

## ANEXO 2

Detalhamento do algoritmo do código de modelagem para otimização de rede de irrigação localizada.

1. Parâmetros de entrada do programa (dados a serem digitados).
  - 1.2. Dados iniciais do dimensionamento.
    - 1.1.1. Digitar a uniformidade de emissão (UE) desejada, em percentagem.
    - 1.1.2. Digitar a condutividade elétrica mínima do solo (CEemin), dado tabelado em mmhos.cm<sup>-1</sup>.
    - 1.1.3. Digitar a condutividade elétrica máxima do solo (CEemax), dado tabelado em mmhos.cm<sup>-1</sup>.
    - 1.1.4. Digitar o espaçamento entre linhas (Sf), em metros.
    - 1.1.5. Digitar o espaçamento entre plantas (Sp), em metros.
    - 1.1.6. Digitar a precipitação efetiva (PEP), em milímetros.
    - 1.1.7. Digitar a capacidade de campo do solo (CC), em percentagem.
    - 1.1.8. Digitar o ponto de murcha permanente (PM), em percentagem.
    - 1.1.9. Digitar a densidade aparente do solo (DA), em gramas por centímetro cúbico.
    - 1.1.10. Digitar a variação da umidade do solo (Du), em percentagem.
    - 1.1.11. Digitar o fator de disponibilidade de água no solo (f), em percentagem.
    - 1.1.12. Digitar a viscosidade cinemática da água (v), valor tabelado.
    - 1.1.13. Digitar a profundidade efetiva do sistema radicular (z), em metros.
    - 1.1.14. Digitar a média diária da evapotranspiração anual (ETO), em milímetros.
    - 1.1.15. Digitar o coeficiente de cultura (KC) para cálculo da evapotranspiração da cultura a ser instalada.
    - 1.1.16. Digitar o número de subunidades do sistema (NTUO - unidades operacionais).
    - 1.1.17. Digitar o tempo máximo de funcionamento da motobomba por dia (TFMBD), em horas.
    - 1.1.18. Digitar o número de unidades operacionais irrigadas simultaneamente (NUOIS).
    - 1.1.19. Digitar o tempo de irrigação por conjunto de unidades operacionais irrigadas simultaneamente (TaCUOIS), em horas.<sup>1</sup>
    - 1.1.20. Digitar o turno de rega escolhido (TRE), em dias.

---

<sup>1</sup> Das 21h30min às 06h00min a economia com o custo de energia é de 70%. Ao total 8,5 horas de funcionamento do sistema. Pela heurística pode-se ajustar o sistema para funcionar 4,25 horas, trabalhando em dois turnos por dia, o que reduzirá a vazão de projeto, gerando economia em tubulação e potência requerida. Outra forma seria trabalhar com um turno de 8,5 horas, dependendo do objetivo que se pretende atingir. O ajuste pode ser feito aumentando a vazão dos microaspersores de acordo com a curva de vazão pela pressão fornecida pelo fabricante, ou simplesmente escolhendo outro microaspersor. Isto dependerá de quantos dias será o turno de rega e quantos setores com as unidades operacionais que serão irrigadas por dia, conforme o sistema a ser implantado. Para fazer estes ajustes, retorne ao item de seleção do emissor.

- 1.1.21. Digitar o volume de água aplicado (VAP), em litros por planta por ano.<sup>2</sup>
  - 1.1.22. Digitar o coeficiente "a" da função (polinomial de segunda ordem) de produção da planta por lamina de água aplicada (a).
  - 1.1.23. Digitar o coeficiente "b" da função (polinomial de segunda ordem) de produção da planta por lamina de água aplicada (b).
  - 1.1.24. Digitar o coeficiente "c" da função (polinomial de segunda ordem) de produção da planta por lamina de água aplicada (c).
  - 1.1.25. Digitar a aceleração da gravidade (g), em metros por segundo.
  - 1.1.26. Digitar o lado de maior comprimento na área a ser irrigada (Lx), em metros.
  - 1.1.27. Digitar o lado de menor comprimento na área a ser irrigada (Ly), em metros.
  - 1.1.28. Digitar o expoente da vazão ou velocidade da equação de perda de carga de Darcy-Weisbach, Manning e Swammee-Jain (m).
  - 1.1.29. Digitar o espaçamento entre unidades operacionais (EEUO), em metros.
- 1.2. Escolha do microaspersor.
    - 1.2.1. Digitar o nome do fabricante do microaspersor.
    - 1.2.2. Digitar a cor do microaspersor.
    - 1.2.3. Digitar o coeficiente para cálculo da vazão unitária do emissor (k).<sup>3</sup>
    - 1.2.4. Digitar o coeficiente para cálculo da vazão unitária do emissor (x).
    - 1.2.5. Digitar a pressão de serviço ideal do emissor (PS), em kgf.cm<sup>2</sup>.
    - 1.2.6. Digitar a pressão de serviço mínima do emissor (PSmin), em kgf.cm<sup>2</sup>.
    - 1.2.7. Digitar a pressão de serviço máxima do emissor (PSmax), em kgf.cm<sup>2</sup>.
    - 1.2.8. Digitar o coeficiente de perda de carga localizada do emissor (KE).
    - 1.2.9. Digitar o coeficiente de variação de fabricação do emissor (CVF).
    - 1.2.10. Determinar a pressão nominal (h - pressão de serviço), em mca.
    - 1.2.11. Digitar a equação do diâmetro molhado ou um valor de diâmetro molhado estabelecido (w), em metros.<sup>4</sup>
    - 1.2.12. Digitar o número de saídas no emissor (NSE).<sup>5</sup>
  - 1.3. Dados do leiaute da rede de distribuição de água.
    - 1.3.1. Dados da linha lateral.

---

<sup>2</sup> Tempo para que o mesmo conjunto de unidades operacionais volte a ser irrigado. Escolher o TRE conforme o leiaute da rede, o TFMBD, NUOIS e o TaCUOIS.

<sup>3</sup> k e x geralmente são dados pelo fabricante do emissor. Pode ser obtido fazendo-se uma análise de regressão do tipo exponencial para os dados de vazão versus pressão do emissor.

<sup>4</sup> Cada emissor possui uma equação diferente para o diâmetro molhado, segundo a pressão de serviço.

<sup>5</sup> Sempre verificar se a vazão unitária do emissor calculada (qa) condiz com a vazão unitária do emissor escolhido segundo a margem de pressão de operação.

- 1.3.1.1. Digitar o material da tubulação da linha lateral.
  - 1.3.1.2. Digitar o comprimento total da linha lateral (LLL - um lado), em metros.
  - 1.3.1.3. Digitar o diâmetro da linha lateral 1 (DLL1), em metros.
  - 1.3.1.4. Digitar o diâmetro da linha lateral 2 (DLL2), em metros.
  - 1.3.1.5. Digitar a rugosidade absoluta da tubulação (ELL), em milímetros.
  - 1.3.1.6. Digitar o desvio geométrico no conjunto de linhas laterais (DZLL), em metro por 100 metros.<sup>6</sup>
  - 1.3.1.7. Digitar o coeficiente de perda de carga localizada da linha lateral (KLL).
- 1.3.2. Dados da linha de derivação.
- 1.3.2.1. Digitar o material da tubulação da linha de derivação.
  - 1.3.2.2. Digitar o comprimento total da linha de derivação (LLD), em metros.
  - 1.3.2.3. Digitar o diâmetro da linha de derivação 1 (DLD1), em metros.
  - 1.3.2.4. Digitar o diâmetro da linha de derivação 2 (DLD2), em metros.
  - 1.3.2.5. Digitar o diâmetro da linha de derivação 3 (DLD3), em metros.
  - 1.3.2.6. Digitar o diâmetro da linha de derivação 4 (DLD4), em metros.
  - 1.3.2.7. Digitar a rugosidade absoluta da tubulação (ELD), dado em milímetros.
  - 1.3.2.8. Digitar o desvio geométrico no conjunto de linhas de derivação (DZLD), em metro por 100 metros.<sup>7</sup>
- 1.3.3. Dados da linha secundária.
- 1.3.3.1. Digitar o material da tubulação da linha secundária.
  - 1.3.3.2. Digitar o comprimento total da linha secundária (LLS), em metros.
  - 1.3.3.3. Digitar o diâmetro da linha secundária 1 (DLS1), em metros.
  - 1.3.3.4. Digitar o diâmetro da linha secundária 2 (DLS2), em metros.
  - 1.3.3.5. Digitar o diâmetro da linha secundária 3 (DLS3), em metros.

---

<sup>6</sup> DZLL pode ser positivo ou negativo dependendo da direção da vazão em relação ao desvio de altitude do terreno.

<sup>7</sup> DZLD pode ser positivo ou negativo dependendo da direção da vazão em relação ao desvio de altitude do terreno.

- 1.3.3.6. Digitar o diâmetro da linha secundária 4 (DLS4), em metros.
  - 1.3.3.7. Digitar a rugosidade absoluta da tubulação (ELS), em milímetros.
  - 1.3.3.8. Digitar o desvio geométrico no conjunto de linhas secundárias (DZLS), em metro por 100 metros.<sup>8</sup>
  - 1.3.3.9. Digitar o coeficiente de perda de carga localizada da linha secundária (KLS).
  - 1.3.3.10. Digitar o comprimento equivalente de te com passagem livre para o diâmetro DLS1 (LET1).
  - 1.3.3.11. Digitar o comprimento equivalente de te com passagem livre para o diâmetro DLS2 (LET2).
  - 1.3.3.12. Digitar o comprimento equivalente de te com passagem livre para o diâmetro DLS3 (LET3).
  - 1.3.3.13. Digitar o comprimento equivalente de te com passagem livre para o diâmetro DLS4 (LET4).
- 1.3.4. Dados da linha principal.
- 1.3.4.1. Digitar o material da tubulação da linha principal.
  - 1.3.4.2. Digitar o comprimento total da linha principal (LLP), em metros.
  - 1.3.4.3. Digitar o comprimento da linha adutora. Distância da saída da bomba até o início da área a ser irrigada (LLA), em metros.
  - 1.3.4.4. Digitar o diâmetro da linha principal (DLP), em metros.
  - 1.3.4.5. Digitar a rugosidade absoluta da tubulação (ELP), em milímetros.
  - 1.3.4.6. Digitar o número de registros na linha principal (NRLP).
  - 1.3.4.7. Digitar o desvio geométrico no conjunto da linha principal (DZLP), em metro por 100 metros.<sup>9</sup>
- 1.3.5. Dados da linha de sucção.
- 1.3.5.1. Digitar o material da tubulação da linha de sucção.
  - 1.3.5.2. Digitar o comprimento total da linha de sucção (LLSU), em metros.
  - 1.3.5.3. Digitar o diâmetro da linha de sucção (DLSU), em metros.
  - 1.3.5.4. Digitar a rugosidade absoluta da tubulação (ELSU), em milímetros.
  - 1.3.5.5. Digitar a altura geométrica de sucção (AGSU), em metros.

---

<sup>8</sup> DZLS pode ser positivo ou negativo dependendo da direção da vazão em relação ao desvio de altitude do terreno.

<sup>9</sup> DZLP pode ser positivo ou negativo dependendo da direção da vazão em relação ao desvio de altitude do terreno.

1.3.5.6. Digitar o coeficiente de perda de carga localizada para a válvula de pé com crivo (KLSU).

1.4. Perda de carga no cabeçal de controle.

1.4.1. Digitar a perda de carga no cabeçal de controle que é dada pelo fabricante (hfcc), em mca.

1.5. Coeficientes de perda de carga localizada (k).

1.5.1. Digitar o coeficiente de perda de carga de válvula reguladora de pressão (KPCV).

1.5.2. Digitar o coeficiente de perda de carga de registro de gaveta (KPCR).

1.5.3. Digitar o coeficiente de perda de carga de filtro de tela (KPCF).

1.5.4. Digitar o coeficiente de perda de carga de te passagem livre (KPCTD).

1.5.5. Digitar o coeficiente de perda de carga de te saída lateral (KPCTSL).

1.6. Conjunto motobomba.

1.6.1. Digitar a marca do fabricante.

1.6.2. Digitar o modelo.

1.6.3. Digitar a velocidade do rotor (Vrotor), em rotações por minuto.

1.6.4. Digitar o diâmetro comercial do rotor (Dcr), em milímetro.

1.6.5. Digitar o rendimento da bomba (nbomba), em percentagem.

1.6.6. Digitar o número de rotores (nrotores).

1.6.7. Digitar o rendimento do motor (nmotor), em percentagem.

1.6.8. Digitar o fator de acréscimo a potência necessária no conjunto motobomba elétrico (FAPNB). Valor tabelado.

1.7. Custos fixos e variáveis da rede de distribuição.

1.7.1. Custos dos componentes da linha lateral.

1.7.1.1. Digitar o custo do microaspersor (CTE), em reais por unidade.

1.7.1.2. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di1 para Di2 (CRDLL), em reais por unidade.

1.7.1.3. Digitar o custo do anel do fim de linha (CANELFL), em reais por unidade.

1.7.1.4. Digitar o custo do tubo de polietileno Di1 (CLLD1), em reais por metro.

1.7.1.5. Digitar o custo do tubo de polietileno Di2 (CLLD2), em reais por metro.

1.7.2. Custos dos componentes da linha de derivação.

- 1.7.2.1. Digitar o custo do conector de saída para linha lateral (CCSLL), em reais por unidade.
  - 1.7.2.2. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di1 para Di2 (CRDL1), em reais por unidade.
  - 1.7.2.3. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di2 para Di3 (CRDL2), em reais por unidade.
  - 1.7.2.4. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di3 para Di4 (CRDL3), em reais por unidade.
  - 1.7.2.5. Digitar o custo do tampão de fim de linha (CTFL), em reais por unidade.
  - 1.7.2.6. Digitar o custo do tubo de PVC Di1 (CLDD1), em reais por 6 metros.
  - 1.7.2.7. Digitar o custo do tubo de PVC Di2 (CLDD2), em reais por 6 metros.
  - 1.7.2.8. Digitar o custo do tubo de PVC Di3 (CLDD3), em reais por 6 metros.
  - 1.7.2.9. Digitar o custo do tubo de PVC Di4 (CLDD4), em reais por 6 metros.
- 1.7.3. Custos dos componentes da linha secundária.
- 1.7.3.1. Digitar o custo do filtro de tela (CFT), em reais por unidade.
  - 1.7.3.2. Digitar o custo da válvula reguladora de pressão (CVRPLS), em reais por unidade.
  - 1.7.3.3. Digitar o custo do registro da linha secundária (CRLS), em reais por unidade.
  - 1.7.3.4. Digitar o custo da curva de 90 graus PVC (CCULS), em reais por unidade.
  - 1.7.3.5. Digitar o custo da conexão "T" PVC (CCTDLS), em reais por unidade.
  - 1.7.3.6. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di1 para Di2 (CRDLS1), em reais por unidade.
  - 1.7.3.7. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di2 para Di3 (CRDLS2), em reais por unidade.
  - 1.7.3.8. Digitar o custo do redutor de diâmetro Di3 para Di4 (CRDLS3), em reais por unidade.
  - 1.7.3.9. Digitar o custo do tubo de PVC Di1 (CLSD1), em reais por 6 metros.
  - 1.7.3.10. Digitar o custo do tubo de PVC Di2 (CLSD2), em reais por 6 metros.
  - 1.7.3.11. Digitar o custo do tubo de PVC Di3 (CLSD3), em reais por 6 metros.
  - 1.7.3.12. Digitar o custo do tubo de PVC Di4 (CLSD4), em reais por 6 metros.

- 1.7.4. Custos dos componentes da linha principal.
  - 1.7.4.1. Digitar o custo do registro da linha principal (CRLP), em reais por unidade.
  - 1.7.4.2. Digitar o custo da conexão "T" PVC do final de linha (CCTFLP), em reais por unidade.
  - 1.7.4.3. Digitar o custo da conexão "T" PVC na derivação (CCTDLP), em reais por unidade.
  - 1.7.4.4. Digitar o custo do tubo de PVC Di (CLPDI), em reais por 6 metros.
  
- 1.7.5. Custos dos componentes do cabeçal de controle.
  - 1.7.5.1. Digitar o custo do filtro de disco (CFD), em reais por unidade.
  - 1.7.5.2. Digitar o custo do filtro de areia (CFA), em reais por unidade.
  - 1.7.5.3. Digitar o custo do registro (CRG), em reais por unidade.
  - 1.7.5.4. Digitar o custo do injetor Venturi (CIV), em reais por unidade.
  - 1.7.5.5. Digitar o custo do painel de controle (CPC), em reais por unidade.
  - 1.7.5.6. Digitar o custo do hidrômetro (CH), em reais por unidade.
  - 1.7.5.7. Digitar o custo do manômetro (CM), em reais por unidade.
  
- 1.7.6. Custos dos componentes do conjunto motobomba.<sup>10</sup>
  - 1.7.6.1. Digitar o custo da ampliação excêntrica (CAE), em reais por unidade.
  - 1.7.6.2. Digitar o custo da redução excêntrica (CRE), em reais por unidade.
  
- 1.7.7. Custos dos demais componentes da rede de distribuição.
  - 1.7.7.1. Digitar o custo da curva de 90 graus PVC (CC90), em reais por unidade.
  - 1.7.7.2. Digitar o custo da válvula de pé com crivo (CVPC), em reais por unidade.
  - 1.7.7.3. Digitar o custo do tubo de sucção de PVC Di (CTS), em reais por 6 metros.
  - 1.7.7.4. Digitar o custo da cola de PVC (CCPVC), em reais por litro.
  
- 1.7.8. Tarifa da água no setor rural.

---

<sup>10</sup> Custo do moto-bomba (CMB) será determinado por equação segundo a potência gasta, em reais por unidade.

- 1.7.8.1. Digitar o custo da água para irrigação (CA), em reais por metro cúbico.
  - 1.7.9. Tarifa de energia elétrica.
    - 1.7.9.1. Digitar a tarifa de energia elétrica para o setor rural (TSR), em reais por kilowatt.
    - 1.7.9.2. Digitar o desconto na tarifa de energia elétrica (DTNSR), em percentagem.
    - 1.7.9.3. Digitar o tempo máximo para o desconto na tarifa de energia elétrica (TDTEE), em horas por dia.
  - 1.7.10. Fator de recuperação do capital.
    - 1.7.10.1. Digitar a taxa anual de juros (i), em decimal.
    - 1.7.10.2. Digitar a vida útil do equipamento (n), dado em anos.
2. Dimensionamento inicial.
- 2.1. Determinar a área total irrigável disponível (A), em hectares.
  - 2.2. Determinar a área total de cada unidade operacional (AUO), dado em hectares.
  - 2.3. Determinar o espaçamento entre emissores para se ter um volume de solo molhado contínuo (See), dado em metros.
  - 2.4. Determinar o número de emissores por planta (NP).
  - 2.5. Determinar o número de emissores por planta ajustado para um número inteiro (NPA).
  - 2.6. Determinar o perímetro molhado pelo emissor (Pma), dado em metros.
  - 2.7. Determinar a área molhada pelo emissor (Ama), dado em metros quadrados.
  - 2.8. Determinar a percentagem de área molhada pelo emissor (Pw).
  - 2.9. Determinar a disponibilidade total de água no solo (DTAS), dado em milímetros por centímetro.
  - 2.10. Determinar a irrigação real necessária (IRN), dado em milímetros.
  - 2.11. Determinar a evapotranspiração da cultura em um dia (ET<sub>pc</sub>), dado em milímetros por dia.
  - 2.12. Determinar a evapotranspiração da cultura no ano (ETCA), dado em milímetros por ano.
  - 2.13. Determinar o fator de ajuste (KL) devido à aplicação localizada da água. Equações propostas para culturas com grande espaçamento como fruteiras.
  - 2.14. Determinar a evapotranspiração média da cultura irrigada em um dia (ET<sub>g</sub>), dado em milímetros por dia.
  - 2.15. Determinar o turno de rega calculado (TR), dado em dias.
  - 2.16. Determinar o turno de rega inteiro (TRI), dado em dias.
  - 2.17. Determinar a irrigação real necessária ajustada para o turno de rega calculado (IRNAIL). Em irrigação localizada existe a facilidade de se



trabalhar com um turno de rega menor, ou seja, com uma maior frequência aplicar uma menor quantidade de água.

- 2.18. Determinar a razão de lixiviação (RL).
  - 2.19. Determinar a irrigação total necessária (ITN), dado em milímetros.
  - 2.20. Determinar o volume de água aplicado em cada planta por irrigação ( $V_p$ ), dado em litros por planta.
  - 2.21. Determinar a vazão mínima unitária para o microaspersor ( $q_{min}$ ), dado em litros por hora.
  - 2.22. Determinar a pressão mínima requerida pelo microaspersor para aspergir a vazão unitária requerida ( $h_{min}$ ), dado em mca.
  - 2.23. Determinar a vazão média unitária requerida pelo microaspersor ( $q_a$ ), dado em litros por hora.
  - 2.24. Determinar a pressão média requerida pelo microaspersor para aspergir a vazão unitária requerida ( $h_e$ ), dado em mca.
3. Dimensionamento da linha lateral da rede de distribuição.
    - 3.1. Variáveis a serem otimizadas na linha lateral.
      - 3.1.1. Comprimento do tubo ( $x(1)$ ) com diâmetro  $D_1$  (LLL1), dado em metros.
      - 3.1.2. Comprimento do tubo ( $x(2)$ ) com diâmetro  $D_2$  (LLL2), dado em metros.
    - 3.2. Pré-dimensionamento da linha lateral.
      - 3.2.1. Determinar a área do tubo com diâmetro  $D_1$ , dado em metros.
      - 3.2.2. Determinar a área do tubo com diâmetro  $D_2$ , dado em metros.
      - 3.2.3. Determinar o espaçamento entre emissores da linha lateral (EEE), dado em metros.
      - 3.2.4. Determinar o espaçamento do primeiro emissor da linha lateral até a linha de derivação (E1E), dado em metros.
      - 3.2.5. Determinar o número total de emissores na linha lateral (NTE).
      - 3.2.6. Determinar o número de emissores no primeiro trecho da linha lateral (NELL1).
      - 3.2.7. Arredondar o número de emissores no primeiro trecho da linha lateral (NELL1) para o inteiro mais próximo.
      - 3.2.8. Determinar o número de emissores no segundo trecho da linha lateral (NELL2).
      - 3.2.9. Arredondar o número de emissores no segundo trecho da linha lateral (NELL2) para o inteiro mais próximo.
      - 3.2.10. Determinar a razão da distância do começo da linha lateral ao primeiro emissor em relação às equidistâncias dos outros emissores entre si ( $x_{LL}$ ).
      - 3.2.11. Determinar o coeficiente de redução Scaloppi (FLL) na linha lateral para Darcy-Weissbach, Manning e Swamee-Jain.

- 3.3. Dimensionamento do trecho 1 da linha lateral.
  - 3.3.1. Determinar a vazão no início da linha lateral (QILLT1), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.3.2. Determinar a vazão distribuída na linha lateral (QILL1), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.3.3. Determinar a vazão distribuída por emissor no primeiro trecho da linha lateral (QILL1T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.3.4. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no primeiro trecho da linha lateral (QILL1M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.3.5. Determinar a velocidade no início da linha lateral (VILLT1), dado em metros por segundo.
  - 3.3.6. Determinar a velocidade distribuída na linha lateral (VILL1), dado em metros por segundo.
  - 3.3.7. Determinar a velocidade distribuída por emissor no primeiro trecho da linha lateral (VILL1T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.3.8. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no primeiro trecho da linha lateral (VILL1M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.3.9. Determinar a energia cinética por emissor no primeiro trecho da linha lateral
  - 3.3.10. (ECINETLL1T).
  - 3.3.11. Determinar a energia cinética por metro no primeiro trecho da linha lateral (ECINETLL1M).
  - 3.3.12. Determinar o número de Reynolds para o primeiro trecho da linha lateral (RELLT1).
  - 3.3.13. Determinar o número de Reynolds distribuído por emissor para o primeiro trecho da linha lateral (RELL1).
  - 3.3.14. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o primeiro trecho da linha lateral (RELL1M).
  - 3.3.15. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por emissor para o primeiro trecho da linha lateral (fSJT1).
  - 3.3.16. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o primeiro trecho da linha lateral (fSJT1M).
  - 3.3.17. Determinar a perda de carga unitária distribuída por emissor para o primeiro trecho da linha lateral (jLLT1).
  - 3.3.18. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o primeiro trecho da linha lateral (jLLT1M).
  - 3.3.19. Determinar a perda de carga localizada com os emissores distribuída por emissor no primeiro trecho da tubulação (PCLELL1).
  - 3.3.20. Determinar a perda de carga localizada com os emissores distribuída por metro no primeiro trecho da tubulação (PCLELL1M).

- 3.3.21. Determinar a somatória da perda de carga localizada com os emissores no primeiro trecho da tubulação (PCLELLT1).
  - 3.3.22. Determinar a perda de carga total com o desnível do terreno considerando apenas o diâmetro D1 da tubulação (PCDTLL1).
  - 3.3.23. Determinar a perda de carga com o desnível do terreno por saída distribuída ao longo do primeiro trecho da tubulação (PCDDLL1).
  - 3.3.24. Determinar a perda de carga com o desnível a cada metro (PCD1M).
  - 3.3.25. Determinar a perda de carga com o desnível do terreno por metro distribuída ao longo do primeiro trecho da tubulação (PCDDLL1M).
  - 3.3.26. Determinar a perda de carga total distribuída por emissor no primeiro trecho da linha lateral (hfLL1), dado em mca.
  - 3.3.27. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no primeiro trecho da linha lateral (hfLL1M), dado em mca.
- 3.4. Dimensionamento do trecho 2 da linha lateral.
- 3.4.1. Determinar a vazão no início do segundo trecho da linha lateral (QILLT2), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.4.2. Determinar a vazão distribuída por emissor no segundo trecho da linha lateral (QILL2T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.4.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no segundo trecho da linha lateral (QILL2M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.4.4. Determinar a velocidade no início do segundo trecho da linha lateral (VILLT2), dado em metros por segundo.
  - 3.4.5. Determinar a velocidade distribuída no segundo trecho da linha lateral (VILL2T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.4.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no segundo trecho da linha lateral (VILL2M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 3.4.7. Determinar a energia cinética por emissor no segundo trecho da linha lateral (ECINETLL2T).
  - 3.4.8. Determinar a energia cinética por metro no segundo trecho da linha lateral (ECINETLL2M).
  - 3.4.9. Determinar o número de Reynolds para o segundo trecho da linha lateral (RELLT2).
  - 3.4.10. Determinar o número de Reynolds distribuído para o primeiro trecho da linha lateral (RELL2).
  - 3.4.11. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o segundo trecho da linha lateral (RELL2M).
  - 3.4.12. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o segundo trecho da linha lateral (fSJT2).
  - 3.4.13. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o segundo trecho da linha lateral (fSJT2M).

- 3.4.14. Determinar a perda de carga unitária para o segundo trecho da linha lateral (jLLT2).
  - 3.4.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o segundo trecho da linha lateral (jLLT2M).
  - 3.4.16. Determinar a perda de carga localizada com os emissores no segundo trecho da tubulação (PCLELL).
  - 3.4.17. Determinar a perda de carga localizada com os emissores distribuída por metro no segundo trecho da tubulação (PCLELL2M).
  - 3.4.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com os emissores no segundo trecho da tubulação (PCLELLT2).
  - 3.4.19. Determinar a perda de carga total com o desnível do terreno no segundo trecho da tubulação (PCDTLL2).
  - 3.4.20. Determinar a perda de carga com o desnível do terreno por saída distribuída ao longo do segundo trecho da tubulação (PCDDL2).
  - 3.4.21. Determinar a perda de carga com o desnível do terreno por metro distribuída ao longo do segundo trecho da tubulação (PCDDL2M).
  - 3.4.22. Determinar a perda de carga total distribuída no segundo trecho da linha lateral (hfLL2), dado em mca.
  - 3.4.23. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no segundo trecho da linha lateral (hfLL2M), dado em mca.
- 3.5. Diferença entre as perdas de carga em cada trecho de cada tubulação da linha lateral.
    - 3.5.1. Determinar a diferença entre as perdas de carga distribuídas por emissor (DhfLL12).
    - 3.5.2. Determinar a diferença entre as perdas de carga distribuídas por metro (DhfLL12M).
- 3.6. Perda de carga localizada com a contração da tubulação.
    - 3.6.1. Relação entre a área da segunda com a primeira tubulação (RA2A1).
    - 3.6.2. Coeficiente K para reduções bruscas de diâmetro de tubulação (KA2A1).
    - 3.6.3. Perda de carga localizada para a contração da tubulação, dado em mca (PCLA2A1).
- 3.7. Perda de carga total na linha lateral com dois diâmetros.
    - 3.7.1. Determinar a perda de carga total na linha lateral (PCTLL), dado em mca.
- 3.8. Pressão requerida na entrada da linha lateral com dois diâmetros.

- 3.8.1. Determinar a pressão requerida na entrada da linha lateral com dois diâmetros (PRELL), dado em mca.
- 3.9. Energia total requerida na entrada da linha lateral com dois diâmetros.
  - 3.9.1. Determinar a energia total requerida na entrada da linha lateral com dois diâmetros (ERELL), dado em mca.
- 3.10. Análise da uniformidade de emissão obtida na linha lateral com dois diâmetros.
  - 3.10.1. Determinar a vazão obtida em cada emissor de toda linha lateral, considerando os dois trechos (qce12), dado em litros por hora.
  - 3.10.2. Determinar a vazão fictícia obtida por metro de toda linha lateral, considerando os dois trechos (qce12M), dado em litros por hora.
  - 3.10.3. Determinar a máxima vazão obtida dos emissores em toda linha lateral (qce12MAX).
  - 3.10.4. Determinar a máxima vazão fictícia obtida por metro dos emissores em toda linha lateral (qce12MMAX).
  - 3.10.5. Determinar a mínima vazão obtida dos emissores em toda linha lateral (qce12MIN).
  - 3.10.6. Determinar a mínima vazão fictícia obtida por metro dos emissores em toda linha lateral (qce12MMIN).
  - 3.10.7. Determinar a vazão média obtida dos emissores em toda linha lateral (qce12MEDIA).
  - 3.10.8. Determinar a vazão média dos emissores obtida por metro em toda linha lateral (qce12MMEDIA).
  - 3.10.9. Determinar a pressão obtida em cada emissor da linha lateral, considerando os dois trechos (hLL12), dado em mca.
  - 3.10.10. Determinar a pressão obtida por metro na linha lateral, considerando os dois trechos (hLL12M), dado em mca.
  - 3.10.11. Determinar a máxima pressão observada por emissor em toda linha lateral (hLL12MAX).
  - 3.10.12. Determinar a máxima pressão observada por metro em toda linha lateral (hLL12MMAX).
  - 3.10.13. Determinar a mínima pressão observada por emissor em toda linha lateral (hLL12MIN).
  - 3.10.14. Determinar a mínima pressão observada por metro em toda linha lateral (hLL12MMIN).
  - 3.10.15. Determinar a pressão média observada por emissor em toda linha lateral (hLL12MEDIA).
  - 3.10.16. Determinar a pressão média observada por metro em toda linha lateral (hLL12MMEDIA).
  - 3.10.17. Determinar a variância da vazão obtida dos emissores na linha lateral (VAQRELL).

- 3.10.18. Determinar a variância da vazão obtida fictícia por metro na linha lateral (VAQRELLM).
- 3.10.19. Determinar o desvio padrão da vazão obtida dos emissores na linha lateral (DPQELL).
- 3.10.20. Determinar o desvio padrão da vazão fictícia obtida por metro na linha lateral (DPQELLM).
- 3.10.21. Determinar a variância da pressão obtida dos emissores na linha lateral (VAHRELL).
- 3.10.22. Determinar a variância da pressão obtida por metro na linha lateral (VAHRELLM).
- 3.10.23. Determinar o desvio padrão da pressão obtida dos emissores na linha lateral (DPHELL).
- 3.10.24. Determinar o desvio padrão da pressão obtida por metro na linha lateral (DPHELLM).
- 3.10.25. Determinar o coeficiente de variação de fabricação dos emissores na linha lateral (CVF).
- 3.10.26. Determinar a uniformidade de emissão calculada na linha lateral, após o dimensionamento (UECLL).
- 3.10.27. Determinar o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).
- 3.10.28. Determinar a variação de pressão permitida na unidade operacional (linhas laterais (55%) e de derivação (45%)) (DHV), dado em mca.
- 3.10.29. Determinar a variação de pressão permitida na linha lateral (DHVLL), dado em mca.
- 3.10.30. Determinar a variação de pressão permitida na linha de derivação (DHVLD), dado em mca.

#### 4. Dimensionamento da linha de derivação.

##### 4.1. Variáveis a serem otimizadas na linha de derivação.

- 4.1.1. Comprimento do primeiro trecho da linha de derivação  $x(3)$  com  $D_1$  (LLD1), dado em metros.
- 4.1.2. Comprimento do segundo trecho da linha de derivação  $x(4)$  com  $D_2$  (LLD2), dado em metros.
- 4.1.3. Comprimento do terceiro trecho da linha de derivação  $x(5)$  com  $D_3$  (LLD3), dado em metros.
- 4.1.4. Comprimento do quarto trecho da linha de derivação  $x(6)$  com  $D_4$  (LLD4), dado em metros.

##### 4.2. Pré-dimensionamento da linha de derivação.

- 4.2.1. Determinar a pressão requerida no final da linha de derivação (PRFLD), dado em mca.
- 4.2.2. Determinar a área do tubo com  $D_1$  (ADLD1), dado em metros quadrados.

- 4.2.3. Determinar a área do tubo com  $Di_2$  (ADLD2), dado em metros quadrados.
  - 4.2.4. Determinar a área do tubo com  $Di_3$  (ADLD3), dado em metros quadrados.
  - 4.2.5. Determinar a área do tubo com  $Di_4$  (ADLD4), dado em metros quadrados.
  - 4.2.6. Determinar o espaçamento entre as linhas laterais (EEL), dado em metros.
  - 4.2.7. Determinar o espaçamento da primeira linha lateral até a tomada de água na linha secundária (E1L), dado em metros.
  - 4.2.8. Determinar o número total de linhas laterais acopladas na linha de derivação (NTL).
  - 4.2.9. Determinar o número de linhas laterais no primeiro trecho da linha de derivação (NLLD1).
  - 4.2.10. Determinar o número de linhas laterais no segundo trecho da linha de derivação (NLLD2).
  - 4.2.11. Determinar o número de linhas laterais no terceiro trecho da linha de derivação (NLLD3).
  - 4.2.12. Determinar o número de linhas laterais no quarto trecho da linha de derivação (NLLD4).
  - 4.2.13. Determinar a razão da distância do começo da linha de derivação à primeira saída em relação das equidistâncias das outras saídas entre si (xLD).
  - 4.2.14. Determinar o coeficiente de redução Scaloppi (FLD) na linha de derivação para Darcy-Weissbach, Manning e Swamnee-Jain.
- 
- 4.3. Dimensionamento do trecho 1 da linha de derivação.
    - 4.3.1. Determinar a vazão no início da linha de derivação (QILD1T), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.3.2. Determinar a vazão distribuída por duas saídas para laterais em toda linha de derivação (QILD1), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.3.3. Determinar a vazão distribuída por saída no primeiro trecho da linha de derivação (QILD1T), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.3.4. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no primeiro trecho da linha lateral (QILD1M), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.3.5. Determinar a velocidade no início da linha de derivação (VILD1T), dado em metros por segundo.
    - 4.3.6. Determinar a velocidade distribuída na linha de derivação (VILD1), dado em metros por segundo.
    - 4.3.7. Determinar a velocidade distribuída por lateral no primeiro trecho da linha de derivação (VILD1T), dado em metros cúbicos por hora.

- 4.3.8. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no primeiro trecho da linha de derivação (VILD1M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.3.9. Determinar a energia cinética por emissor no primeiro trecho da linha de derivação (ECINETLD1T).
  - 4.3.10. Determinar a energia cinética por metro no primeiro trecho da linha de derivação (ECINETLD1M).
  - 4.3.11. Determinar o número de Reynolds para o primeiro trecho da linha de derivação (RELDT1).
  - 4.3.12. Determinar o número de Reynolds distribuído para o primeiro trecho da linha de derivação (RELD1).
  - 4.3.13. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o primeiro trecho da linha de derivação (RELD1M).
  - 4.3.14. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o primeiro trecho da linha de derivação (fSJTL1).
  - 4.3.15. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o primeiro trecho da linha de derivação (fSJTL1M).
  - 4.3.16. Determinar a perda de carga unitária para o primeiro trecho da linha de derivação (jLDT1).
  - 4.3.17. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o primeiro trecho da linha de derivação (jLDT1M).
  - 4.3.18. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no primeiro trecho da tubulação (PCLLD1).
  - 4.3.19. Determinar a perda de carga localizada com as linhas laterais distribuída por metro no primeiro trecho da tubulação (PCLELD1M).
  - 4.3.20. Determinar a somatória da perda de carga localizada com as linhas laterais no primeiro trecho da tubulação (PCLELD1T).
  - 4.3.21. Determinar a perda de carga total no primeiro trecho da linha de derivação (hfLD1), dado em mca.
  - 4.3.22. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no primeiro trecho da linha de derivação (hfLD1M), dado em mca.
- 4.4. Dimensionamento do trecho 2 da linha de derivação.
    - 4.4.1. Determinar a vazão no início do segundo trecho da linha de derivação (QILD2T), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.4.2. Determinar a vazão distribuída por linha lateral no segundo trecho da linha de derivação (QILD2T), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.4.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no segundo trecho da linha de derivação (QILD2M), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.4.4. Determinar a velocidade no início do segundo trecho da linha de derivação (VILD2T), dado em metros por segundo.



- 4.4.5. Determinar a velocidade distribuída no segundo trecho da linha de derivação (VILD2T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.4.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no segundo trecho da linha de derivação (VILD2M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.4.7. Determinar a Energia cinética por emissor no segundo trecho da linha de derivação (ECINETLD2T).
  - 4.4.8. Determinar a Energia cinética por metro no segundo trecho da linha de derivação (ECINETLD2M).
  - 4.4.9. Determinar o número de Reynolds para o segundo trecho da linha de derivação (RELD2).
  - 4.4.10. Determinar o número de Reynolds distribuído para o segundo trecho da linha de derivação (RELD2).
  - 4.4.11. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o segundo trecho da linha de derivação (RELD2M).
  - 4.4.12. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o segundo trecho da linha de derivação (fSJTL2).
  - 4.4.13. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o segundo trecho da linha de derivação (fSJTL2M).
  - 4.4.14. Determinar a perda de carga unitária para o segundo trecho da linha de derivação (jLDT2).
  - 4.4.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o segundo trecho da linha de derivação (jLDT2M).
  - 4.4.16. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no segundo trecho da tubulação (PCLLD2).
  - 4.4.17. Determinar a perda de carga localizada com os emissores distribuída por metro no segundo trecho da tubulação (PCLELD2M).
  - 4.4.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com os emissores no segundo trecho da tubulação (PCLELD2T).
  - 4.4.19. Determinar a perda de carga total no segundo trecho da linha de derivação (hfLD2), dado em mca.
  - 4.4.20. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no segundo trecho da linha de derivação (hfLD2M), dado em mca.
- 4.5. Dimensionamento do trecho 3 da linha de derivação.
    - 4.5.1. Determinar a vazão no início do terceiro trecho da linha de derivação (QILD3), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.5.2. Determinar a vazão distribuída por linha lateral no terceiro trecho da linha de derivação (QILD3T), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.5.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no terceiro trecho da linha de derivação (QILD3M), dado em metros cúbicos por hora.

- 4.5.4. Determinar a velocidade no início do terceiro trecho da linha de derivação (VILD3T), dado em metros por segundo.
  - 4.5.5. Determinar a velocidade distribuída no terceiro trecho da linha de derivação (VILD3M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.5.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no terceiro trecho da linha de derivação (VILD3M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.5.7. Determinar a energia cinética por emissor no terceiro trecho da linha de derivação (ECINETLD3T).
  - 4.5.8. Determinar a energia cinética por metro no terceiro trecho da linha de derivação (ECINETLD3M).
  - 4.5.9. Determinar o número de Reynolds para o terceiro trecho da linha de derivação (RELDT3).
  - 4.5.10. Determinar o número de Reynolds distribuído para o terceiro trecho da linha de derivação (RELD3).
  - 4.5.11. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o terceiro trecho da linha de derivação (RELD3M).
  - 4.5.12. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o terceiro trecho da linha de derivação (fSJTL3).
  - 4.5.13. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o terceiro trecho da linha de derivação (fSJTL3M).
  - 4.5.14. Determinar a perda de carga unitária para o terceiro trecho da linha de derivação (jLDT3).
  - 4.5.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o terceiro trecho da linha de derivação (jLDT3M).
  - 4.5.16. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no terceiro trecho da tubulação (PCLLD3).
  - 4.5.17. Determinar a perda de carga localizada com os emissores distribuída por metro no terceiro trecho da tubulação (PCLELD3M).
  - 4.5.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com os emissores no terceiro trecho da tubulação (PCLELD3T).
  - 4.5.19. Determinar a perda de carga total no terceiro trecho da linha de derivação (hfLD3), dado em mca.
  - 4.5.20. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no terceiro trecho da linha de derivação (hfLD3M), dado em mca.
- 4.6. Dimensionamento do trecho 4 da linha de derivação.
    - 4.6.1. Determinar a vazão no início do quarto trecho da linha de derivação (QILD4T), dado em metros cúbicos por hora.
    - 4.6.2. Determinar a vazão distribuída por linha lateral no quarto trecho da linha de derivação (QILD4M), dado em metros cúbicos por hora.

- 4.6.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no quarto trecho da linha de derivação (QILD4M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.6.4. Determinar a velocidade no início do quarto trecho da linha de derivação (VILD4T), dado em metros por segundo.
  - 4.6.5. Determinar a velocidade distribuída no quarto trecho da linha de derivação (VILD4T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.6.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no quarto trecho da linha de derivação (VILD4M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 4.6.7. Determinar a energia cinética por emissor no quarto trecho da linha de derivação (ECINETLD4T).
  - 4.6.8. Determinar a energia cinética por metro no quarto trecho da linha de derivação (ECINETLD4M).
  - 4.6.9. Determinar o número de Reynolds para o quarto trecho da linha de derivação (RELD4T).
  - 4.6.10. Determinar o número de Reynolds distribuído para o quarto trecho da linha de derivação (RELD4).
  - 4.6.11. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o quarto trecho da linha de derivação (RELD4M).
  - 4.6.12. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o quarto trecho da linha de derivação (fSJTL4).
  - 4.6.13. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o quarto trecho da linha de derivação (fSJTL4M).
  - 4.6.14. Determinar a perda de carga unitária para o quarto trecho da linha de derivação (jL4T).
  - 4.6.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o quarto trecho da linha de derivação (jL4M).
  - 4.6.16. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no quarto trecho da tubulação (PCL4).
  - 4.6.17. Determinar a perda de carga localizada com os emissores distribuída por metro no quarto trecho da tubulação (PCLEL4M).
  - 4.6.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com os emissores no quarto trecho da tubulação (PCLEL4T).
  - 4.6.19. Determinar a perda de carga total no quarto trecho da linha de derivação (hfL4), dado em mca.
  - 4.6.20. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no quarto trecho da linha de derivação (hfL4M), dado em mca.
- 5.7. Diferença entre as perdas de carga em cada trecho de cada tubulação da linha de derivação.
    - 4.7.1. Determinar a diferença entre as perdas de carga distribuídas por saída para linha lateral (DhfL).

- 4.7.2. Determinar a diferença entre as perdas de carga distribuídas por metro (DhfLDM).
- 4.8. Perda de carga localizada com a contração da tubulação.
  - 4.8.1. Determinar a relação entre a área da segunda com a primeira tubulação (RA2A1LD).
  - 4.8.2. Determinar a relação entre a área da terceira com a segunda tubulação (RA3A2LD).
  - 4.8.3. Determinar a relação entre a área da quarta com a terceira tubulação (RA4A3LD).
  - 4.8.4. Determinar o coeficiente  $k_1$  da segunda com a primeira tubulação para reduções bruscas de diâmetro (KA2A1LD).
  - 4.8.5. Determinar o coeficiente  $k_2$  da terceira com a segunda tubulação para reduções bruscas de diâmetro (KA3A2LD).
  - 4.8.6. Determinar o coeficiente  $k_3$  da quarta com a terceira tubulação para reduções bruscas de diâmetro (KA4A3LD).
  - 4.8.7. Perda de carga localizada para a contração da tubulação  $D_1$  para  $D_2$  (PCLA2A1LD), dado em mca.
  - 4.8.8. Perda de carga localizada para a contração da tubulação  $D_2$  para  $D_3$  (PCLA3A2LD), dado em mca.
  - 4.8.9. Perda de carga localizada para a contração da tubulação  $D_3$  para  $D_4$  (PCLA4A3LD), dado em mca.
- 4.9. Perda de carga total na linha de derivação com quatro diâmetros.
  - 4.9.1. Determinar a perda de carga total na linha de derivação com quatro diâmetros (PCTLD), dado em mca.
- 4.10. Pressão requerida na entrada da linha de derivação com quatro diâmetros.
  - 4.10.1. Determinar a pressão requerida na entrada da linha de derivação com quatro diâmetros (PRELD), dado em mca.
- 4.11. Energia total requerida na entrada da linha de derivação com quatro diâmetros.
  - 4.11.1. Determinar a energia total requerida na entrada da linha de derivação com quatro diâmetros (ERELD), dado em mca.
- 5. Dimensionamento da linha secundária
  - 5.1. Variáveis a serem otimizadas na linha secundária.
    - 5.1.1. Comprimento do primeiro trecho da linha secundária  $x(7)$  com  $D_1$  (LLS1), dado em metros.
    - 5.1.2. Comprimento do segundo trecho da linha secundária  $x(8)$  com  $D_2$  (LLS2), dado em metros.
    - 5.1.3. Comprimento do terceiro trecho da linha secundária  $x(9)$  com  $D_3$  (LLS3), dado em metros.

- 5.1.4. Comprimento do quarto trecho da linha secundária  $x(10)$  com  $Di_4$  (LLS4), dado em metros.
- 5.2. Pré-dimensionamento da linha de secundária.
    - 5.2.1. Determinar a pressão requerida no final da linha secundária (PRFLS), dado em mca.
    - 5.2.2. Determinar a área do tubo com  $Di_1$  (ADLS1), dado em metros quadrados.
    - 5.2.3. Determinar a área do tubo com  $Di_2$  (ADLS2), dado em metros quadrados.
    - 5.2.4. Determinar a área do tubo com  $Di_3$  (ADLS3), dado em metros quadrados.
    - 5.2.5. Determinar a área do tubo com  $Di_4$  (ADLS4), dado em metros quadrados.
    - 5.2.6. Determinar o espaçamento entre as linhas de derivação (EED), dado em metros.
    - 5.2.7. Determinar o espaçamento da primeira linha de derivação ate a tomada de água na linha principal (E1D), dado em metros.
    - 5.2.8. Determinar o espaçamento da segunda linha de derivação ate a tomada de água na linha principal (E2D), dado em metros.
    - 5.2.9. Determinar o espaçamento da terceira linha de derivação ate a tomada de água na linha principal (E3D), dado em metros.
    - 5.2.10. Determinar o espaçamento da quarta linha de derivação ate a tomada de água na linha principal (E4D), dado em metros.
    - 5.2.11. Determinar o número total de linhas de derivação acopladas em cada linha secundária (NTD).
    - 5.2.12. Determinar o número de linhas de derivação no primeiro trecho da linha secundária (NLDD1).
    - 5.2.13. Determinar o número de linhas de derivação no segundo trecho da linha secundária (NLDD2).
    - 5.2.14. Determinar o número de linhas de derivação no terceiro trecho da linha secundária (NLDD3).
    - 5.2.15. Determinar o número de linhas de derivação no quarto trecho da linha secundária (NLDD4).
    - 5.2.16. Determinar a razão da distância do começo da linha secundária a primeira saída em relação das equidistâncias das outras saídas entre si ( $xLS$ ).
    - 5.2.17. Determinar o coeficiente de redução Scaloppi (FLS) na linha secundária para Darcy-Weissbach, Manning e Swamnee-Jain.
  - 5.3. Dimensionamento do trecho 1 da linha secundária.
    - 5.3.1. Determinar a vazão no início do primeiro trecho da linha secundária (QILST1), dado em metros cúbicos por hora.

- 5.3.2. Determinar a vazão distribuída na linha secundária (QILS1), dado em metros cúbicos por hora.
- 5.3.3. Determinar a vazão distribuída por saída no primeiro trecho da linha secundária (QILS1T), dado em metros cúbicos por hora.
- 5.3.4. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro (apenas entre os pontos de emissão) no primeiro trecho da linha secundária (QILS1M), dado em metros cúbicos por hora.
- 5.3.5. Determinar a velocidade no início da linha secundária (VILST1), dado em metros por segundo.
- 5.3.6. Determinar a velocidade distribuída na linha secundária (VILS1), dado em metros por segundo.
- 5.3.7. Determinar a velocidade distribuída por derivação no primeiro trecho da linha secundária (VILS1T), dado em metros cúbicos por hora.
- 5.3.8. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no primeiro trecho da linha secundária (VILS1M), dado em metros cúbicos por hora.
- 5.3.9. Determinar a energia cinética por derivação no primeiro trecho da linha secundária (ECINETLS1T).
- 5.3.10. Determinar a energia cinética por metro no primeiro trecho da linha secundária (ECINETLS1M).
- 5.3.11. Determinar o número de Reynolds para o primeiro trecho da linha secundária (RELST1).
- 5.3.12. Determinar o número de Reynolds distribuído para o primeiro trecho da linha secundária (RELS1).
- 5.3.13. Determinar o número de Reynolds distribuído por metro para o primeiro trecho da linha secundária (RELS1M).
- 5.3.14. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o primeiro trecho da linha secundária (fSJTLS1).
- 5.3.15. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o primeiro trecho da linha secundária (fSJTLS1M).
- 5.3.16. Determinar a perda de carga unitária para o primeiro trecho da linha secundária (jLST1).
- 5.3.17. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o primeiro trecho da linha secundária (jLST1M).
- 5.3.18. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no primeiro trecho da tubulação (PCLLS1).
- 5.3.19. Determinar a perda de carga localizada com as linhas de derivação distribuída por metro no primeiro trecho da tubulação (PCLELS1M).
- 5.3.20. Determinar a somatória da perda de carga localizada com as linhas de derivação no primeiro trecho da tubulação (PCLELST1).
- 5.3.21. Determinar a perda de carga localizada na válvula reguladora de pressão (PCLCV1), perda de carga localizada no registro de gaveta

(PCLCR1) e a perda de carga localizada no filtro de tela (PCLCF1).

5.3.22. Perda de carga total no primeiro trecho da linha secundária (hfLS1), dado em mca.

5.3.23. Perda de carga total distribuída por metro no primeiro trecho da linha secundária (hfLS1M), dado em mca.

5.4. Dimensionamento do trecho 2 da linha secundária.

5.4.1. Determinar a vazão no início do segundo trecho da linha secundária (QILST2), dado em metros cúbicos por hora.

5.4.2. Determinar a vazão distribuída por emissão no segundo trecho da linha secundária (QILS2T), dado em metros cúbicos por hora.

5.4.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no segundo trecho da linha secundária (QILS2M), dado em metros cúbicos por hora.

5.4.4. Determinar a velocidade no início do segundo trecho da linha secundária (VILST2), dado em metros por segundo.

5.4.5. Determinar a velocidade distribuída por derivação no segundo trecho da linha secundária (VILS2T), dado em metros cúbicos por hora.

5.4.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no segundo trecho da linha secundária (VILS2M), dado em metros cúbicos por hora.

5.4.7. Determinar a energia cinética por emissor no segundo trecho da linha secundária (ECINETLS2T).

5.4.8. Determinar a energia cinética por metro no segundo trecho da linha secundária (ECINETLS2M).

5.4.9. Número de Reynolds para o segundo trecho da linha secundária (RELST2).

5.4.10. Número de Reynolds distribuído para o segundo trecho da linha secundária (RELS2).

5.4.11. Número de Reynolds distribuído por metro para o segundo trecho da linha secundária (RELS2M).

5.4.12. Coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o segundo trecho da linha secundária (fSJTLS2).

5.4.13. Coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o segundo trecho da linha secundária (fSJTLS2M).

5.4.14. Determinar a perda de carga unitária para o segundo trecho da linha secundária (jLST2).

5.4.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o segundo trecho da linha secundária (jLST2M).

5.4.16. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no segundo trecho da tubulação (PCLLS2).

- 5.4.17. Determinar a perda de carga localizada com as linhas de derivação distribuída por metro no segundo trecho da tubulação (PCLELS2M).
  - 5.4.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com as linhas de derivação no segundo trecho da tubulação (PCLELST2).
  - 5.4.19. Determinar a Perda de carga localizada na válvula reguladora de pressão (PCLCV2), perda de carga localizada no registro de gaveta (PCLCR2) e a perda de carga localizada no filtro de tela (PCLCF2).
  - 5.4.20. Determinar a perda de carga total no segundo trecho da linha secundária (hfLS2), dado em mca.
  - 5.4.21. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no segundo trecho da linha secundária (hfLS2M), dado em mca.
- 5.5. Dimensionamento do trecho 3 da linha secundária.
- 5.5.1. Determinar a vazão no início do terceiro trecho da linha secundária (QILST3), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.5.2. Determinar a vazão distribuída por emissão no terceiro trecho da linha secundária (QILS3T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.5.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no terceiro trecho da linha secundária (QILS3M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.5.4. Determinar a velocidade no início do terceiro trecho da linha secundária (VILST3), dado em metros por segundo.
  - 5.5.5. Determinar a velocidade distribuída por derivação no terceiro trecho da linha secundária (VILS3T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.5.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no terceiro trecho da linha secundária (VILS3M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.5.7. Determinar a energia cinética por emissor no terceiro trecho da linha secundária (ECINETLS3T).
  - 5.5.8. Determinar a energia cinética por metro no terceiro trecho da linha secundária (ECINETLS3M).
  - 5.5.9. Número de Reynolds para o terceiro trecho da linha secundária (RELST3).
  - 5.5.10. Número de Reynolds distribuído para o terceiro trecho da linha secundária (RELS3).
  - 5.5.11. Número de Reynolds distribuído por metro para o terceiro trecho da linha secundária (RELS3M).
  - 5.5.12. Coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o terceiro trecho da linha secundária (fSJTLS3).
  - 5.5.13. Coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o terceiro trecho da linha secundária (fSJTLS3M).



- 5.5.14. Determinar a perda de carga unitária para o terceiro trecho da linha secundária (jLST3).
  - 5.5.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o segundo trecho da linha secundária (jLST3M).
  - 5.5.16. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no terceiro trecho da tubulação (PCLLS3).
  - 5.5.17. Determinar a perda de carga localizada com as linhas de derivação distribuída por metro no terceiro trecho da tubulação (PCLELS3M).
  - 5.5.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com as linhas de derivação no terceiro trecho da tubulação (PCLELST3).
  - 5.5.19. Determinar a perda de carga localizada na válvula reguladora de pressão (PCLCV3), perda de carga localizada no registro de gaveta (PCLCR3) e a perda de carga localizada no filtro de tela (PCLCF3).
  - 5.5.20. Determinar a perda de carga total no terceiro trecho da linha secundária (hfLS3), dado em mca.
  - 5.5.21. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no terceiro trecho da linha secundária (hfLS3M), dado em mca.
- 5.6. Dimensionamento do trecho 4 da linha secundária
- 5.6.1. Determinar a vazão no início do quarto trecho da linha secundária (QILST4), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.6.2. Determinar a vazão distribuída por emissão no quarto trecho da linha secundária (QILS4T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.6.3. Determinar a vazão fictícia distribuída por metro no quarto trecho da linha secundária (QILS4M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.6.4. Determinar a velocidade no início do quarto trecho da linha secundária (VILST4), dado em metros por segundo.
  - 5.6.5. Determinar a velocidade distribuída por derivação no quarto trecho da linha secundária (VILS4T), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.6.6. Determinar a velocidade fictícia distribuída por metro no quarto trecho da linha secundária (VILS4M), dado em metros cúbicos por hora.
  - 5.6.7. Determinar a energia cinética por emissor no quarto trecho da linha secundária (ECINETLS4T).
  - 5.6.8. Determinar a energia cinética por metro no quarto trecho da linha secundária (ECINETLS4M).
  - 5.6.9. Número de Reynolds para o quarto trecho da linha secundária (RELST4).
  - 5.6.10. Número de Reynolds distribuído para o quarto trecho da linha secundária (RELS4).
  - 5.6.11. Número de Reynolds distribuído por metro para o quarto trecho da linha secundária (RELS4M).

- 5.6.12. Coeficiente de atrito de Swamee-Jain para o quarto trecho da linha secundária (fSJTLS4).
  - 5.6.13. Coeficiente de atrito de Swamee-Jain distribuído por metro para o quarto trecho da linha secundária (fSJTLS4M).
  - 5.6.14. Determinar a perda de carga unitária para o quarto trecho da linha secundária (jLST4).
  - 5.6.15. Determinar a perda de carga unitária distribuída por metro para o segundo trecho da linha secundária (jLST4M).
  - 5.6.16. Determinar a perda de carga localizada com as saídas no quarto trecho da tubulação (PCLLS4).
  - 5.6.17. Determinar a perda de carga localizada com as linhas de derivação distribuída por metro no quarto trecho da tubulação (PCLELS4M).
  - 5.6.18. Determinar a somatória da perda de carga localizada com as linhas de derivação no quarto trecho da tubulação (PCLELST4).
  - 5.6.19. Determinar a perda de carga localizada na válvula reguladora de pressão (PCLCV4), perda de carga localizada no registro de gaveta (PCLCR4) e da perda de carga localizada no filtro de tela (PCLCF4).
  - 5.6.20. Determinar a perda de carga total no quarto trecho da linha secundária (hfLS4), dado em mca.
  - 5.6.21. Determinar a perda de carga total distribuída por metro no quarto trecho da linha secundária (hfLS4M), dado em mca.
- 5.7. Diferença entre as perdas de carga em cada trecho de cada tubulação da linha secundária.
- 5.7.1. Determinar a diferença entre as perdas de carga distribuídas por saída para linha de derivação (DhfLS).
  - 5.7.2. Determinar a diferença entre as perdas de carga distribuídas por metro (DhfLSM).
- 5.8. Perda de carga localizada com a contração da tubulação.
- 5.8.1. Determinar a relação entre a área da segunda com a primeira tubulação da linha secundária (RA2A1LS).
  - 5.8.2. Determinar a relação entre a área da terceira com a segunda tubulação da linha secundária (RA3A2LS).
  - 5.8.3. Determinar a relação entre a área da quarta com a terceira tubulação da linha secundária (RA4A3LS).
  - 5.8.4. Determinar o coeficiente k1 para reduções bruscas de diâmetro da tubulação da linha secundária (KA2A1LS).
  - 5.8.5. Determinar o coeficiente k2 para reduções bruscas de diâmetro da tubulação da linha secundária (KA3A2LS).
  - 5.8.6. Determinar o coeficiente k3 para reduções bruscas de diâmetro da tubulação da linha secundária (KA4A3LS).

- 5.8.7. Determinar a perda de carga localizada para a contração da tubulação D1 para Di2 da linha secundária (PCLA2A1LS), dado em mca.
- 5.8.8. Determinar a perda de carga localizada para a contração da tubulação Di2 para Di3 da linha secundária (PCLA3A2LS), dado em mca.
- 5.8.9. Determinar a perda de carga localizada para a contração da tubulação Di3 para Di4 da linha secundária (PCLA4A3LS), dado em mca.
  
- 5.9. Perda de carga total na linha secundária com quatro diâmetros
  - 5.9.1. Determinar a perda de carga total na linha secundária com quatro diâmetros (PCTLS), dado em mca.
  
- 5.10. Pressão requerida na entrada da linha secundária com quatro diâmetros.
  - 5.10.1. Determinar a pressão requerida na entrada da linha secundária com quatro diâmetros (PRELS), dado em mca.
  
- 5.11. Energia total requerida na entrada da linha secundária com quatro diâmetros.
  - 5.11.1. Determinar a energia total requerida na entrada da linha secundária com quatro diâmetros (EREELS), dado em mca.
- 6. Dimensionamento da linha principal (Adutora).
  - 6.1. Pré-dimensionamento da linha de principal.
    - 6.1.1. Determinar a pressão requerida no final da linha principal (PRFLP), dado em mca.
    - 6.1.2. Determinar a área do tubo com D1 (ADLP), dado em metros quadrados.
    - 6.1.3. Determinar o espaçamento entre as linhas secundárias (EES), dado em metros.
    - 6.1.4. Determinar o espaçamento da tomada de água ate a primeira linha secundária (E1P), dado em metros.
    - 6.1.5. Determinar o espaçamento da tomada de água ate a segunda linha
    - 6.1.6. Determinar o espaçamento da tomada de água ate a terceira linha secundária (E3P), dado em metros.
    - 6.1.7. Determinar o número total de linhas secundárias acopladas na linha principal (NTS).
    - 6.1.8. Determinar à razão da distância do começo da linha principal a primeira saída em relação das equidistâncias das outras saídas entre si (xLP).
  
  - 6.2. Dimensionamento da linha principal (adutora).
    - 6.2.1. Determinar a vazão no inicio da linha principal (QILPT), dado em metros cúbicos por hora.

- 6.2.2. Determinar a vazão distribuída na linha principal (QILP), dado em metros cúbicos por hora.
- 6.2.3. Determinar a velocidade no início da linha principal (VILPT), dado em metros por segundo.
- 6.2.4. Determinar a velocidade distribuída na linha principal (VILP), dado em metros por segundo.
- 6.2.5. Determinar a energia cinética por emissor na linha principal (ECINETLPT).
- 6.2.6. Determinar a energia cinética por metro na linha principal (ECINETLP).
- 6.2.7. Determinar o número de Reynolds para a linha principal (RELPT).
- 6.2.8. Determinar o número de Reynolds distribuído para a linha principal (RELP).
- 6.2.9. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para a linha principal (fSJTLPT).
- 6.2.10. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para a linha principal (fSJTLP).
- 6.2.11. Determinar a perda de carga unitária para linha principal (jLPT).
- 6.2.12. Determinar a perda de carga unitária para linha principal (jLP).
- 6.2.13. Determinar a perda de carga localizada com as saídas das laterais na tubulação (PCLLPT).
- 6.2.14. Determinar a perda de carga localizada distribuída por emissão com as saídas das laterais na tubulação (PCLLP).
- 6.2.15. Determinar a perda de carga localizada no registro de gaveta (PCLPCR).
  
- 6.3. Perda de carga total na tubulação da linha principal.
  - 6.3.1. Determinar a perda de carga total na tubulação da linha principal (PCTLPT), dado em mca.
  - 6.3.2. Determinar a perda de carga distribuída por emissão na tubulação da linha principal (PCTLP), dado em mca.
  
- 6.4. Pressão requerida na entrada da linha principal com um diâmetro.
  - 6.4.1. Determinar a pressão requerida na entrada da linha principal com um diâmetro (PRELP), dado em mca.
  
- 6.5. Energia total requerida na entrada da linha principal com quatro diâmetros.
  - 6.5.1. Determinar a energia total requerida na entrada da linha principal com quatro diâmetros (ERELP), dado em mca.
  
- 7. Dimensionamento da linha de sucção.
  - 7.1. Pré-dimensionamento da linha de sucção.
    - 7.1.1. Determinar a área do tubo com D1 (ADLSU), dado em metros quadrados.

- 7.2. Dimensionamento da linha de sucção
  - 7.2.1. Determinar a vazão no início da linha de sucção (QILSUT), dado em metros cúbicos por hora.
  - 7.2.2. Determinar a velocidade no início da linha de sucção (VILSUT), dado em metros por segundo.
  - 7.2.3. Determinar a energia cinética por emissor na linha principal (ECINETLSUT).
  - 7.2.4. Determinar o número de Reynolds para o primeiro trecho da linha de sucção (RELSUT).
  - 7.2.5. Determinar o coeficiente de atrito de Swamee-Jain para a linha de sucção (fSJTLSU).
  - 7.2.6. Determinar a perda de carga unitária para linha de sucção (jLSUT).
  - 7.2.7. Determinar a perda de carga localizada com a válvula de pé com crivo (PCLLSU).
- 7.3. Perda de carga total na tubulação da linha de sucção.
  - 7.3.1. Determinar a Perda de carga total na tubulação da linha de sucção (PCTLSU), dado em mca.
8. Altura manométrica total da rede.
  - 8.1. Determinar a carga hidráulica de pressão total (HMT), dado em mca.
9. Energia cinética total na tubulação de recalque (carga cinética total).
  - 9.1. Determinar a carga cinética total na tubulação de recalque (ECTR), dado em mca.
10. Energia cinética na tubulação de sucção (carga cinética de sucção).
  - 10.1. Determinar a carga cinética de sucção (ECTSU), dado em mca.
11. Energia total (cargas totais).
  - 11.1. Determinar a energia para o bombeamento (resultante da somatória dos desníveis de cada tubulação (HET), mais as perdas de carga distribuídas e localizadas mais a diferença de (energia cinética do recalque e da sucção), dado em mca.
12. Vazão recalcada, produtividade, volume de água aplicado e área útil irrigada.
  - 12.1. Determinar a vazão total recalcada (QTRM3H), dado em metros cúbicos por hora.
  - 12.2. Determinar a vazão total recalcada (QTRM3S), dado em metros cúbicos por segundo.
  - 12.3. Determinar a vazão total recalcada (QTRLS), dado em litros por segundo.

- 12.4. Determinar a produção de planta por lamina de água aplicada (FPPL), dado em kg por planta por litro. Função de produção - relação entre a produtividade de cada árvore e o volume de água aplicado por árvore.
  - 12.5. Determinar quantos metros quadrados tem por planta (M2P).
  - 12.6. Determinar o número de plantas por linha lateral (NPLLL).
  - 12.7. Determinar o número de plantas por unidade operacional (NPUO).
  - 12.8. Determinar o número de plantas na área total a ser irrigada (NPAT).
  - 12.9. Determinar o volume de água aplicado na unidade operacional (VAGUO), dado em metros cúbicos por ano por unidade operacional.
  - 12.10. Determinar o volume de água aplicado na área total (VAGAT), dado em metros cúbicos por ano na área.
  - 12.11. Determinar a área útil irrigada (AUI), dado em hectares.
13. Conjunto motobomba.
- 13.1. Determinar a potência necessária ao funcionamento da bomba (POTKW), dado em kilowatt.
  - 13.2. Determinar a potência necessária ao funcionamento da bomba (POTCV), dado em cavalo-vapor.
  - 13.3. Determinar a quantidade de tempo de funcionamento da bomba (NS), dado em horas por ano.
  - 13.4. Determinar o consumo total de energia (CTEKW), dado em kilowatt por ano.
  - 13.5. Determinar o consumo total de energia (CTECV), dado em cavalo-vapor por ano.
  - 13.6. Determinar a tarifa de energia elétrica no setor rural com desconto (TSRCD), para uso entre 21h30min as 06h00min.
14. Comprimento total das tubulações.
- 14.1. Comprimentos das tubulações nas linhas laterais.
    - 14.1.1. Determinar o comprimento total da tubulação de polietileno com diâmetro Di1 na unidade operacional (LLD1UO), dado em metros.
    - 14.1.2. Determinar o comprimento total da tubulação de polietileno com diâmetro Di2 na unidade operacional (LLD2UO), dado em metros.
    - 14.1.3. Determinar o comprimento total das tubulações de polietileno na unidade operacional (LLTUO), dado em metros.
    - 14.1.4. Determinar o comprimento total da tubulação de polietileno com diâmetro Di1 em toda a rede de distribuição (LLD1), dado em metros.
    - 14.1.5. Determinar o comprimento total da tubulação de polietileno com diâmetro Di2 em toda a rede de distribuição (LLD2), dado em metros.

14.1.6. Determinar o comprimento total das tubulações de polietileno em toda a rede de distribuição (LLLT), dado em metros.

14.2. Comprimentos das tubulações nas linhas de derivação.

14.2.1. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di1 em cada linha secundária (LLDD1UO), dado em metros.

14.2.2. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di2 em cada linha secundária (LLDD2UO), dado em metros.

14.2.3. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di3 em cada linha secundária (LLDD3UO), dado em metros.

14.2.4. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di4 em cada linha secundária (LLDD4UO), dado em metros.

14.2.5. Determinar o comprimento total das tubulações de PVC em cada linha secundária (LLDTUO), dado em metros.

14.2.6. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di1 em toda a rede de distribuição (LLDD1), dado em metros.

14.2.7. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di2 em toda a rede de distribuição (LLDD2), dado em metros.

14.2.8. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di3 em toda a rede de distribuição (LLDD3), dado em metros.

14.2.9. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di4 em toda a rede de distribuição (LLDD4), dado em metros.

14.2.10. Determinar o comprimento total das tubulações de PVC em toda a rede de distribuição (LLDT), dado em metros.

14.3. Comprimentos das tubulações nas linhas secundárias.

14.3.1. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di1 nas linhas secundárias (LLSD1), dado em metros.

14.3.2. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di2 nas linhas secundárias (LLSD2), dado em metros.

14.3.3. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di3 nas linhas secundárias (LLSD3), dado em metros.

14.3.4. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC com diâmetro Di4 nas linhas secundárias (LLSD4), dado em metros.

14.3.5. Determinar o comprimento total das tubulações de PVC nas linhas secundárias (LLST), dado em metros.

- 14.4. Comprimento da tubulação na linha principal.
  - 14.4.1. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC na linha principal (LLPT), dado em metros.
- 14.5. Comprimento da tubulação da linha de sucção.
  - 14.5.1. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC na linha de sucção (LLSUT), dado em metros.
- 14.6. Comprimento total de tubulações de PVC.
  - 14.6.1. Determinar o comprimento total da tubulação de PVC em toda a rede (LLTPVC), dado em metros.
- 14.7. Comprimento total de todas as tubulações da rede de distribuição de água
  - 14.7.1. Determinar o comprimento total de tubulações no sistema de irrigação (LLT), dado em metros
- 15. Quantidade total de acessórios e equipamentos utilizados na rede de irrigação. (Serão considerados como valor igual a uma unidade todos os componentes da rede de irrigação não descritos nesta seção)
  - 15.1. Acessórios na linha lateral.
    - 15.1.1. Determinar o número de emissores na unidade operacional (NEUO).
    - 15.1.2. Determinar o número total de emissores em toda a rede de irrigação (NERI).
    - 15.1.3. Determinar o número de redutores de diâmetros na linha lateral na unidade operacional (NRD1D2LUO).
    - 15.1.4. Determinar o número de redutores de diâmetros nas linhas laterais de toda a rede de irrigação (NRD1D2LRI).
    - 15.1.5. Determinar o número de anéis de fim de linha da linha lateral na unidade operacional (NAFLLUO).
    - 15.1.6. Determinar o número de anéis de fim de linha da linha lateral em toda a rede de irrigação (NAFLLRI).
  - 15.2. Acessórios na linha de derivação.
    - 15.2.1. Determinar o número de conectores de saída da linha de derivação para linha lateral na unidade operacional (NCSLLUO).
    - 15.2.2. Determinar o número de conectores de saída para linha lateral na rede de irrigação (NCSLLRI).
    - 15.2.3. Determinar o número de redutores de diâmetros D1D2 nas linhas de derivação de toda a rede de irrigação (NRD1D2DRI).
    - 15.2.3. Determinar o número de redutores de diâmetros D2D3 nas linhas de derivação de toda a rede de irrigação (NRD2D3DRI).



- 15.2.4. Determinar o número de redutores de diâmetros D3D4 nas linhas de derivação de toda a rede de irrigação (NRD3D4DRI).
- 15.2.5. Determinar o número tampões de fim de linha das linhas de derivação em toda a rede de irrigação (NTFLDRI).
- 15.3. Acessórios na linha secundária.
  - 15.3.1. Determinar o número de filtros de tela nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NFTLS).
  - 15.3.2. Determinar o número válvulas reguladoras de pressão nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NVRPLS).
  - 15.3.3. Determinar o número de registros de gaveta nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NRGLS).
  - 15.3.4. Determinar o número de conectores com curva de 90 graus nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NC90LS).
  - 15.3.5. Determinar o número de conectores te nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NCTLS).
  - 15.3.6. Determinar o número de redutores de diâmetros D1D2 nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NRD1D2SRI).
  - 15.3.7. Determinar o número de redutores de diâmetros D2D3 nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NRD2D3SRI).
  - 15.3.8. Determinar o número de redutores de diâmetros D3D4 nas linhas secundárias de toda a rede de irrigação (NRD3D4SRI).
- 15.4. Acessórios na linha principal.
  - 15.4.1. Determinar o número de registros de gaveta na linha principal (NRGLP).
  - 15.4.2. Determinar o número de conectores te da linha principal para a linha secundária (NCTLP).
- 15.5. Demais componentes da rede de irrigação.
  - 15.5.1. Determinar o número de bisnagas de cola de PVC para as conexões da rede (NCPVC).
- 16. Custos com equipamentos de irrigação.
  - 16.1. Custos com equipamentos da linha lateral.
    - 16.1.1. Determinar o custo total com emissores (CTTE), dado em reais.
    - 16.1.2. Determinar o custo total com redutores de diâmetro nas linhas laterais (CTRDLL), dado em reais.
    - 16.1.3. Determinar o custo total com anéis fim de linha nas linhas laterais (CTANELFL), dado em reais.
    - 16.1.4. Determinar o custo total das linhas laterais com Di1 (CTLLD1), dado em reais.

- 16.1.5. Determinar o custo total das linhas laterais com Di2 (CTLLD2), dado em reais.
- 16.1.6. Determinar o custo total da linha lateral com Di1 e Di2 (CTLLD1D2), dado em reais.
- 16.1.7. Determinar o custo total de toda linha lateral (CTLLL), dado em reais.

16.2. Custos com equipamentos da linha de derivação.

- 16.2.1. Determinar o custo total dos conectores das linhas de derivação nas linhas laterais (CTCSLL), dado em reais.
- 16.2.2. Determinar o custo total dos redutores de diâmetro Di1 para D2 das linhas de derivação (CTRDL1), dado em reais.
- 16.2.3. Determinar o custo total dos redutores de diâmetro Di2 para D3 das linhas de derivação (CTRDL2), dado em reais.
- 16.2.4. Determinar o custo total dos redutores de diâmetro Di3 para D4 das linhas de derivação (CTRDL3), dado em reais.
- 16.2.5. Determinar o custo total dos tampões fim de linha das linhas de derivação (CTTFL), dado em reais.
- 16.2.6. Determinar o custo total das linhas de derivação de diâmetro Di1 (CTLDD1), dado em reais.
- 16.2.7. Determinar o custo total das linhas de derivação de diâmetro Di2 (CTLDD2), dado em reais.
- 16.2.8. Determinar o custo total das linhas de derivação de diâmetro Di3 (CTLDD3), dado em reais.
- 16.2.9. Determinar o custo total das linhas de derivação de diâmetro Di4 (CTLDD4), dado em reais.
- 16.2.10. Determinar o custo total das linhas de derivação (Di1maisDi2maisDi3maisDi4) (CTLDDN), dado em reais.
- 16.2.11. Determinar o custo total de toda linha de derivação (CTLDD), dado em reais.

16.3. Custos com equipamentos da linha secundária.

- 16.3.1. Determinar o custo total dos filtros de tela nas linhas secundárias (CTFT), dado em reais.
- 16.3.2. Determinar o custo total das válvulas reguladoras de pressão nas linhas secundárias (CTVRPLS), dado em reais.
- 16.3.3. Determinar o custo total dos registros nas linhas secundárias (CTRLS), dado em reais.
- 16.3.4. Determinar o custo total das curvas de 90 graus nas linhas secundárias (CTCULS), dado em reais.
- 16.3.5. Determinar o custo total das conexões te nas linhas secundárias (CTCTDLS), dado em reais.
- 16.3.6. Determinar o custo total dos redutores de diâmetro Di1 para Di2 das linhas secundárias (CTRDL1), dado em reais.

- 16.3.7. Determinar o custo total dos redutores de diâmetro Di2 para Di3 das linhas secundárias (CTRDLS2), dado em reais.
- 16.3.8. Determinar o custo total dos redutores de diâmetro Di3 para Di4 das linhas secundárias (CTRDLS3), dado em reais.
- 16.3.9. Determinar o custo total das linhas secundárias de diâmetro Di1 (CTLSD1), dado em reais.
- 16.3.10. Determinar o custo total das linhas secundárias de diâmetro Di2 (CTLSD2), dado em reais.
- 16.3.11. Determinar o custo total das linhas secundárias de diâmetro Di3 (CTLSD3), dado em reais.
- 16.3.12. Determinar o custo total das linhas secundárias de diâmetro Di4 (CTLSD4), dado em reais.
- 16.3.13. Determinar o custo total das linhas secundárias (Di1maisDi2maisDi3maisDi4) (CTLSDN), dado em reais.
- 16.3.14. Determinar o custo total de toda linha secundárias (CTLSD), dado em reais.

16.4. Custos com equipamentos da linha principal.

- 16.4.1. Determinar o custo total dos registros da linha principal (CTRLP), dado em reais.
- 16.4.2. Determinar o custo total da conexão te de final de linha (CTCTFLP), dado em reais.
- 16.4.3. Determinar o custo total da conexão te de meio de linha (CTCTDLP), dado em reais.
- 16.4.4. Determinar o custo total da linha principal de diâmetro Di1 (CTLPDI), dado em reais.
- 16.4.5. Determinar o custo total de toda linha principal (CTLPD), dado em reais.

16.5. Custos com equipamentos do cabeçal de controle.

- 16.5.1. Determinar o custo total do filtro de disco (CTFD), dado em reais.
- 16.5.2. Determinar o custo total do filtro de areia (CTFA), dado em reais.
- 16.5.3. Determinar o custo total do registro (CTRG), dado em reais.
- 16.5.4. Determinar o custo total injetor Venturi (CTIV), dado em reais.
- 16.5.5. Determinar o custo total do painel de controle (CTPC), dado em reais.
- 16.5.6. Determinar o custo total do hidrômetro (CTH), dado em reais.
- 16.5.7. Determinar o custo total do manômetro (CTM), dado em reais.
- 16.5.8. Determinar o custo total dos componentes do cabeçal de controle (CTCC), dado em reais.

16.6. Custos com equipamentos do conjunto motobomba.

- 16.6.1. Determinar o custo total da ampliação excêntrica (CTAE), dado em reais.

- 16.6.2. Determinar o custo total da redução excêntrica (CTRE), dado em reais.
- 16.6.3. Determinar o custo total do conjunto motobomba (CTMB), dado em reais.
- 16.6.4. Determinar o custo total do motobomba e seus acessórios (CTCMB), dado em reais.
  
- 16.7. Custos com demais componentes da rede de irrigação.
  - 16.7.1. Determinar o custo total do cotovelo de 90 graus da tubulação de sucção (CTC90), dado em reais.
  - 16.7.2. Determinar o custo total da válvula de pé com crivo (CTVPC), dado em reais.
  - 16.7.3. Determinar o custo total da tubulação de sucção de Di (CTTS), dado em reais.
  - 16.7.4. Determinar o custo total das bisnagas de cola de PVC (CTCPVC), dado em reais.
  
- 16.8. Custo fixo total da rede de irrigação.
  - 16.8.1. Determinar o custo total com equipamentos de irrigação (CEQ), dado em reais.
  
- 17. Fator de recuperação do capital.
  - 17.1. Determinar o fator de recuperação do capital (FRC) para o cálculo do custo total da rede.
  
- 18. Custos variáveis.
  - 18.1. Determinar o custo total de funcionamento do conjunto motobomba, dado em reais por ano.
  - 18.2. Determinar o custo total da água na unidade operacional (CAUO), dado em reais por ano por unidade operacional.
  - 18.3. Determinar o custo total da água na área total (CAGT), dado em reais por ano para a área.
  
- 19. Custos por hectare por ano.
  - 19.1. Determinar o custo fixo por hectare por ano.
  - 19.2. Determinar o custo com energia elétrica por hectare por ano.
  - 19.3. Determinar o custo com água por hectare por ano.
  
- 20. Custo total da rede (função objetivo).
  - 20.1. Minimizar o custo total da rede de irrigação (f), dado em reais por hectare por ano.