	6,56	1,36	0
4	7,01	7,01	7,01	7,01	4,07	0
6	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88	0
% TOTAIS	100	100	99,09	71,27	25,80	0,45

exceto o de 6m, foram relativamente insignificantes. Para este último espaçamento, observou-se valores de 11,56;17,73 e 20,31% (porcentuais máximos) respectivos às pressões de 4, 5 e 6 mca. Constata-se então que a declividade de 5% torna-se mais hidraulicamente viável para a pressão de 6mca, em virtude de um maior percentual (41,40%) para esta pressão.

A TABELA 44, indicando os percentuais totais no cálculo geral das terciárias em declive, demonstra que a declividade de 7% é negligenciável no cálculo destas tubulações, em consequência de seu baixíssimo valor de 0,45%. Para a declividade de 5% este valor foi de 25,80%, ou seja, apenas um quarto, aproximadamente, dos cálculos totais ocorreu para a referida declividade, sendo este percentual o menor em relação aos das demais declividades consideradas hidraulicamente viáveis ao cálculo. Estes resultados sugerem um limite máximo de declividade para o dimensionamento das terciárias no sistema Xiquexique, que é 5%.

REQUERIMENTOS DE PRESSÃO NA SUBUNIDADE

As TABELAS 45 a 47 mostram, em função da pressão de serviço do emissor, os requerimentos de pressão para cada terciária (em declive) dimensionada. Observa-se que estes requerimentos geralmente diminuíram quando a declividade aumentou, isto, obviamente, em virtude do ganho de carga devido o declive e ainda em parte por este motivo, eles foram relativamente pequenos, nunca tendo ultrapassado a 25; 20 e 16,7% a mais das pressões de serviço do emissor de 4, 5 e 6 mca, respectivamente, pois os requerimentos máximos para es

TABELA 45 - Requerimentos de pressão em subunidade de irrigação trabalhando com uma terciária em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para uma pressão de serviço do emissor de 4mca.

VAZÃO m³/h	DECLIVIDADE DE 1%				DECLIVIDADE DE 2%				DECLIVIDADE DE 3%				DECLIVIDADE DE 4%			
	ESPACAMENTO				ENTRE				LATERAIS				ENTRE			
	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
(L/h)	PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)			
210	4,41	4,49	4,45	4,52	4,10	4,11	4,04	4,44	4,08	4,25	4,23	4,20	4,13	4,07		
225	4,39	4,45	4,50	4,46	4,12	4,09	4,14	4,38	4,10	4,24	4,22	4,17	4,14	4,08		
228	4,39	4,45	4,49	4,45	4,09	4,10	4,05	4,38	4,10	4,24	4,21	4,17	4,13	4,07		
240	4,41	4,49	4,55	4,50	4,11	4,13	4,07	4,45	4,10	4,28	4,27	4,24	4,17	4,13	4,13	4,13
266	4,41	4,45	4,51	4,60	4,14	4,16	4,10	4,42	4,12	4,27	4,24	4,15	4,15	4,15		
270	4,37	4,40	4,47	4,42	4,06	4,13	4,07	4,38	4,06	4,07	4,23	4,20	4,06	4,11	4,01	4,01
300	4,37	4,42	4,46	4,48	4,10	4,12	4,05	4,13	4,09	4,15	4,22	4,18	4,12	4,12	4,03	4,03
304	4,41	4,44	4,38	4,51	4,09	4,15	4,10	4,20	4,12	4,09	4,25	4,21	4,15	4,15	4,06	4,06
315	4,38	4,38	4,44	4,51	4,08	4,11	4,06	4,04	4,08	4,08	4,24	4,21	4,14	4,14	4,06	4,06
330	4,46	4,47	4,54	4,62	4,16	4,18	4,19	4,26	4,20	4,20	4,34	4,32	4,24	4,17	4,15	4,15
342	4,42	4,43	4,51	4,45	4,13	4,11	4,10	4,14	4,12	4,11	4,31	4,30	4,21	4,15	4,15	4,15
360	4,40	4,42	4,39	4,46	4,13	4,14	4,08	4,07	4,17	4,15	4,10	4,22	4,10	4,10	4,10	4,10
375	4,09	4,41	4,44	4,47	4,14	4,12	4,12	4,06	4,12	4,09	4,12	4,23	4,11	4,11	4,11	4,11
380	4,36	4,39	4,43	4,45	4,12	4,07	4,12	4,03	4,10	4,07	4,11	4,21	4,16	4,16	4,16	4,16
390	4,38	4,40	4,44	4,48	4,12	4,09	4,16	4,09	4,09	4,09	4,16	4,24	4,09	4,09	4,12	4,12
405	4,38	4,38	4,38	4,50	4,10	4,10	4,08	4,15	4,12	4,07	4,06	4,26	4,14	4,14	4,14	4,14
418	4,43	4,42	4,42	4,56	4,13	4,15	4,20	4,26	4,19	4,12	4,12	4,32	4,20	4,20	4,20	4,20
420	4,40	4,39	4,39	4,53	4,12	4,11	4,17	4,08	4,11	4,12	4,09	4,29	4,11	4,11	4,11	4,11
450	4,38	4,37	4,39	4,43	4,08	4,12	4,10	4,14	4,09	4,12	4,12	4,20	4,08	4,13	4,13	4,13
456	4,39	4,38	4,40	4,45	4,09	4,07	4,13	4,06	4,10	4,11	4,16	4,22	4,16	4,16	4,16	4,16
494	4,09	4,38	4,41	4,38	4,11	4,13	4,13	4,15	4,14	4,09	4,13	4,25	4,18	4,18	4,18	4,18
495	4,11	4,40	4,43	4,40	4,13	4,15	4,15	4,17	4,16	4,11	4,15	4,27	4,11	4,11	4,11	4,11
510	4,10	4,40	4,41	4,45	4,10	4,10	4,11	4,22	4,12	4,11	4,09	4,27	4,09	4,09	4,09	4,09
525	4,13	4,45	4,44	4,48	4,16	4,15	4,14	4,16	4,16	4,18	4,12	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
540	4,11	4,41	4,44	4,49	4,12	4,12	4,10	4,20	4,13	4,17	4,12	4,16	4,09	4,09	4,09	4,09
570	4,11	4,44	4,46	4,52	4,13	4,11	4,15	4,11	4,14	4,17	4,11	4,23	4,16	4,16	4,16	4,16
585	4,09	4,38	4,40	4,40	4,10	4,14	4,09	4,11	4,13	4,18	4,13	4,07	4,09	4,09	4,09	4,09
600	4,41	4,40	4,40	4,40	4,11	4,10	4,16	4,16	4,11	4,21	4,17	4,10	4,09	4,09	4,09	4,09
646	4,40	4,40	4,42	4,42	4,15	4,09	4,13	4,13	4,14	4,16	4,11	4,12	4,08	4,08	4,08	4,08
660	4,07	4,38	4,42	4,42	4,12	4,09	4,13	4,14	4,09	4,17	4,12	4,12	4,09	4,09	4,09	4,09
675	4,40	4,39	4,41	4,44	4,14	4,12	4,09	4,16	4,10	4,10	4,16	4,13	4,13	4,13	4,13	4,13
720	4,39	4,42	4,45	4,42	4,12	4,14	4,16	4,24	4,13	4,15	4,10	4,21	4,14	4,14	4,14	4,14
750	4,46	4,45	4,49	4,49	4,21	4,17	4,23	4,17	4,18	4,25	4,22	4,14	4,09	4,09	4,09	4,09
765	4,41	4,40	4,44	4,44	4,11	4,11	4,15	4,08	4,12	4,20	4,17	4,09	4,10	4,10	4,10	4,10
798	4,12	4,42	4,48	4,48	4,15	4,16	4,11	4,10	4,12	4,12	4,24	4,19	4,12	4,12	4,12	4,12
810	4,10	4,43	4,44	4,44	4,12	4,11	4,11	4,38	4,12	4,12	4,24	4,20	4,14	4,14	4,14	4,14
825	4,12	4,40	4,45	4,45	4,12	4,12	4,15	4,13	4,13	4,13	4,13	4,19	4,14	4,14	4,14	4,14
836	4,10	4,44	4,45	4,45	4,11	4,12	4,16	4,14	4,13	4,13	4,13	4,20	4,11	4,11	4,11	4,11
840	4,06	4,41	4,44	4,44	4,08	4,09	4,16	4,16	4,13	4,12	4,10	4,17	4,07	4,07	4,07	4,07
855	4,10	4,37	4,43	4,43	4,09	4,12	4,17	4,11	4,13	4,13	4,07	4,08	4,10	4,10	4,10	4,10
874	4,11	4,46	4,46	4,46	4,12	4,17	4,12	4,14	4,11	4,10	4,10	4,11	4,10	4,10	4,10	4,10
900	4,09	4,37	4,43	4,43	4,08	4,10	4,15	4,08	4,12	4,08	4,12	4,10	4,06	4,06	4,06	4,06
912	4,10	4,37	4,44	4,44	4,08	4,08	4,15	4,09	4,12	4,08	4,13	4,10	4,07	4,07	4,07	4,07
930	4,39	4,47	4,47	4,47	4,12	4,10	4,22	4,17	4,10	4,19	4,13	4,13	4,20	4,20	4,20	4,20
945	4,42	4,49	4,49	4,49	4,15	4,13	4,12	4,40	4,12	4,13	4,13	4,16	4,12	4,12	4,12	4,12
990	4,10	4,41	4,41	4,41	4,11	4,11	4,11	4,40	4,11	4,15	4,09	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
1020	4,12	4,38	4,41	4,41	4,11	4,09	4,15	4,18	4,09	4,09	4,09	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
1050	4,12	4,40	4,44	4,44	4,14	4,13	4,12	4,14	4,11	4,11	4,14	4,10	4,09	4,09	4,09	4,09
1080	4,09	4,41	4,41	4,41	4,10	4,15	4,10	4,16	4,10	4,11	4,15	4,11	4,10	4,10	4,10	4,10
1102	4,08	4,40	4,40	4,40	4,08	4,15	4,11	4,08	4,10	4,10	4,16	4,10	4,11	4,11	4,11	4,11
1125	4,44	4,44	4,44	4,44	4,12	4,13	4,15	4,12	4,14	4,14	4,20	4,14	4,19	4,19	4,19	4,19
1170	4,10	4,43	4,43	4,43	4,10	4,12	4,17	4,11	4,11	4,08	4,10	4,19	4,11	4,11	4,11	4,11
1200	4,46	4,46	4,46	4,46	4,12	4,18	4,13	4,20	4,11	4,14	4,10	4,22	4,11	4,11	4,11	4,11
1275	4,40	4,40	4,40	4,40	4,10	4,10	4,16	4,09	4,11	4,11	4,22	4,13	4,13	4,13	4,13	4,13
1292	4,40	4,40	4,40	4,40	4,12	4,09	4,19	4,13	4,11	4,11	4,22	4,13	4,13	4,13	4,13	4,13
1395	4,41	4,45	4,45	4,45	4,12	4,14	4,13	4,24	4,18	4,13	4,16	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11
1425	4,40	4,45	4,45	4,45	4,11	4,14	4,09	4,29	4,17	4,17	4,11	4,11	4,10	4,10	4,10	4,10
1650	4,40	4,40	4,40	4,40	4,11	4,13	4,09	4,16	4,09	4,09	4,22	4,13	4,13	4,13	4,13	4,13

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 46 - Requerimentos de pressão em subunidade de irrigação trabalhando com uma terciária em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para uma pressão de serviço do emissor de 5mca.

VAZÃO DA LATERAL (ℓ/h)	DECLIVIDADE DE 1% *				DECLIVIDADE DE 2% *				DECLIVIDADE DE 3% *				DECLIVIDADE DE 4% *			
	ESPACAMENTO				ENTRE				LATERAIS				EM METROS			
	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
	PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m) *				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)			
238	5,49	5,54	5,59	5,55	5,10	5,11	5,10	5,17	5,13	5,12	5,31	5,28	5,09	5,22	5,17	5,02
255	5,49	5,49	5,51	5,62	5,10	5,15	5,17	5,20	5,14	5,13	5,30	5,26	5,12		5,18	5,08
258	5,48	5,47	5,50	5,60	5,11	5,14	5,07	5,09	5,14	5,12	5,29	5,24	5,10		5,17	5,06
272	5,51	5,51	5,58	5,67	5,12	5,11	5,19	5,09	5,17	5,13	5,34	5,31	5,17		5,22	5,13
301	5,53	5,54	5,58	5,61	5,17	5,18	5,18	5,28	5,21	5,16	5,22	5,31	5,14		5,24	5,16
306	5,48	5,51	5,55	5,58	5,09	5,09	5,07	5,06	5,09	5,12	5,17	5,26	5,09		5,19	5,11
340	5,08	5,48	5,55	5,64	5,11	5,11	5,07	5,17	5,15	5,11	5,17	5,34	5,11		5,25	5,19
344	5,11	5,52	5,58	5,67	5,13	5,13	5,11	5,22	5,19	5,14	5,21	5,37	5,15		5,28	5,22
357	5,48	5,50	5,50	5,48	5,12	5,09	5,13	5,20	5,16	5,15	5,14	5,27	5,11	5,11		5,15
374	5,13	5,50	5,53	5,59	5,23	5,18	5,17	5,18	5,21	5,21	5,18	5,39	5,21	5,21		5,27
387	5,14	5,51	5,54	5,58	5,13	5,13	5,19	5,17	5,18	5,17	5,13	5,34	5,13	5,20		5,22
408	5,12	5,53	5,51	5,60	5,16	5,12	5,13	5,17	5,16	5,15	5,14	5,35	5,14	5,13		5,23
425	5,12	5,49	5,49	5,61	5,12	5,10	5,15	5,13	5,11	5,20	5,14	5,37	5,15	5,10		5,25
430	5,09	5,47	5,51	5,59	5,12	5,12	5,13	5,20	5,10	5,18	5,12	5,08	5,13	5,11		5,23
442	5,09	5,50	5,47	5,52	5,11	5,10	5,13	5,07	5,12	5,14	5,14	5,10	5,15	5,13		5,19
459	5,11	5,49	5,48	5,54	5,12	5,15	5,11	5,13	5,17	5,19	5,13	5,18	5,15		5,12	5,21
473	5,53	5,58	5,54	5,59	5,18	5,15	5,19	5,21	5,17	5,16	5,23	5,23	5,23	5,15	5,18	5,26
476	5,49	5,54	5,50	5,47	5,15	5,14	5,09	5,18	5,13	5,13	5,20	5,14	5,19	5,11	5,12	5,22
510		5,47	5,47	5,52	5,12	5,16	5,17	5,16	5,11	5,17	5,11	5,14	5,14	5,14	5,15	5,24
516		5,49	5,49	5,54	5,13	5,12	5,14	5,19	5,13	5,12	5,16	5,18	5,11	5,13	5,13	5,25
559		5,13	5,50	5,56	5,14	5,13	5,18	5,14	5,13	5,21	5,15	5,10	5,12	5,10	5,12	5,29
561		5,50	5,52	5,58	5,16	5,17	5,20	5,17	5,15	5,23	5,17	5,12	5,14	5,14	5,22	5,31
578		5,50	5,49	5,49	5,13	5,20	5,14	5,19	5,17	5,12	5,22	5,13	5,14	5,13	5,13	
595		5,53	5,52	5,52	5,17	5,14	5,21	5,24	5,16	5,18	5,25	5,18	5,15	5,17	5,16	
612		5,51	5,50	5,53	5,16	5,19	5,26	5,18	5,19	5,21	5,14	5,17	5,15	5,13	5,14	5,14
645		5,14	5,54	5,53	5,21	5,18	5,16	5,24	5,20	5,16	5,22	5,23	5,16	5,17	5,19	5,16
663		5,13	5,48	5,50	5,12	5,19	5,13	5,11	5,14	5,15	5,20	5,11	5,13	5,14	5,16	5,11
680		5,51	5,54	5,51	5,16	5,16	5,20	5,15	5,17	5,18	5,13	5,19	5,15	5,19	5,19	5,15
731		5,51	5,53	5,15	5,13	5,20	5,18	5,17	5,17	5,12	5,19	5,14	5,16	5,15	5,15	5,17
748		5,51	5,50	5,16	5,13	5,24	5,17	5,19	5,12	5,23	5,15	5,15	5,16	5,16	5,15	5,14
765		5,51	5,50	5,11	5,15	5,11	5,14	5,13	5,13	5,23	5,15	5,15	5,16	5,16	5,15	5,14
816		5,49	5,50	5,13	5,15	5,21	5,12	5,18	5,13	5,13	5,22	5,25	5,19	5,19	5,10	5,10
817		5,49	5,50	5,13	5,15	5,21	5,12	5,18	5,13	5,12	5,25	5,19	5,10	5,19	5,10	5,10
850		5,23	5,60	5,21	5,21	5,23	5,28	5,23	5,22	5,24	5,24	5,20	5,20	5,22	5,24	5,24
867		5,11	5,53	5,14	5,13	5,16	5,20	5,15	5,16	5,17	5,11	5,11	5,14	5,17	5,17	5,17
903		5,14	5,54	5,14	5,17	5,14	5,19	5,16	5,14	5,13	5,15	5,15	5,17	5,17	5,21	5,21
918		5,15	5,55	5,14	5,17	5,15	5,20	5,16	5,15	5,13	5,13	5,16	5,18	5,18	5,26	5,26
935		5,16	5,55	5,15	5,14	5,14	5,25	5,13	5,19	5,12	5,22	5,22	5,17	5,17	5,28	5,28
946		5,15	5,56	5,17	5,15	5,16	5,26	5,15	5,20	5,13	5,23	5,23	5,19	5,19	5,29	5,29
952		5,47	5,54	5,14	5,12	5,13	5,25	5,14	5,17	5,11	5,21	5,21	5,16	5,16	5,27	5,27
969			5,58	5,16	5,16	5,18	5,15	5,18	5,23	5,17	5,25	5,25	5,21	5,21	5,31	5,31
989			5,57	5,13	5,15	5,19	5,46	5,15	5,13	5,17	5,22	5,22	5,19	5,19	5,30	5,30
1020			5,53	5,19	5,21	5,16	5,19	5,18	5,17	5,21	5,15	5,15	5,16	5,16	5,14	5,14
1054			5,49	5,14	5,15	5,16	5,22	5,17	5,19	5,13	5,13	5,13	5,15	5,15	5,12	5,12
1071			5,51	5,18	5,17	5,20	5,25	5,20	5,21	5,15	5,16	5,16	5,18	5,18	5,15	5,15
1105			5,56	5,21	5,23	5,27	5,18	5,26	5,22	5,20	5,26	5,26	5,22	5,22	5,20	5,20
1122				5,16	5,17	5,12	5,13	5,13	5,12	5,14	5,20	5,20	5,16	5,16	5,14	5,14
1156			5,50	5,13	5,18	5,12	5,16	5,12	5,15	5,14	5,20	5,20	5,16	5,16	5,14	5,14
1190			5,54	5,13	5,14	5,17	5,25	5,17	5,20	5,13	5,30	5,30	5,17	5,17	5,18	5,18
1224			5,55	5,15	5,13	5,20	5,28	5,20	5,13	5,18	5,31	5,31	5,18	5,18	5,19	5,19
1247			5,53	5,10	5,11	5,21	5,13	5,11	5,11	5,18	5,29	5,29	5,12	5,12	5,17	5,17
1275			5,16	5,16	5,16	5,26	5,18	5,15	5,16	5,21	5,14	5,14	5,13	5,13	5,23	5,23
1360			5,51	5,15	5,14	5,15	5,30	5,17	5,24	5,19	5,15	5,15	5,13	5,13	5,16	5,16
1445			5,47	5,53	5,13	5,15	5,16	5,14	5,12	5,11	5,25	5,19	5,19	5,19	5,16	5,16
1462			5,49	5,55	5,15	5,12	5,19	5,10	5,12	5,12	5,25	5,19	5,19	5,19	5,16	5,16
1615						5,16	5,15	5,23	5,17	5,13	5,16	5,17	5,14	5,14	5,20	5,20
1870				5,48		5,15	5,14	5,18	5,13	5,18	5,15	5,24			5,14	5,14

Obs.: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 47 - Requerimentos de pressão em subunidade de irrigação trabalhando com uma terciária em declive, no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xiquexique), para uma pressão de serviço do emissor de 6mca.

VAZÃO l/s	DECLIVIDADE DE 1%				DECLIVIDADE DE 2%				DECLIVIDADE DE 3%				DECLIVIDADE DE 4%			
	ESPACAMENTO				ENTRE				LATERAIS				EM			
	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3	4	6
(c/h)	PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)				PRESSÃO NA TERCIÁRIA (m)			
259	6,68	6,66	6,67	6,78	6,22	6,21	6,24	6,27	6,25	6,20	6,21	6,42	6,25		6,33	6,24
280	6,11	6,58	6,66	6,76	6,14	6,14	6,11	6,24	6,15	6,12	6,14	6,40	6,13	6,14	6,30	6,22
288	6,57	6,57	6,59	6,66	6,13	6,14	6,15	6,17	6,17	6,12	6,17	6,31	6,12	6,12	6,26	6,16
296	6,12	6,56	6,62	6,62	6,18	6,13	6,13	6,09	6,14	6,17	6,12	6,34	6,15	6,13	6,28	6,19
333	6,22	6,66	6,66	6,78	6,21	6,23	6,22	6,28	6,23	6,27	6,22	6,48	6,21	6,22	6,40	6,33
335	6,19	6,63	6,64	6,77	6,20	6,24	6,20	6,27	6,20	6,25	6,21	6,47	6,20	6,20	6,38	6,32
376	6,13	6,10	6,58	6,65	6,14	6,19	6,11	6,16	6,14	6,17	6,11	6,17	6,16	6,19	6,14	6,25
384	6,60	6,60	6,62	6,69	6,21	6,18	6,19	6,23	6,19	6,16	6,21	6,21	6,21	6,23	6,14	6,29
392	6,12	6,58	6,59	6,66	6,16	6,19	6,18	6,25	6,17	6,14	6,14	6,24	6,18	6,12	6,17	6,27
407		6,66	6,68	6,74	6,22	6,27	6,20	6,29	6,22	6,28	6,22	6,19	6,23	6,22	6,23	6,38
432		6,66	6,65	6,64	6,20	6,26	6,16	6,17	6,19	6,23	6,27	6,22	6,19	6,18	6,17	6,31
444		6,59	6,58	6,62	6,15	6,17	6,23	6,16	6,15	6,23	6,15	6,20	6,19	6,14	6,14	6,28
448		6,61	6,61	6,64	6,18	6,19	6,26	6,19	6,18	6,17	6,16	6,22	6,21	6,16	6,17	6,30
470		6,61	6,57	6,62	6,13	6,18	6,12	6,24	6,14	6,16	6,26	6,14	6,14	6,16	6,20	6,29
480		6,13	6,57	6,59	6,16	6,13	6,13	6,15	6,15	6,16	6,14	6,15	6,14	6,11	6,12	6,29
481		6,21	6,64	6,66	6,23	6,20	6,20	6,23	6,22	6,26	6,21	6,22	6,23	6,18	6,19	6,30
504		6,11	6,56	6,58	6,16	6,12	6,11	6,21	6,18	6,13	6,17	6,20	6,13	6,13	6,14	6,31
518		6,12	6,59	6,60	6,13	6,16	6,20	6,15	6,15	6,16	6,23	6,12	6,13	6,14	6,19	6,32
528		6,21	6,67	6,68	6,21	6,26	6,18	6,23	6,26	6,26	6,31	6,21	6,23	6,22	6,26	6,39
560		6,12	6,56	6,63	6,14	6,19	6,13	6,14	6,19	6,14	6,21	6,16	6,14	6,13	6,11	6,18
564		6,16	6,60	6,66	6,18	6,16	6,17	6,18	6,22	6,18	6,24	6,13	6,17	6,17	6,12	6,21
576		6,15	6,60	6,66	6,19	6,16	6,20	6,21	6,17	6,19	6,25	6,14	6,17	6,16	6,13	6,21
616			6,59	6,60	6,16	6,17	6,19	6,27	6,18	6,17	6,21	6,16	6,16	6,16	6,20	6,17
624			6,17	6,60	6,15	6,18	6,19	6,16	6,18	6,18	6,20	6,16	6,15	6,16	6,19	6,17
629			6,14	6,59	6,14	6,18	6,14	6,16	6,15	6,17	6,20	6,15	6,14	6,15	6,18	6,16
658			6,62	6,61	6,19	6,20	6,21	6,23	6,20	6,17	6,18	6,20	6,24	6,22	6,17	6,16
672			6,62	6,61	6,17	6,22	6,24	6,17	6,22	6,17	6,18	6,26	6,23	6,27	6,20	6,16
720			6,20	6,64	6,19	6,22	6,27	6,26	6,25	6,22	6,29	6,19	6,21	6,22	6,19	6,28
728			6,16	6,59	6,14	6,17	6,14	6,17	6,15	6,18	6,25	6,15	6,16	6,18	6,14	6,23
740			6,58	6,64	6,16	6,21	6,15	6,15	6,17	6,20	6,16	6,22	6,17	6,24	6,16	6,13
752			6,63	6,63	6,18	6,19	6,20	6,29	6,21	6,22	6,18	6,27	6,19	6,28	6,21	6,15
814				6,61	6,16	6,14	6,14	6,18	6,15	6,14	6,18	6,14	6,13	6,16	6,25	6,16
816				6,59	6,19	6,17	6,17	6,21	6,18	6,18	6,21	6,17	6,16	6,19	6,28	6,19
840				6,57	6,16	6,13	6,18	6,25	6,18	6,20	6,13	6,16	6,18	6,17	6,13	6,17
846				6,69	6,26	6,24	6,29	6,37	6,29	6,31	6,23	6,27	6,29	6,28	6,24	6,33
888				6,61	6,15	6,15	6,16	6,16	6,15	6,16	6,19	6,16	6,19	6,18	6,16	6,25
912				6,61	6,19	6,15	6,15	6,26	6,18	6,21	6,18	6,22	6,19	6,17	6,18	6,12
940				6,70	6,27	6,26	6,27	6,22	6,24	6,34	6,27	6,23		6,23	6,33	6,22
952				6,62	6,16	6,18	6,13	6,13	6,16	6,14	6,19	6,15	6,14	6,14	6,24	6,14
999				6,65	6,15	6,16	6,16	6,17	6,18	6,17	6,17	6,14	6,16	6,20	6,15	6,18
1008				6,68	6,20	6,19	6,20	6,20	6,21	6,20	6,20	6,18	6,19	6,23	6,18	6,21
1034				6,14	6,17	6,19	6,21	6,25	6,22	6,22	6,19	6,20		6,16	6,17	6,20
1056				6,19	6,19	6,22	6,25	6,20	6,13	6,20	6,21	6,22		6,18	6,19	6,22
1064				6,22	6,21	6,23	6,27	6,17	6,19	6,22	6,22	6,24		6,19	6,20	6,23
1104				6,16	6,18	6,16	6,18	6,19	6,19	6,18	6,17	6,28	6,18	6,18	6,24	6,22
1147				6,58	6,14	6,15	6,19	6,24	6,20	6,21	6,16	6,28		6,17	6,24	6,13
1152				6,57	6,13	6,14	6,19	6,25	6,14	6,14	6,15	6,27		6,16	6,23	6,12
1176				6,62	6,18	6,20	6,26	6,30	6,18	6,18	6,20	6,19		6,20	6,19	6,26
1222				6,70	6,25	6,27	6,25	6,26	6,24	6,25	6,33	6,22	6,25	6,27	6,25	6,34
1232				6,61	6,18	6,18	6,14	6,18	6,16	6,16	6,24	6,13	6,16	6,19	6,17	6,25
1248				6,61	6,17	6,13	6,13	6,21	6,15	6,19	6,26	6,16		6,20	6,16	6,25
1316				6,60	6,15	6,15	6,17	6,30	6,16	6,26	6,20	6,24			6,20	6,30
1344				6,62	6,16	6,19	6,19	6,16	6,15	6,16	6,19	6,26		6,15	6,20	6,30
1392				6,57		6,13	6,13	6,15	6,14	6,14	6,25	6,15		6,19	6,23	6,13
1410				6,62		6,18	6,16	6,20	6,18	6,19	6,18	6,18			6,28	6,17
1480						6,21	6,16	6,19	6,15	6,20	6,16	6,18			6,17	7,16
1504				6,62		6,16	6,18	6,21	6,20	6,22	6,19	6,20			6,19	6,26
1598						6,15	6,15	6,15	6,17	6,14	6,22	6,22			6,20	6,26
1632						6,16	6,15	6,14	6,18	6,16	6,24	6,24			6,21	6,27
1736						6,15	6,16	6,20	6,19	6,21	6,17	6,24			6,21	6,18
1786						6,19	6,19	6,20	6,15	6,21	6,17	6,24			6,21	6,18
2068				6,60			6,21	6,13	6,16	6,16	6,17	6,22			6,20	6,24

Obs.: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

tas pressões foram de 4,62; 5,94 e 6,78 mca.

Pode-se citar ainda, como justificativa destes baixos valores, o efeito do número de reduções de diâmetros na tubulação que diminui em 25; 40 ou 50% (dependendo do número de reduções) a perda de carga por fricção, no cálculo da pressão no início da terciária, conforme indica a equação 52. Verifica-se claramente, nas TABELAS 45 a 47, a tendência das declividades de 1 e 5% serem respectivamente, os limites inferior e superior de utilização do declive no cálculo das terciárias. Esta tendência é evidenciada pelos espaços em branco nas referidas tabelas, os quais indicam que para as respectivas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

REQUERIMENTOS DE VAZÃO NA SUBUNIDADE

Os requerimentos mínimo e máximo de vazão em subunidades de irrigação, funcionando com apenas uma terciária no sistema Xiquexique, são mostrados na TABELA 48, por cada pressão, em todos os espaçamentos. Pode ser observado que estes valores geralmente aumentam com a pressão e diminuem quando o espaçamento aumenta. A faixa de requerimento de vazão no Xiquexique é portanto definida pelos limites mínimo e máximos e 1350 a 19380 l/h.

DIMENSÕES DA SUBUNIDADE DE IRRIGAÇÃO

Fez-se um estudo das principais culturas propensas à irrigação pelo Xiquexique, determinando-se as grandezas de área que o referido sistema possibilita a seus cultivos. Es

TABELA 48 - Requerimentos mínimos e máximos de vazão na sub unidade de irrigação, quando esta trabalha com uma terciária em declive, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (Xique xique).

		PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4 mca			
Sl	*	VAZÃO NA SUBUNIDADE DE IRRIGAÇÃO (l/n)		*	
(m)	*	MÍNIMA	*	MÁXIMA	*
2		2475		19380	
3		1575		19380	
4		1470		8190	
6		1350		4500	
PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 5 mca					
2		4284		19380	
3		1666		19380	
4		1632		18700	
6		1505		8075	
PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 6 mca					
2		4440		19320	
3		2520		19240	
4		1680		8352	
6		1440		8272	

Sl - Espaçamento entre laterais.

Este estudo é mostrado nas TABELAS 49 e 50, onde se tem as dimensões mínimas e máximas da subunidade de irrigação, funcionando com uma terciária em declive, para as pressões de 4, 5 e 6mca nas referidas culturas.

As culturas de menor espaçamento, como batatinha, pimentão e outras, ocupam geralmente, menores áreas de cultivo. Nesta situação de espaçamento, os comprimentos de tubulação são menores em virtude deles conduzirem maiores vazões. Conforme indica a TABELA 49, as áreas máximas irrigadas por subunidade, normalmente diminuíram quando a pressão aumentou. As áreas mínimas irrigadas, de acordo com a TABELA 50, não variaram com a pressão de serviço, devido os comprimentos de terciárias mínimos dimensionáveis terem coincidido com as dimensões mínimas aceitáveis estabelecidas no cálculo para as três pressões consideradas. Os limites mínimos e máximos de área irrigada por cada terciária vão de 0,040 a 1,0560 ha. As áreas de irrigação podem ser ampliadas desde que se considere sistemas trabalhando com mais de uma subunidade simultaneamente.

4.3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O DIMENSIONAMENTO

O processo de dimensionamento da subunidade se constitui neste trabalho, basicamente, na escolha do cálculo que melhor satisfaça as condições do projeto, ou seja, o projetista não irá efetuar nenhum cálculo intrinsecamente relacionado com o dimensionamento, uma vez que o objetivo maior deste trabalho foi desenvolver o referido cálculo para as mais variadas situações de projeto.

120

TABELA 49 - Dimensões máximas admissíveis da subunidade de irrigação quando esta trabalha com uma terciária em declive, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XiqueXique).

* * * *	CULTURAS IRRIGADAS	* * * *	ESPAÇAMENTO DA CULTURA ¹	* * * *	Se x Sf	PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4 mca		* * * *
						CUMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÃO LATERAL	ÁREA MÁXIMA DA TERCIÁRIA SUBUNIDADE (ha)	
3	Banana Nanicoão	4	2 x 2	4				
4	Pimentão	4	0,50 x 0,80					
4	Batatinha	4	0,40 x 0,80	2 x 2	80	46		0,3680
4	Tomate	4	0,50 x 0,80					
4	Feijão Phaseolus	4	0,50 x 0,80					
3	Banana Prata/Pacovã	3	2 x 3					
3	Mamão Havaiano	3	2 x 3	2 x 3	80	48		0,3840
3	Mamão Caiano	3	2 x 3					
3	Uva Itália	3	2 x 3					
4	Melão	4	3 x 1					
4	Melancia	4	3 x 1	3 x 2	102	46		0,4692
4	Abóbora	4	3 x 1					
3	Mamão comum	3	3 x 3					
3	Maracujá	3	3 x 3	3 x 3	102	48		0,4896
3	Citros	3	6 x 8					
3	Pinha	3	6 x 8	6 x 6	162	48		0,7776
3	Graviola	3	6 x 8					
3	Goiaba	3	6 x 8					
3	Coco Anão	3	8 x 8	8 x 6	192	48		0,9216
3	Coco Híbrico	3	9 x 9	10 x 6	220	48		1,0560
PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 5 mca								
3	Banana Nanicoão	4	2 x 2					
4	Pimentão	4	0,50 x 0,80					
4	Batatinha	4	0,40 x 0,80	2 x 2	80	44		0,3520
4	Tomate	4	0,50 x 0,80					
4	Feijão Phaseolus	4	0,50 x 0,80					
3	Banana Prata/Pacovã	3	2 x 3					
3	Mamão Havaiano	3	2 x 3	2 x 3	80	45		0,3600
3	Mamão Caiano	3	2 x 3					
3	Uva Itália	3	2 x 3					
4	Melão	4	3 x 1					
4	Melancia	4	3 x 1	3 x 2	102	44		0,4488
4	Abóbora	4	3 x 1					
3	Mamão comum	3	3 x 3					
3	Maracujá	3	3 x 3	3 x 3	102	45		0,4590
3	Citros	3	6 x 8					
3	Pinha	3	6 x 8	6 x 6	162	42		0,6804
3	Graviola	3	6 x 8					
3	Goiaba	3	6 x 8					
3	Coco Anão	3	8 x 8	8 x 6	192	42		0,6064
3	Coco Híbrico	3	9 x 9	10 x 6	220	42		0,9240
PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 6mca								
3	Banana Nanicoão	4	2 x 2					
4	Pimentão	4	0,50 x 0,80					
4	Batatinha	4	0,40 x 0,80	2 x 2	80	46		0,3680
4	Tomate	4	0,50 x 0,80					
4	Feijão Phaseolus	4	0,50 x 0,80					
3	Banana Prata/Pacovã	3	2 x 3					
3	Mamão Havaiano	3	2 x 3	2 x 3	80	45		0,3600
3	Mamão Caiano	3	2 x 3					
3	Uva Itália	3	2 x 3					
4	Melão	4	3 x 1					
4	Melancia	4	3 x 1	3 x 2	102	46		0,4692
4	Abóbora	4	3 x 1					
3	Mamão comum	3	3 x 3					
3	Maracujá	3	3 x 3	3 x 3	102	45		0,4590
3	Citros	3	6 x 8					
3	Pinha	3	6 x 8	6 x 6	162	36		0,5832
3	Graviola	3	6 x 8					
3	Goiaba	3	6 x 8					
3	Coco Anão	3	8 x 8	8 x 6	192	36		0,6912
3	Coco Híbrico	3	9 x 9	10 x 6	220	36		0,7920

1 - Segundo CUNHA & MILLO (1983)

2 - Esta área corresponde a uma subunidade funcionando com apenas uma terciária.

3 - Culturas perenes

4 - Culturas temporárias

Se- Espaçamento entre emissores [m]

St- Espaçamento entre laterais [m]

TABELA 50 - Dimensões mínimas admissíveis da subunidade de irrigação, quando esta trabalha com uma terciária em declive, para o sistema de irrigação lo calizada com tubos perfurados (Xiquexique).

* CULTURAS IRRIGADAS *	* ESPAÇAMENTO DA CULTURAL ¹ *	* Se x Sl *	* PRESSÃO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE 4,5 e 6 mca *		
			* COMPRIMENTO MÍNIMO DE TUBULAÇÃO * ÁREA MÍNIMA DA *		
			* LATERAL *	* TERCIÁRIA *	* SUBUNIDADE (ha) *
³ Banana Nanico	2 x 2				
⁴ Pimentão	0,50 x 0,80				
⁴ Batatinha	0,40 x 0,80	2 x 2	20	20	0,040
⁴ Tomate	0,50 x 0,80				
⁴ Feijão Phaseolus	0,50 x 0,80				
³ Banana Prata/Pacovã	2 x 3				
³ Manão havaiano	2 x 3	2 x 3	20	21	0,042
³ Manão Caiano	2 x 3				
³ Uva Itália	2 x 3				
⁴ Melão	3 x 1				
⁴ Melancia	3 x 1	3 x 2	24	20	0,048
⁴ Abóbora	3 x 1				
³ Manão comum	3 x 3	3 x 3	24	21	0,0504
³ Maracujá	3 x 3				
³ Citros	6 x 8				
³ Pinha	6 x 8	6 x 6	30	18	0,0504
³ Graviola	6 x 8				
³ Coiaba	6 x 8				
³ Coco Anão	8 x 8	8 x 6	32	18	0,0576
³ Coco Hídrico	9 x 9	10 x 6	40	18	0,0720

1 - Segundo CUNHA & MILLO (1983)

2 - Esta área corresponde a uma subunidade funcionando com apenas uma terciária

3 - Culturas perenes

4 - Culturas temporárias

Se - Espaçamento entre emissores (m)

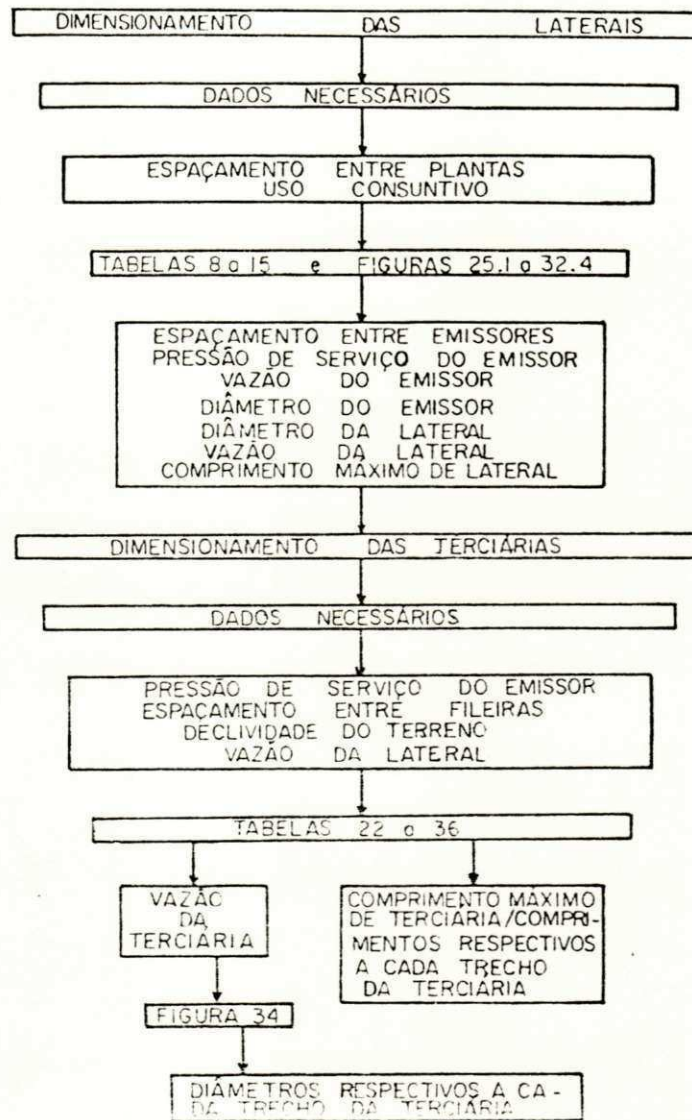
Sl - Espaçamento entre laterais (m)

É importante ao projetista, neste processo, dispor "a priori", de informações gerais, devidamente tabeladas, sobre as características hidráulicas que serão permitidas para a terciária que deverá alimentar a lateral assim escolhida. O conhecimento prévio destas informações, possibilitará ao projetista fazer um pré-dimensionamento do sistema que possa bem orientá-lo em sua primeira tentativa de escolha, no sentido de se estabelecer características hidráulicas para as terciárias, que satisfaçam as condições desejadas no projeto. Isto porque sem fazer uma análise antecipada de como seria a terciária, o projetista poderá dimensionar uma lateral, que exija uma alimentação com terciárias trabalhando a vazões maiores que a disponível ao projeto, ou que a área total irrigada venha a ser superior ou bem inferior à desejada, ou ainda, que a declividade da terciária não esteja dentro dos limites de utilização permitidos no cálculo.

Este pré-dimensionamento evitaria ao projetista, aceitar cálculos que não satisfazem as características desejáveis no projeto, minimizando assim, o número de tentativas para seu dimensionamento final. As informações necessárias a esta análise são mostradas nas TABELAS 37 a 40 e 48 a 50.

Os valores de áreas possíveis de serem irrigadas pelo Xiquexique e demais outras condições do dimensionamento adequam o referido sistema à pequena produção agrícola, que é uma característica inerente a agricultura do nordeste brasileiro. A FIGURA 35 mostra, sequencialmente, todas as etapas a serem desenvolvidas por técnicos de elaboração

FIG. 35 - Fluxograma de dimensionamento da sub-unidade de irrigação no sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE).



de projetos de irrigação, no processo de dimensionamento da subunidade no sistema Xiquexique.

CAPITULO V

5 - CONCLUSÕES

O estudo sobre o dimensionamento hidráulico e econômico da subunidade de irrigação no sistema Xiquexique, desenvolvido neste trabalho, propiciou as seguintes conclusões:

* i) Quando a seção de escoamento do emissor é aumentada de 1,4 para 1,5, 1,8 e 2,0mm; de 1,5 para 1,8 e 2,0mm e de 1,8 para 2,0mm, os comprimentos das laterais são reduzidos em 14; 23; 44; 11; 35 e 27%, respectivamente.

ii) Os incrementos percentuais na vazão da lateral , quando ocorrem os referidos aumentos na seção de escoamento do emissor, são respectivamente da ordem de 10; 17; 42 ; 6; 29 e 22%;

* iii) Os comprimentos e vazões da lateral são reduzidos de 50; 69 e 38%, respectivamente, quando se diminui seu diâmetro de 3/4" para 1/2" e 3/8" e, de 1/2" para 3/8", em qualquer pressão de serviço do emissor.

iv) Tubulações de 3/8" trabalhando com emissores de 1,8 e 2,0mm são hidraulicamente inviáveis ao cálculo das laterais;

v) A vazão da lateral sofre incrementos percentuais iguais para qualquer situação de espaçamento entre emissores e diâmetro da tubulação de 19; 34; 48; 13; 25 e 11% , respectivamente, quando a pressão de serviço do emissor aumenta de 3 para 4 mca, de 3 e 4 para 5 e 6 mca e, de 5 para

6mca;

* vi) Os comprimentos máximos admissíveis de laterais, no sistema Xiquexique, podem variar de 24 a 220m para o diâmetro de lateral variando de 3/8" a 3/4" e espaçamento entre emissores entre 2 e 10m;

vii) A aclividade mostra-se hidraulicamente inviável ao cálculo das terciárias no sistema Xiquexique;

viii) Os limites mínimo e máximo admissíveis de declividade no cálculo destas tubulações, são da ordem de 1% a 5%;

* ix) Os comprimentos máximos admissíveis de terciárias, podem variar de 32 a 48m, dependendo da pressão de serviço do emissor e do espaçamento entre laterais;

* x) A redução de diâmetros se constitui uma necessidade no dimensionamento das terciárias, tendo participado em 86,38% dos cálculos;

* xi) Os requerimentos de pressão na subunidade são considerados relativamente baixos em relação aos exigidos em outras modalidades da irrigação localizada, como no sistema tradicional por gotejamento.

xii) Os requerimentos máximos de vazão na subunidade podem variar de 1350 a 19380 l/h, dependendo da pressão de serviço do emissor e do espaçamento entre laterais;

* xiii) Os limites mínimos e máximos de área irrigada, por subunidade no sistema Xiquexique vão de 0,040 a 1,056ha, adequando o referido sistema à pequena produção agrícola;

xiv) Os processos de dimensionamento da subunidade de irrigação, no sistema Xiquexique desenvolvidos neste tra

balho e apresentados em gráficos e tabelas, podem facilitar a elaboração de projetos de irrigação, sem sacrificar a eficiência hidráulica e econômica do sistema.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AZEVEDO, H. M.; AZEVEDO, C. A. V.; ALMEIDA H.S.J. Dimensionamento de tubulações laterais e terciárias em irrigação Localizada pela Metodologia de KELLER E RODRIGO. in: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Rio de Janeiro, 1985.
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Imprensa Universitária, UFV. Viçosa, 1982.
- BRITO, R. A. L. Viabilidade Técnica e Econômica da Irrigação Localizada Simplificada para Pequenas Áreas em Solos Bruno não Cálcicos na Região do Seridó. EMPARN / Caicó-RN, 1983. (Projeto em andamento).
- CANELO, A. M. El riego por gotejo: una alternativa válida para favorecer el incremento de la producción y productividad agrícola en los países latinoamericano. Anais do III Seminário Latinoamericano Sobre Riego por Gotejo. IICA/ABID. Campinas, SP, 1979. p. 583 - 605.
- CHRISTIANSEN, J. E. Irrigation by Sprinkling. University of Califórnia, Bul. 670. p. 66, Davis, Califórnia, 1946.
- CUNHA, J. B. & MILLO, J. L. Dados Climatológicos do Nordeste. SUDENE, Recife, 1983. 51 p.
- ESPAÑA/INIA II Curso Internacional de Riego Localizado. Centro Regional de Las Islas Canárias. Tenerife, 1981.

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Anuário Estatístico do Brasil. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Brasília, 1975.
- GUSTAFSON , C. D. Drip Irrigation: a promising candidate but few votes are in. *Western fruit growers* 5 (4):8 , 13 - 16, 1971.
- HALEVY, L., BOAZ, M., ZOAR, Y., SHANI, M. & DAN, H. Trickle irrigation. Bucarest, Romania, FAO. Fifth Session on the working party on water resources and irrigation , 1972.
- KELLER, JACK. Energy Economics in Pipe and System Selection. Sprinkler Irrigation Association Technical Conference. 1976. pp. 134 - 145.
- KELLER, J. & KARMELI, D. Trickle irrigation design. First edition. Califórnia, Rain Bird Manufacturing Company. 133 p.
- MACHINI, F. L., ULLOA, A. C., MARTIN-GAMERO, E.B., POMPA, P. G., PEON, J. A., BALMASEDA, A. G., RODRIGO, J. L. & QUERO, R. N. Memória de Riego Localizado. Comisión de Estudios de La Instrucción Sobre Riego a Pression (Aspersión y Localizado). IRIDA/MA, España, 1980.
- MILLO, J. L. & CUNHA, J. B. Manual do Sistema de Irrigação Xiquexique. Elaboração e Implantação de Projetos - Coordenadoria de Pesquisas do Trópico Semi-Árido. SUDENE/CNPq. Recife. 1982.
- NEVES, E. T. Curso de Hidráulica. 2^a Ed. Editora Globo , Porto Alegre, 1979.

- CLITTA, A. F. L. Os métodos de Irrigação. Editora Nobel ; 1977. 267 p.
- PAIR, C. H., HINZ, W.W., REID, C. and FROST, K. R. Sprinkler Irrigation. Sprinkler Irrigation Association, 3 rd. ed., Washington. 1969.
- RODRIGO, J. L. III Curso Internacional de Riego Localizado. Centro Regional de Las Islas Canárias. Tenerife , INIA/ESPAÑA. 1983. Volumen 5.
- SAMPAIO, F. M. A. S., AZEVEDO, H. M., SILVA, M. A. & AZEVEDO, C. A. V. Estudo da Uniformidade de Confecção de Minijanelas para Irrigação pelo Sistema Xiquexique. In: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Rio de Janeiro-RJ, 1983.
- SCHLEICHER, J. "Outlook for: Energy", Irrigation Age , 1975, pp. 20 - 21.
- SILVA, D. A. Irrigação por cápsula porosa: características e avaliação do método sob pressão hidrostática . UFPb, Campina Grande, 1980.
- SUDENE. Isótopos ambientais aplicados a um estudo hidrogeológico do nordeste brasileiro. Recife, 1979. 58 p.
- SILVA, A. T. & DUARTE, E. F. Irrigação: Fundamentos e Métodos. UFRJ , Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, 1980.
- TIBAU, A. O. Técnicas modernas de Irrigação. São Paulo, Nobel, 1976. 223 p.

- U.S.A./Soil Conservation Service. Trickle Irrigation. National Engineering Handbook; Section 15, Chapter 7 (Draft). 1978.
- WATTERS, G. Z. & KELLER, J. Trickle Irrigation Tubing Hydraulics. ASAE TECHNICAL PAPER N^o 78 - 2015, 1978 . p. 18.
- WU, I. P. & GITLIN, H. M. Drip Irrigation Based on Uniformity. Transactions of the ASAE. 1974. 17(3): 429 - 432.
- WU, I. P. & GITLIN, H. M. Drip Irrigation Design on Nonuniform Slopes. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, 1979.

A P Ê N D I C E "A"

(Processo computacional para dimensionamento de TUBULAÇÕES
LATERAIS E TERCIÁRIAS em Irrigação Localizada)

```

$JOB          CREUSA15,PAGES=50,TIME=10
$NOEXT
C*****
C*
C* UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)
C*
C* CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA -CCT- - CAMPUS II
C* NÚCLEO DE PROCESSAMENTO DE DADOS - NPD - CAMPINA GRANDE
C* DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (DEAg)
C*
C* PROGRAMADORA: CREUSA MARIA DE LUCENA SOUTO
C*
C* OBJETIVO: OBTER RESULTADOS DE TESE
C*
C* COMENTÁRIOS: EMISSÃO DE INFORMAÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO
C*               DE TUBULAÇÕES LATERAIS EM NÍVEL E ALIMENTA-
C*               DAS POR PONTOS INTERMEDIÁRIOS.
C*****
C*
C* TIPOS DE VARIÁVEIS USADAS NO PROGRAMA
C*
C*       REAL F(1000),DL(3),DE(4),DHL,QLH,QLS,LMAX,DHFL,QL
C*       REAL HEP,HM,DH1,DHL,SLMAX(3,4,8),SQL(3,4,8),SHEP(3,4,8)
C*       REAL JJ,XDL,XDE
C*       INTEGER HS(4),SE(8),QE(4,4),PRIM,FIM,NS,K,KK
C
C
C 11 - INDICE DE PRESSÃO DE SERVIÇO - HS
C 12 - INDICE DE ESPAÇAMENTO - SE
C 13 - INDICE DO DIAMETRO DA TUBULAÇÃO - DL
C 14 - INDICE DO DIAMETRO DO EMISSOR- DE
C (I,J) - INDICE DE VAZÃO DO EMISSOR- QE
C
C
C*
C* LEITURA E CHAMADAS DA SUBROTINA QUE GERA VALORES COM BASE NA TABELA
C*
C*       READ(5,10)(F(I),I=1,32)
C*       CALL GERA (F,33,38,0.369)
C*       CALL GERA (F,39,48,0.368)
C*       CALL GERA (F,49,64,0.367)
C*       CALL GERA (F,65,98,0.366)
C*       CALL GERA (F,99,210,0.365)
C*       CALL GERA (F,211,1000,0.364)
C*
C* LEITURAS GERAIS PARA PROCESSAMENTO
C*
C*       READ(5,20)(HS(I),I=1,4)
C*       READ(5,30)(SE(I),I=1,8)
C*       READ(5,40)(DL(I),I=1,3)
C*       READ(5,50)(DE(I),I=1,4)
C*       READ(5,60)((QE(I,J),J=1,4),I=1,4)
C*
C* CONTROLE DE VARIAÇÃO EM FUNÇÃO DOS CALCULOS
C*
C*       DO 300 I1=1,4
C*       DO 100 I2=1,8
C*       DO 100 I3=1,3
C*       DO 100 I4=1,4
C*
C* CALCULOS GERAIS DO PROCESSAMENTO
C*
C*       PRIM=1
C*       FIM=0
C*       NS=20./SE(I2)
C*       WHILE(FIM .EQ. 0) DO

```

```

DHL=(0,11*HS(I1))
QLH= S*QE(I4,I1)
QLS=QLF/3600.
LMAX=NS*SE(I2)
JJ=(7.89*(10.**7.)*((QLS**1,75)/(DL(I3)**4.75)))
DHFL=(JJ*F(NS)*LMAX)/100.
HEP=HS(I1)+0.11*DHFL
HM=HEP-0.15*DHFL
DHI=HEP-HM

C*
C* TESTE PARA IMPRESSÃO DE MENSAGEM
C*
      IF (DHI .GT. DHL) THEN DO
        IF (PRIM .EQ. 1) THEN DO
          SLMAX(I3,I4,I2)=100000.
          SQL(I3,I4,I2)=100000.
          SHEP(I3,I4,I2)=100000.
          FIM=1
        ELSE DO
          SLMAX(I3,I4,I2)=LMAX
          SQL(I3,I4,I2)=QLH
          SHEP(I3,I4,I2)=HEP
          FIM=1
        END IF
      ELSE DO
        DHLL= DHL*0.90
C*
C* TESTE PARA CONTROLE DE INTERVALOS
C*
      IF (DHI .GE. DHL .AND. DHI .LE. DHL) THEN DO
        SLMAX(I3,I4,I2)=LMAX
        SQL(I3,I4,I2)=QLH
        SHEP(I3,I4,I2)=HEP
        FIM=1
      ELSE DO
        NS=NS+1
      END IF
    END IF
    PRIM=0
  END WHILE
100 CONTINUE
C*
C* CONTROLE DA VARIAÇÃO PARA IMPRESSÃO DO RELATÓRIO
C*
DO 200 I=1,2
  WRITE(6,400)
  WRITE(6,410)
  WRITE(6,420)
  WRITE(6,430)
  WRITE(6,440)
  WRITE(5,450)
  WRITE(6,460)
  WRITE(5,470) HS(I1)
  K=I*4-3
  KK=K+3
  WRITE(6,500)
  WRITE(6,510)
  WRITE(6,520)(SE(J),J=K,KK)
  WRITE(6,530)
  WRITE(6,500)
  DO 200 II3=1,3
  DO 210 II4=1,4
    IF (II4 .EQ. 1) THEN DO
      WRITE(6,540)DE(II3),DE(II4),(SLMAX(II3,II4,II2),SQL(II3,I
*II4,II2),SHEP(II3,II4,II2),II2=K,KK)
    ELSE DO
      WRITE(6,550)DE(II4),(SLMAX(II3,II4,II2),SQL(II3,II4,II2)
*,SHEP(II3,II4,II2),II2=K,KK)
    END IF
  210 CONTINUE

```

```

        WRITE(6,500)
200 CONTINUE
        WRITE(6,560)
        WRITE(6,570)
        WRITE(6,580)
        WRITE(6,590)
300 CONTINUE
C*
C* FORMATO DE ENTRADA DOS DADOS
C*
10 FORMAT(16F5.3)
20 FORMAT(4I2)
30 FORMAT(8I2)
40 FORMAT(3F6.2)
50 FORMAT(4F2.1)
60 FORMAT(16I2)
C*
C* FORMATOS DE SAÍDA DO RELATÓRIO
C*
400 FORMAT('1','UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB')
410 FORMAT(1X,'NUCLEO DE PROCESSAMENTO DE DADOS - NPD - CG')
420 FORMAT(1X,'DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - DEAG')
430 FORMAT(1X,'LABORATORIO DE ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO - LEI')
440 FORMAT(1X,'TRABALHO DE TESE DE MESTRADO')
450 FORMAT(/,1X,'TITULO DA TESE-PROCESSOS ANALÍTICOS E GRAFICOS PARA
* DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES LATERAIS E TERCIÁRIAS, NO SISTEMA X
* IQÛEXIQUE')
460 FORMAT(/,1X,'QUADRO 1 - DIMENSIONAMENTO, PELA METODOLOGIA DE KELLE
*R, DE TUBULAÇÕES LATERAIS ALIMENTADAS POR PONTOS INTERMEDIÁRIOS E
*EM NÍVEL')
470 FORMAT(12X,'PARA UMA VARIAÇÃO DE PRESSÃO DE 11 0/0 E UMA PRESSÃO D
*E SERVIÇO DO EMISSOR DE',I2,' M.C.A.',/)
500 FORMAT(1X,13I('-'))
510 FORMAT(1X,'*DIAM. INTERNO *DIAM. DO*,29X,'ESPAÇAMENTO ENTRE EMISS
*ORES - SE - EM METROS',32X,'*')
520 FORMAT(1X,'*TUB.LATERAL *EMISSOR *',10X,'(,I2,)',12X,'*',10X,'
*(,I2,)',12X,'*',10X,'(,I2,)',12X,'*',10X,'(,I2,)',10X,'*')
530 FORMAT(1X,'*',4X,'(MM)',6X,'*(MM) * LMAX * QL * HEP *
*LMAX * QL * HEP * LMAX * QL * HEP * LMAX * Q
*L * HEP *')
540 FORMAT(/,6X,F5.2,8X,F3.1,1X,12(1X,F8.2))
550 FORMAT(/,19X,F3.1,1X,12(1X,F8.2))
560 FORMAT(1X,'LMAX - COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÃO LATERAL, EM METR
*OS')
570 FORMAT(1X,(QL - VAZÃO DA LATERAL, EM L/S')
580 FORMAT(1X,'HEP - PRESSÃO DE ENTRADA NO PAR DA LATERAL, EM M.C.A.')
590 FORMAT(1X,'(*) - COMPRIMENTO DIMENSIONADO MENOR QUE O MÍNIMO ACEI
*TAVEL')
        WRITE(6,600)
600 FORMAT('1')
        STOP
        END
C*
C* SUBROTINA PARA GERAR VALORES NA TABELA
C*
        SUBROUTINE GERA(F,LINF,LSUP,VALOR)
        REAL F(1000),VALOR
        INTEGER LINF,LSUP
        DO 70 I=LINF,LSUP
            F(I)=VALOR
70 CONTINUE
        RETURN
        END

```

SJOB CREUSA, PAGES=50 TIME=10

\$NOEXT

```

C*****
C*
C* UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)
C*
C* CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA -CCT - CAMPUS II
C* NÚCLEO DE PROCESSAMENTO DE DADOS - NPD - CAMPINA GRANDE
C* DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (DEAg)
C*
C* PROGRAMADORA: CREUSA MARIA DE LUCENA SOUTO
C*
C* OBJETIVO: OBTER RESULTADOS DE TESE
C*
C* COMENTÁRIOS: EMISSÃO DE INFORMAÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO
C* DE TUBULAÇÕES TERCIÁRIAS EM ACLIVE E DECLI
C* VE, ALIMENTADAS POR PONTOS EXTREMOS E COM
C* REDUÇÃO DE DIÂMETROS.
C*****
C*
C*
C* LEITURA E CHAMADAS DA SUBROTINA QUE GERA VALORES COM BASE NA TABELA
C*

```

```

REAL F(1000),HEP(250),Q(4),FI(4),DHT,DI,QS,XQS(6),XHE,XFI(4)
REAL DHFLO(4),DHFL,HE,HM,DHE,LI(4),DHTT,DEC(7),JJ(4)
REAL JJO,JJ1,JJ11,JJ2,JJ22,JJ3,JJ33,JJ4,NS00(4),ML
REAL QQ(4),QQQ(4),JJC1,JJC2,JJC3,JJC4,HEM,SHE
REAL LIMITE(3,9),QF(3,8,4),FIF(3,8,4)
INTEGER HS(4),SL(5),S(7),NS,NDIAM,LIS
INTEGER NSO(4),LT,L2(4),FIM,PRIM
INTEGER ASTER,DIF,DIFF,SOML2,SOMNS
INTEGER XSL,XLT(6),XL2(6,4),QL(250),QHE
INTEGER NFAIXA(3),IMPR,NDIAMF(3,8),NFAIX
INTEGER RODAP
CHARACTER*3 DIAMF(3)
CHARACTER*10 INCL(1)
CHARACTER*52 CAMPO

```

```

C
C
C I0 - INDICE DE DECLIVIDADE - S
C I1 - INDICE DE PRESSAO DE SERVIÇO - HS
C I2 - INDICE DA VAZAO - QL
C I3 - INDICE DE ESPAÇAMENTO - SL
C I4 - IND. DOS DIAM. E COMP DOS TREC - FI,L
C I5 - INDICE DE VARIAÇÃO DOS DIAMETROS - FI
C I6 - INDICE CORRESPONDENTE A FAIXA
C
C

```

NVEZES=14

```

C*
C* LEITURAS GERAIS DO PROCESSAMENTO
C*

```

```

READ(5,320)(F(I),I=1,32)
CALL GERA(F,33,38,0.369)
CALL GERA(F,39,48,0.368)
CALL GERA(F,49,64,0.367)
CALL GERA(F,65,98,0.366)
CALL GERA(F,99,210,0.365)
CALL GERA(F,211,1000,0.364)
READ(5,340)(HS(I),I=1,4)
READ(5,360)(SL(I),I=1,5)
READ(5,380)(S(I),I=1,6)
READ(5,400)NQL
READ(5,420)(QL(I),HEP(I),I=1,NQL)
READ(5,440)(DIAMF(I),I=1,3)
READ(5,460)INCL(1)
READ(5,480)(NFAIXA(I),I=1,3)
READ(5,500)((LIMITE(I,J),J=1,9),I=1,3)
READ(5,520)((QF(I,J,K),K=1,4),J=1,8),I=1,3)
READ(5,540)((FIF(I,J,K),K=1,4),J=1,8),I=1,3)
READ(5,560)((NDIAMF(I,J),J=1,8),I=1,3)

```

```

C*
C* VARIACÃO DA DECLIVIDADE
C*
      DO 10 I0=1,6
        DEC(I0)=S(I0)/100.
      10 CONTINUE
C*
C* CONTROLE DE VARIAÇÃO EM FUNÇÃO DOS CÁLCULOS
C*
      DO 300 I7=1,1
      DO 250 I5=1,3
      DO 200 I1=1,4
      DO 200 I3=1,5
      NNFAIX=NFAIXA(I5)
      DO 200 I6=1,NNFAIX
        RODAP=0
      DO 150 I2=1,NQL
        IMPR=0
      DO 130 I0=1,6
        XLT(I0)=1000000.
        XQS(I0)=1000000.
      DO 20 II=1,4
        XFI(II)=1000000.
        XL2(I0,II)=1000000.
      20 CONTINUE
C*
C* CALCULOS GERAIS PARA PROCESSAMENTO
C*
      PRIM=1
      FIM=0
      ASTER=0
      NS=IFIX((20./SL(I3))+0.5)
      WHILE (FIM.EQ. 0) DO
        DHT=0.1*HS(I1)
        LT=NS*SL(I3)
        DH=LT*DEC(I0)
        QS=NS*QL(I2)
      DO 30 II=1,4
        Q(II)=0.
        FI(II)=1000000.
        L2(II)=1000000.
      30 CONTINUE
      IX6=I6+1
C*
C* TESTE DE LIMITE DE INTERVALOS
C*
      IF(QS .GE. LIMITE(I5,I6) .AND. QS .LT. LIMITE(I5,IX6)) THEN DO
        NDIAM=NDIAMF(I5,I6)
        DO 40 IJ=2,4
          Q(IJ)=QF(I5,I6,IJ)*QS**(-0.54)
          FI(IJ)=FIF(I5,I6,IJ)
        40 CONTINUE
        Q(1)=QS
        FI(1)=FIF(I5,I6,1)
      ELSE DO
        ASTER=1
        GO TO 130
      END IF
      IF (QS .GE. 30000.) GO TO 130
      LLL=NDIAM-1
      SOML2=0
      SOMNS=0
      IF(LLL .EQ. 0) GO TO 70
      DO 60 I4=1,LLL
        L1(I4)=((Q(I4)-Q(I4+1))/QS)*LT)
        NSO(I4)=IFIX(L1(I4)/FLOAT(SL(I3))+0.5)
        SOMNS=SOMNS+NSO(I4)
      60 CONTINUE
      L1(NDIAM)=((Q(NDIAM)/QS)*LT)
      NSO(NDIAM)=IFIX(L1(NDIAM)/FLOAT(SL(I3))+0.5)
      SOMNS=SOMNS+NSO(NDIAM)
      DIFF=NS-SOMNS

```

```

NSO(NDIAM) = NSO(NDIAM) + DIF
IF(NSO(NDIAM) .LT. 0) THEN DO
  NSO(NDIAM-1) = NSO(NDIAM-1) + NSO(NDIAM)
  NSO(NDIAM) = 0
END IF
IF(LLI .EQ. 0) GO TO 90
DO 80 I4=1,LLI
  L2(I4) = (SL(I3) * NSO(I4))
  SOML2 = SOML2 + L2(I4)
80 CONTINUE
90 L2(NDIAM) = (SL(I3) * NSO(NDIAM))
  SOML2 = SOML2 + L2(NDIAM)
  DIF = LT - SOML2
  L2(NDIAM) = L2(NDIAM) + DIF
  IF(L2(NDIAM) .LT. 0) THEN DO
    L2(NDIAM-1) = L2(NDIAM-1) + L2(NDIAM)
    L2(NDIAM) = 0
  END IF
  QQ(NDIAM) = (NSO(NDIAM) * QL(I2)) / 3600.
  IF(LLI .EQ. 0) GO TO 110
  DO 100 I4=1,LLI
    J4 = NDIAM - I4
    QQ(J4) = (NSO(J4) * QL(I2)) / 3600. + QQ(J4+1)
100 CONTINUE
110 DHFL = 0
C*
C* CALCULOS PARA CARGA CONTROLADA PELO Nº DE DIAMETROS
C*
  JJC = (7.89 * (10.**7.))
  JJC1 = (JJC / (FI(1)**4.75))
  JJC2 = (JJC / (FI(2)**4.75))
  JJC3 = (JJC / (FI(3)**4.75))
  JJC4 = (JJC / (FI(4)**4.75))
  IF (NDIAM .EQ. 1) THEN DO
    JJ1 = (QQ(1)**1.75) * LT
    JJ(1) = JJC1 * JJ1
    DHFLO(1) = (JJ(1) * F(NS) / 100.)
    DHFL = DHFL + DHFLO(1)
  ELSE DO
    IF (NDIAM .EQ. 2) THEN DO
      JJ1 = (QQ(1)**1.75) * LT
      JJ11 = ((QQ(2)**1.75) * (LT - L2(1)))
      JJ(1) = JJC1 * (JJ1 - JJ11)
      DHFLO(1) = (JJ(1) * F(NS) / 100.)
      DHFL = DHFL + DHFLO(1)
      JJ2 = ((QQ(2)**1.75) * (LT - L2(1)))
      JJ(2) = JJC2 * JJ2
      DHFLO(2) = (JJ(2) * F(NS) / 100.)
      DHFL = DHFL + DHFLO(2)
    ELSE DO
      IF (NDIAM .EQ. 3) THEN DO
        JJ1 = (QQ(1)**1.75) * LT
        JJ11 = ((QQ(2)**1.75) * (LT - L2(1)))
        JJ(1) = JJC1 * (JJ1 - JJ11)
        DHFLO(1) = (JJ(1) * F(NS) / 100.)
        DHFL = DHFL + DHFLO(1)
        JJ2 = ((QQ(2)**1.75) * (LT - L2(1)))
        JJ22 = (QQ(3)**1.75) * L2(3)
        JJ(2) = JJC2 * (JJ2 - JJ22)
        DHFLO(2) = (JJ(2) * F(NS) / 100.)
        DHFL = DHFL + DHFLO(2)
        JJ3 = ((QQ(3)**1.75) * L2(3))
        JJ(3) = JJC3 * JJ3
        DHFLO(3) = (JJ(3) * F(NS) / 100.)
        DHFL = DHFL + DHFLO(3)
      ELSE DO
        IF (NDIAM .EQ. 4) THEN DO
          JJ1 = (QQ(1)**1.75) * LT

```



```

JJ11=((QQ(2)**1.75)*(LT-L2(1)))
JJ(1)=JJC1*(JJ1-JJ11)
DHFLO(1)=(JJ(1)*F(NS)/100.)
DHFL=DHFL+DHFLO(1)
JJ2=((QQ(2)**1.75)*(LT-L2(1)))
JJ22=((QQ(3)**1.75)*(L2(3)+L2(4)))
JJ(2)=JJC2*(JJ2-JJ22)

      DHFLO(2)=(JJ(2)*F(NS)/100.)
      DHFL=DHFL+DHFLO(2)
      JJ3=((QQ(3)**1.75)*(L2(3)+L2(4)))
      JJ33=((QQ(4)**1.75)*L2(4))
      JJ(3)=JJC3*(JJ3-JJ33)
      DHFLO(3)=(JJ(3)*F(NS)/100.)
      DHFL=DHFL+DHFLO(3)
      JJ4=((QQ(4)**1.75)*L2(4))
      JJ(4)=JJC4*JJ4
      DHFLO(4)=(JJ(4)*F(NS)/100.)
      DHFL=DHFL+DHFLO(4)
    END IF
  END IF
END IF
114 IF(NDIAM .EQ. 1) ML=0.75
    IF(NDIAM .EQ. 2) ML=0.60
    IF(NDIAM .GE. 3) ML=0.50
C*
C* TESTE PARA CALCULO EM ACLIVE E DECLIVE
C*
    IF(I7 .EQ. 1) THEN DO
      HE=HEP(I2)+ML*DHFL-0.5*DH
      DHE=(DHFL-(DH*(1-0.36/FLOAT(NDIAM))))
    END IF
    IF(ABS(DHE) .GT. ABS(DHT)) THEN DO
      IF(PRIM .EQ. 1) THEN DO
        ASTER=1
        FIM=1
      ELSE DO
        FIM=1
      END IF
    ELSE DO
      XLT(IO)=LT
      XQS(IO)=QS
      DO 120 I=1,4
        XFI(I)=FI(I)
        XL2(IO,I)=L2(I)
120  CONTINUE
      DHTT=0.50*DHT
C*
C* TESTE DE INTERVALOS PARA INCREMENTO DO Nº DE SAIDAS
C*
      IF(DHTT .LE. DHE .AND. DHE .LE. DHT) THEN DO
        FIM=1
      ELSE DO
        NS=NS+1
      END IF
    END IF
    PRIM=0
  END WHILE
  IF(ASTER .EQ. 0) IMPR=1
130 CONTINUE
  IF(IMPR .NE. 1) GO TO 150
    RODAP=1
C*
C* TESTE PARA CONTROLE DOS COMANDOS DE SAIDA
C*
    IF(NVEZES .GT. 12) THEN DO
      NVEZES=0
      WRITE(6,530)
      WRITE(6,560)
      WRITE(6,590)
      WRITE(6,630)

```

```

WRITE(6,660)
WRITE(6,690)
WRITE(6,730)
WRITE(6,760)
WRITE(6,790)HS(I1),SL(I3)
WRITE(6,830)LIMITE(I5,I6),LIMITE(I5,IX6)
WRITE(6,860)INCL(I7),DIAMP(I5)
WRITE(6,890)
WRITE(6,920)S(1),S(4),S(2),S(5),S(3),S(6)
WRITE(6,940)
WRITE(6,960)
WRITE(6,890)
END IF
WRITE(6,980)QL(I2),(XLT(I),XQS(I),(XL2(I,J),J=1,4),I=1,3)
WRITE(6,990)(XLT(I),XQS(I),(XL2(I,J),J=1,4),I=4,6)
NVEZES=NVEZES+1
150 CONTINUE
IF(RODAP.EQ.1) THEN DO
WRITE(6,890)
WRITE(6,970)HEM
END IF
NVEZES=14
200 CONTINUE
250 CONTINUE
300 CONTINUE
C*
C* FORMATOS DE ENTRADAS DOS DADOS
C*
320 FORMAT(16F5.3)
340 FORMAT(4I2)
360 FORMAT(5I2)
380 FORMAT(6I2)
400 FORMAT(I3)
420 FORMAT(8(I6,F4,2))
460 FORMAT(3I2)
480 FORMAT(9F8.2)
500 FORMAT(8F10.2)
520 FORMAT(24I3)
C*
C* FORMATOS DE SAIDA DO RELATORIO
C*
530 FORMAT('1','UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - UFPA')
560 FORMAT(1X,'NUCLIO DE PROCESSAMENTO DE DADOS - NPD - CG')
590 FORMAT(1X,'DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRICOLA - DEAG')
630 FORMAT(1X,'LABORATORIO DE ENGENHARIA DE IRRIGACAO - LEI')
660 FORMAT(1X,'TRABALHO DE TESE DE MESTRADO')
690 FORMAT(1X,'TITULO DA TESE - PROCESSOS ANALITICOS E GRAFICOS PARA O
*DIMENSIONAMENTO DE TUBU-')
730 FORMAT(18X,'LACOES LATERAIS E TERCARIAS, NO SISTEMA X I Q U E X I
* Q U E')

760 FORMAT(/,18X,'QUADRO 2 - DIMENSIONAMENTO, PELA METODOLOGIA DE KELL
*ER, DE TUBULACOES TERCARIAS ALIMENTADAS POR PONTOS EXTREMOS.')
790 FORMAT(29X,'PARA UMA PRESSAO DE SERVIÇO DO EMISSOR DE',I2,1X,'MCA,
*UM ESPACAMENTO DE',I2,1X,'METROS E UM INTERVALO ONDE-')
830 FORMAT(29X,'QS MAIOR OU IGUAL A',F10.2,' E QS MENOS QUE',F10.2,/)
860 FORMAT(114X,A10,A3)
890 FORMAT(1X,125('-',))
920 FORMAT(1X,'* VAZÃO *DEC - ',I2,' / ',I2,' (0/0)',19X,'DEC - ',I2,
*' / ',I2,' (0/0)',19X,'*DEC - ',I2,' / ',I2,' (0/0)',19X,'**')
940 FORMAT(1X,'*INTERVAL* LT * QS **',5X,'**',5X,'**',5X,'**' LT
* * QS **',5X,'**',5X,'**',5X,'**',5X,'**' LT * QS **',5X,'**',5X
*,'**',5X,'**',5X,'**')
960 FORMAT(1X,'* (L/H) * (M) * (L/H) * L1 * L2 * L3 * L4 * (M) *
* (L/H) * L1 * L2 * L3 * L4 * (M) * (L/H) * L1 * L2 * L3 *
* (L4 *')
970 FORMAT(1X,'PRESSAO MEDIA DE ENTRADA NA TERCARIA - ',F6.2,' MCA')
980 FORMAT(/,2X,I6,3(3X,I2,1X,F8.2,4(3X,I3)))
990 FORMAT(8X,3(3X,I3,1X,F8.2,4(3X,I3)))
WRITE(6,1000)

```

```
1000 FORMAT('1')
      STOP
      END
C*
C* SUBROTINA PARA GERAR OS VALORES DA TABELA
C*
      SUBROUTINE GERA(F,LINF,LSUP,VALOR)
      REAL F(1000),VALOR
      INTEGER LINF,LSUP
      DO 1100 I=LINF,LSUP
         F(I)=VALOR
1100 CONTINUE
      RETURN
      END
```

A P Ê N D I C E "B"

(Processos Gráficos e Tabelares para dimensionamento de TU
BULAÇÕES LATERAIS E TERCIÁRIAS, no Sistema XIQUEXIQUE)

TABELA B - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIXUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 2m.

Diâmetro da Lateral ϕ_l	Diâmetro do Emissor ϕ_e (mm)	Comprimento Máximo da Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				q_e (l/h)	q_l (l/h)	h_{ep} (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	h_{ep} (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	h_{ep} (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	h_{ep} (m)
3/8" (9,52mm)	1,4	24,0	12	25,0	300	3,23	30	360	4,32	34	408	5,39	37	444	6,46
	1,5	20,0	10	32,0	320*	3,22	38	380	4,29	43	430	5,36	48	480	6,44
	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/2" (12,7mm)	1,4	40,0	20	25,0	500	3,23	30	600	4,32	34	680	5,40	37	740	6,46
	1,5	34,0	17	32,0	544	3,23	38	646	4,31	43	731	5,39	48	816	6,47
	1,8	30,0	15	38,0	570	3,22	45	675	4,30	51	765	5,37	56	840	6,44
	2,0	22,0	11	64,0	704	3,24	75	825	4,32	85	935	5,39	94	1034	6,47
3/4" (19,05mm)	1,4	80,0	40	25,0	1000	3,23	30	1200	4,31	34	1360	5,39	37	1480	6,45
	1,5	68,0	34	32,0	1088	3,22	38	1292	4,30	43	1462	5,37	48	1632	6,45
	1,8	62,0	31	38,0	1178	3,23	45	1395	4,32	51	1581	5,39	56	1736	6,46
	2,0	44,0	22	64,0	1408	3,23	75	1650	4,30	85	1870	5,38	94	2068	6,45

q_e - Vazão do emissor

q_l - Vazão de entrada na lateral.

h_{ep} - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20 m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA 9 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 3m.

Diâmetro da Lateral ϕ_l	Diâmetro do Emissor ϕ_e (mm)	Comprimento Máximo de Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52mm)	1,4	33,0	11	25	275	3,27	30	330	4,38	34	374	5,47	37	407	6,54
	1,5	27,0	9	32	288	3,25	38	342	4,33	43	387	5,41	48	432	6,50
	1,8	24,0	8	38	304	3,24	45	360	4,32	51	408	5,40	56	448	6,48
	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/2" (12,7mm)	1,4	51,0	17	25	425	3,23	30	510	4,31	34	578	5,39	37	629	6,45
	1,5	45,0	15	32	480	3,25	38	570	4,33	43	645	5,42	48	720	6,50
	1,8	39,0	13	38	494	3,23	45	585	4,30	51	663	5,38	56	728	6,45
	2,0	30,0	10	64	640	3,28	75	750	4,37	85	850	5,46	94	940	6,54
3/4" (19,05mm)	1,4	102	34	25	850*	3,22	30	1020	4,30	34	1156	5,37	37	1258*	6,43
	1,5	87	29	32	928*	3,22	38	1102	4,29	43	1247	5,36	48	1392	6,44
	1,8	78	26	38	988*	3,22	45	1170	4,29	51	1326	5,38	56	1456*	6,43
	2,0	57,0	19	64	1216	3,23	75	1425	4,30	85	1615	5,38	94	1786	6,45

q_e - Vazão do emissor

q_l - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA 10 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 4m.

Diâmetro do Lateral ϕ_l	Diâmetro do Emissor ϕ_e (mm)	Comprimento Máximo de Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)	q_e (l/h)	q_l (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52mm)	1,4	36	9	25	225*	3,21	30	270	4,29	34	306	5,36	37	333*	6,42
	1,5	32	8	32	256	3,24	38	304	4,32	43	344	5,40	48	384	6,48
	1,8	28	7	38	266	3,23	45	315	4,30	51	357	5,38	56	392	6,45
	2,0	20	5	64	320	3,23	75	375	4,31	85	425	5,38	94	470	6,45
1/2" (12,7mm)	1,4	60	15	25	375*	3,21	30	450	4,29	34	510	5,37	37	555*	6,43
	1,5	52	13	32	416	3,22	38	494	4,30	43	559	5,38	48	624	6,46
	1,8	48	12	38	456	3,24	45	540	4,33	51	612	5,41	56	672	6,48
	2,0	36	9	64	576	3,28	75	675	4,37	85	765	5,46	94	846	6,55
3/4" (19,05mm)	1,4	124	31	25	775	3,23	30	930	4,31	34	1054	5,39	37	1147	6,45
	1,5	104	26	32	832*	3,21	38	988*	4,29	43	1118*	5,36	48	1248	6,44
	1,8	96	24	38	912	3,23	45	1080	4,31	51	1224	5,39	56	1344	6,46
	2,0	68	17	64	1088	3,23	75	1275	4,30	85	1445	5,37	94	1598	6,44

q_e - Vazão do emissor.

q_l - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20 m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA II - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIAQUEXIAUE), com um espaçamento entre emissores de 5m.

Diâmetro da Lateral Øl	Diâmetro do Emissor Øe (mm)	Comprimento Máximo de Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52mm)	1,4	45	9	25	225	3,27	30	270	4,36	34	306	5,45	37	333	6,53
	1,5	40	8	32	256	3,30	38	304	4,40	43	344	5,50	48	384	6,61
	1,8	35	7	38	266	3,28	45	315	4,38	51	357	5,47	56	392	6,56
	2,0	25	5	64	320	3,29	75	375	4,38	85	425	5,48	94	470	6,57
1/2" (12,7mm)	1,4	70	14	25	350	3,22	30	420	4,31	34	476	5,38	37	518	6,44
	1,5	60	12	32	384	3,23	38	456	4,30	43	516	5,38	48	576	6,46
	1,8	55	11	38	418	3,24	45	495	4,32	51	561	5,40	56	616	6,47
	2,0	40	8	64	512	3,25	75	600	4,34	85	680	5,42	94	752	6,50
3/4" (19,05mm)	1,4	140	28	25	700*	3,21	30	840	4,29	34	952	5,37	37	1036*	6,42
	1,5	120	24	32	768*	3,22	38	912	4,29	43	1032*	5,36	48	1152	6,44
	1,8	110	22	38	836	3,23	45	990	4,31	51	1122	5,38	56	1232	6,45
	2,0	80	16	64	1024	3,24	75	1200	4,32	85	1360	5,40	94	1504	6,47

qe - Vazão do emissor.

ql - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA 12 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 6m.

Diâmetro da Lateral ϕ_l	Diâmetro do Emissor ϕ_e (mm)	Comprimento Máximo da Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52 mm)	1,4	48	8	25	200	3,23	30	240	4,32	34	272	5,4	37	296	6,46
	1,5	42	7	32	224	3,25	38	266	4,34	43	301	5,42	48	336	6,51
	1,8	36	6	38	228	3,23	45	270	4,30	51	306	5,38	56	336	6,54
	2,0	30	5	64	320	3,35	75	375	4,46	85	425	5,57	94	470	6,68
1/2" (12,7mm)	1,4	78	13	25	325	3,22	30	390	4,30	34	442	5,37	37	481*	6,43
	1,5	72	12	32	384	3,27	38	456	4,36	43	516	5,45	48	576	6,55
	1,8	60	10	38	380	3,22	45	450	4,30	51	510	5,37	56	560	6,44
	2,0	48	8	64	512	3,31	75	600	4,40	85	680	5,50	94	752	6,60
3/4" (19,05mm)	1,4	162	27	25	675	3,23	30	810	4,32	34	918	5,40	37	999	6,46
	1,5	138	23	32	736	3,23	38	874	4,31	43	989	5,39	48	1104	6,47
	1,8	126	21	38	798	3,24	45	945	4,33	51	1071	5,41	56	1176	6,48
	2,0	90	15	64	960	3,24	75	1125	4,32	85	1275	5,40	94	1410	6,48

qe - Vazão do emissor

ql - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20 m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA 13 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 7m.

Diâmetro da Lateral Øl	Diâmetro do Emissor Øe (mm)	Comprimento Máximo de Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52 mm)	1,4	56	8	25	200	3,27	30	240	4,37	34	272	5,46	37	296	6,54
	1,5	49	7	32	224	3,29	38	266	4,40	43	301	5,49	48	336	6,59
	1,8	42	6	38	228	3,26	45	270	4,35	51	306	5,44	56	336	6,52
	2,0	28	4	64	256	3,23	75	300	4,30	85	340	5,37	94	376	6,45
1/2" (12,7 mm)	1,4	91	13	25	325	3,25	30	390	4,35	34	442	5,44	37	481	6,51
	1,5	77	11	32	352	3,25	38	418	4,34	43	473	5,42	48	528	6,51
	1,8	70	10	38	380	3,26	45	450	4,35	51	510	5,44	56	560	6,51
	2,0	49	7	64	448	3,25	75	525	4,33	85	595	5,41	94	658	6,49
3/4" (19,05 mm)	1,4	175	25	25	625	3,22	30	750	4,30	34	850	5,38	37	925*	6,43
	1,5	154	22	32	704	3,24	38	836	4,32	43	946	5,40	48	1056	6,48
	1,8	133	19	38	722*	3,22	45	855	4,29	51	969*	5,36	56	1064*	6,43
	2,0	98	14	64	896	3,23	75	1050	4,31	85	1190	5,39	94	1316	6,46

qe - Vazão do emissor.

ql - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20 m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA 14 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (RIQUE RIQUE), com um espaçamento entre emissores de 8m.

Diâmetro da Lateral Øi	Diâmetro do Emissor Øe (mm)	Comprimento Máximo de Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO (m)											
				3			4			5			6		
				qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	ql (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52mm)	1,4	56	7	25	175*	3,21	30	210	4,30	34	238	5,37	37	259*	6,43
	1,5	48	6	32	192	3,22	38	228	4,30	43	258	5,37	48	288	6,45
	1,8	48	6	38	228	3,30	45	270	4,40	51	306	5,50	56	336	6,59
	2,0	32	4	64	256	3,26	75	300	4,34	85	340	5,43	94	376	6,51
1/2" (12,7mm)	1,4	96	12	25	300	3,23	30	360	4,32	34	408	5,40	37	444	6,46
	1,5	80	10	32	320	3,22	38	380	4,30	43	430	5,37	48	480	6,45
	1,8	72	9	38	342	3,22	45	405	4,30	51	459	5,38	56	504	6,44
	2,0	56	7	64	448	3,29	75	525	4,38	85	595	5,47	94	658	6,56
3/4" (19,05mm)	1,4	192	24	25	600	3,22	30	720	4,31	34	816	5,38	37	888	6,45
	1,5	168	21	32	672	3,24	38	798	4,32	43	903	5,40	48	1008	6,49
	1,8	152	19	38	722	3,25	45	855	4,33	51	969	5,41	56	1064	6,49
	2,0	104	13	64	832	3,22	75	975*	4,30	85	1105*	5,36	94	1222*	6,43

qe - Vazão do emissor.

ql - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-) - Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20 m.

(*) - Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

TABELA 15 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 10m.

Diâmetro da Lateral Øl	Diâmetro do Emissor Øe (mm)	Comprimento Máximo da Lateral (m)	Número de Emissores (mm)	PRESSÃO DE SERVIÇO											
				3			4			5			6		
				qe (l/h)	qi (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	qi (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	qi (l/h)	hep (m)	qe (l/h)	qi (l/h)	hep (m)
3/8" (9,52 mm)	1,4	70	7	25	175	3,27	30	210	4,37	34	238	5,46	37	259	6,54
	1,5	60	6	32	192	3,28	38	228	4,38	43	258	5,47	48	288	6,56
	1,8	50	5	38	190	3,23	45	225	4,31	51	255	5,39	56	280	6,56
	2,0	40	4	64	256	3,33	75	300	4,43	85	340	5,53	94	376	6,64
1/2" (12,7 mm)	1,4	110	11	25	275	3,23	30	330	4,32	34	374	5,40	37	407	6,46
	1,5	100	10	32	320	3,28	38	380	4,37	43	430	5,46	48	480	6,56
	1,8	90	9	38	342	3,28	45	405	4,38	51	459	5,47	56	504	6,55
	2,0	60	6	64	384	3,24	75	450	4,31	85	510	5,39	94	564	6,47
3/4" (19,05 mm)	1,4	220	22	25	550	3,22	30	660	4,30	34	748	5,38	37	814	6,44
	1,5	190	19	32	608	3,23	38	722	4,31	43	817	5,38	48	912	6,46
	1,8	170	17	38	646	3,23	45	765	4,31	51	867	5,38	56	952	6,45
	2,0	120	12	64	768	3,22	75	900	4,29	85	1020*	5,36	94	1128*	6,43

qe - Vazão do emissor.

qi - Vazão de entrada na lateral.

hep - Pressão de entrada no par de laterais.

(-)- Comprimentos de tubulação dimensionados menor que 20m.

(*)- Os comprimentos de tubulação nesta situação podem ser aumentados de um emissor.

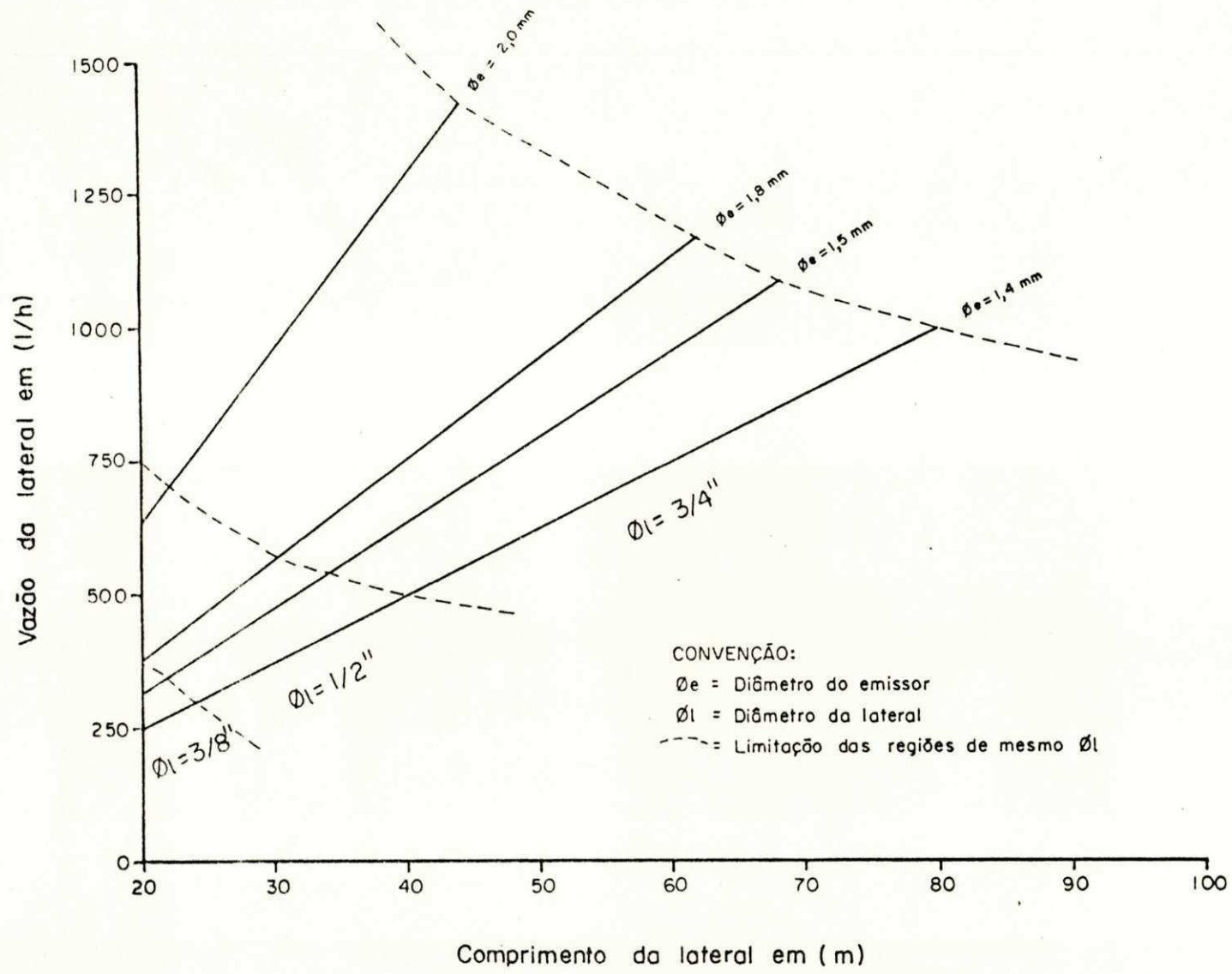


Fig.25.1- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE) com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

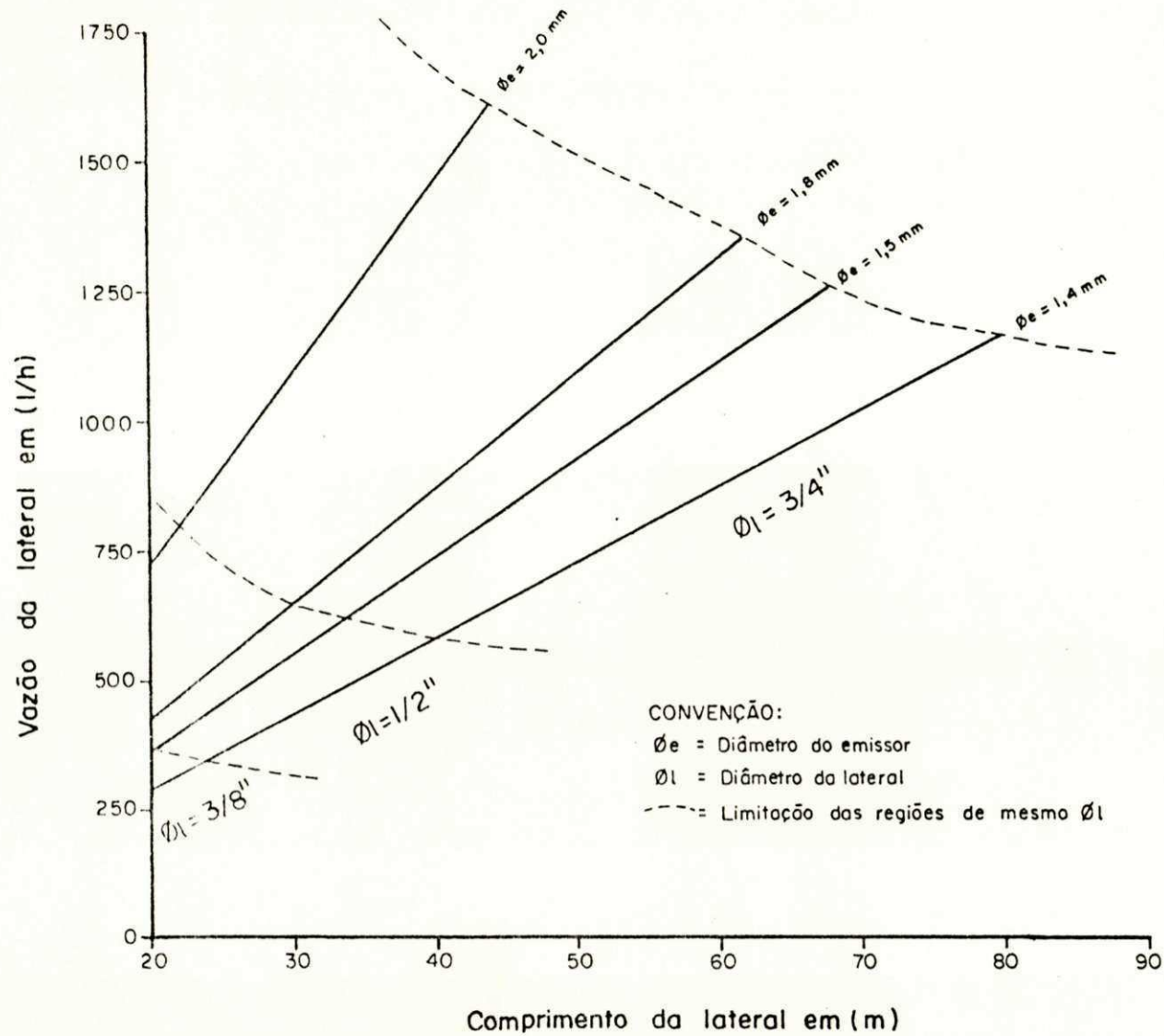


Fig.25,2- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIOUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

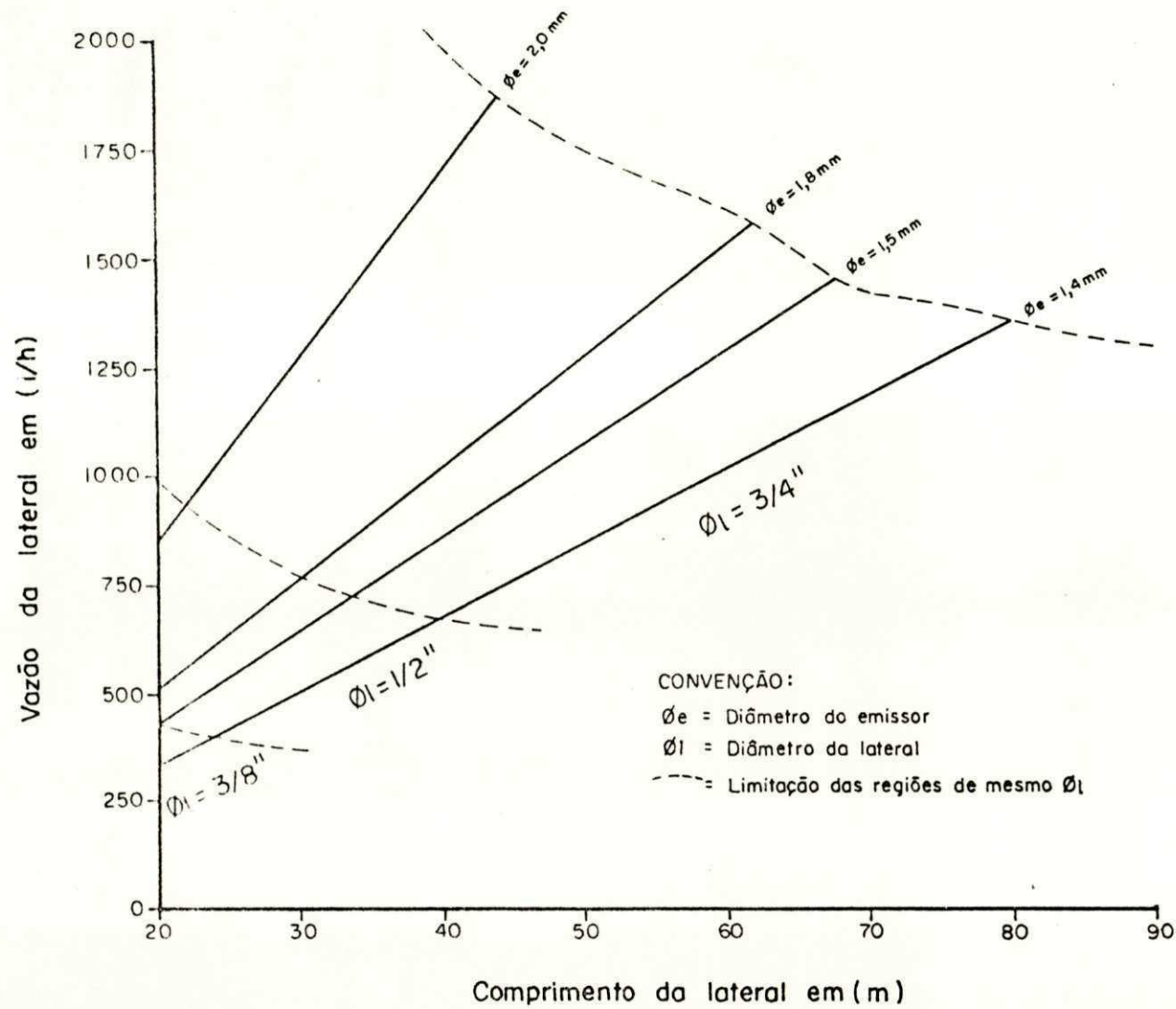


Fig.25.3- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (xique-xique), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

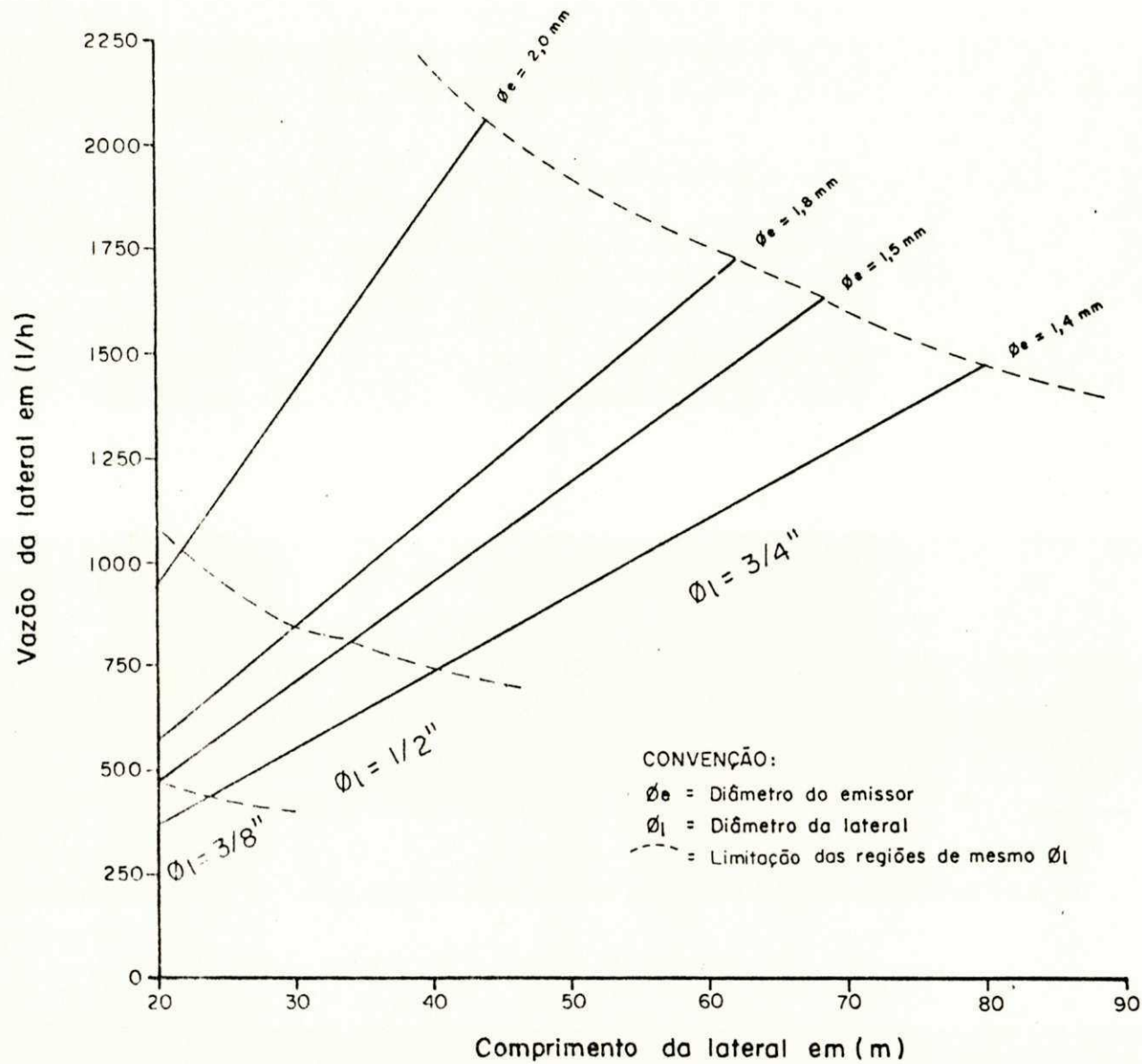


Fig. 25.4- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 2m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

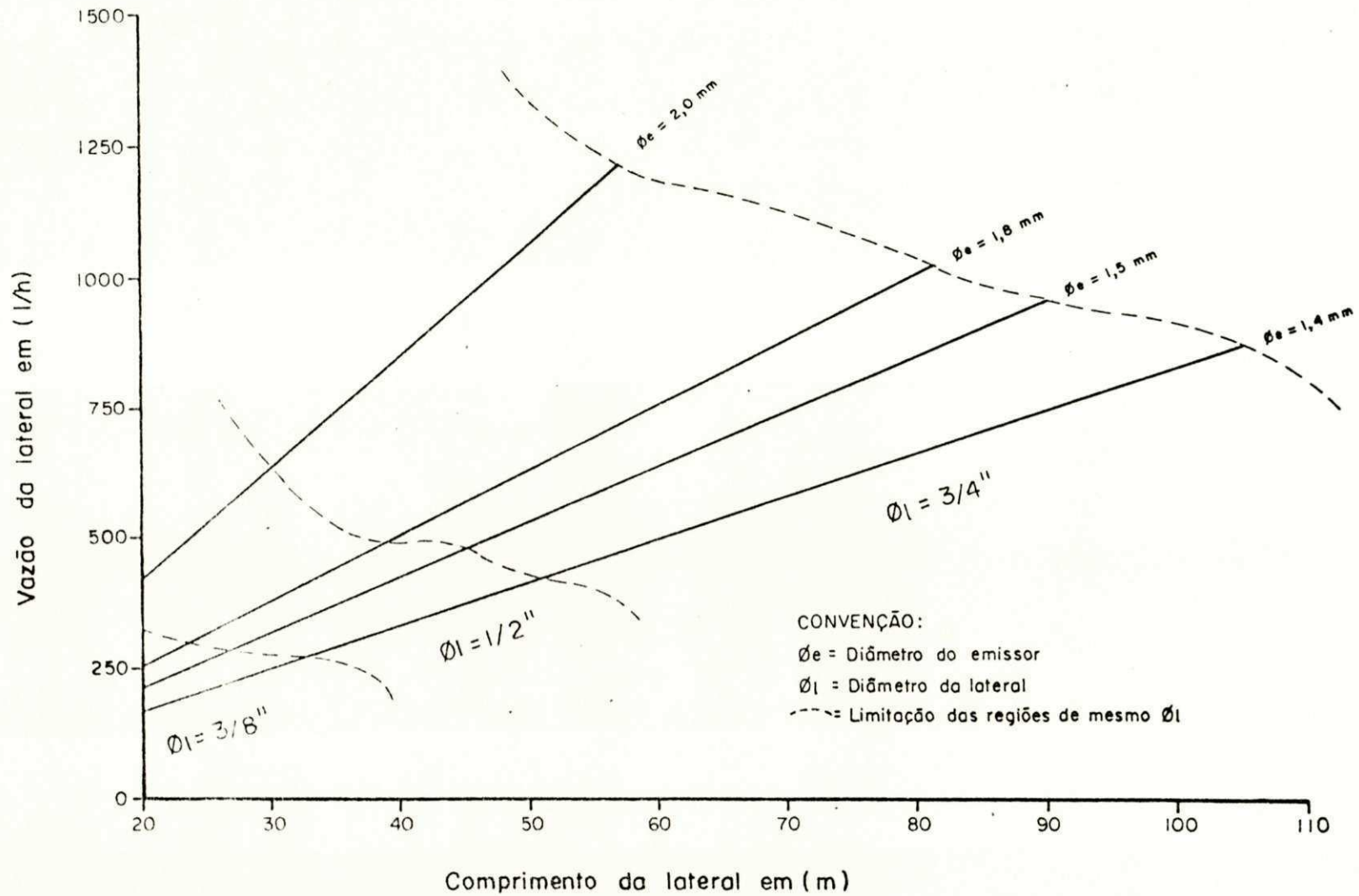


Fig. 26.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

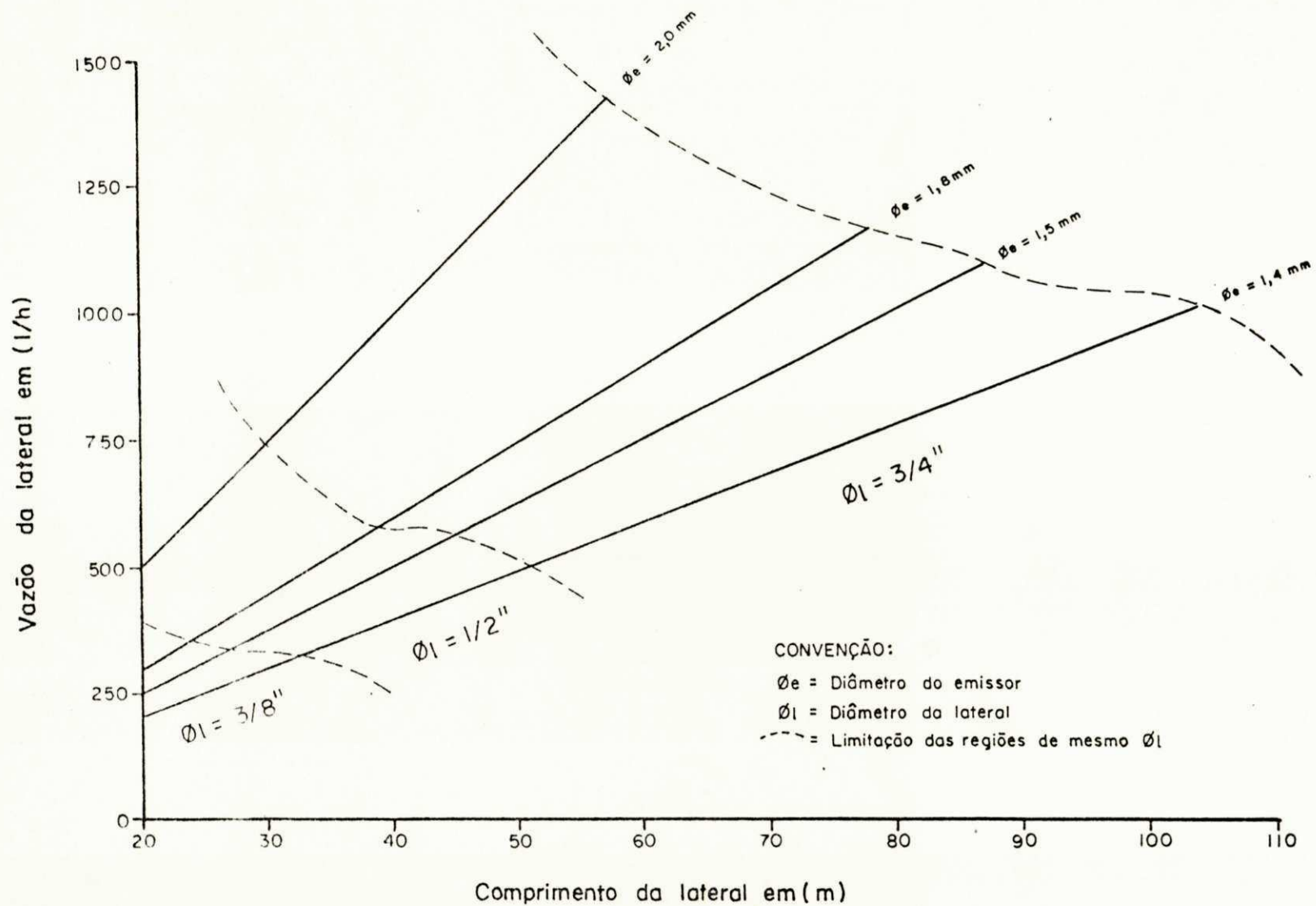


Fig.26.2- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIXUEXIXUE), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

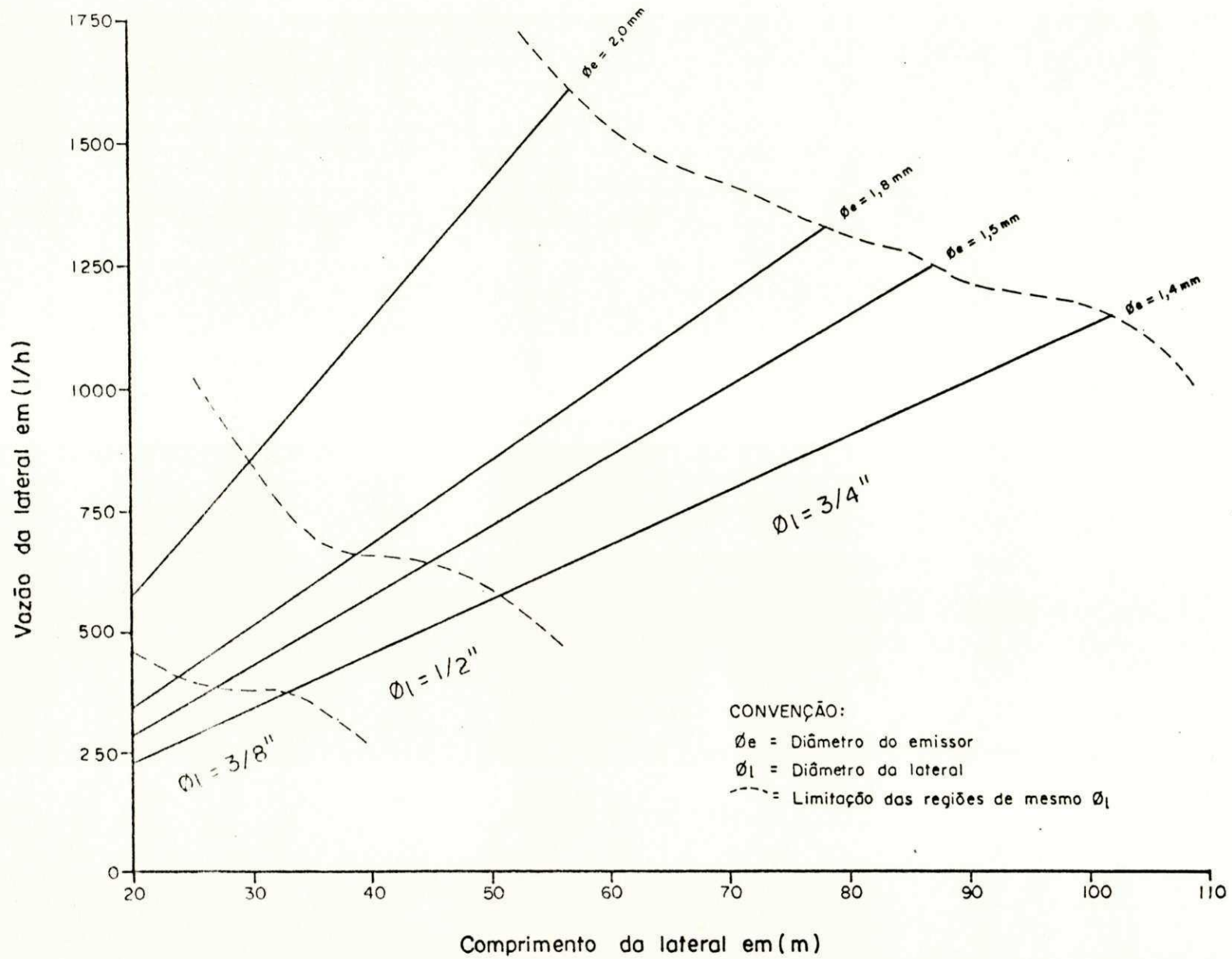


Fig.26.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

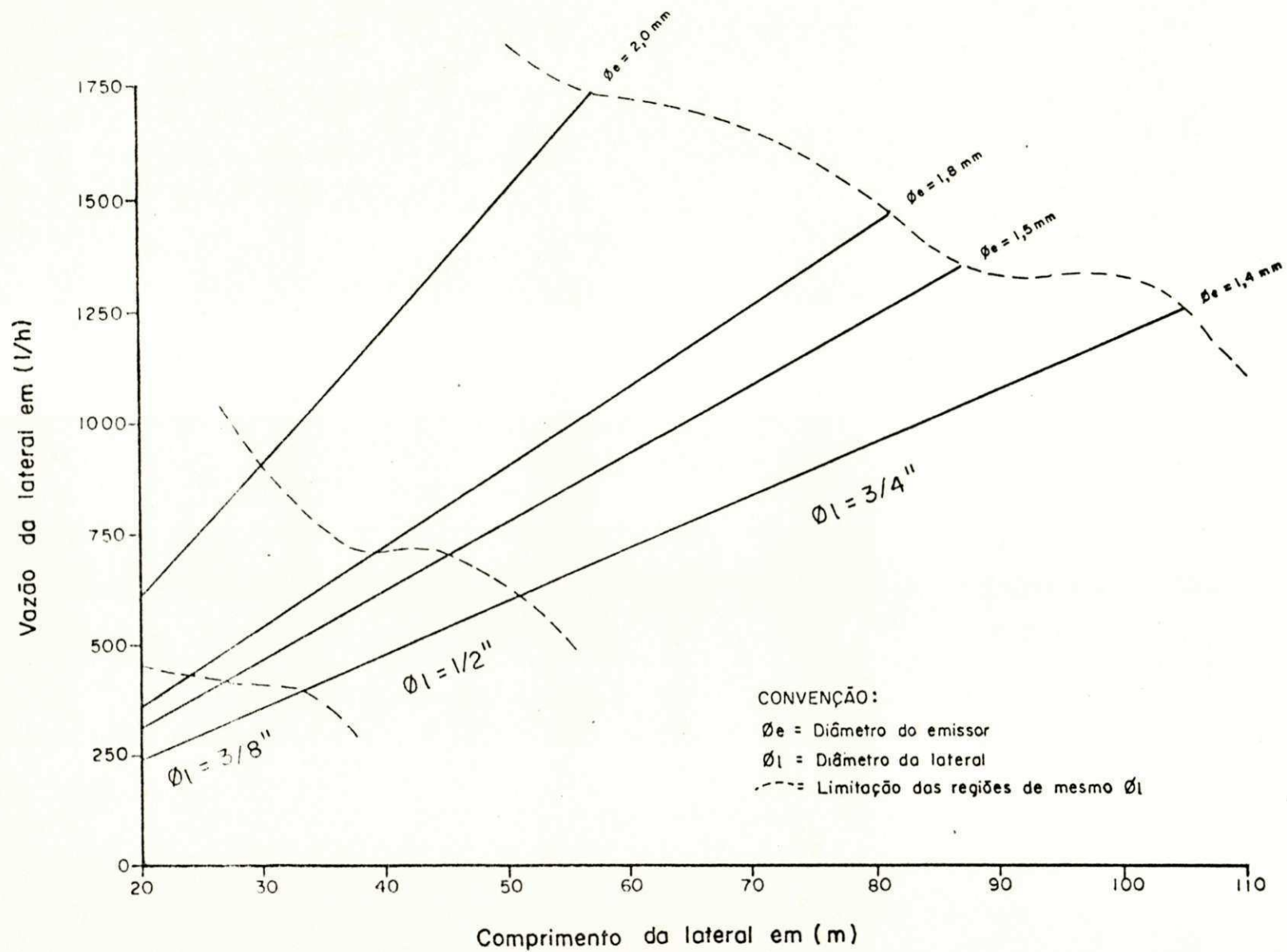


Fig. 26.4- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 3m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

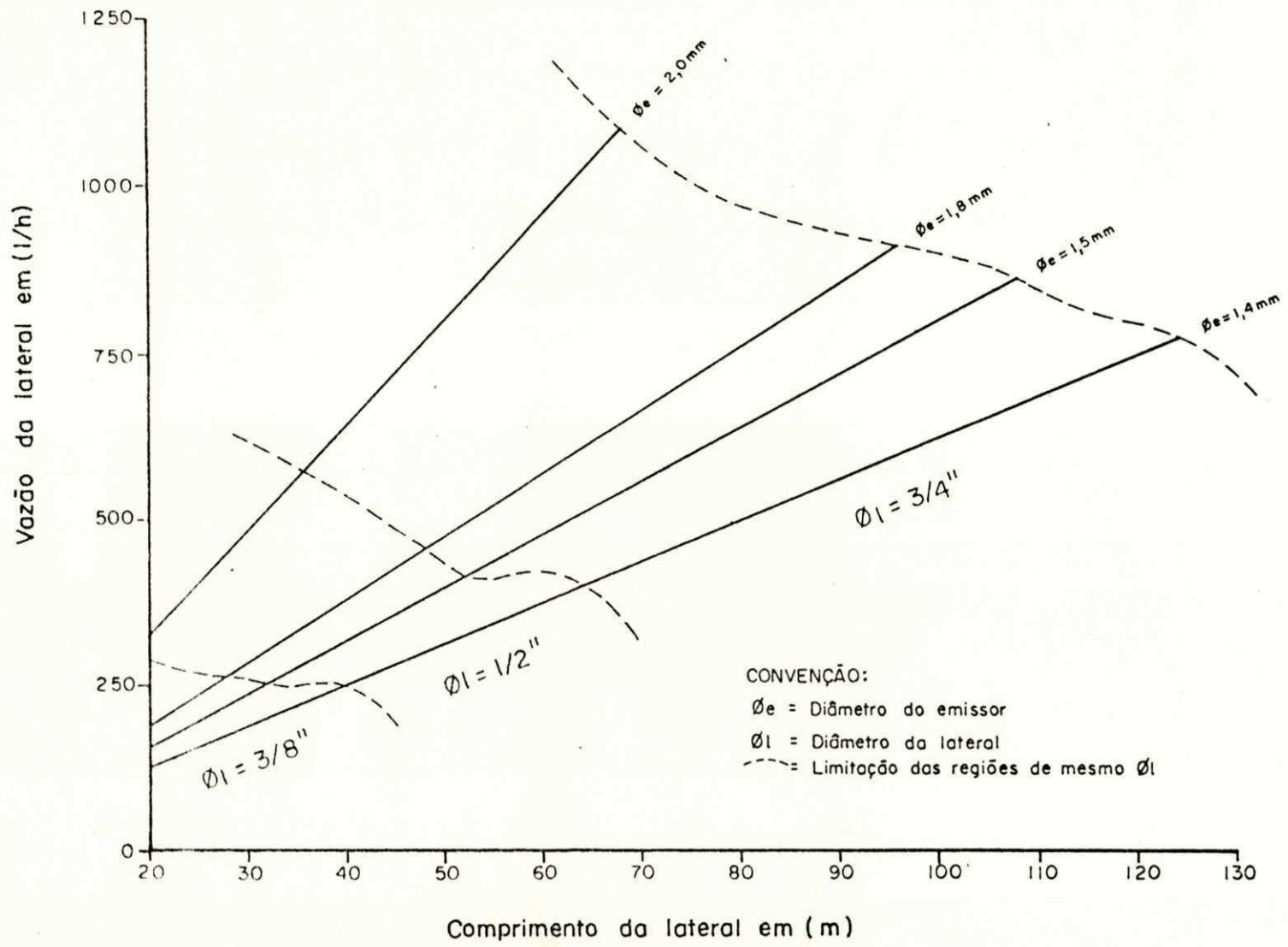


Fig. 27.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

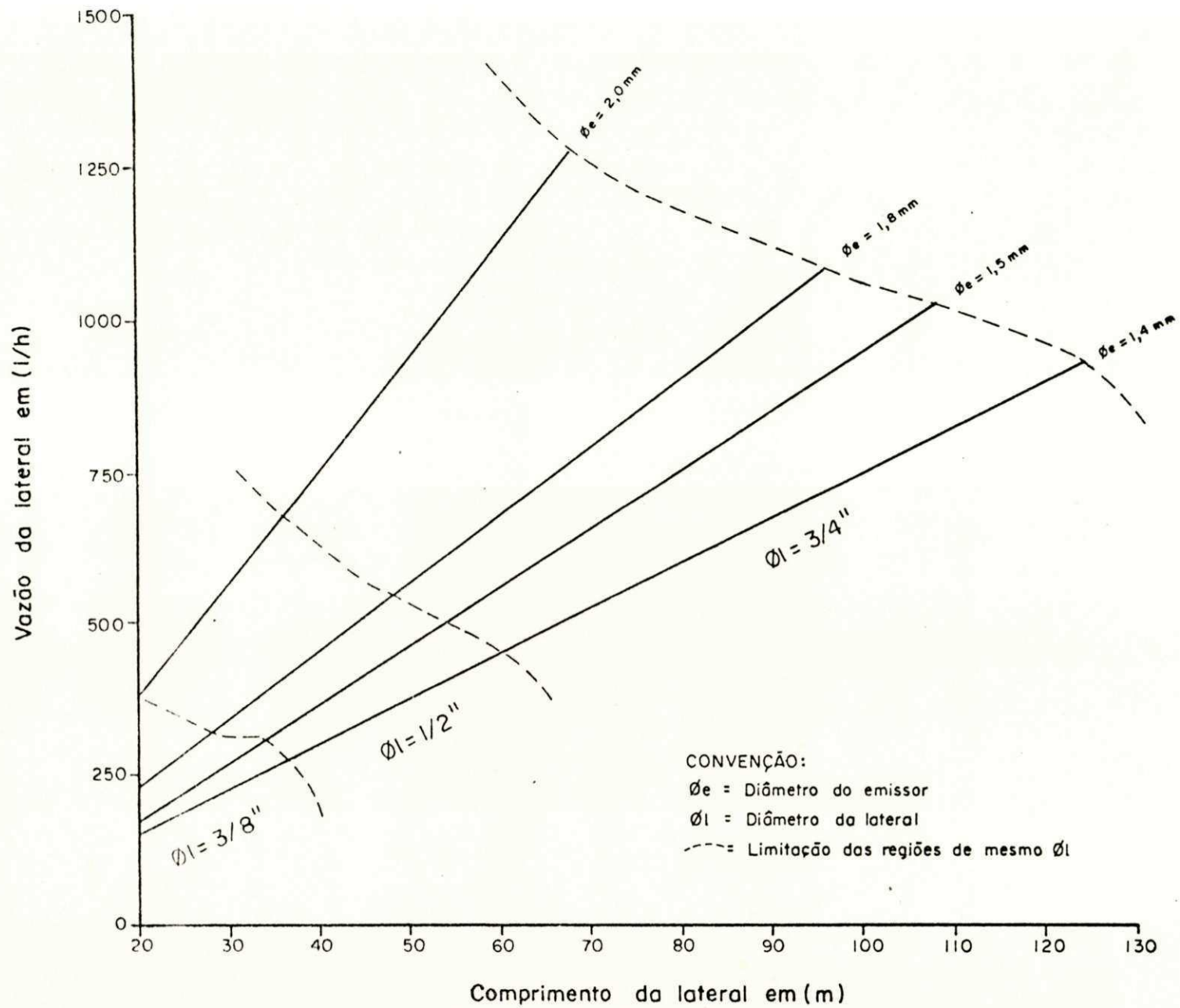


Fig. 27.2- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQEXIQE), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

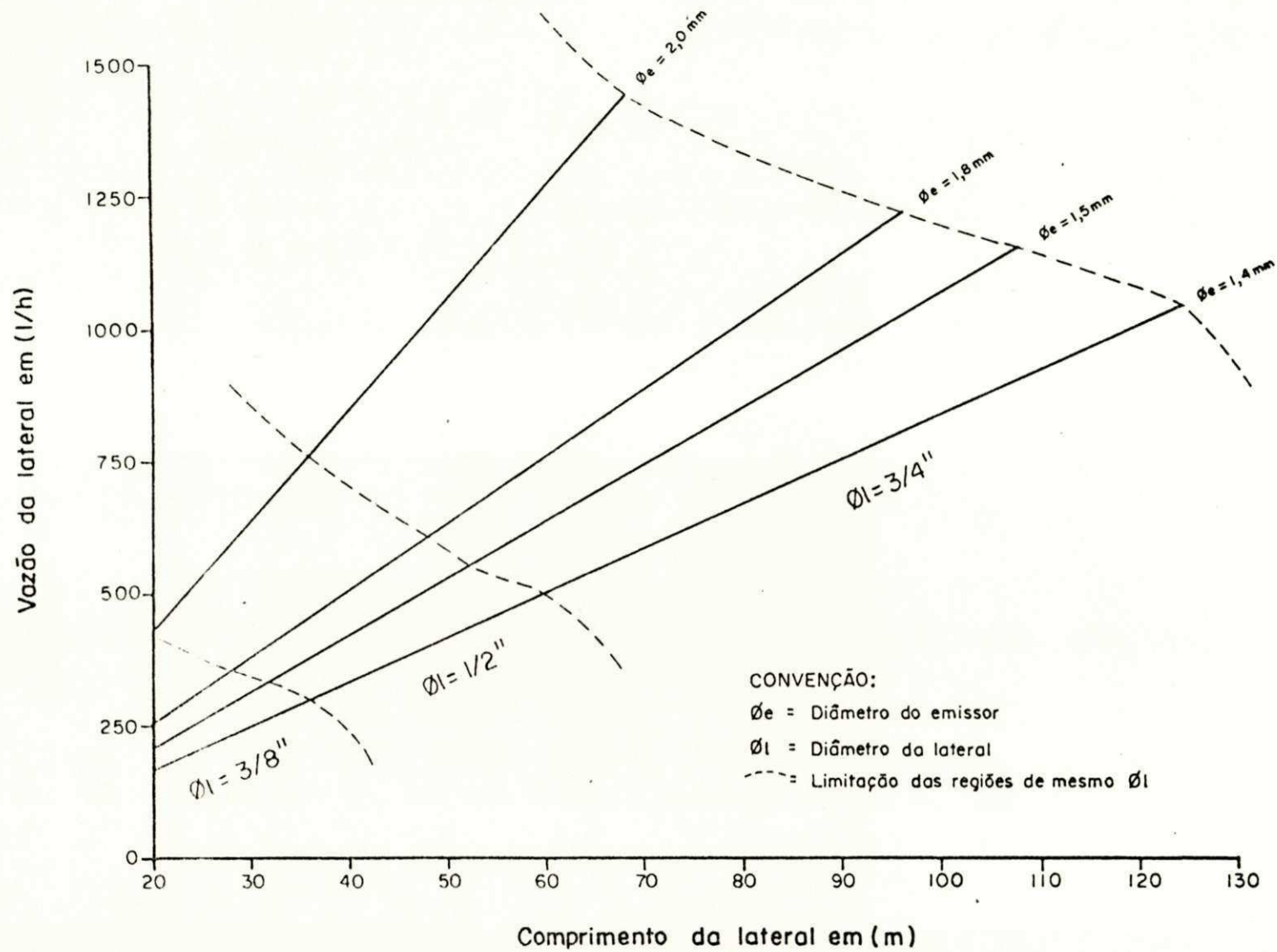


Fig.27.3- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

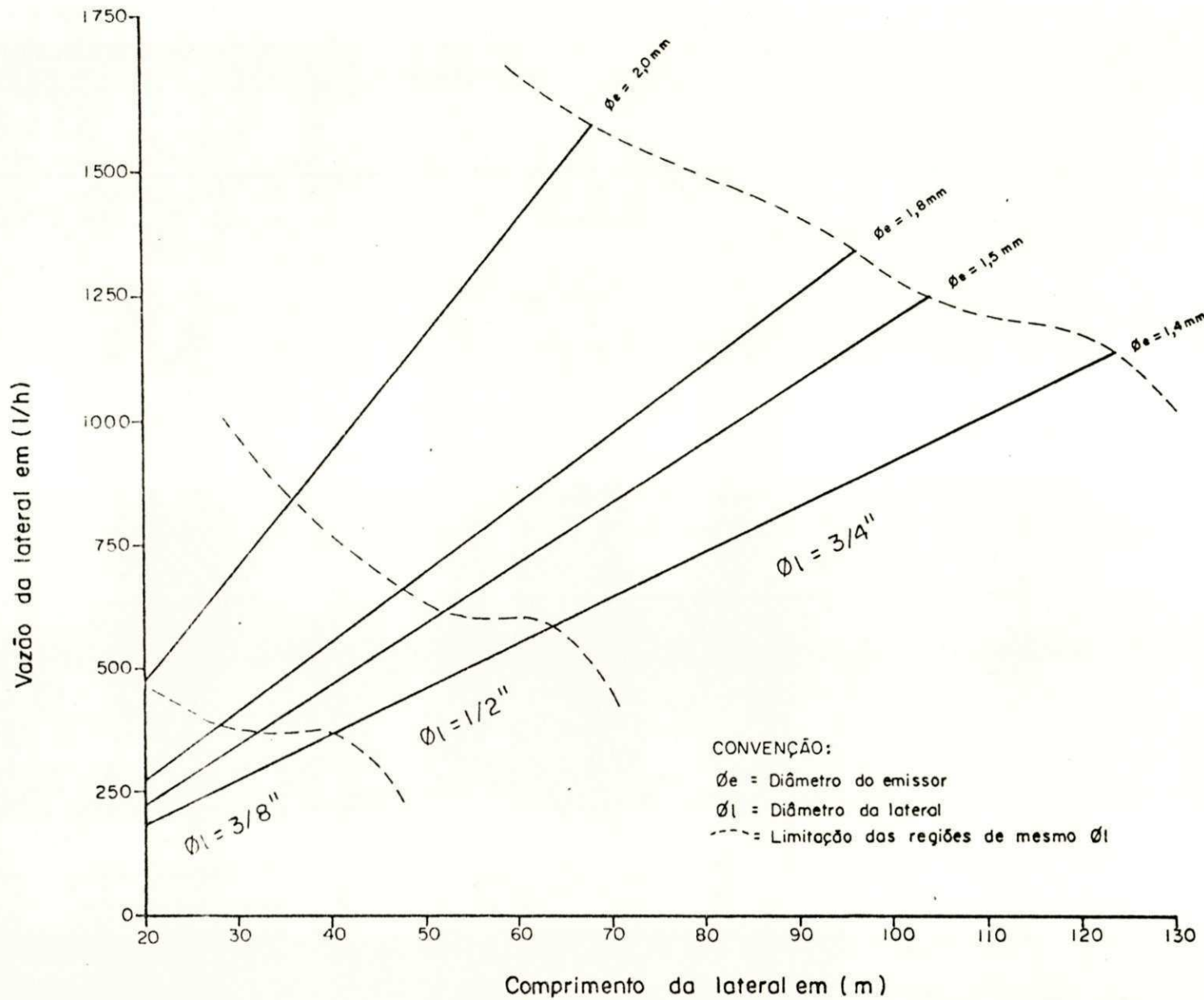


Fig. 274 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 4m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

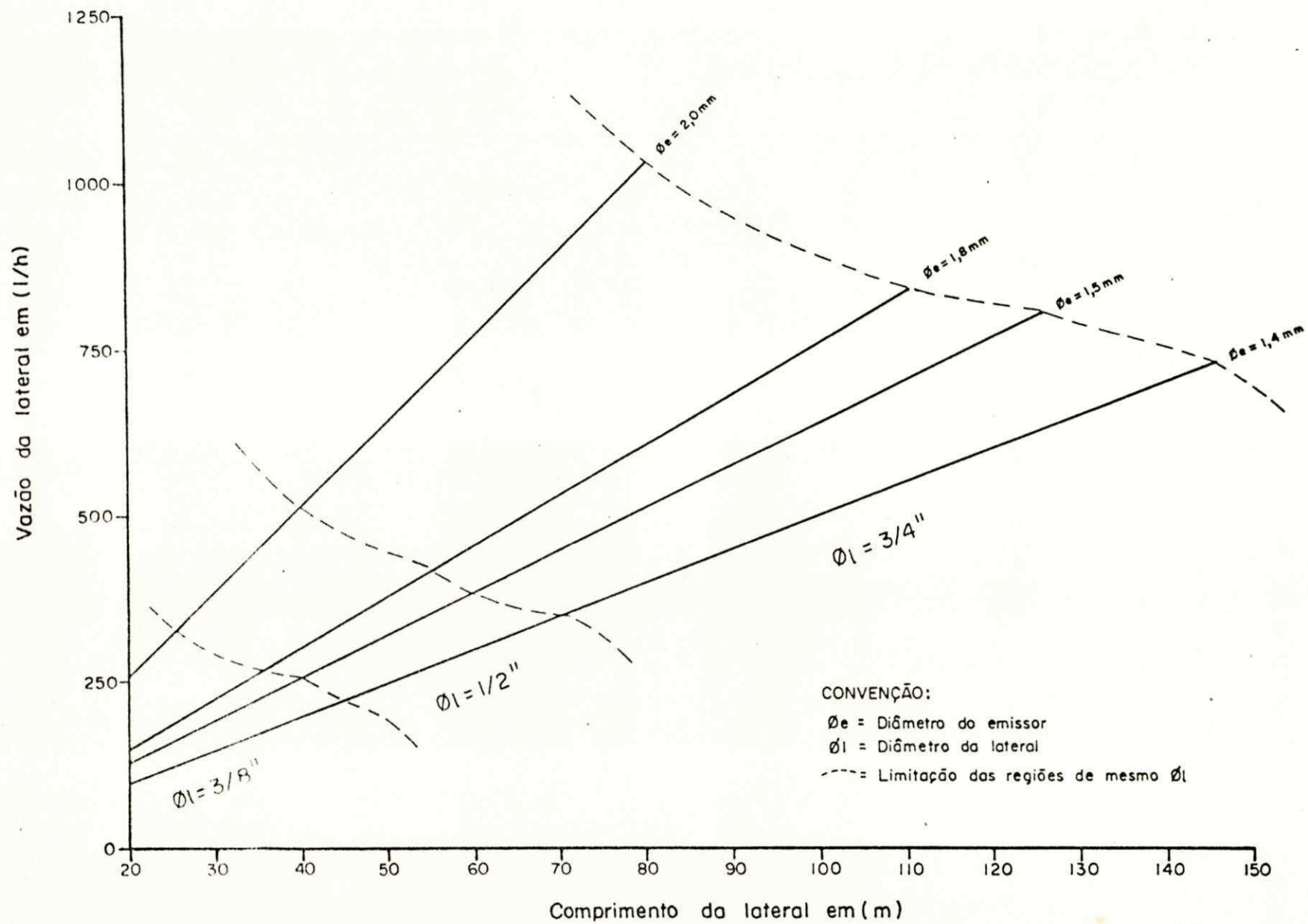


Fig.28.1- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

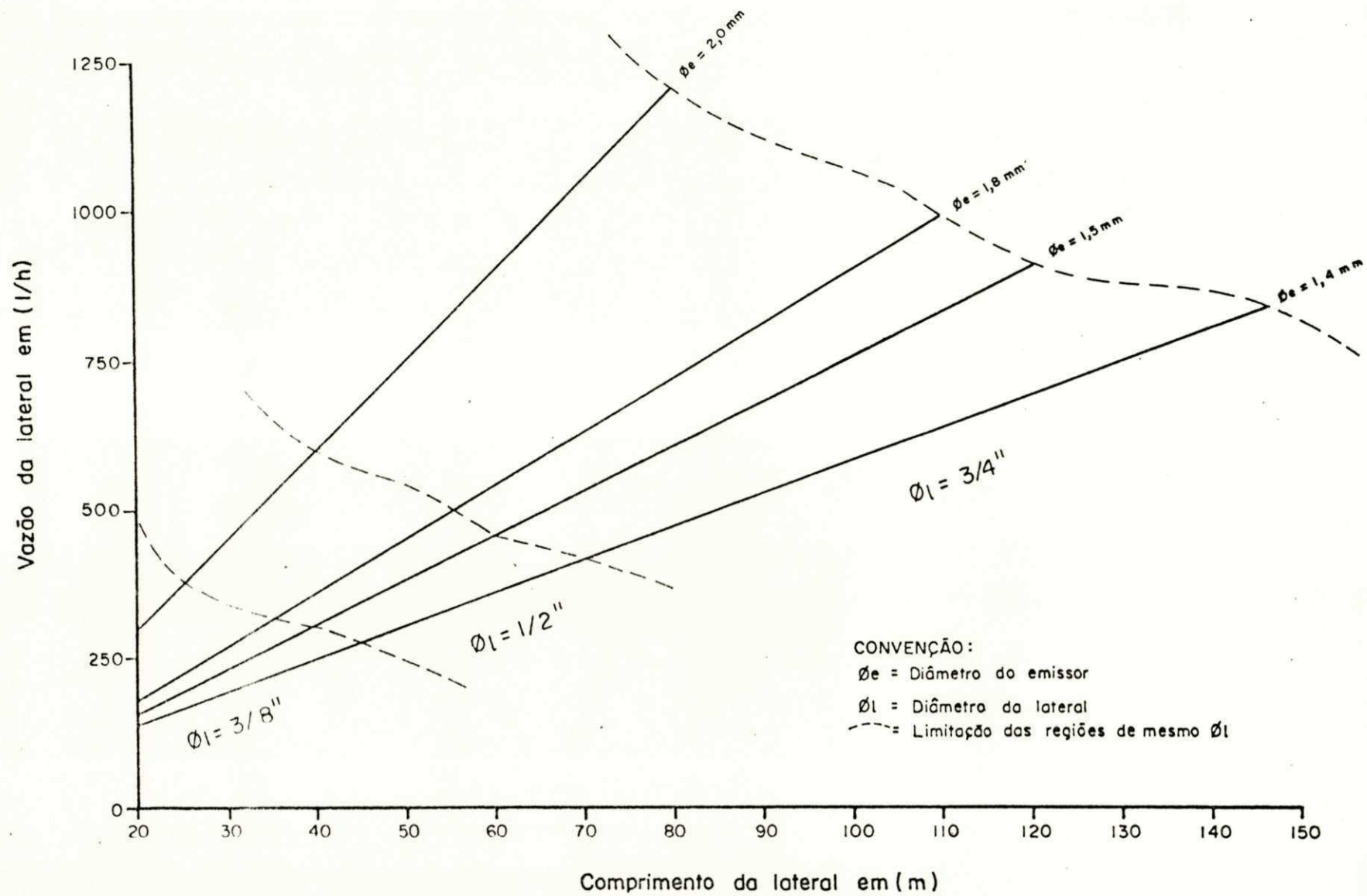


Fig.28.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIOUEXIOUE), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

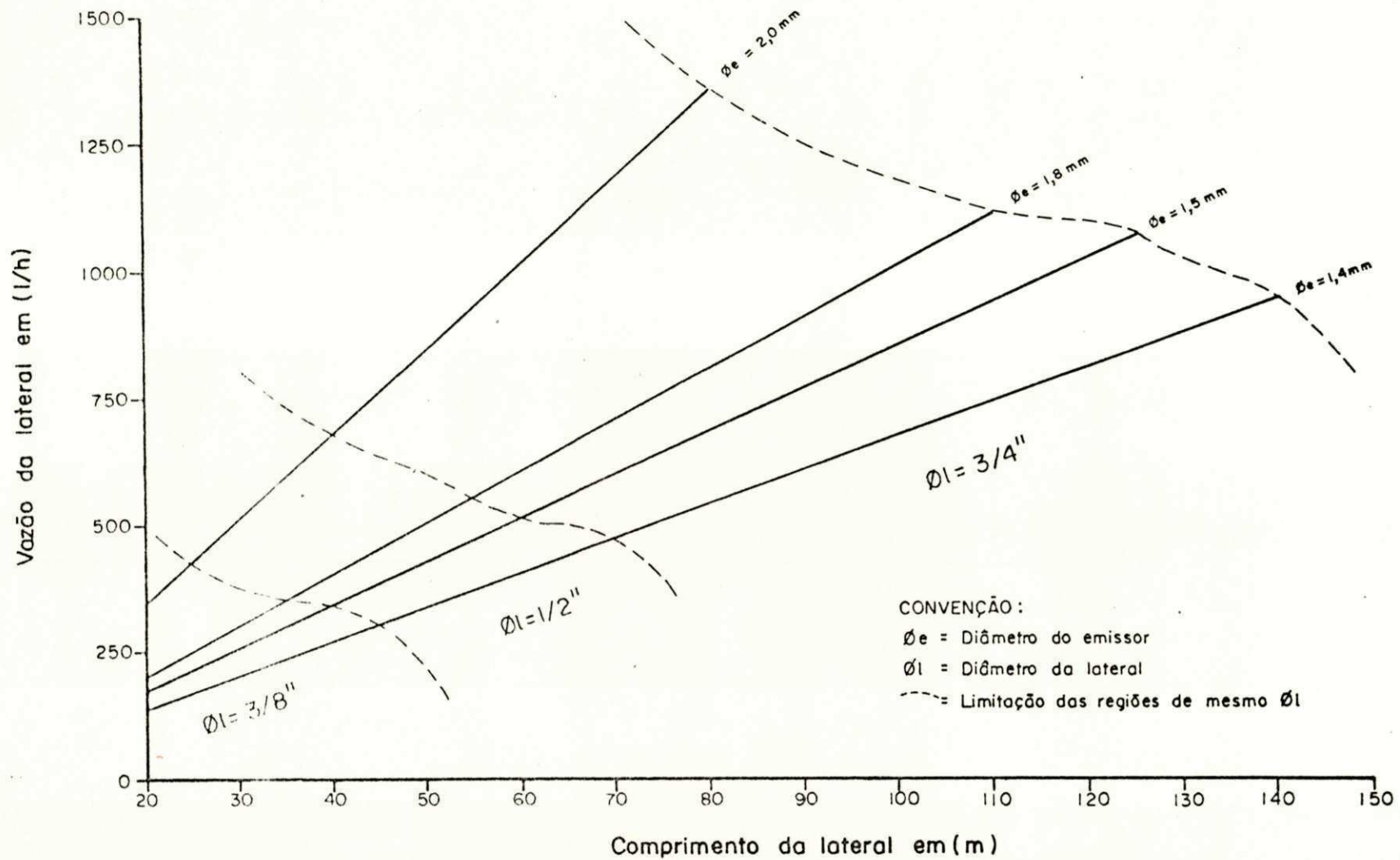


Fig. 28.3- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (xixouf xixouf), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

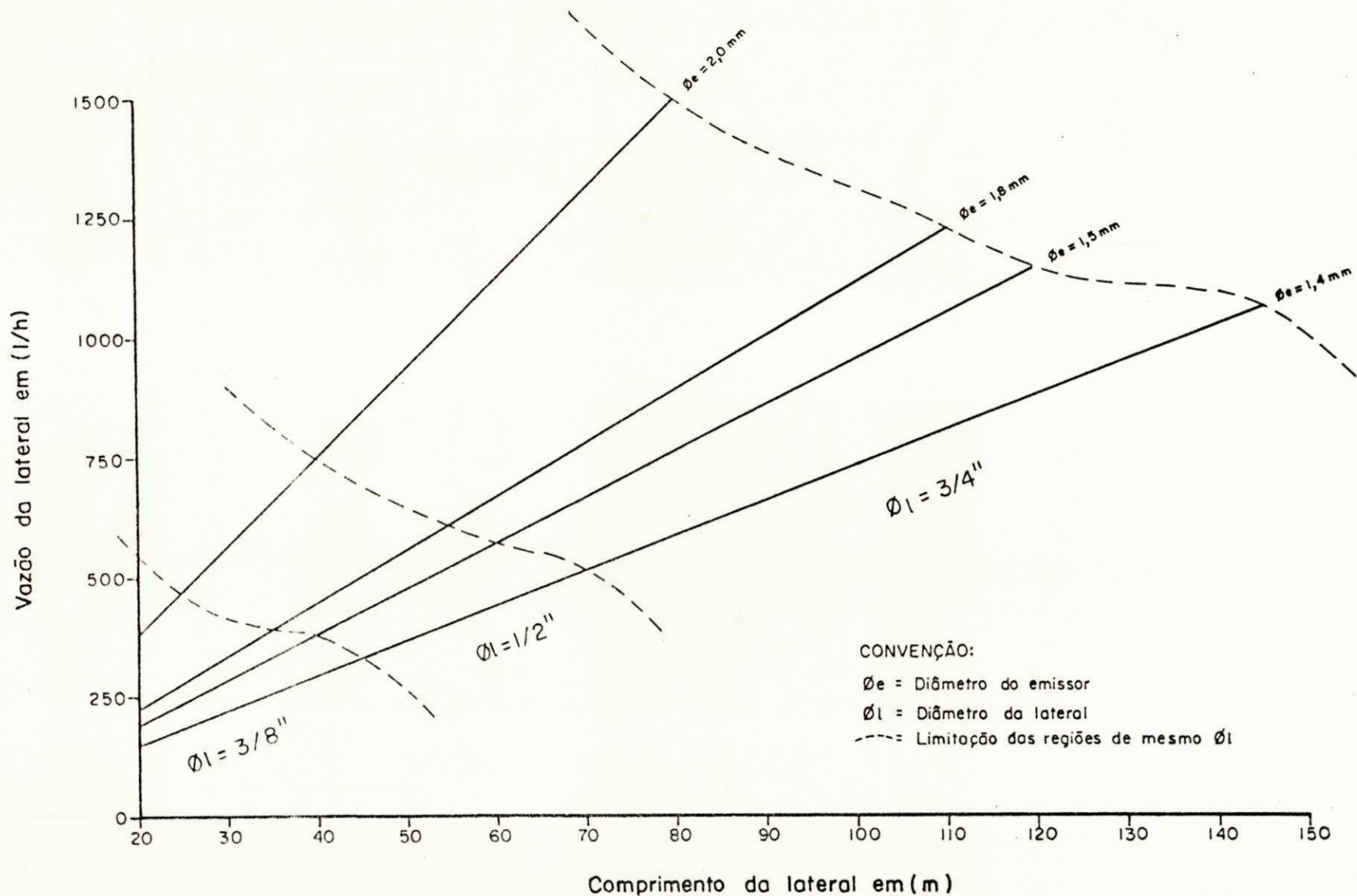


Fig.28.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 5m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

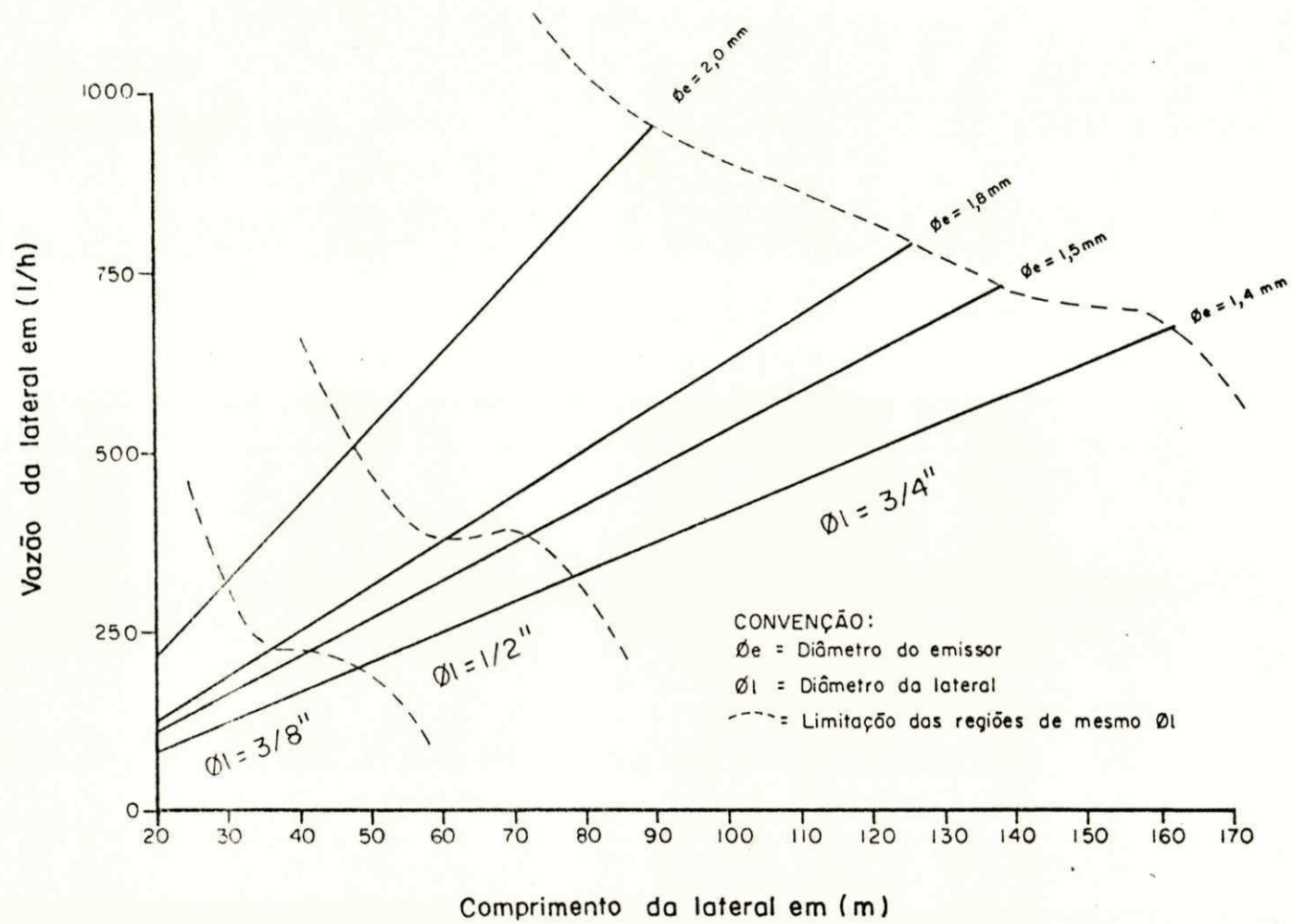


Fig.29.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

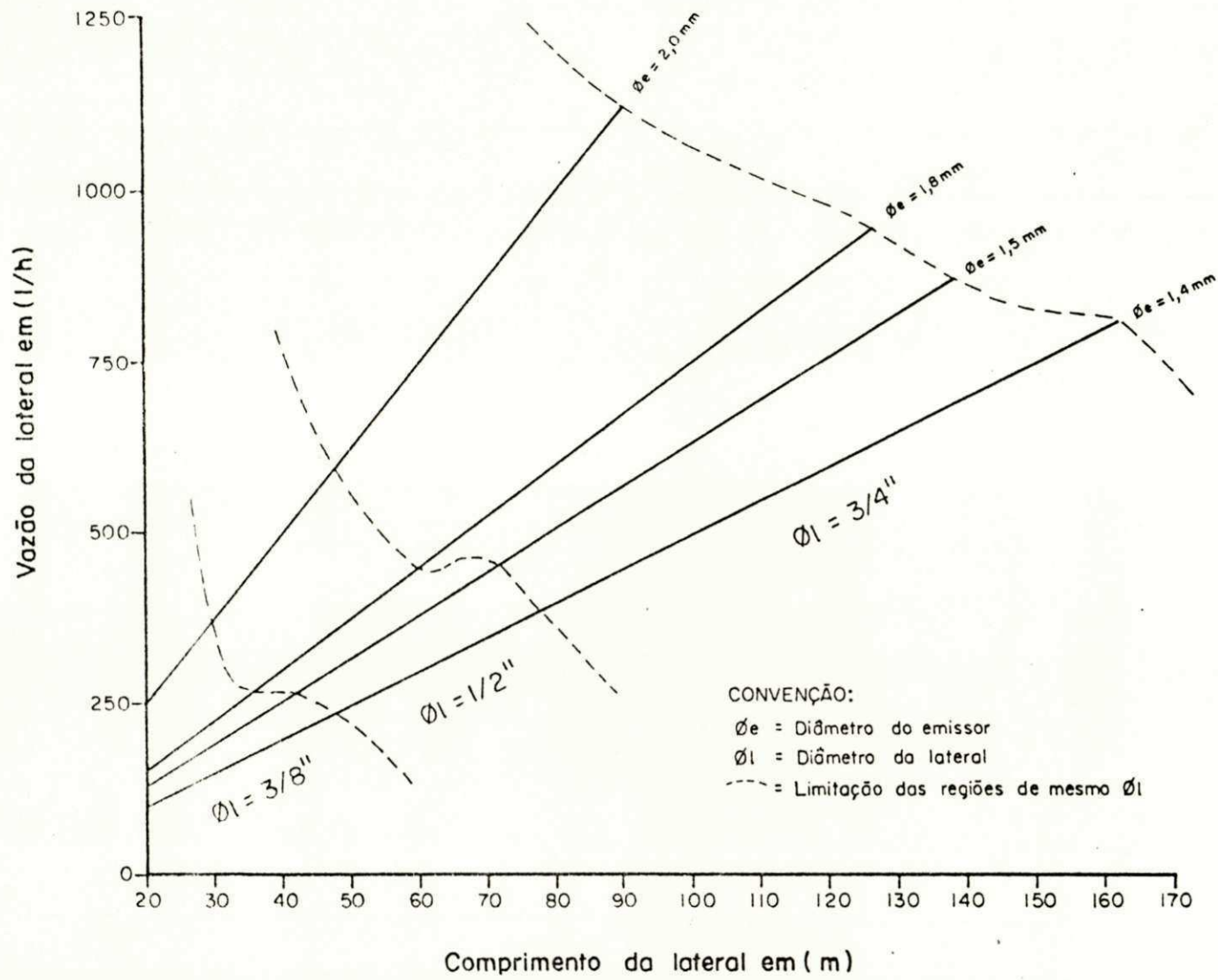


Fig.29.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

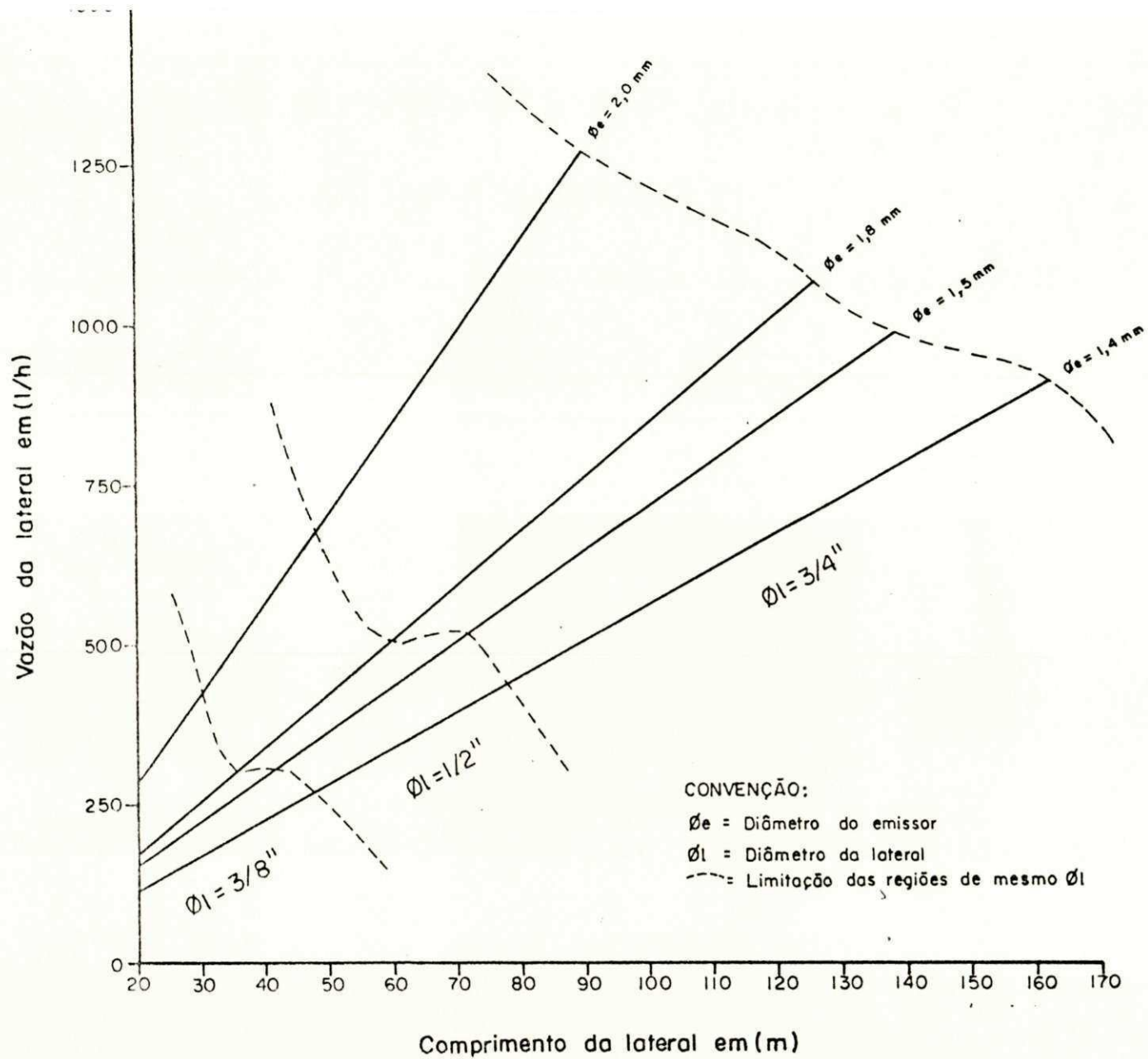


Fig.29.3- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (xiouxixue), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

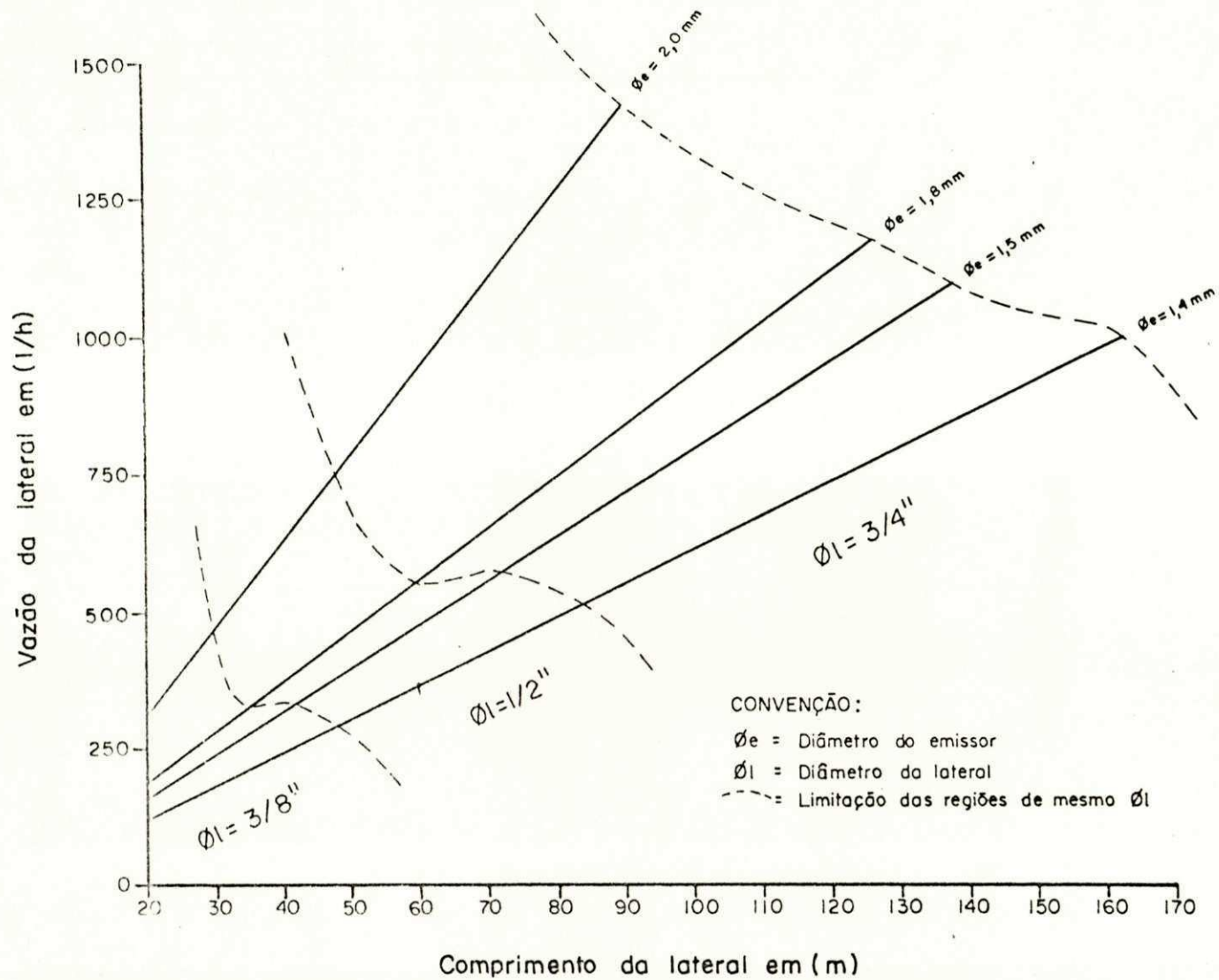


Fig.29.4- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIAQUE), com um espaçamento entre emissores de 6m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

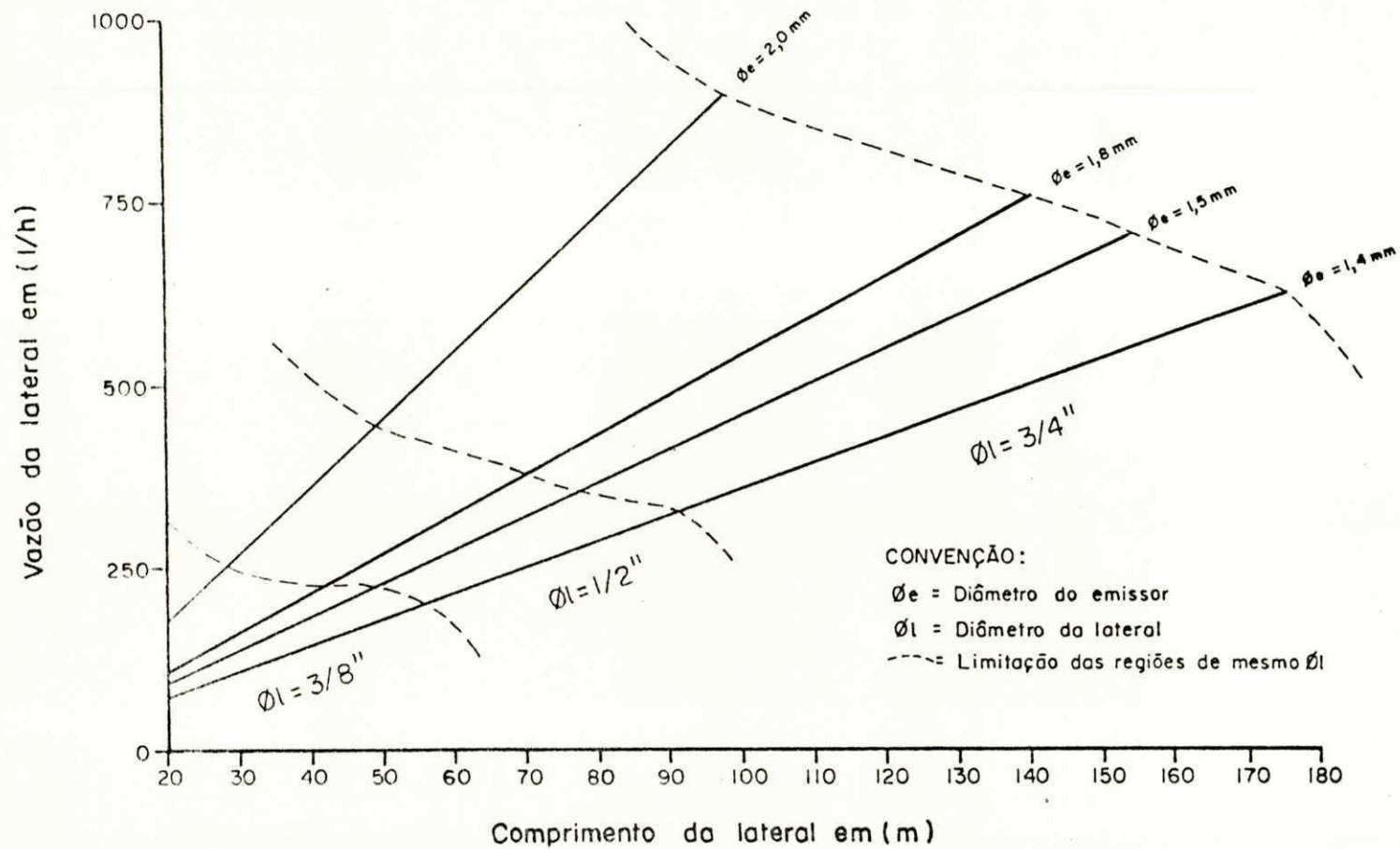


Fig.30.1 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIOUOXIOUE), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

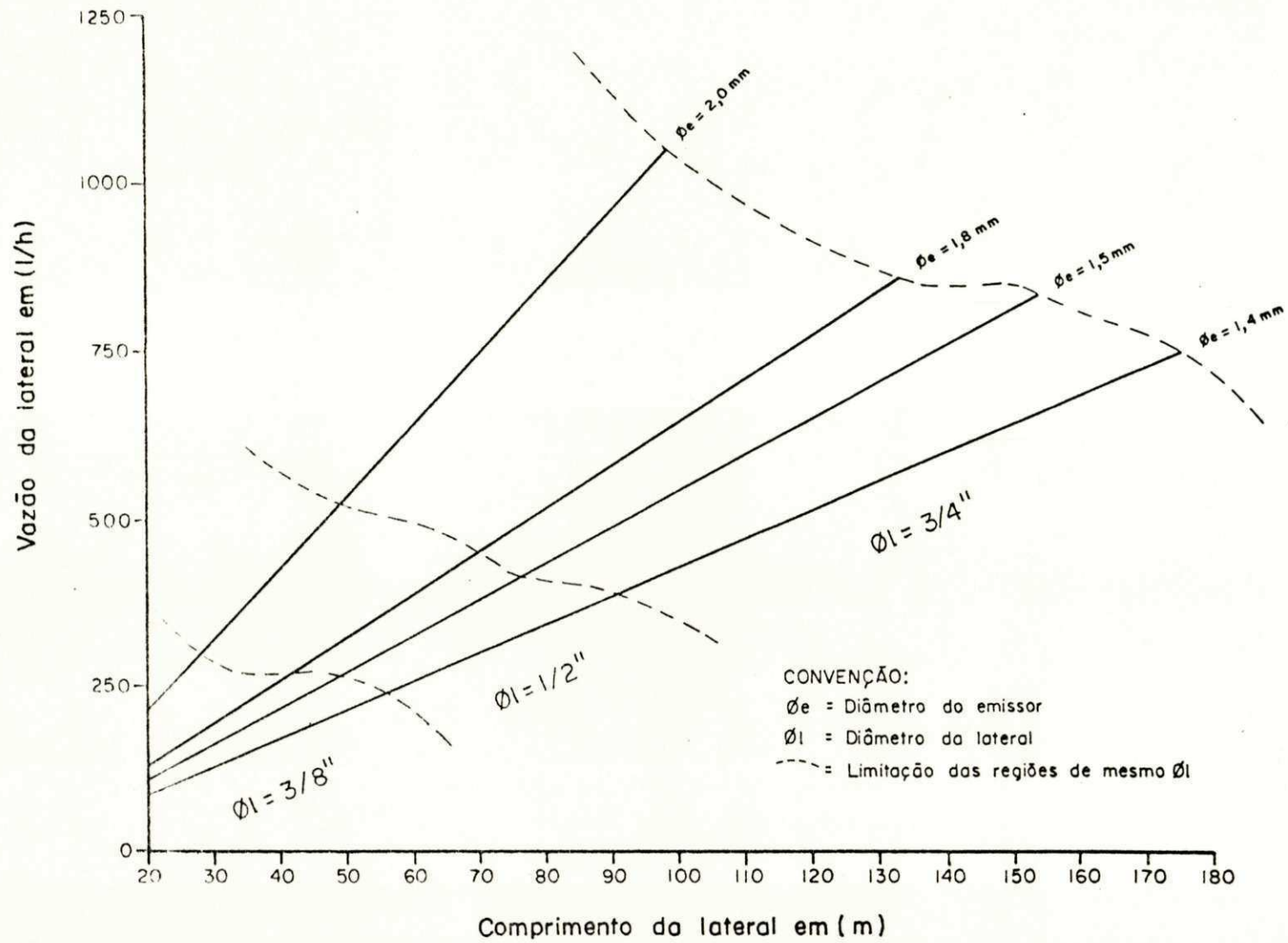


Fig.30.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

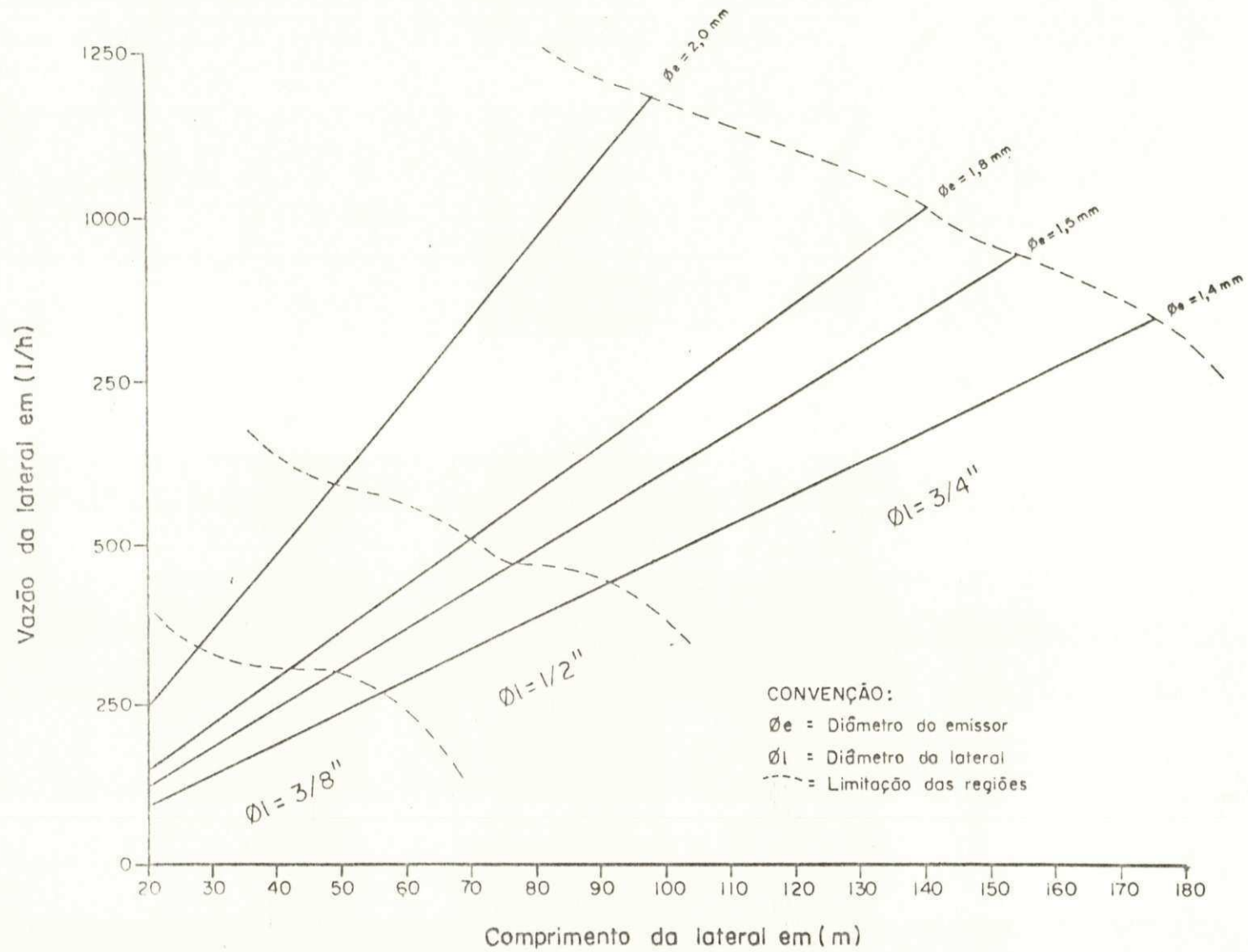


Fig.30.3 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

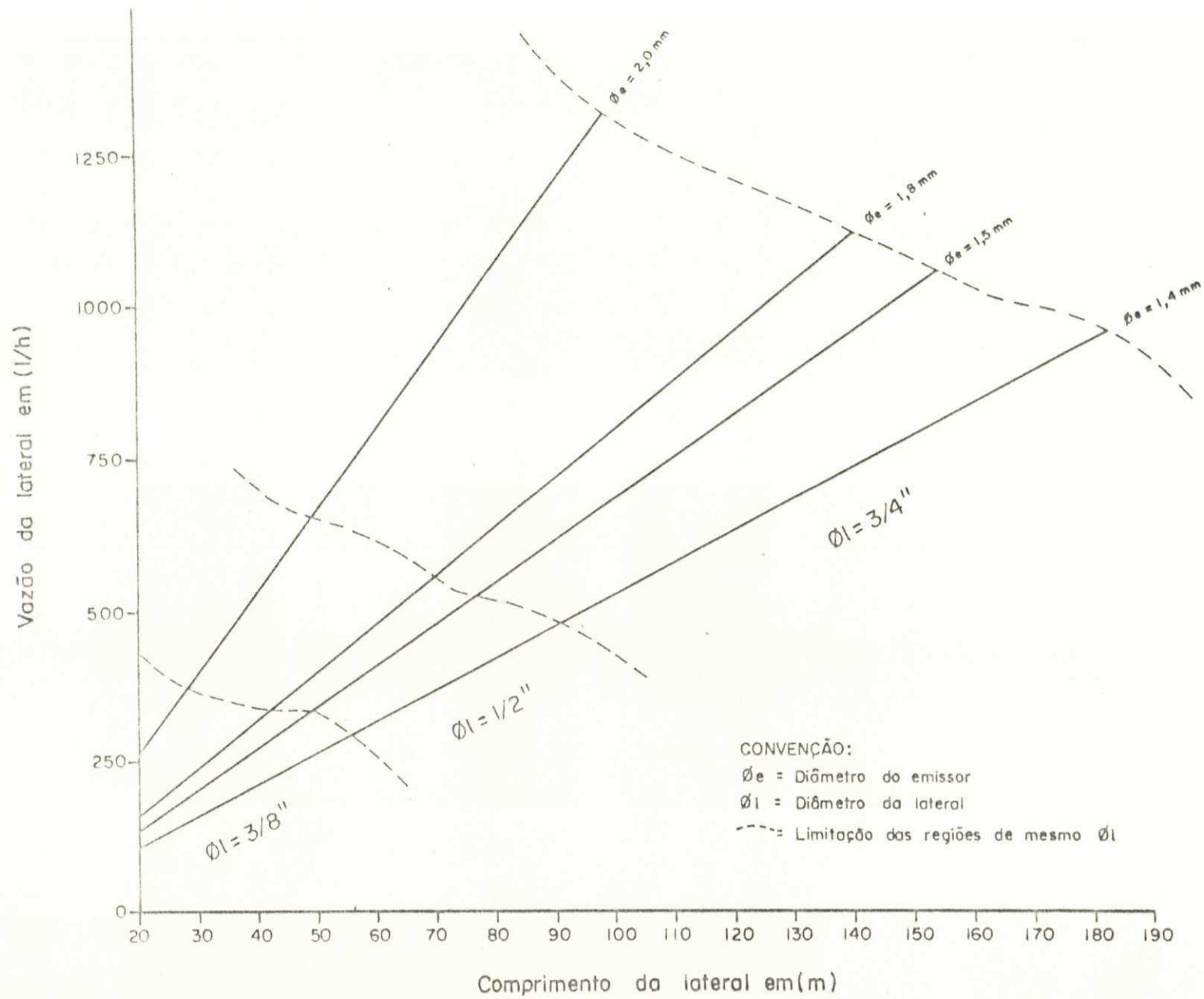


Fig.30.4 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizado com tubos perfurados (XIQUEXIAQE), com um espaçamento entre emissores de 7m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

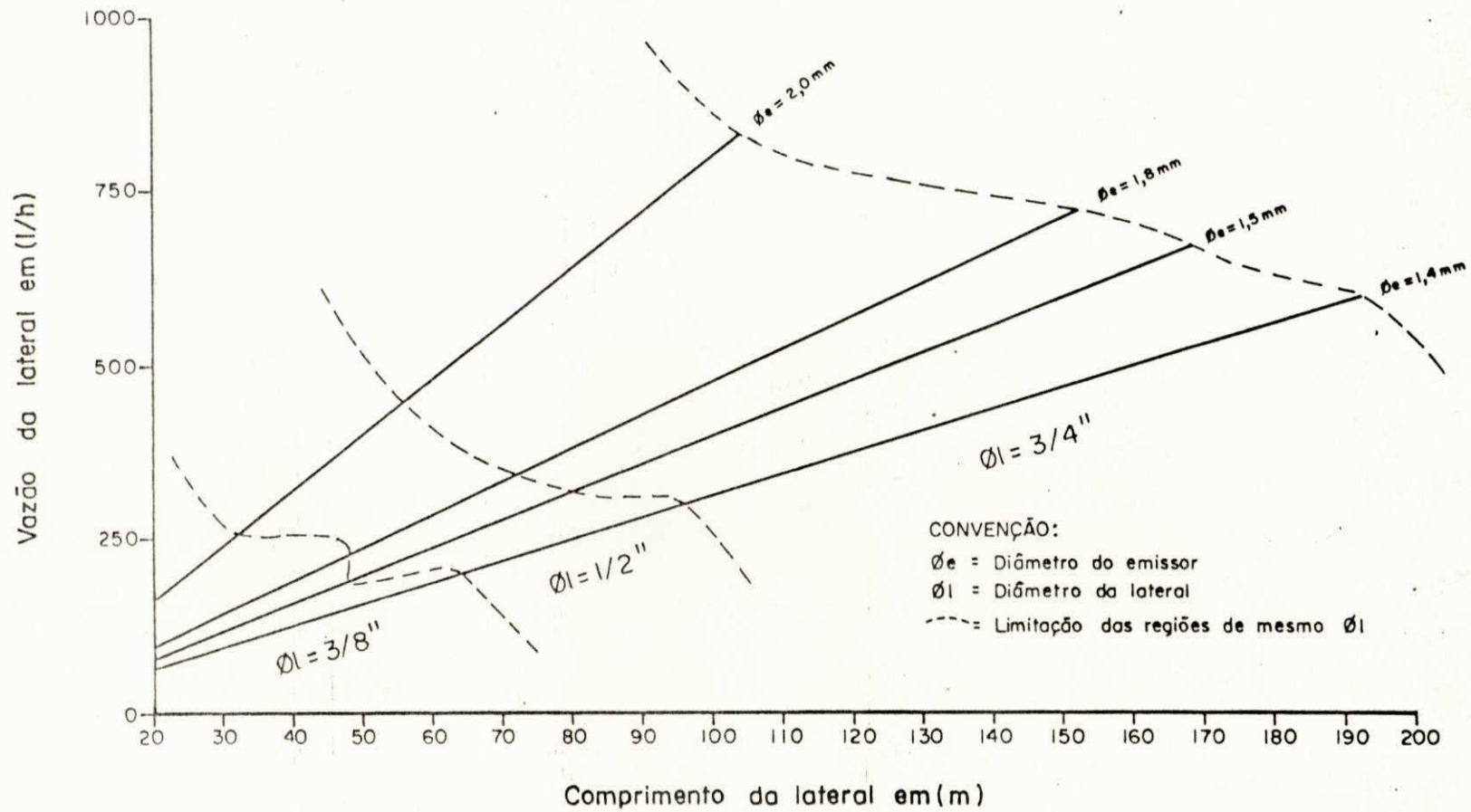


Fig.31.1- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

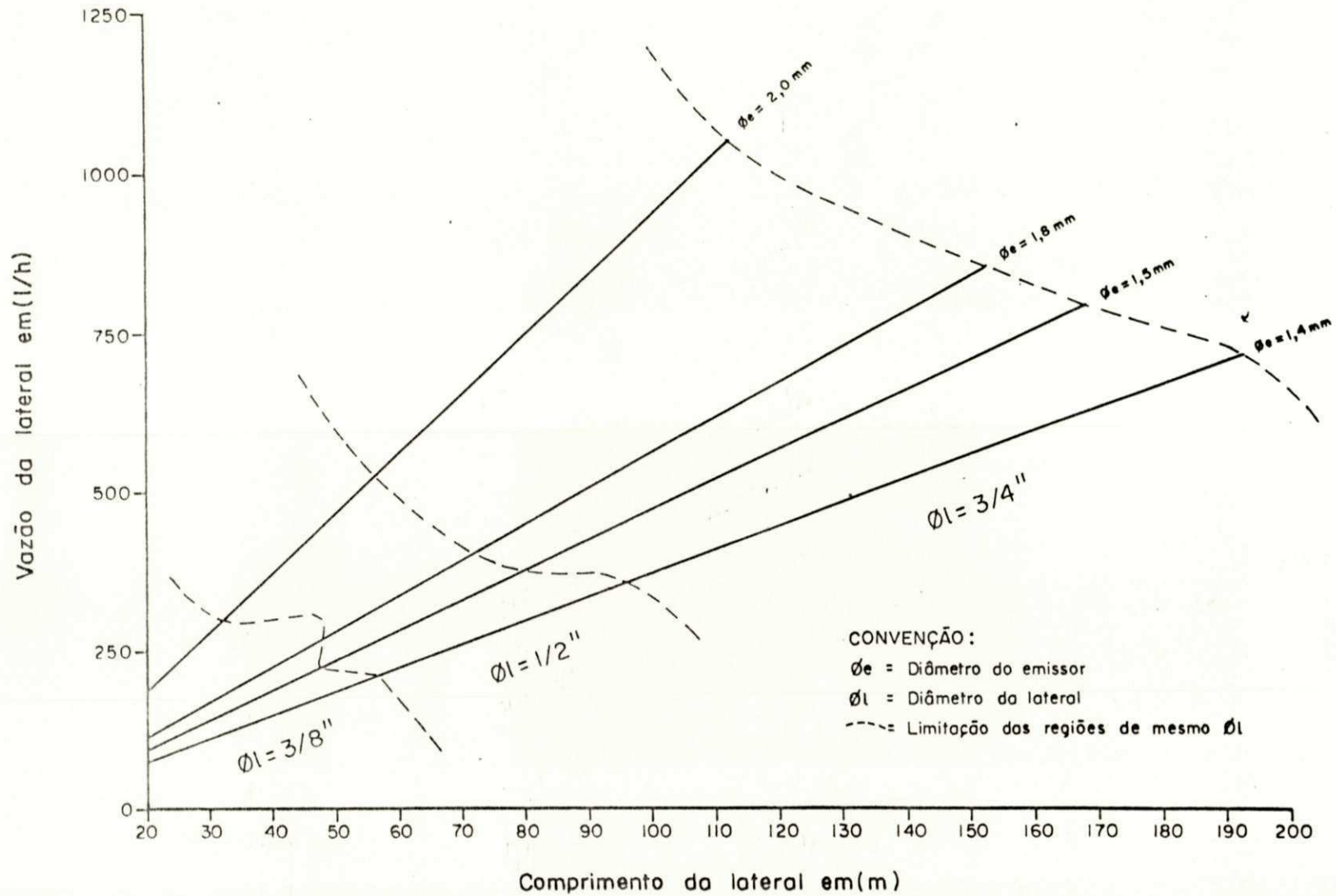


Fig.31.2- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIOUEXIOUE), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

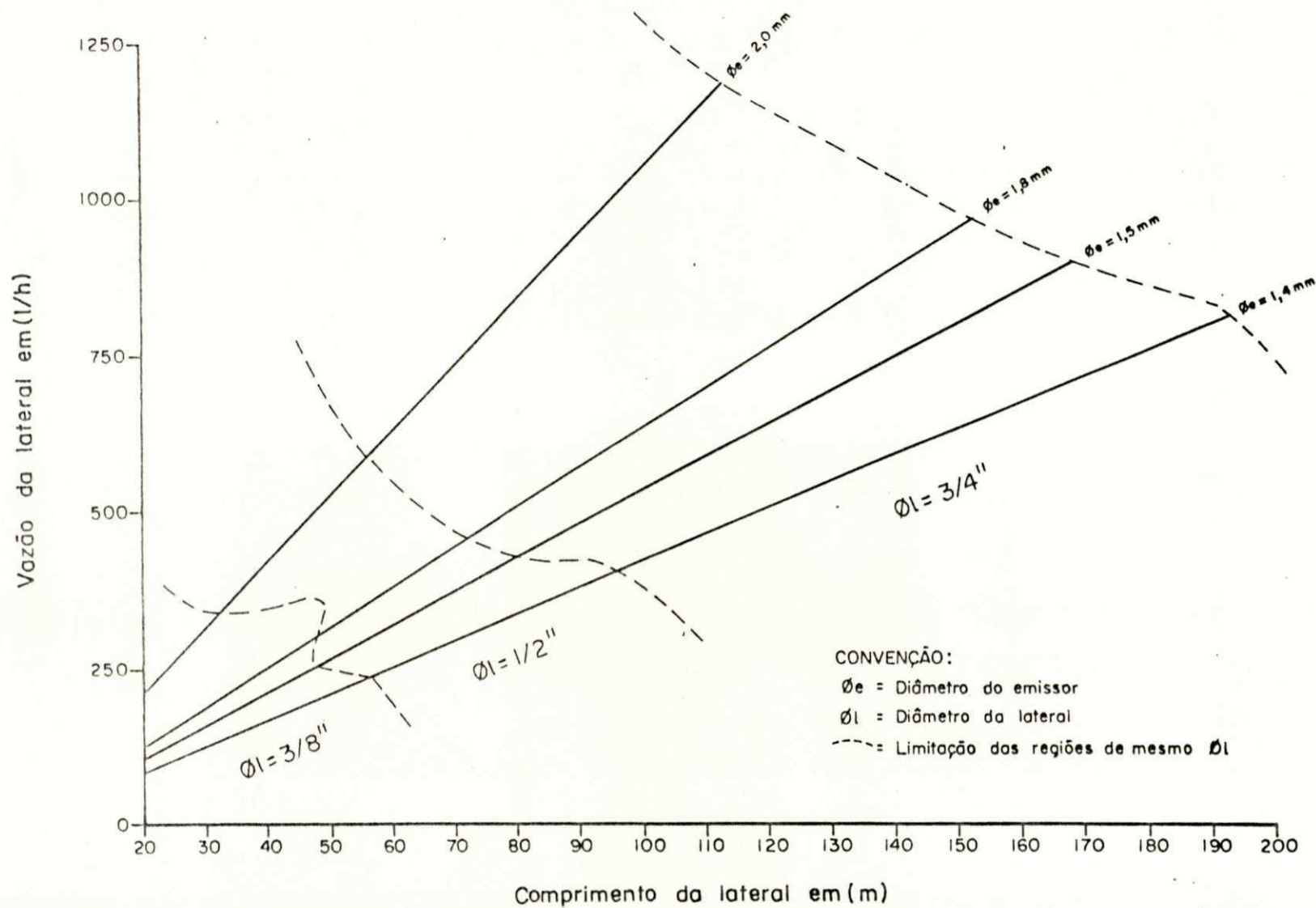


Fig. 31.3- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

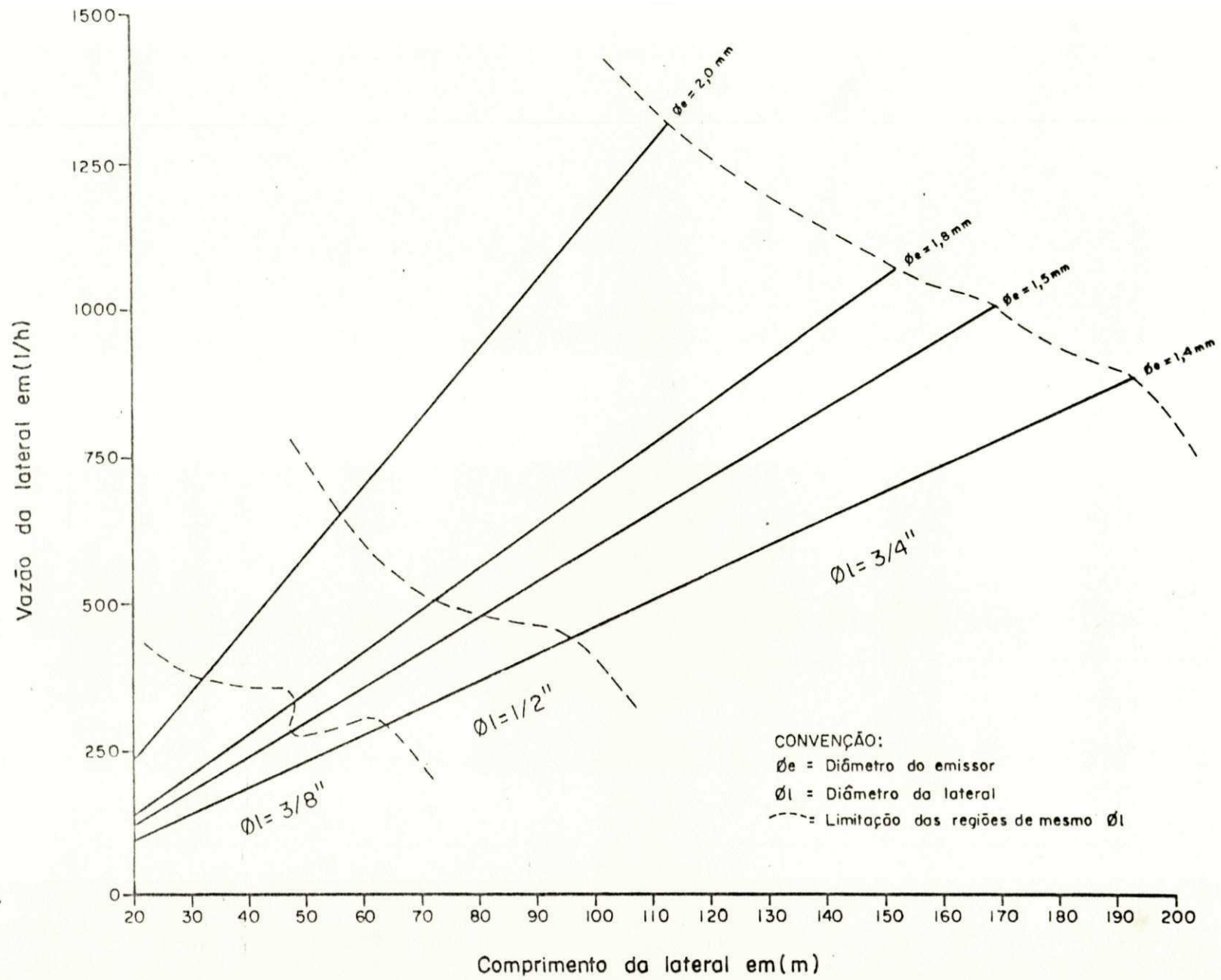


Fig. 31.4- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIAUEXIAUE), com um espaçamento entre emissores de 8m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

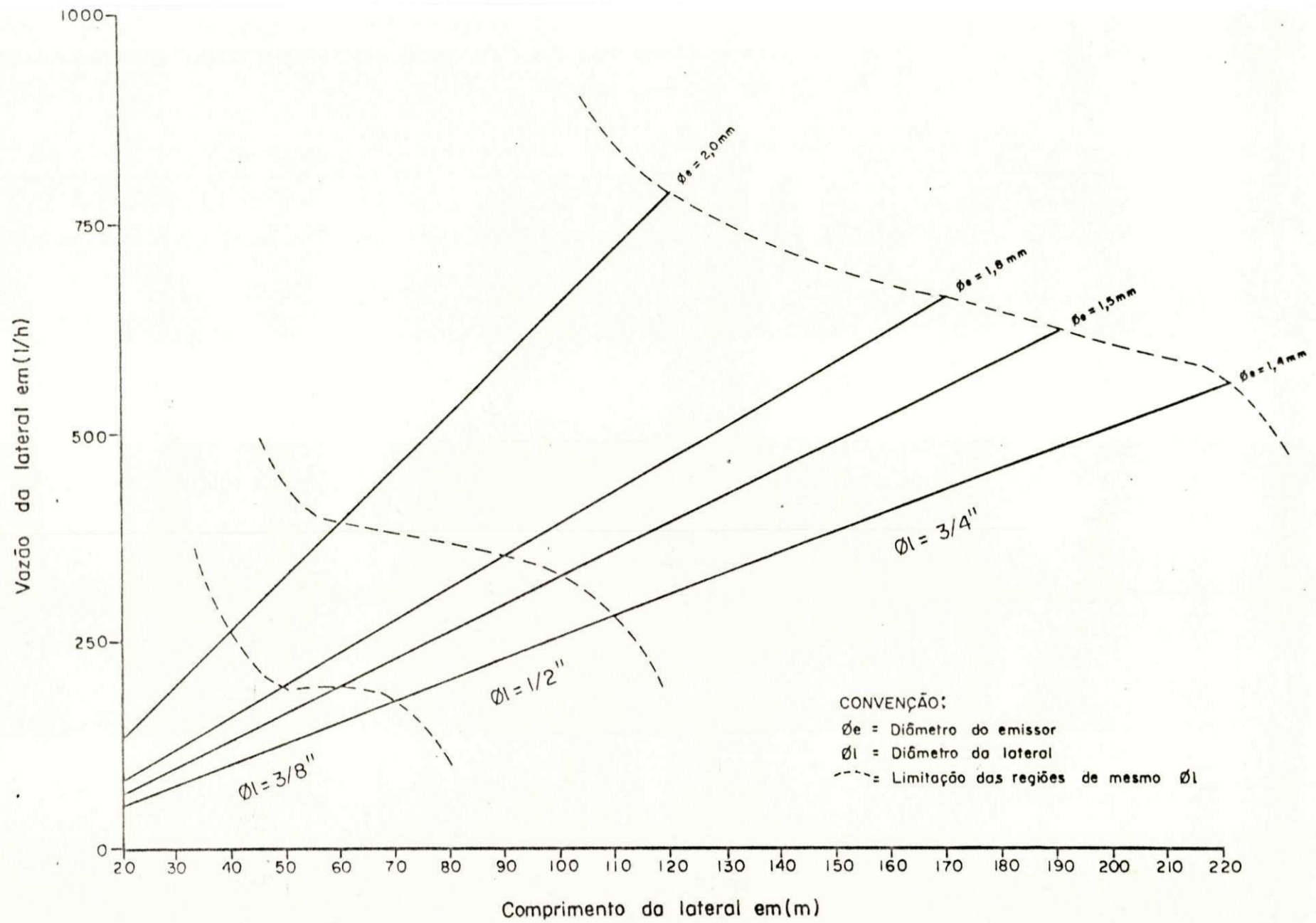


Fig.32.1- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIQUEXIQUE), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 3m.

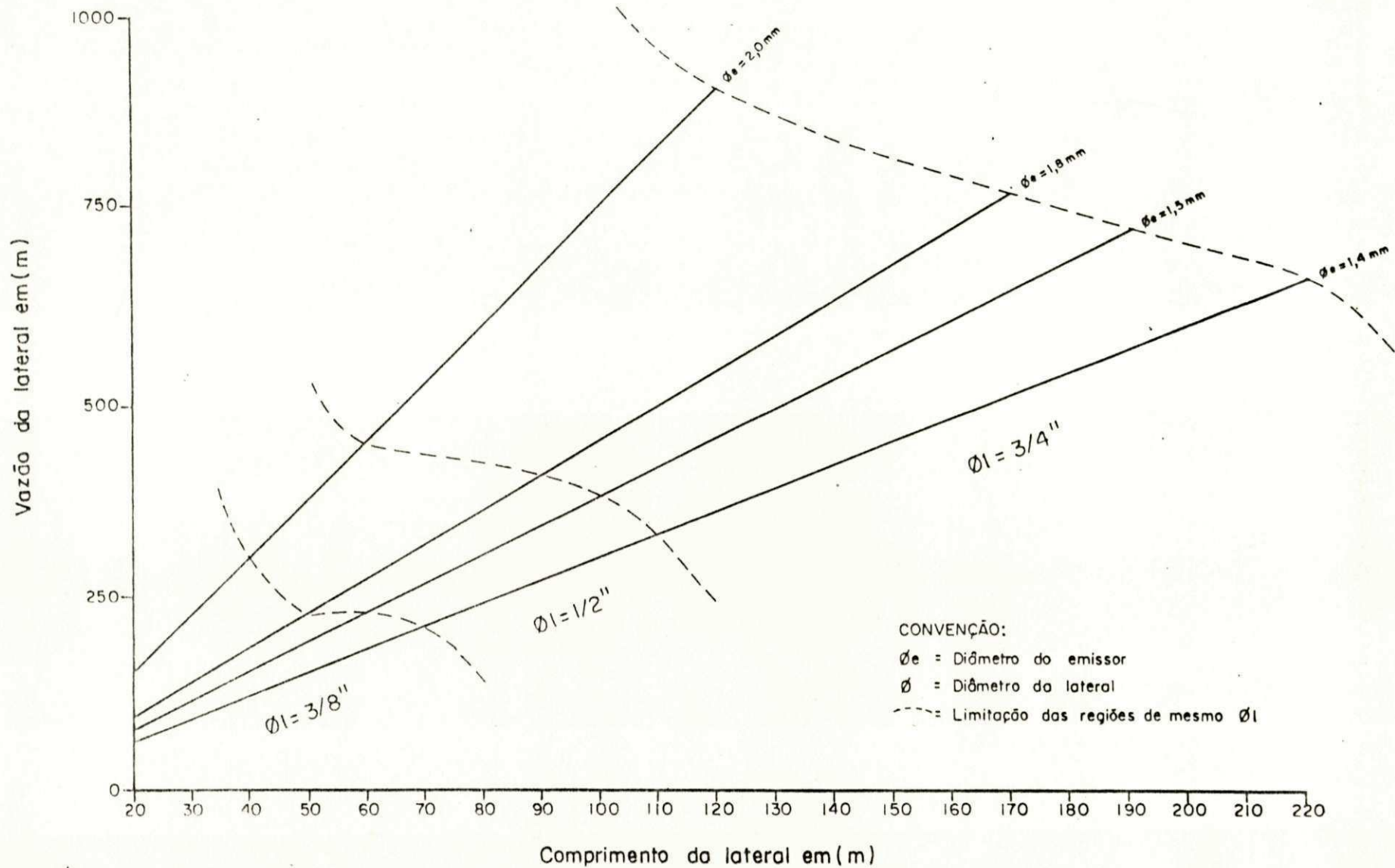


Fig.32.2 - Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIAUEXIAUE), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 4m.

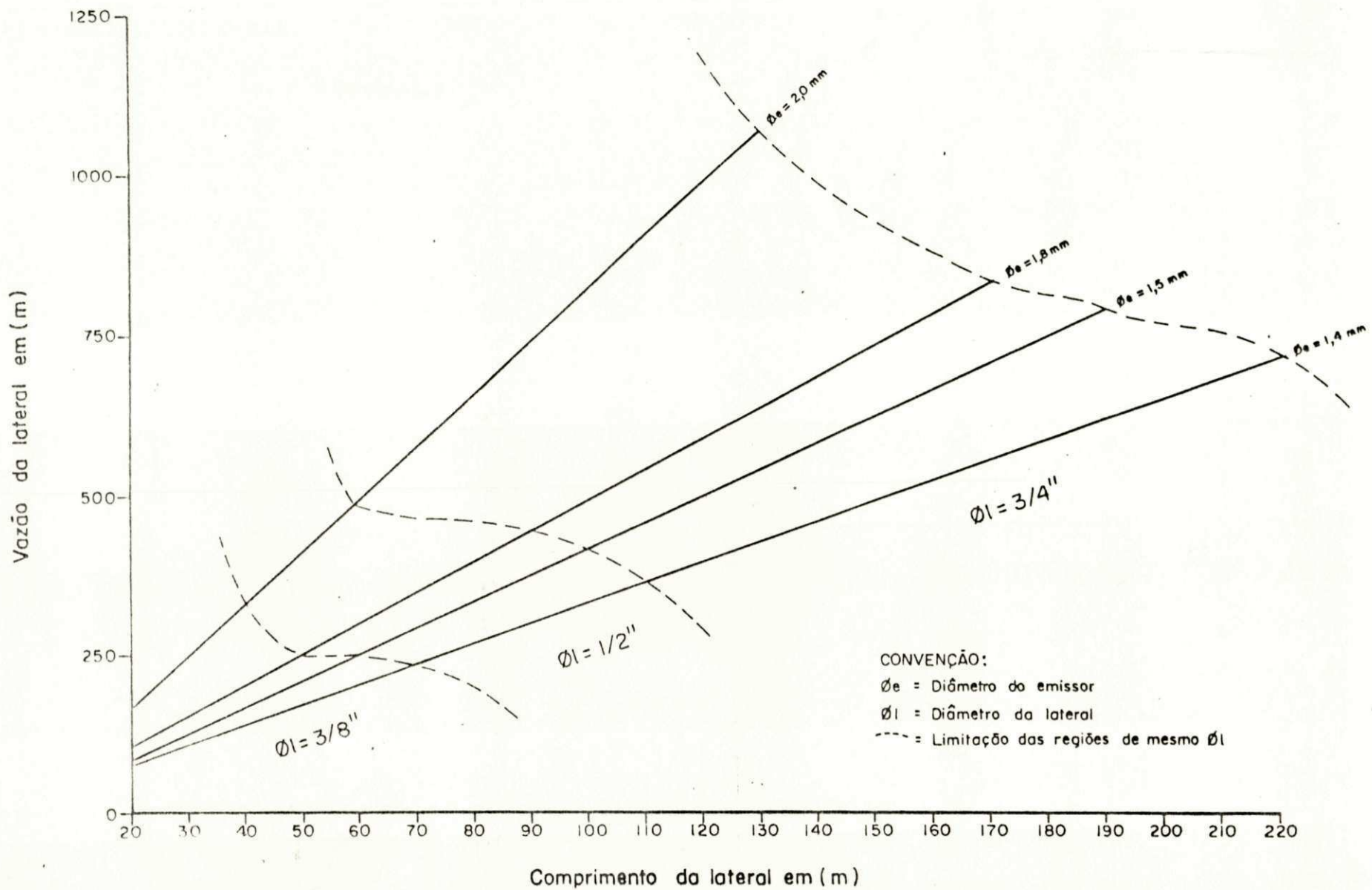


Fig.32.3- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIOUEXIOUE), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 5m.

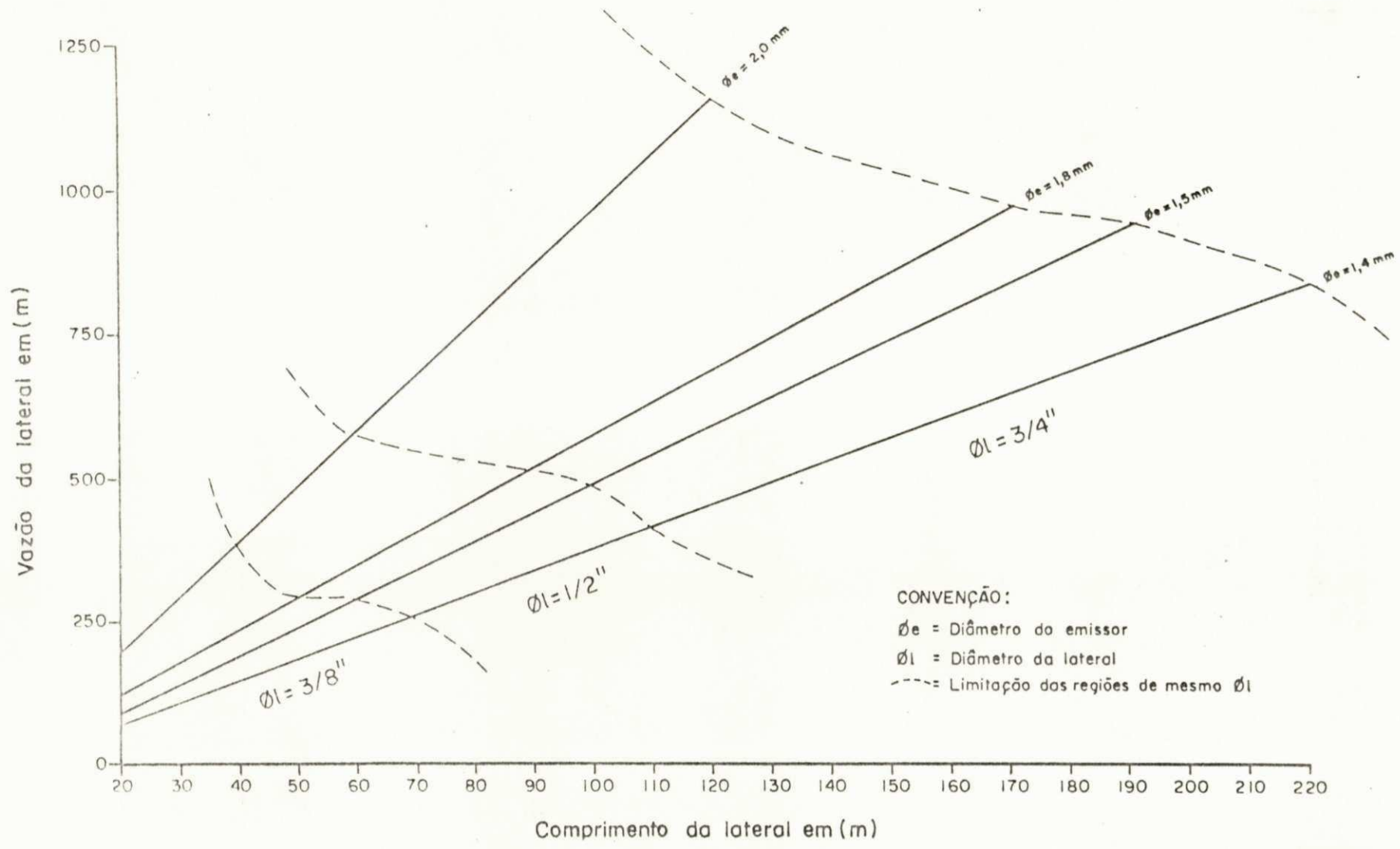


Fig.32.4- Dimensionamento de tubulações laterais em nível e alimentadas por pontos intermediários, para o sistema de irrigação localizada com tubos perfurados (XIAQEXIAIE), com um espaçamento entre emissores de 10m e uma pressão de serviço do emissor de 6m.

TABELA 22 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do coletor de 4 mca, e um espaçamento entre laterais de 2m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% ≤ S ≤ 3%						S = 4%						S = 5%					
	L _t	q _s	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L _t	q _s	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L _t	q _s	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
	(m)	(l/h)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(l/h)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(l/h)	(m)	(m)	(m)	(m)
210	24	2520	10	14			20	2100	6	14								
225	22	2475	10	12			20	2250	6	14								
228	22	2508	10	12			20	2280	6	14								
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
240	22	2640	10	12														
	S = 1%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
270	26	3510	8	8	10		34	4590	20	6	6		20	2700	0	10	10	
	S = 1%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
300	28	4200	14	8	6		30	4500	16	6	8							
304	28	4256	14	6	8		30	4560	16	6	8							
315	26	4095	12	6	8		28	4410	14	6	8							
330	24	3960	10	6	8		26	4290	14	6	6							
	1% ≤ S ≤ 3%						S = 4%						S = 5%					
342	26	4446	14	6	6													
360	24	4320	12	6	6													
418	22	4598	12	4	6													
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
450	20	4500	10	4	6													
	S = 1 e 2%						S = 3%						S = 4%					
494	32	7904	18	8	4	2	22	5434	4	10	4	4						
510	32	8160	18	8	2	4	24	6120	8	6	4	4						
525	30	7875	16	8	2	4	22	5775	6	6	4	4						
540	30	8100	18	8	2	2	22	5940	8	8	4	2						
570	28	7980	16	6	2	4	24	6840	10	8	2	4						
585	28	8190	16	6	2	4	22	6435	8	8	2	4						
646	24	7752	14	6	2	2	22	7106	10	6	2	4						
	S = 1%						S = 2%						S = 3%					
840	46	19320	34	8	2	2	32	13440	16	10	4	2	20	8400	0	12	4	4
855	44	18810	32	8	2	2	32	13680	16	10	4	2	20	8550	0	12	4	4
874	44	19228	32	8	2	2	30	13110	14	10	4	2	22	9614	4	10	4	4
900	42	18900	30	8	2	2	32	14400	18	8	4	2	20	9000	2	10	4	4
912	42	19152	30	8	2	2	34	15504	20	8	2	4	20	9120	2	10	4	4
930	40	18600	28	8	2	2	32	14880	18	8	2	4						
945	40	18900	28	6	2	4	30	14175	16	8	2	4	20	9450	4	10	4	2
990	38	18810	28	6	2	2	30	14850	18	8	2	2	20	9900	4	10	4	2
1020	38	19380	28	6	2	2	34	17340	22	6	2	4						
1050	36	18900	26	6	2	2	30	15750	18	6	2	4						
1080	34	18360	24	6	2	2	32	17280	22	6	2	2	20	10800	6	8	4	2
	1% ≤ S ≤ 2%						S = 3%						S = 4%					
1102	34	18734	24	6	2	2	20	11020	6	8	2	4						
1200	32	19200	24	6	2	0	20	12000	8	6	2	4						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciária

q_s - Vazão no início da terciária com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 23 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 3m.

VAZÃO l _t	1% < S < 4%						S = 5%						S = 6%									
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)				
210	24	1680	24																			
			1% < S < 5%							S = 6%							S = 7%					
225	21	1575	21																			
228	21	1596	21																			
240	21	1680	21																			
			S = 1%							2% < S < 3%							S = 4%					
266	24	2128	6	18			30	2660	15	15			21	1852	3	18						
270	24	2160	6	18			27	2430	12	15			21	1890	3	18						
			1% < S < 3%							S = 4%							S = 5%					
300	24	2400	9	15																		
			1% < S < 3%							S = 4%							S = 5%					
304	24	2432	9	15			21	2128	6	15												
			S = 1 e 4%							2% < S < 3%							S = 5%					
315	21	2205	6	15			24	2520	12	12												
			1% < S < 3%							S = 4%							S = 5%					
330	24	2640	12	12																		
			1% < S < 4%							S = 5%							S = 6%					
360	21	2520	9	12																		
375	21	2625	9	12																		
380	21	2660	9	12																		
			S = 1 e 4%							S = 2%							S = 3%					
390	21	2730	0	9	12		33	4290	18	9	6		30	3900	12	9	9					
			S = 1%							2% < S < 3%							S = 4%					
405	27	3645	9	9	9		33	4455	18	9	6											
418	30	4180	15	9	6		33	4598	18	6	9											
			1% < S < 3%							S = 4%							S = 5%					
420	30	4200	15	9	6																	

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciária

q_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 23 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 3m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	S = 1%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
450	21	3150	3	9	9		30	4500	15	6	9							
456	24	3648	9	6	9		30	4560	18	6	6							
494	21	3458	6	6	9		27	4446	15	6	6							
495	21	3465	6	6	9		27	4455	15	6	6							
	S = 1 e 4%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 5%					
510	21	3570	6	6	9		27	4590	15	6	6							
	S=1 a 3%						S = 4%						S = 5%					
540	24	4320	12	6	6													
570	24	4560	12	6	6													
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
600	21	4200	9	6	6													
	1% ≤ S ≤ 2%						S = 3%						S = 4%					
660	36	7920	21	9	3	3	21	4620	0	12	6	3						
	S = 1 e 4%						S = 2%						S = 3%					
675	21	4725	0	12	3	6	36	8100	21	9	3	3	27	6075	9	9	3	6
	S = 1%						S = 2%						S = 3%					
720	21	5040	3	9	3	6	33	7920	18	9	3	3	24	5760	6	9	3	6
	S = 1 e 3%						S = 2%						S = 4%					
750	21	5250	3	9	3	6	33	8250	21	9	3	0						
	S = 1% e 3% ≤ S ≤ 4%						S = 2%						S = 5%					
765	21	5355	3	9	3	6	30	7650	15	9	3	3						
	1% ≤ S ≤ 2%						S = 3%						S = 4%					
798	30	7980	18	6	3	3	24	6384	9	9	3	3						
810	30	8100	18	6	3	3	24	6480	9	9	3	3						
825	30	8250	18	6	3	3	24	6600	9	9	3	3						
836	30	8360	18	6	3	3	24	6688	9	9	3	3						
840	27	7560	15	6	3	3	21	5880	6	9	3	3						
855	27	7695	15	6	3	3	21	5985	6	9	3	3						
874	27	7866	15	6	3	3	24	6992	12	6	3	3						
875	27	7875	15	6	3	3	24	7000	12	6	3	3						
990	24	7920	15	6	3	0	21	6930	9	6	3	3						
	S = 1%						S = 2%						S = 3%					
1200	48	19200	36	9	3	0	30	12000	12	9	3	6	21	8400	0	12	6	3
1275	45	19125	33	9	3	0	30	12750	15	9	3	3						
1292	45	19380	33	6	3	3	33	14212	18	9	3	3						
1392	39	18096	27	6	3	3	30	13920	15	9	3	3	21	9744	3	9	3	6
1395	39	18135	27	6	3	3	30	13950	15	9	3	3	21	9765	3	9	3	6
1425	39	18525	27	6	3	3	27	12825	12	9	3	3						
1650	33	18150	24	6	3	0	30	16500	18	6	3	3						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaq_s - Vazão no início da terciária [com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação]L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 24 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 4m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	S = 1%						2% < S < 4%						S = 5%							
	L _t (m)	q _b (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _b (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _b (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)		
210	28	1470	28				32	1680	32											
	1% < S < 4%						*	S = 5%						*	S = 6%					
225	28	1575	28																	
228	28	1596	28																	
240	28	1680	28																	
266	24	1596	24																	
270	24	1620	24																	
	1% < S < 5%						*	S = 6%						*	S = 7%					
315	20	1575	20																	
330	20	1650	20																	
342	20	1710	20																	
	S = 1 e 4%						*	2% < S < 3%						*	S = 5%					
360	20	1800	0	20			28	2520	12	16										
	S = 1%						*	2% < S < 3%						*	S = 4%					
375	24	2250	8	16			28	2625	12	16			20	1875	4	16				
380	24	2280	8	16			28	2660	12	16			20	1900	4	16				
	1% < S < 3%						*	S = 4%						*	S = 5%					
390	24	2340	8	16			20	1950	4	16										
	S = 1%						*	2% < S < 4%						*	S = 5%					
405	20	2025	4	16			24	2430	8	16										
	S = 1 e 4%						*	2% < S < 3%						*	S = 5%					
418	20	2090	4	16			24	2508	12	12										
420	20	2100	4	16			24	2520	12	12										
	1% < S < 4%						*	S = 5%						*	S = 6%					
494	20	2470	8	12																
495	20	2475	8	12																
510	20	2550	8	12																
525	20	2625	8	12																
	S = 1%						*	2% < S < 3%						*	S = 4%					
540	20	2700	0	8	12		32	4320	16	8	8		24	3240	4	8	12			
	S = 1 e 4%						*	2% < S < 3%						*	S = 5%					
570	20	2850	0	8	12		32	4560	16	8	8									

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaq_b - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 24 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos externos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais 4 m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	* 1% < S < 3%						* S = 4%						* S = 5%					
	L_t (m)	q_s (l/h)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)	L_t (m)	q_s (l/h)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)	L_t (m)	q_s (l/h)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)
585	28	4095	12	8	8													
	S = 1%						* 2% < S < 3%						* S = 4%					
600	24	3600	8	8	8		28	4200	12	8	8							
	1% < S < 3%						* S = 4%						* S = 5%					
646	28	4522	16	8	4		20	3230	4	8	8							
	S = 1% e 4%						* 2% < S < 3%						* S = 5%					
660	20	3300	4	8	8		24	3960	12	8	4							
675	20	3375	4	8	8		24	4050	12	8	4							
	1% < S < 3%						* S = 4%						* S = 5%					
720	24	4320	12	4	8													
	S = 1%						* 2% < S < 4%						* S = 5%					
750	20	3750	8	4	8		24	4500	12	4	8							
765	20	3825	8	4	8		24	4590	12	4	8							
	1% < S < 4%						* S = 5%						* S = 6%					
798	20	3990	8	4	8													
810	20	4050	8	4	8													
825	20	4125	8	4	8													
836	20	4180	8	4	8													
840	20	4200	8	4	8													
	S = 1 e 3%						* S = 2%						* S = 4%					
930	20	4650	0	12	4	4	32	7440	16	8	4	4						
	S = 1 e 4%						* S = 2%						* S = 3%					
945	20	4725	0	12	4	4	32	7560	16	8	4	4	24	5670	8	8	4	4
	1% < S < 2%						* S = 3%						* S = 4%					
990	32	7920	20	8	4	0	28	6930	12	8	4	4						
1020	32	8160	20	8	4	0	28	7140	12	8	4	4						
1050	28	7350	16	8	4	0	24	6300	8	8	4	4						
1080	28	7560	16	8	4	0	24	6480	8	8	4	4						
1102	28	7714	16	8	4	0	20	5510	4	8	4	4						
1125	28	7875	16	8	4	0	20	5625	4	8	4	4						
1170	28	8190	16	8	4	0	20	5850	8	8	4	0						
	1% < S < 4%						* S = 5%						* S = 6%					
1395	20	6975	8	4	4	4												
1425	20	7125	8	4	4	4												

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciária

q_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)

L_1, L_2, L_3 e L_4 - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionado é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 25 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 4 mca e um espaçamento entre laterais de 6m.

VAZÃO LATERAL (l/h)	S = 1%						2% < S < 3%						S = 4%								
	L _t (m)	q ₆ (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q ₆ (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q ₆ (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)			
210	42	1470	42				48	1680	48												
225	36	1350	36				42	1575	42												
228	36	1368	36				42	1596	42												
240	36	1440	36				42	1680	42												
		1% < S < 3%						*	S = 4%						*	S = 5%					
266	36	1596	36																		
		S = 1%						*	2% < S < 3%						*	S = 4%					
270	30	1350	30				36	1620	36				18	810	18						
		1% < S < 3%						*	S = 4%						*	S = 5%					
300	30	1500	30				18	900	18												
		1% < S < 4%						*	S = 5%						*	S = 6%					
304	30	1520	30																		
315	30	1575	30																		
330	30	1650	30																		
		S = 1%						*	2% < S < 4%						*	S = 5%					
342	24	1368	24				30	1710	30												
		1% < S < 4%						*	S = 5%						*	S = 6%					
360	24	1440	24																		
375	24	1500	24																		
380	24	1520	24																		
390	24	1560	24																		
405	24	1620	24																		
418	24	1672	24				24	1672	24												
420	24	1680	24				24	1680	24												
510	18	1530	18				18	1530	18												
525	18	1575	18				18	1575	18												
540	18	1620	18				18	1620	18												
570	18	1710	18				18	1710	18												
		S = 1 e 5%						*	2% < S < 4%						*	S = 6%					
585	18	1755	0	18			24	2340	6	18											
		S=1% e 4% < S < 5%						*	2% < S < 3%						*	S = 6%					
600	18	1800	0	18			24	2400	12	12											
646	18	1938	0	18			24	2584	12	12											

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaq₆ - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 26 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 2m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 3%						S = 4%						S = 5%					
	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
272	32	4352	16	8	8		20	2720	0	10	10							
301	30	4515	16	6	8		22	3311	6	8	8							
	S = 1%						1% < S < 3%						S = 4%					
306	28	4284	14	6	8		30	4590	16	6	8		22	3366	6	8	8	
	1% < S < 3%						S = 4%						S = 5%					
340	26	4420	14	6	6		22	3740	8	6	8							
344	26	4472	14	6	6		22	3784	8	6	8							
357	24	4284	12	6	6		22	3927	10	6	6							
374	24	4488	14	6	4		22	4114	10	6	6							
	S = 1 e 4%						S = 2%						S = 3%					
473	20	4730	0	10	4	6	34	8041	20	8	4	2	30	7095	14	8	4	4
476	20	4760	0	10	4	6	34	8092	20	8	4	2	30	7140	14	8	4	4
	1% < S < 3%						S = 4%						S = 5%					
510	32	8160	18	8	2	4	20	5100	2	10	4	4						
595	28	8330	16	6	2	4	20	5950	6	8	2	4						
645	24	7740	14	6	2	2	20	6450	8	6	2	4						
663	24	7956	14	6	2	2	20	6630	8	6	2	4						
680	24	8160	14	6	2	2	20	6800	8	6	2	4						
	S = 1%						S = 2%						S = 3%					
850	44	18700	32	8	2	2	42	17850	28	8	2	4	24	10200	6	10	4	4
867	44	19074	32	8	2	2	40	17340	26	8	2	4	24	10404	6	10	4	4
	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
903	42	18963	30	8	2	2	22	9933	6	10	4	2						
918	42	19278	30	6	2	4	22	10098	6	10	4	2						
935	40	18700	28	6	2	4	24	11220	8	10	4	2						
946	40	18920	28	6	2	4	24	11352	8	10	4	2						
952	40	19040	28	6	2	4	22	10472	6	10	4	2						
969	40	19380	30	6	2	2	22	10659	6	10	4	2						
989	38	18791	28	6	2	2	22	10879	8	8	4	2						
1020	38	19380	28	6	2	2	22	11220	8	8	4	2						
1054	36	18972	26	6	2	2	22	11594	8	8	2	4						
1071	36	19278	26	6	2	2	20	10710	6	8	4	2						
1105	34	18785	24	6	2	2	20	11050	6	8	2	4						
1122	34	19074	24	6	2	2	24	13464	12	6	2	4						
1156	32	18496	22	6	2	2	24	13872	12	6	2	4						
1190	32	19040	22	6	2	2	22	13090	10	6	2	4						
1224	30	18360	22	6	2	0	20	12240	8	6	2	4						
1247	30	18705	22	6	2	0	22	13717	12	6	2	2						
1275	30	19125	22	6	2	0	22	14025	12	6	2	2						
1326	28	18564	20	4	2	2	22	14586	12	6	2	2						
1360	28	19040	20	4	2	2	20	13600	10	6	2	2						
1445	26	18785	18	4	2	2	22	15895	14	4	2	2						
1462	26	19006	18	4	2	2	22	16082	14	4	2	2						
1581	24	18972	18	4	2	0	22	17391	14	4	2	2						
1615	24	19380	18	4	2	0	20	16150	12	4	2	2						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaQ_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionado é menor que o mínimo aceitável.

FIGURA 27 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontas extremas e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 3m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% ≤ S ≤ 5%						S = 6%						S = 7%					
	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
238	21	1666	21															
	S = 1%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
255	21	1785	0	21			30	2550	15	15			27	2295	9	18		
258	21	1806	0	21			30	2580	15	15			27	2322	9	18		
	1% ≤ S ≤ 3%						S = 4%						S = 5%					
272	27	2448	12	15			24	2176	6	18								
408	33	4488	18	6	9		21	2856	3	9	9							
425	30	4250	15	6	9		24	3400	6	9	9							
430	30	4300	15	6	9		21	3010	3	9	9							
442	30	4420	15	6	9		21	3094	3	9	9							
	S = 1%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
459	27	4131	12	6	9		30	4590	18	6	6							
	1% ≤ S ≤ 3%						S = 4%						S = 5%					
473	27	4257	15	6	6		24	3784	9	6	9							
476	27	4284	15	6	6		24	3808	9	6	9							
510	27	4590	15	6	6		21	3570	6	6	9							
516	24	4128	12	6	6		21	3612	9	6	6							
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
561	24	4488	12	6	6													
	1% ≤ S ≤ 2%						S = 3%						S = 4%					
663	36	7956	21	9	3	3	30	6630	12	9	3	6	21	4641	0	12	6	3
	S = 1 e 4%						S = 2%						S = 3%					
680	21	4760	0	12	3	6	36	8160	21	9	3	3	30	6800	12	9	3	6
	1% ≤ S ≤ 3%						S = 4%						S = 5%					
731	33	8041	18	9	3	3	21	5117	3	9	3	6						
748	33	8228	18	9	3	3	21	5236	3	9	3	6						
765	30	7650	15	9	3	3	21	5355	3	9	3	6						
1020	24	8160	15	6	3	0	21	7140	9	6	3	3						
	S = 1%						S = 2%						S = 3%					
1224	45	18360	33	9	3	0	42	17136	27	9	3	3	24	9792	6	12	3	3
1247	45	18705	33	9	3	0	42	17458	27	9	3	3	27	11223	9	9	3	6
1275	45	19125	33	9	3	0	39	16575	24	9	3	3	27	11475	9	9	3	6
1326	42	18564	30	6	3	3	36	15912	24	9	3	0	24	10608	6	9	3	6
	1% ≤ S ≤ 2%						3% S 4%						S = 5%					
1360	42	19040	30	6	3	3	21	9520	3	9	3	6						
	1% ≤ S ≤ 2%						S = 3%						S = 4%					
1445	39	18785	27	6	3	3	24	11560	9	9	3	3						
1462	39	19006	27	6	3	3	24	11696	9	9	3	3						
1581	36	18972	27	6	3	0	21	11067	6	9	3	3						
1615	36	19380	27	6	3	0	21	11305	9	9	3	0						
1870	30	18700	21	6	3	0	21	13090	9	6	3	3						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciária

Q_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TADELA 28 - Dimensionamento de bordâdas em declive, alimentadas por portas externas e com redução de diâmetros, para uma pressão do serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 4m.

VAZÃO	1% < S < 5%				S = 6%				S = 7%										
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	
238	28	1666	28																
272	24	1632	24																
340	20	1700	20																
344	20	1720	20																
	S = 1 e 5%				2% < S < 4%				S = 6%										
357	20	1785	0	20			28	2499	12	16									
	1% < S < 4%				S = 5%				S = 6%										
374	28	2618	12	16															
408	24	2448	8	16															
	1% < S < 4%				S = 5%				S = 6%										
425	24	2550	12	12			20	2125	4	16									
	S = 1 e 5%				2% < S < 4%				S = 6%										
430	20	2150	4	16			24	2580	12	12									
	S = 1% e 4% < S < 5%				2% < S < 3%				S = 6%										
559	20	2795	0	8	12		32	4472	16	8	8								
561	20	2805	0	8	12		32	4488	16	8	8								
	1% < S < 3%				S = 4%				S = 5%										
578	28	4036	12	8	8		20	2890	4	8	8								
595	28	4165	12	8	8		20	2975	4	8	8								
612	28	4284	16	8	4		24	3672	8	8	8								
645	28	4515	16	8	4		20	3225	4	8	8								
663	24	3978	12	8	4		20	3315	4	8	8								
	1% < S < 4%				S = 5%				S = 6%										
731	24	4366	12	4	8														
748	24	4488	12	4	8														
765	24	4590	12	4	8														
816	20	4080	8	4	4														
817	20	4085	8	4	4														
	1% < S < 3%				S = 4%				S = 5%										
935	32	7480	16	8	4		20	4675	0	12	4	4							
946	32	7568	16	8	4		20	4730	0	12	4	4							
952	32	7616	16	8	4		20	4760	0	12	4	4							
969	32	7752	16	8	4		20	4845	0	12	4	4							
	1% < S < 2%				S = 3%				S = 4%										
989	32	7912	20	8	4		28	6923	12	8	4	4							
	1% < S < 2%				S = 3%				S = 4%										
1020	32	8160	20	8	4		0	28	7140	12	8	4	4	20	5100	4	8	4	4
	1% < S < 3%				S = 4%				S = 5%										
1054	28	7378	16	8	4		20	5270	4	8	4	4							
1071	28	7497	16	8	4		20	5355	4	8	4	4							
1105	28	7735	16	8	4		20	5525	4	8	4	4							
1122	28	7654	16	8	4		20	5610	4	8	4	4							
1156	28	8092	16	8	4		20	5780	4	8	4	4							
	1% < S < 4%				S = 5%				S = 6%										
1445	20	7225	8	4	4		4												
	1% < S < 2%				S = 3%				S = 4%										
1870	40	18700	28	8	4		0	24	11220	8	8	4	4						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de fecundação

q_s - Vazão no início da fecundação (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos a cada trecho da tubulação.

Obs: as espessas em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da fecundação, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 29 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 5 mca e um espaçamento entre laterais de 6m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	S = 1%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	Q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
238	36	142E	36				42	1666	42				24	1152	24			
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
255	36	1530	36															
258	36	1548	36															
272	36	1636	36															
301	30	1505	30															
306	30	1530	30															
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
340	30	1700	30				18	1020	18									
	1% ≤ S ≤ 5%						S = 6%						S = 7%					
344	30	1720	30															
387	24	1548	24															
408	24	1632	24															
425	24	1700	24															
430	24	1720	24															
	1% ≤ S ≤ 7%						S = 8%						S = 9%					
559	18	1677	18															
561	18	1683	18															
	S = 1 e 5%						2% ≤ S ≤ 4%						S = 6%					
578	18	1734	0	18			24	2312	6	18								
595	18	1785	0	18			24	2380	12	12								
612	18	1836	0	18			24	2448	12	12								
645	18	1935	0	18			24	2580	12	12								
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
663	24	2652	12	12														
	1% ≤ S ≤ 5%						S = 6%						S = 7%					
816	18	2440	6	12														
817	18	2451	6	12														
850	18	2550	6	12														
867	18	2601	6	12														
	S = 1 e 5%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 4%					
903	18	2709	0	6	12		30	4515	18	6	6	24	3612	6	6	12		
	S = 1% e 4% ≤ S ≤ 5%						2% ≤ S ≤ 3%						S = 6%					
918	18	2754	0	6	12		30	4590	18	6	6							
935	18	2805	0	6	12		24	3740	12	6	6							
946	18	2838	0	6	12		24	3784	12	6	6							
952	18	2856	0	6	12		24	3808	12	6	6							
969	18	2907	0	6	12		24	3876	12	6	6							
	1% ≤ S ≤ 2% e 4% ≤ S ≤ 5%						S = 3%						S = 6%					
989	18	2967	0	6	12		24	3956	12	6	6							
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
1071	24	4284	12	6	6													
1105	24	4420	12	6	6													
1122	24	4488	12	6	6													
	1% ≤ S ≤ 5%						S = 6%						S = 7%					
1326	18	3978	6	6	6													
1360	18	4080	6	6	6													
	1% ≤ S ≤ 3%						S = 4%						S = 5%					
1581	30	7905	18	6	0	6	18	4743	0	12	6	0						
1615	30	8075	18	6	0	6	18	4845	0	12	6	0						
	1% ≤ S ≤ 4%						S = 5%						S = 6%					
1870	24	7480	12	6	0	6												

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciária

Q_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 30 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço de emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 2m

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 3%						S = 4%						S = 5%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
280	32	4480	18	8	6		26	3640	10	8	8		20	2880	2	8	10	
288	32	4608	18	6	8		28	4032	12	8	8		20	2960	2	8	10	
296	30	4440	16	6	8		26	3848	10	8	8		20	2960	2	8	10	
470	34	7990	20	8	4	2	24	5640	6	10	4	4	20	4700	0	10	4	6
480	34	8160	20	8	4	2	24	5760	6	10	4	4						
481	34	8177	20	8	4	2	22	5291	4	10	4	4						
504	32	8064	18	8	2	4	22	5544	6	10	4	2						
518	32	8288	20	8	2	2	24	6216	8	8	4	4						
528	30	7920	16	8	2	4	22	5808	6	8	4	4						
560	28	7840	16	6	2	4	22	6160	8	8	4	2						
564	28	7896	16	6	2	4	22	6204	8	8	4	2						
576	28	8064	16	6	2	4	22	6336	8	8	2	4						
616	26	8008	14	6	2	4	24	7392	12	6	2	4						
624	26	8112	16	6	2	2	24	7488	12	6	2	4						
629	26	8177	16	6	2	2	24	7548	12	6	2	4						
658	24	7896	14	6	2	2	20	6580	8	6	2	4						
672	24	8064	14	6	2	2	20	6720	8	6	2	4						
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
840	46	19320	34	8	2	2	26	10920	8	10	4	4	20	8400	0	12	4	4
846	44	18612	32	8	2	2	26	10998	8	10	4	4	20	8460	0	12	4	4
888	42	18648	30	8	2	2	26	11544	10	10	4	2	20	8880	2	10	4	4
912	42	19152	30	8	2	2	26	11856	10	10	4	2	20	9120	2	10	4	4
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
940	40	18800	28	6	2	4	26	12220	12	8	4	2						
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
952	40	19040	28	6	2	4	26	12376	12	8	4	2	20	9520	4	10	4	2
999	38	18981	28	6	2	2	26	12987	12	8	2	4	20	9990	4	10	4	2
1008	38	19152	28	6	2	2	26	13104	12	8	2	4	20	10080	4	10	4	2
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
1034	36	18612	26	6	2	2	24	12408	10	8	2	4						
1064	36	19152	26	6	2	2	28	14896	16	6	2	4						
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
1104	34	18768	24	6	2	2	26	14352	14	6	2	4	20	11040	6	8	2	4
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
1147	32	18352	22	6	2	2	24	13764	12	6	2	4						
1152	32	18432	22	6	2	2	26	14976	16	6	2	2						
1176	32	18816	22	6	2	2	26	15288	16	6	2	2						
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
1222	30	18330	22	6	2	0	26	15886	16	6	2	2	20	12220	8	6	2	4
1232	30	18480	22	6	2	0	26	16016	16	6	2	2	20	12320	8	6	2	4
VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 2%						S = 3%						S = 4%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
1248	30	18720	22	6	2	0	26	16224	16	6	2	2						
1316	28	18424	20	4	2	2	26	17108	18	6	2	0						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaq_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação).

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 31 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 3m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% < S < 4%						S = 5%						S = 6%					
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
259	30	2590	15	15			21	1213	3	18								
280	27	2520	12	15			21	1960	3	18								
288	27	2590	12	15			21	2016	3	18								
1% < S < 4%																		
206	27	2664	12	15														
1% < S < 4%																		
336	24	2688	12	12			21	2352	9	12								
1% < S < 3%																		
392	33	4312	18	9	6		27	3528	9	9	9		21	2744	0	9	12	
1% < S < 3%																		
407	33	4477	18	9	6		27	3663	9	9	9							
432	30	4320	15	6	9		24	3456	9	9	6							
1% < S < 4%																		
444	30	4440	15	6	9													
448	30	4480	15	6	9													
1% < S < 4%																		
504	27	4536	15	6	6		21	3528	6	6	9							
1% < S < 3%																		
672	36	8064	21	9	3	3	21	4704	0	12	3	6						
720	33	7920	18	9	3	3	24	5760	6	9	3	6						
728	33	8008	18	9	3	3	24	5824	6	9	3	6						
740	33	8140	18	9	3	3	21	5180	3	9	3	6						
752	33	8272	21	9	3	0	21	5264	3	9	3	6						
814	30	8140	18	6	3	3	21	5698	6	9	3	3						
816	30	8160	18	6	3	3	21	5712	6	9	3	3						
840	27	7560	15	6	3	3	21	5880	6	9	3	3						
846	27	7614	15	6	3	3	21	5922	6	9	3	3						
888	27	7992	15	6	3	3	21	6216	9	6	3	3						
912	27	8208	15	6	3	3	21	6384	9	6	3	3						
1008	24	8064	15	6	3	0	21	7056	9	6	3	3						
1034	24	8272	15	6	3	0	21	7238	12	6	3	0						
1% < S < 2%																		
1222	45	18330	33	9	3	0	30	12220	12	9	3	6	21	8554	0	12	6	3
1232	45	18480	33	9	3	0	30	12320	12	9	3	6	21	8624	0	12	6	3
1248	45	18720	33	9	3	0	27	11232	9	9	3	6	21	8736	0	12	3	6
1% < S < 2%																		
1316	42	18424	30	6	3	3	24	10528	6	9	3	6						
1% < S < 2%																		
1344	42	18816	30	6	3	3	27	12096	12	9	3	3	21	9408	3	12	3	3
1392	39	18096	27	6	3	3	27	12528	12	9	3	3	21	9744	3	9	3	6
1% < S < 2%																		
1410	39	18330	27	6	3	3	27	12690	12	9	3	3						
1480	39	19240	27	6	3	3	24	11840	9	9	3	3						
1598	36	19176	27	6	3	0	27	14382	15	6	3	3						
1632	33	17952	24	6	3	0	27	14688	15	6	3	3						
1736	33	19096	24	6	3	0	24	13888	12	6	3	3						
1786	30	17860	21	6	3	0	24	14288	12	6	3	3						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaq_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 32 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do orissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 4m.

VAZÃO NA LATERAL (ℓ/h)	1% ≤ S ≤ 5%						S = 6%						S = 7%					
	L _t (n)	q _s (ℓ/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L ₁ (m)	q _s (ℓ/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (n)	q _s (ℓ/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
280	24	1680	24															
			1% ≤ S ≤ 4%				S = 5%				S = 6%							
376	28	2632	12	16			20	1880	4	16								
384	28	2688	12	16			20	1920	4	16								
392	24	2352	8	16			20	1960	4	16								
432	24	2592	12	12			20	2160	4	16								
444	24	2664	12	12			20	2220	8	12								
448	24	2688	12	12			20	2240	8	12								
			S = 1% e 5%				2% ≤ S ≤ 3%				S = 4%							
560	20	2800	0	8	12		32	4480	16	8	8		28	3920	12	8	8	
			S = 1 e 5%				2% ≤ S ≤ 4%				S = 6%							
564	20	2820	0	8	12		32	4512	16	8	12							
576	20	2880	0	8	12		32	4608	16	8	8							
			1% ≤ S ≤ 3%				S = 4%				S = 5%							
616	28	4312	16	8	4		24	3696	8	8	8							
624	28	4368	16	8	4		24	3744	8	8	8							
629	28	4403	16	8	4		24	3774	8	8	8							
			1% ≤ S ≤ 4%				S = 5%				S = 6%							
658	28	4606	16	8	4		20	3290	4	8	8							
672	24	4032	12	8	4		20	3360	4	8	8							
			1% ≤ S ≤ 4%				S = 5%				S = 6%							
740	24	4440	12	4	8													
			1% ≤ S ≤ 4%				S = 5%				S = 6%							
752	24	4512	12	4	8		20	3760	8	4	8							
			1% ≤ S ≤ 3%				4% ≤ S ≤ 5%				S = 6%							
940	32	7520	16	8	4	4	20	4700	0	12	4	4						
952	32	7616	16	8	4	4	20	4760	0	12	4	4						
			1% ≤ S ≤ 3%				S = 4%				S = 5%							
999	32	7992	20	8	4	0	24	5994	8	8	4	4						
1008	32	8064	20	8	4	0	24	6048	8	8	4	4						
1034	32	8272	20	8	4	0	24	6204	8	8	4	4						
1064	28	7448	16	8	4	0	24	6384	8	8	4	4						
1104	28	7728	16	8	4	0	20	5520	4	8	4	4						
			1% ≤ S ≤ 3%				4% ≤ S ≤ 5%				S = 6%							
1147	28	8029	16	8	4	0	20	5735	4	8	4	4						
1152	28	8064	16	8	4	0	20	5760	4	8	4	4						
			1% ≤ S ≤ 3%				S = 4%				S = 5%							
1176	28	8232	16	8	4	0	20	5880	8	8	4	0						
1222	24	7332	12	8	4	0	20	6110	8	8	4	0						
1232	24	7392	12	8	4	0	20	6160	8	8	4	0						
1248	24	7488	12	8	4	0	20	6240	8	8	4	0						
			1% ≤ S ≤ 3%				4% ≤ S ≤ 5%				S = 6%							
1392	24	8352	16	4	4	0	20	6960	8	4	4	4						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciáriaq_s - Vazão no início da terciária (com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação)L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 33 - Dimensionamento de terciárias em declive, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma pressão de serviço do emissor de 6 mca e um espaçamento entre laterais de 6m.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	1% ≤ S ≤ 4%							S = 5%				S = 6%						
	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)	L _t (m)	q _s (l/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
259	36	1554	36				18	777	18									
280	36	1680	36				18	840	18									
288	30	1440	30				24	1152	24									
333	30	1665	30															
336	30	1680	30															
407	24	1628	24															
576	24	2304	6	18														
616	18	1848	0	18			24	2464	12	12								
624	18	1872	0	18			24	2496	12	12								
629	18	1887	0	18			24	2516	12	12								
658	24	2632	12	12			18	1974	6	12								
888	18	2664	6	12														
912	18	2736	0	6	12		30	4560	18	6	6		24	3648	6	6	12	
940	18	2820	0	6	12		24	3760	12	6	6							
952	18	2856	0	6	12		24	3808	12	6	6							
999	18	2997	0	6	12		24	3996	12	6	6							
1008	18	3024	0	6	12		24	4032	12	6	6							
1034	24	4136	12	6	6		18	3102	6	6	6							
1064	24	4256	12	6	6		18	3192	6	6	6							
1104	24	4416	6	6	6		18	3312	6	6	6							
1147	24	4588	12	6	6		18	3441	6	6	6							
1152	24	4608	12	6	6		18	3456	6	6	6							
1392	18	4176	6	6	6													
1598	30	7990	18	6	0	6	18	4794	0	12	6	0						
1632	30	8160	18	6	0	6	18	4896	0	12	6	0						
2068	24	8272	12	6	0	6	18	6204	6	6	0	6						

S - Declividade

L_t - Comprimento máximo de terciária

q_s - Vazão no início da terciária [com este valor determina-se, na FIGURA 34, os diâmetros respectivos a cada trecho da tubulação]

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

OBS: Os espaços em branco indicam que para estas condições de dimensionamento da terciária, seu comprimento dimensionável é menor que o mínimo aceitável.

TABELA 34 - Dimensionamento de terciárias em aclave, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 4 mca.

VAZÃO DA LATERAL (ℓ/h)	Sℓ = 2m					
	L_t (m)	q_s (ℓ/h)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)
1178	20	11780	8	8	2	2
1408	20	14080	12	6	2	0
	Sℓ = 4m					
210	20	1050	20			
	Sℓ = 6m					
225	18	675	18			
228	18	684	18			
240	18	720	18			
266	18	798	18			
270	18	810	18			
300	18	900	18			
304	18	912	18			
315	18	945	18			
330	18	990	18			
342	18	1026	18			
360	18	1080	18			
375	18	1125	18			

Sℓ - Espaçamento entre laterais

L_t - Comprimento máximo da terciária

q_s - Vazão no início da terciária

L_1, L_2, L_3 e L_4 - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

TABELA 35.1- Dimensionamento de terciárias em aclave, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 5 mca.

VAZÃO DA LATERAL (ℓ/h)	$S\ell = 2m$					
	L_t (m)	q_s (ℓ/h)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)
559	20	5590	6	8	4	2
561	20	5610	6	8	4	2
612	20	6120	8	8	2	2
867	20	8670	2	12	4	2
935	20	9350	4	10	4	2
946	20	9460	4	10	4	2
952	20	9520	4	10	4	2
969	20	9690	4	10	4	2
989	20	9890	4	10	4	2
1020	20	10200	6	8	4	2
1054	20	10540	6	8	4	2
1071	20	10710	6	8	4	2
1122	20	11220	8	8	2	2
1156	20	11560	8	8	2	2
1190	20	11900	8	6	2	4
1224	20	12240	8	6	2	4
1247	20	12470	10	6	2	2
1275	20	12750	10	6	2	2
1326	20	13260	10	6	2	2
1360	20	13600	10	6	2	2
1445	20	14450	12	6	2	0
1462	20	14620	12	6	2	0
1581	20	15810	12	4	2	2
1615	20	16150	12	4	2	2
1870	20	18700	14	4	2	0

$S\ell = 3m$						
1054	21	7378	12	6	3	0
1275	21	8925	3	12	3	3
1326	21	9282	3	12	3	3
1445	21	10115	6	9	3	3
1462	21	10234	6	9	3	3
1581	21	11067	6	9	3	3
1615	21	11305	9	9	3	0
1870	21	13090	9	6	3	3

$S\ell$ - Espaçamento entre laterais

L_t - Comprimento máximo da terciária

q_s - Vazão no início da terciária

L_1, L_2, L_3 e L_4 - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

TABELA 35.2- Dimensionamento de terciárias em aclave, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 5 mca.

VAZÃO		Sl = 4m				
DA						
LATERAL	L_t	q_s	L_1	L_2	L_3	L_4
(ℓ/h)	(m)	(ℓ/h)	(m)	(m)	(m)	(m)
238	20	1190	20			
255	20	1275	20			
258	20	1290	20			
989	20	4945	4	12	4	0
1190	20	5950	8	8	4	0
1224	20	6120	8	8	4	0
1247	20	6235	8	8	4	0
1275	20	6375	8	8	4	0
1462	20	7310	12	4	4	0
1870	20	9350	4	12	4	0
		Sl = 6m				
238	18	714	18			
255	18	765	18			
258	18	774	18			
272	18	816	18			
301	18	903	18			
306	18	918	18			
340	18	1020	18			
344	18	1032	18			
357	18	1071	18			
374	18	1122	18			
387	18	1161	18			
408	18	1224	18			
425	18	1275	18			
430	18	1290	18			
442	18	1326	18			
459	18	1377	18			
473	18	1419	18			
1020	18	3060	6	6	6	
1054	18	3162	6	6	6	

Sl - Espaçamento entre laterais

L_t - Comprimento máximo da terciária

q_s - Vazão no início da terciária

L_1, L_2, L_3 e L_4 - Comprimentos correspondentes a cada trecho de tubulação.

TABELA 36.1- Dimensionamento de terciárias em aclave, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 6 mca.

VAZÃO DA LATERAL (ℓ/h)	Sl = 2m					
	L _t (m)	q _s (ℓ/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
259	20	2590	10	10		
280	20	2800	2	10	8	
333	20	3330	6	8	6	
376	20	3760	8	6	6	
384	20	3840	8	6	6	
392	20	3920	8	6	6	
407	20	4070	10	6	4	
480	20	4800	2	10	4	4
481	20	4810	2	10	4	4
504	20	5040	2	10	4	4
518	20	5180	4	10	4	2
528	20	5280	4	10	4	2
560	20	5600	6	8	4	2
564	20	5640	6	8	4	2
576	20	5760	6	8	4	2
616	20	6160	8	8	2	2
624	20	6240	8	8	2	2
629	20	6290	8	6	2	4
658	20	6580	8	6	2	4
672	20	6720	8	6	2	4
720	20	7200	10	6	2	2
728	20	7280	10	6	2	2
740	20	7400	10	6	2	2
752	20	7520	10	6	2	2
814	20	8140	12	4	2	2
816	20	8160	12	4	2	2
840	20	8400	0	12	4	4
846	20	8460	0	12	4	4
888	20	8880	2	10	4	4
912	20	9120	2	10	4	4
940	20	9400	4	10	4	2
952	20	9520	4	10	4	2
999	20	9990	4	10	4	2
1008	20	10080	4	10	4	2
1034	20	10340	6	8	4	2
1064	20	10640	6	8	4	2
1104	20	11040	6	8	2	4
1147	20	11470	8	8	2	2
1152	20	11520	8	8	2	2
1176	20	11760	8	8	2	2
1222	20	12220	8	6	2	4
1232	20	12320	8	6	2	4
1248	20	12480	10	6	2	2
1316	20	13160	10	6	2	2
1344	20	13440	10	6	2	2
1392	20	13920	10	6	2	2
1410	20	14100	12	6	2	0
1480	20	14800	12	4	2	2
1598	20	15980	12	4	2	2
1632	20	16320	12	4	2	2
1736	20	17360	14	4	2	0
1786	20	17860	14	4	2	0
2068	20	20680	2	14	2	2

Sl - Espaçamento entre laterais

L_t - Comprimento máximo da terciária

q_s - Vazão no início da terciária

L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

TABELA 36.2- Dimensionamento de terciárias em aclave, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 6 mca.

VAZÃO DA LATERAL (l/n)	$S_c = 3m$					
	L_t (m)	q_s (l/n)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)
259	21	1813	3	18		
296	21	2072	6	15		
333	21	2331	9	12		
336	21	2352	9	12		
407	21	2849	3	9	9	
470	21	3290	6	9	6	
518	21	3626	9	6	6	
528	21	3696	9	6	6	
616	21	4312	12	6	3	
624	21	4368	12	6	3	
814	21	5698	6	9	3	3
816	21	5712	6	9	3	3
840	21	5880	6	9	3	3
846	21	5922	6	9	3	3
888	21	6216	9	6	3	3
912	21	6384	9	6	3	3
940	21	6580	9	6	3	3
952	21	6664	9	6	3	3
999	21	6993	9	6	3	3
1008	21	7056	9	6	3	3
1034	21	7238	12	6	3	0
1064	21	7448	12	6	3	0
1104	21	7728	12	6	3	0
1147	21	8029	12	6	3	0
1152	21	8064	12	6	3	0
1176	21	8232	12	6	3	0
1222	21	8554	0	12	6	3
1232	21	8624	0	12	6	3
1316	21	9212	3	12	3	3
1344	21	9408	3	12	3	3
1410	21	9870	6	9	3	3
1480	21	10360	6	9	3	3
1598	21	11186	9	9	3	0
1632	21	11424	9	9	3	0
1736	21	12152	9	6	3	3
1786	21	12502	9	6	3	3
2068	21	14476	12	6	3	0

S_c - Espaçamento entre laterais

L_t - Comprimento máximo da terciária

q_s - Vazão no início da terciária

L_1, L_2, L_3 e L_4 - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

TABELA 36.3- Dimensionamento de terciárias em acilve, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 6 mca.

VAZÃO DA LATERAL (l/h)	$S_L = 4m$					
	L_t (m)	q_s (l/h)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_4 (m)
259	20	1295	20			
280	20	1400	20			
288	20	1440	20			
295	20	1480	20			
376	20	1880	4	16		
384	20	1920	4	16		
392	20	1960	4	16		
444	20	2220	8	12		
448	20	2240	8	12		
470	20	2350	8	12		
616	20	3080	4	8	8	
624	20	3120	4	8	8	
629	20	3145	4	8	8	
720	20	3600	8	8	4	
728	20	3640	8	8	4	
740	20	3700	8	8	4	
846	20	4230	12	4	4	
888	20	4440	12	4	4	
999	20	4995	4	8	4	4
1008	20	5040	4	8	4	4
1034	20	5170	4	8	4	4
1064	20	5320	4	8	4	4
1176	20	5880	8	8	4	0
1222	20	6110	8	8	4	0
1232	20	6160	8	8	4	0
1248	20	6240	8	8	4	0
1316	20	6580	8	8	4	0
1344	20	6720	8	8	4	0
1480	20	7400	12	4	4	0
1598	20	7990	12	4	0	4
1632	20	8160	12	4	0	4
1736	20	8680	0	12	4	4
1786	20	8930	0	12	4	4
2068	20	10340	4	8	4	4

S_L - Espaçamento entre laterais

L_t - Comprimento máximo da terciária

q_s - Vazão no início da terciária

L_1, L_2, L_3 e L_4 - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.

TABELA 36.4- Dimensionamento de terciárias em aclave, alimentadas por pontos extremos e com redução de diâmetros, para uma declividade de 1% e pressão de serviço do emissor de 6 mca.

VAZÃO DA LATERAL (ℓ/s)	Sl = 6m					
	L _t (m)	q _s (ℓ/h)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
259	18	777	18			
280	18	840	18			
288	18	864	18			
296	18	888	18			
333	18	999	18			
336	18	1008	18			
376	18	1128	18			
384	18	1152	18			
392	18	1176	18			
407	18	1221	18			
432	18	1296	18			
444	18	1332	18			
448	18	1344	18			
470	18	1410	18			
480	18	1440	18			
481	18	1443	18			
504	18	1512	18			
518	18	1554	18			
528	18	1584	18			
658	18	1974	6	12		
672	18	2016	6	12		
720	18	2160	6	12		
728	18	2184	6	12		
740	18	2220	6	12		
752	18	2256	6	12		
1034	18	3102	6	6	6	
1064	18	3192	6	6	6	
1104	18	3312	6	6	6	
1147	18	3441	6	6	6	
1152	18	3456	6	6	6	
1176	18	3528	6	6	6	
1222	18	3666	6	6	6	
1232	18	3696	6	6	6	
1248	18	3744	6	6	6	
1410	18	4230	12	6	0	
1480	18	4440	12	6	0	
1598	18	4794	0	12	6	0
1736	18	5208	6	6	6	0
1786	18	5358	6	6	6	0

Sl - Espaçamento entre laterais
 L_t - Comprimento máximo da terciária
 q_s - Vazão no início da terciária
 L₁, L₂, L₃ e L₄ - Comprimentos correspondentes a cada trecho da tubulação.