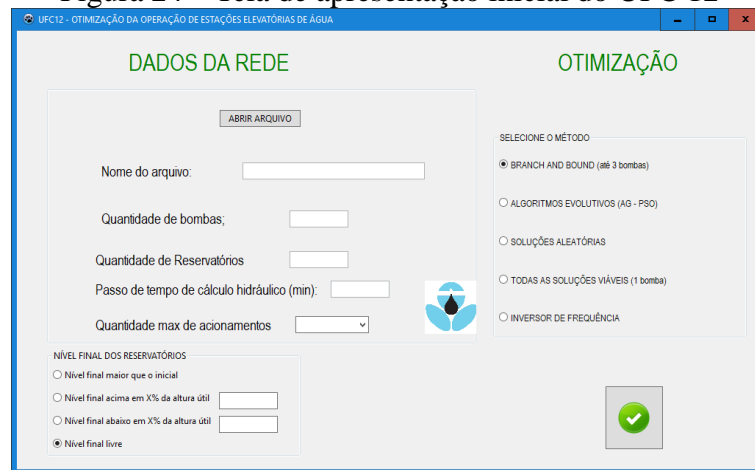


MANUAL UFC 12

O UFC 12 é um software para otimização do custo energético de estações elevatórias de água. Trata-se de um software executável, construído no ambiente de desenvolvimento Free Pascal Lazarus, portanto não necessita de instalador.

1. Abre-se o programa e aparecerá uma janela conforme a Figura 24.
2. Clica-se em ABRIR ARQUIVO e busca-se na devida pasta o arquivo INP da rede que se deseja analisar.

Figura 24 – Tela de apresentação inicial do UFC 12




Fonte: elaborada pelo autor.

3. Conforme a Figura 25, o programa realiza a leitura imediata de alguns dados da rede mais relevantes para o processo de otimização e suas restrições (quantidade de bombas e reservatórios).

Figura 25 – Janela de seleção das restrições e do algoritmo otimizador

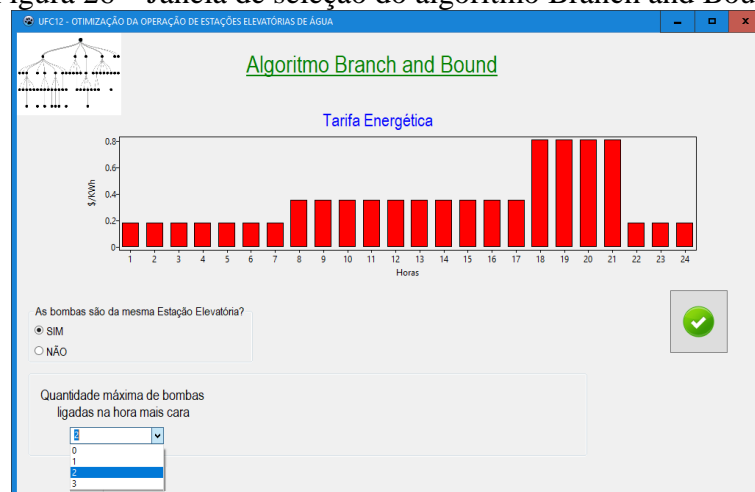



4. Realiza-se a imposição da primeira restrição (relativa à quantidade permitida de acionamentos diários). Pode-se optar por trabalhar com um número máximo de acionamentos de 0 a 5, ou ainda, deixar irrestrito parâmetro ao se selecionar a opção LIVRE.
5. Realiza-se a imposição da segunda restrição (relativa ao nível dos reservatórios). Pode-se optar pela condição em que o nível final é superior ao inicial, acima ou abaixo da altura útil no percentual que for informado, ou ainda, optar por não impor restrição, selecionando a opção NÍVEL FINAL LIVRE.
6. Seleciona-se a opção do algoritmo otimizador com o qual se deseja trabalhar e clica-se no botão verde .

BRANCH AND BOUND

7. A Figura 26 mostra a janela que surge ao se escolher a primeira opção de algoritmo de otimização (BRANCH AND BOUND). A janela mostra o padrão diário de variação da tarifa energética.
 - 7.1. Informa-se se todas as bombas pertencem ou não à mesma estação elevatória.
 - 7.2. Seleciona-se a quantidade máxima de bombas que se permitem estar ligadas no período em que a tarifa é mais onerosa.
 - 7.3. Não é necessário informar o tempo de busca, pois a varredura é feita de maneira integral, ou seja, até que seja percorrido todo o universo de soluções viáveis.

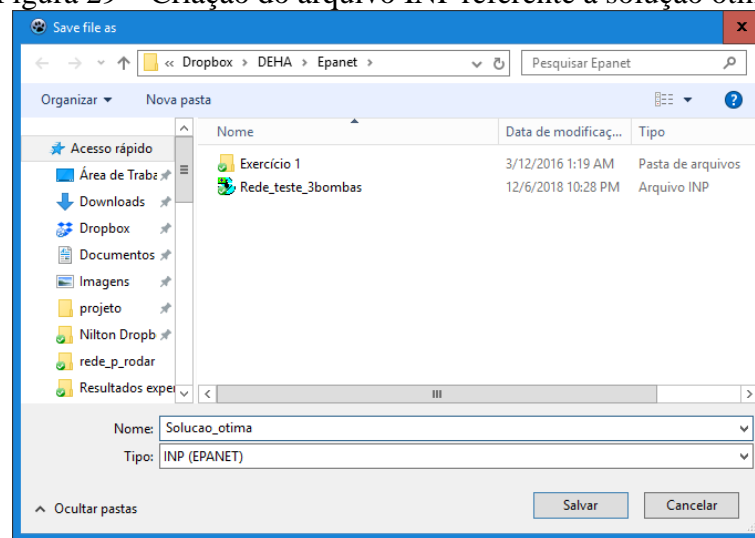
Figura 26 – Janela de seleção do algoritmo Branch and Bound



8. Clica-se no botão verde  para iniciar o processo de otimização.

- 10.1. Na parte superior, exibe-se a solução e o custo energético ótimos e, ainda, uma lista com todas as soluções viáveis elencadas por ordem crescente de custo.
 - 10.2. O gráfico na parte intermediária retrata a variação diária dos níveis de cada um dos reservatórios na ocasião da solução ótima.
 - 10.3. Na região inferior, apresenta-se a estratégia operacional ótima, identificando o número de bombas ligadas a cada hora do dia.
11. Finalmente, pode-se clicar no botão GERAR INP para criar um arquivo com a referida extensão, contendo os dados da solução ótima, conforme a Figura 29.

Figura 29 – Criação do arquivo INP referente à solução ótima



12. O arquivo com extensão .INP pode ser gerado da mesma maneira para todos os outros algoritmos de otimização.

ALGORITMOS EVOLUTIVOS (AG – PSO)

13. A Figura 30 mostra a janela que surge ao se escolher a segunda opção de algoritmo de método de otimização (ALGORITMOS EVOLUTIVOS AG – PSO). Deve-se escolher um dos métodos apresentados para iniciar a simulação.
- 13.1. No lado esquerdo da tela, solicita-se a inserção dos dados de entrada referentes aos algoritmos genéticos.
 - 13.2. Na região da direita, requerem-se os parâmetros relativos ao PSO.
 - 13.3. Para qualquer hipótese de algoritmo selecionado, deve-se informar o tempo de busca com o qual se pretende trabalhar.

Figura 30 – Janela de inserção dos parâmetros dos algoritmos evolutivos (AG – PSO)

The screenshot shows a software interface for configuring evolutionary algorithms. It has two columns of settings:

- PARÂMETROS AG:**
 - TEMPO (MIN): 10
 - TAMANHO DA POPULAÇÃO: 100
 - SELEÇÃO-TORNEIO(n): 2
 - TAXA DE CRUZAMENTO(%): 90
 - TAXA DE MUTAÇÃO(%): 5
 - TAXA DE ELITISMO(%): 2
 - RESTART(n): 100
- PARÂMETROS PSO:**
 - TEMPO (MIN): 10
 - TAMANHO DA POPULAÇÃO: 100
 - RESTART(n) C1: 100, C2: 1
 - RESTART(n) C2: 1
 - Quantidade de Bombas Ligadas nas horas mais caras: 2

At the bottom of each column is a green checkmark button.


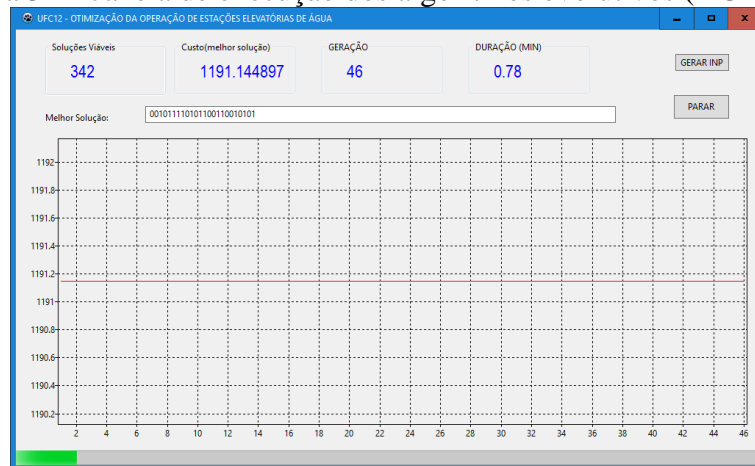
14. Clica-se no botão verde  referente ao algoritmo escolhido para iniciar o processo de otimização.
15. A Figura 31 representa a janela de execução do UFC 12 mediante a técnica de busca dos algoritmos evolutivos: AG ou PSO.

Figura 31 – Janela de execução dos algoritmos evolutivos (AG – PSO)

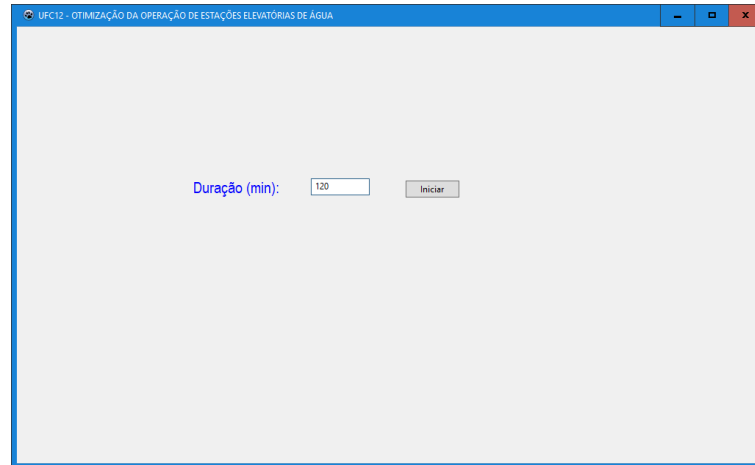


- 15.1. Durante o processo, apresentam-se na parte superior da janela as informações do tempo decorrido, do número de soluções viáveis encontradas até o momento e do custo referente à melhor solução.
- 15.2. Na área maior da tela, exibe-se um gráfico dinâmico com uma linha vermelha representando o custo energético referente à melhor solução encontrada até um determinado momento.
- 15.3. Caso se deseje interromper o processo antes do tempo informado, basta clicar no botão PARAR.

SOLUÇÕES ALEATÓRIAS

16. A terceira técnica de otimização é a busca por soluções aleatórias. Esta estratégia não segue uma regra determinada como os demais algoritmos, portanto, conforme a Figura 32, para começar o processo de busca basta informar o tempo e clicar em INICIAR.

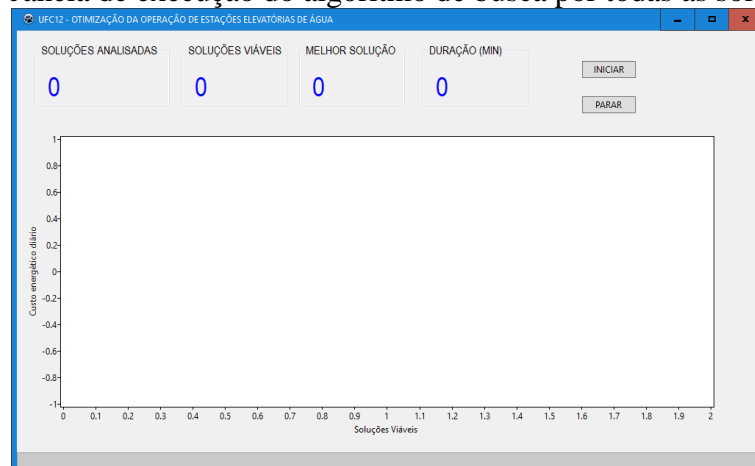
Figura 32 – Janela de seleção do processo aleatório de busca



TODAS AS SOLUÇÕES VIÁVEIS

17. O quarto método de otimização é a busca e análise de todas as soluções viáveis e pode ser aplicado exclusivamente a sistemas com uma única bomba. O tempo necessário à varredura completa do espaço de busca é de aproximadamente 32 horas.
18. Conforme a Figura 33, para começar a otimização basta acionar o botão INICIAR.

Figura 33 – Janela de execução do algoritmo de busca por todas as soluções viáveis




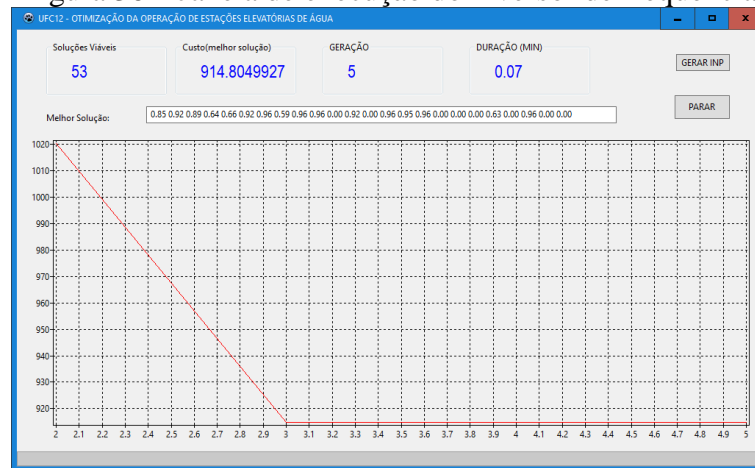
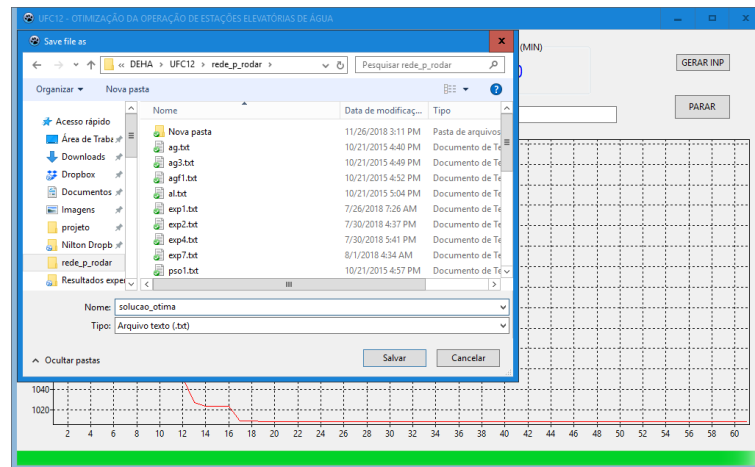
- 21.1. Neste caso, a variável de decisão é contínua (real) e representa a velocidade das bombas a cada hora do ciclo diário.
- 21.2. Assim como em uma das opções da segunda técnica de otimização, o inversor de frequência também se fundamenta no algoritmo de enxame por enxame de partículas (PSO). A diferença entre este método e o anterior está na natureza da variável de decisão.
22. Clica-se no botão verde  para iniciar o processo de otimização.
23. A Figura 36 representa a janela de execução do UFC 12 mediante o processo de busca e otimização pelo método INVERSOR DE FREQUÊNCIA.

Figura 36 – Janela de execução do inversor de frequência



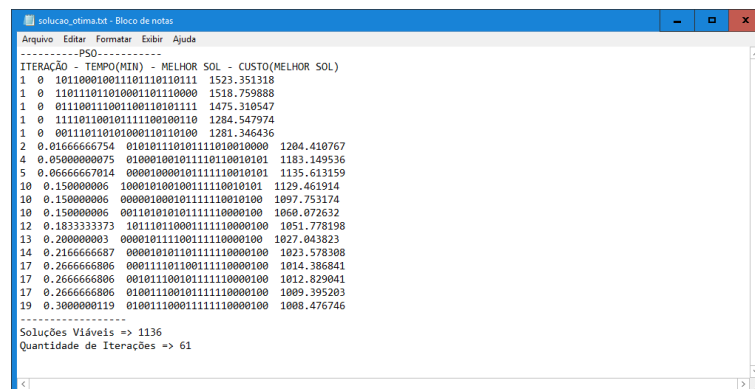
- 23.1. Durante o processo, apresentam-se na parte superior da janela as informações do tempo decorrido, do número de soluções viáveis encontradas até o momento e do custo referente à melhor solução.
- 23.2. Na área maior da tela, exibe-se um gráfico dinâmico com uma linha vermelha representando o custo energético referente à melhor solução encontrada até um determinado momento.
- 23.3. Caso se deseje interromper o processo antes do tempo informado, basta clicar no botão PARAR.
24. Após encerrado o processo de busca e otimização, surge uma janela conforme a Figura 37 para gerar um arquivo txt (opcional), contendo os dados das soluções encontradas.

Figura 37 – Criação do arquivo TXT para as soluções viáveis encontradas



25. A Figura 38 mostra um exemplo de arquivo txt gerado. Nele encontram-se os dados das soluções viáveis encontradas em ordem decrescente de custo energético.

Figura 38 – Arquivo TXT gerado pelo UFC 12



26. O arquivo com extensão .txt também pode ser gerado da mesma maneira para a opção ALGORITMOS EVOLUTIVOS (AG – PSO).