

Dimensionamento de Elevatórias no Software SANCAD

Introdução

Através do presente documento, a Sanegraph Ltda faz uma apresentação de como o projetista pode utilizar o software **SANCAD** para dimensionar Estações Elevatórias, uma vez que originalmente ele voltado apenas para projetos de redes coletoras de esgotos sanitários.

O **SANCAD** foi criado nos anos iniciais da década de 1990, tendo sua primeira versão lançada no mercado e registrada no INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial – em outubro de 1995.

Ao longo desses anos, o **SANCAD** passou por inúmeros aperfeiçoamentos, implementações de novos recursos técnicos, incluindo uma reformulação geral com troca de linguagem de programação, porém sempre contemplando a rede. E nossos clientes, ao terem que dimensionar alguma Elevatória, recorriam a outros softwares ou mesmo a planilhas XLS.

Face a isso, decidimos desenvolver um módulo específico para o dimensionamento das Elevatórias, integrando-o ao restante do **SANCAD**.

Descrição geral

Por simplificação e considerando a grande preponderância das Elevatórias de pequeno a médio porte e com uso de bombas submersíveis, nosso foco foi desenvolver o módulo que abrangesse este tipo de instalação somente.

A abordagem geral é ensaiar, a partir das vazões máximas e mínimas esperadas no trecho final da rede, diversas possibilidades de combinações potência dos conjuntos motobomba x diâmetro da linha de recalque, já que este é classicamente um problema de solução indeterminada, admitindo N soluções possíveis.

A indicação da melhor solução é dada pelo **SANCAD** a partir de análise de custos envolvidos, tanto de implantação como de operação (energia elétrica) ao longo do horizonte de funcionamento da Elevatória (adotado período de 20 anos), com cálculo do custo anual de energia elétrica em cada ano, trazendo para valor presente.

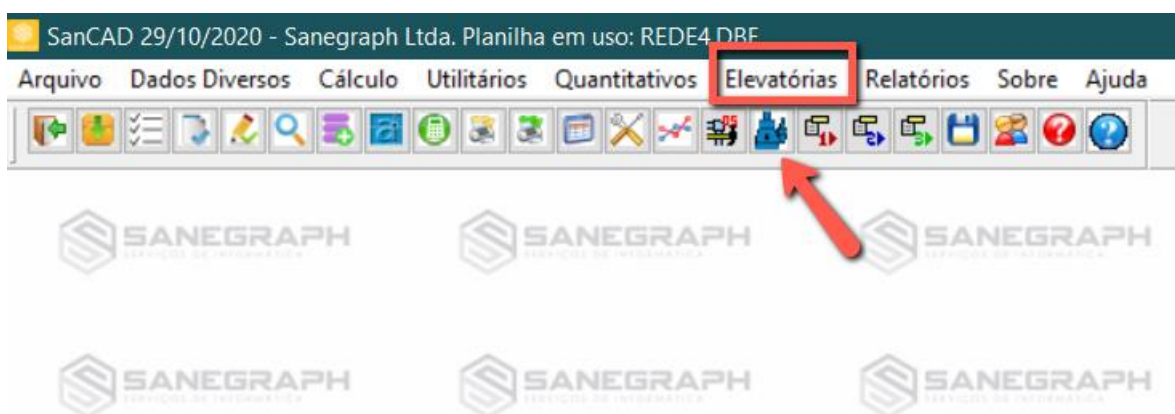
É feito, além do dimensionamento dos conjuntos elevatórios e da linha de recalque, também o cálculo dos volumes útil e efetivo do poço úmido, verificando para as vazões mínimas o tempo de detenção (condição da norma é este seja inferior a 30 minutos, para evitar condições sépticas no local) e para as vazões máximas o número de partidas por hora (recomendações dos fabricantes que seja inferior a 6 partidas por hora, ou seja, tempo de ciclo acima dos 10 minutos).

A rotina permite a adoção de uma única bomba em funcionamento, caso mais simples das

Elevatórias de pequeno porte, com 1 unidade em operação e 1 de reserva), como também admite os casos de haver bombas operando em paralelo.

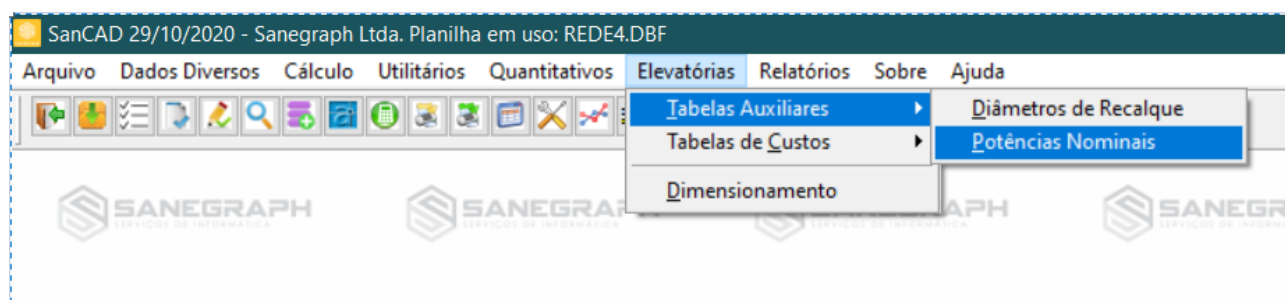
Acesso à rotina

Como pode ser visto na figura abaixo, pode-se acessar a área das Elevatórias pelo menu superior ou pelo botão da barra de ferramentas com o ícone de uma bomba submersível.



O acesso pelo menu superior permite abrir e editar duas tabelas auxiliares, as quais são usadas na rotina de dimensionamento, a saber:

- Diâmetros de recalque
- Potências nominais



Já a opção da Tabelas de Custos dá acesso a três rotinas, também necessárias ao dimensionamento:

- Taxas de juros
- Custos de energia elétrica – demanda em Kw e consumo em Kwh
- Escavação e reaterro

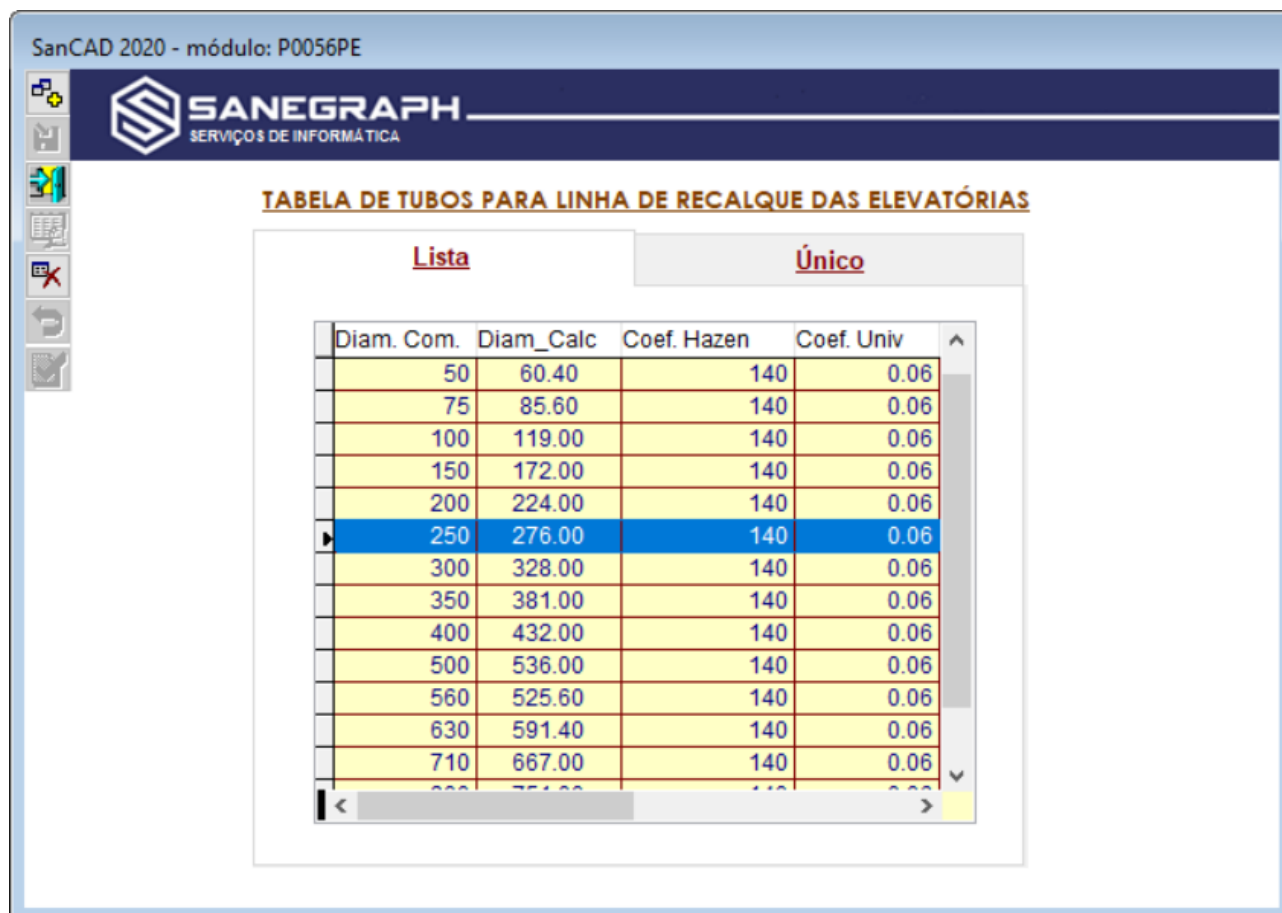


A seguir a explicação a respeito de cada uma dessas cinco rotinas:

Diâmetros de recalque

Permite a inclusão e exclusão de diâmetros que são usados na linha de recalque da Elevatória, além da edição de seus coeficientes, custo por metro, material, diâmetro interno de cálculo, etc.

As duas imagens a seguir mostram o uso da rotina:



SanCAD 2020 - módulo: P0056PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

TABELA DE TUBOS PARA LINHA DE RECALQUE DAS ELEVATÓRIAS

Lista	Único
Diâmetro Comercial (mm):	250
Diâmetro de Cálculo (mm):	276.00
Espessura do Tubo (mm):	11.0
Largura da Vala Padrão (m):	0.80
Custo por Metro (R\$):	250.00
Nome do Material:	DEFOFO
Coef. de Hazen William:	140
Coef. Fórmula Universal:	0.06

Potências dos conjuntos elevatórios

Edição das potências disponíveis no mercado e o preço unitário do conjunto motobomba, valores esses que podem ser livremente editados pelo projetista, de acordo com sua realidade local.

SanCAD 2020 - módulo: P0055PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

CADASTRO DE POTÊNCIAS DOS MOTORES ELÉTRICOS

Potência (CV)	Preço p/ un
1.0	600.00
1.5	1500.00
2.0	2000.00
3.0	3700.00
4.0	5500.00
5.0	8600.00
6.0	12000.00
7.5	15000.00
10.0	18000.00
12.5	20000.00

SanCAD 2020 - módulo: P0055PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

CADASTRO DE POTÊNCIAS DOS MOTORES ELÉTRICOS

Lista Único

Potência do Motor Elétrico (CV):

Preço por Unidade (R\$):

Taxas de juros anuais

Permite a edição dos valores de taxa de retorno anual e também da taxa estimada de aumento do custo das tarifas de energia elétrica, conforme imagem:

SanCAD 2020 - módulo: P0054PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

CADASTRO DAS TAXAS ANUAIS DE JUROS

Taxa de Juros Anuais (%):

Taxa de Aumento Anual da Energia (%):

Custos de energia elétrica

Para edição dos valores cobrados pela concessionária de energia elétrica local, a título de demanda (potência instalada em Kw) e a título de consumo mensal em Kwh. No cálculo do custo de consumo, a rotina de dimensionamento considera ano a ano o número de horas de operação diária.

SanCAD 2020 - módulo: P0053PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

CADASTRO DOS CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA

Custo de Demanda (R\$ por Kw):

Custo de Consumo (R\$ por Kwh):

Custos de escavação e reaterro

Permite a edição dos valores locais desses serviços, considerando que de acordo com a NBR 12266, a largura da vala é variável conforme o diâmetro.

SanCAD 2020 - módulo: P0053PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

CADASTRO DOS CUSTOS DE ESCAVAÇÃO E REATERRO

Custo de Escavação de Valas (R\$/m3):

Custo de Reaterro de Valas (R\$/m3):

Rotina de dimensionamento


Esta é a principal do módulo e é composta de uma tela com sete abas. Elas devem ser usadas na sequência, dentro da lógica passo a passo do dimensionamento de uma unidade de bombeamento.

Aba 1 – listagem geral das unidades

Nela são listadas as N Estações Elevatórias por projeto. Embora a lógica seja haver uma única unidade por projeto, permitimos que sejam projetadas várias EE. Mas basicamente esta aba tem por objetivo cadastrar as unidades, conforme imagem a seguir:

Com o clique no botão que aparece na imagem anterior, abre-se a tela para captura das vazões do trecho, selecionando-se seu código na rede, conforme abaixo:


Captura de Vazões da Rede



Trecho da Rede Coletora: 001-033 

Vazão Inicial Mínima (l/s): 6.86953 Vazão Final Mínima (l/s): 9.36925

Vazão Inicial Média (l/s): 13.7391 Vazão Final Média (l/s): 18.7385

Vazão Inicial Máxima (l/s): 24.7303 Vazão Final Máxima (l/s): 33.7293



Aba 3 – dimensionamento do poço úmido

Apresenta os dados do poço, se já foi dimensionado. Na tela há o botão que permite o acesso à sub tela para o cálculo do poço, conforme abaixo:

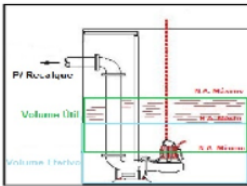
SanCAD 2020 - módulo: P0051PE



SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS COM BOMBAS SUBMERSÍVEIS

Listagem Dados de Vazão **Poço Úmido** Diâmetro de Recalque Curva da Bomba Cavitação Ariete

01-ELEVATÓRIA 01

Volume Útil do Poço (m3):	5.4	Volume Efetivo do Poço (m3):	7.6
Faixa Operacional das Bombas (m): (altura útil)	1.0	Distância do N.A. Médio ao fundo (altura efetiva)	1.4
Forma do Poço em Planta:	RETANGULAR	Tempo Detenção Máximo (minutos): (p/ vazão mínima - início de plano)	18.44
Área do Poço (m2):	5.4	Número de Partidas por Hora: (p/ vazão Máxima - fim de plano)	4
Dimensão 1 em Planta (m):	2.00		
Dimensão 2 em Planta (m):	2.70		
Diâmetro do Poço Circular (m):	0.0		

PLANILHA EM USO: C:\PROJETOS\ESGOTOS\EDUARDO_UFRJ_01\REDE4.DBF

Clicando-se no botão, tem-se a tela a seguir, a qual contém o botão para o cálculo do poço:

Dimensionamento do Poço Úmido da Elevatória

Volume Útil do Poço (m3): 5.4

Altura Útil do Poço (m): 1.0

Área do Poço (m2): 5.4

Forma do Poço: RETANGULAR CIRCULAR

Diâmetro do Poço (m): 0.0

Lado 1 do Poço (m): 2.00

Lado 2 do Poço (m): 2.70

Altura NA Médio ao Fundo do Poço (m): 1.4

Volume Efetivo do Poço (m3): 7.6

P/ Recalque

Volume Útil

Volume Efetivo

N.A. Máximo

N.A. Médio

N.A. Mínimo

Poço Úmido - corte esquemático

Aba 4 – diâmetro da linha de recalque

Nesta aba, têm-se os resultados armazenados do dimensionamento e escolha do diâmetro econômico da linha, se esta já foi feita, além do botão para a sub tela de seleção do diâmetro de menor custo global – análise econômica da linha em termos de custos de implantação e custos de operação.

O algoritmo baseia-se numa pré seleção do melhor diâmetro, obtido pela fórmula de Bresse (lembrando que em relação à fórmula tradicional, o coeficiente K é afetado pelo número de horas diárias de operação da Elevatória previsto para fim de plano).

E então a partir desse diâmetro de referência pré selecionado, a rotina busca 2 diâmetros acima e 2 abaixo deste, seguindo a tabela cadastrada de diâmetros.

Com base nos custos cadastrados de taxas anuais de retorno, de escavação e reaterro, além das tarifas de energia elétrica, a rotina faz o dimensionamento hidráulico da linha, seleção da potência dos motores elétricos e apresenta o diâmetro que gera o menor custo global, lembrando-se que todos os custos de desembolso anual são trazidos para valor presente, a fim de poder ser feita a comparação com os custos imediatos.

A imagem a seguir mostra a tela desta aba. Ela traz os resultados cadastrados da última simulação, com os quatro diâmetros analisados, seus custos relativos, além do diâmetro escolhido.

SanCAD 2020 - módulo: P0051PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS COM BOMBAS SUBMERSÍVEIS

Listagem | Dados de Vazão | Poço Úmido | **Diâmetro de Recalque** | Curva da Bomba | Cavitação | Ariete


01-ELEVATÓRIA 01

Diâmetro - Bresse (mm):	<input type="text" value="213"/>	Diâmetro Econômico Adotado (mm):	<input type="text" value="200"/>
Diâmetro de Estudo 01 (mm):	<input type="text" value="150"/>	Custo Diâmetro de Estudo 01 (R\$):	<input type="text" value="441 302.00"/>
Diâmetro de Estudo 02 (mm):	<input type="text" value="200"/>	Custo Diâmetro de Estudo 02 (R\$):	<input type="text" value="379 501.00"/>
Diâmetro de Estudo 03 (mm):	<input type="text" value="250"/>	Custo Diâmetro de Estudo 03 (R\$):	<input type="text" value="420 281.00"/>
Diâmetro de Estudo 04 (mm):	<input type="text" value="300"/>	Custo Diâmetro de Estudo 04 (R\$):	<input type="text" value="531 351.00"/>
Núm de Bombas em Paralelo:	<input type="text" value="1"/>	Velocidade de Escoamento (m/s):	<input type="text" value="0.91"/>
Desnível Geométrico (m):	<input type="text" value="20.00"/>	Perda de Carga (mca):	<input type="text" value="3.73"/>
Comprimento do Recalque (m)	<input type="text" value="1000.00"/>	Altura Manométrica Total (mca):	<input type="text" value="23.73"/>
Compr. Equiv. Conexões (m)	<input type="text" value="50.00"/>	Potência dos Motores (CV):	<input type="text" value="25.00"/>

PLANILHA EM USO: C:\PROJETO\SIEGOTOS\IEDUARDO_UFRJ_01\REDE4.DBF

Ao se clicar no botão assinalado acima, tem-se acesso à tela dos cálculos e simulações com os quatro diâmetros:

Escolha da Tubulação de Recalque

Vazão de Recalque (l/s):  Número de Bombas em Paralelo:

Diâmetro - Bresse (mm): **Calcula Diâmetro Econômico da Linha de Recalque** ...




Diâmetro de Estudo 01 (mm):	<input type="text" value="150"/>	Custo Diâmetro de Estudo 01 (R\$):	<input type="text" value="441 302.00"/>
Diâmetro de Estudo 02 (mm):	<input type="text" value="200"/>	Custo Diâmetro de Estudo 02 (R\$):	<input type="text" value="379 501.00"/>
Diâmetro de Estudo 03 (mm):	<input type="text" value="250"/>	Custo Diâmetro de Estudo 03 (R\$):	<input type="text" value="420 281.00"/>
Diâmetro de Estudo 04 (mm):	<input type="text" value="300"/>	Custo Diâmetro de Estudo 04 (R\$):	<input type="text" value="531 351.00"/>

Comprimento do Recalque (m) Perda de Carga (mca):

Comp. Equiv. das Conexões (m) Altura Manométrica Total (mca):

Desnível Geométrico Total (m): Potência dos Motores (Elétricos CV):

Vel. de Escoamento (m/s):

Observa-se que no caso em análise, ficou destacado em amarelo o diâmetro DN 200. O projetista, através do botão “...” pode então informar o diâmetro que quiser adotar, sendo

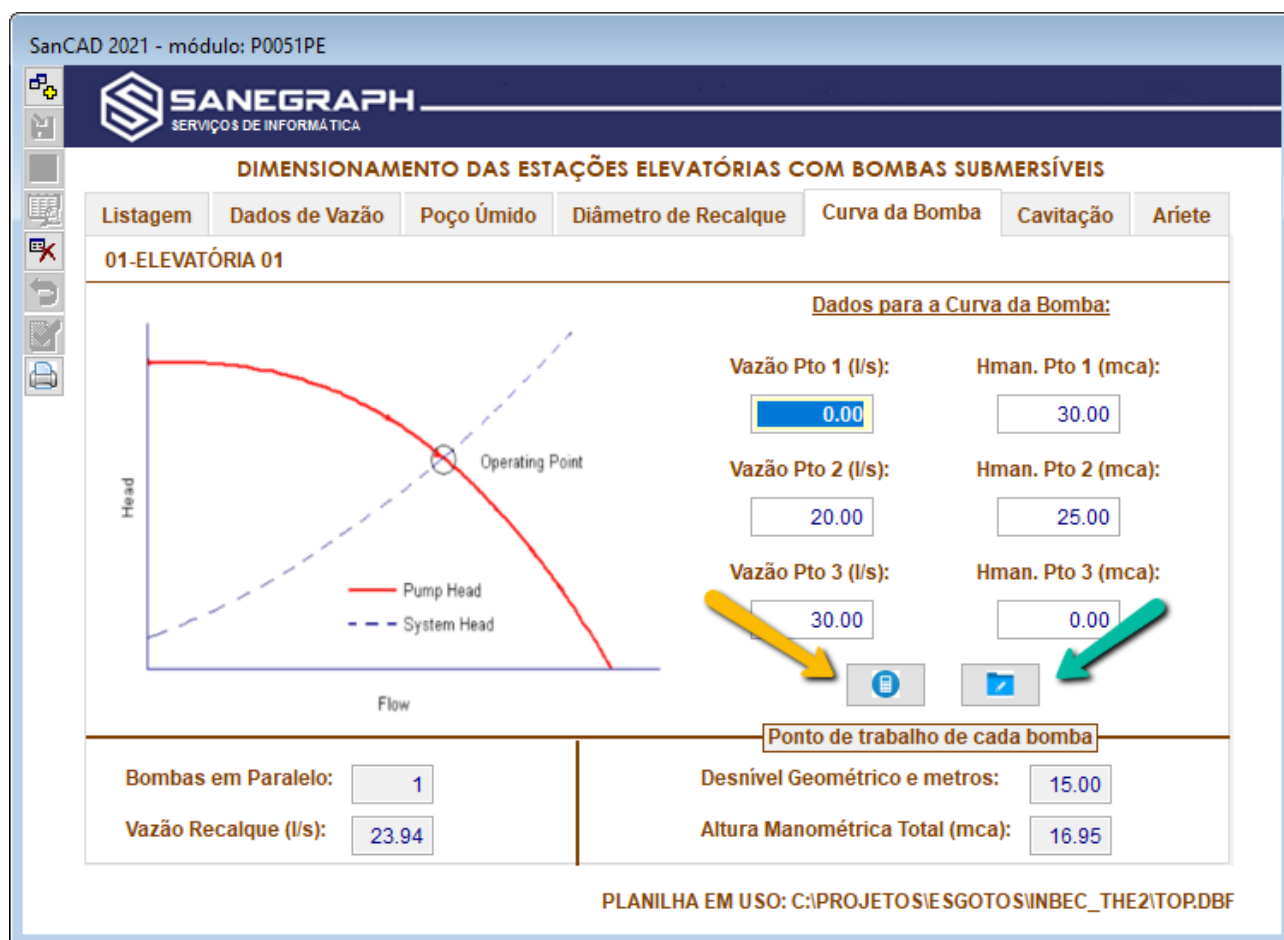
o mais óbvio que o escolhido deverá ser aquele que representa o menor custo.

Aba 5 – curva da bomba x curva do sistema

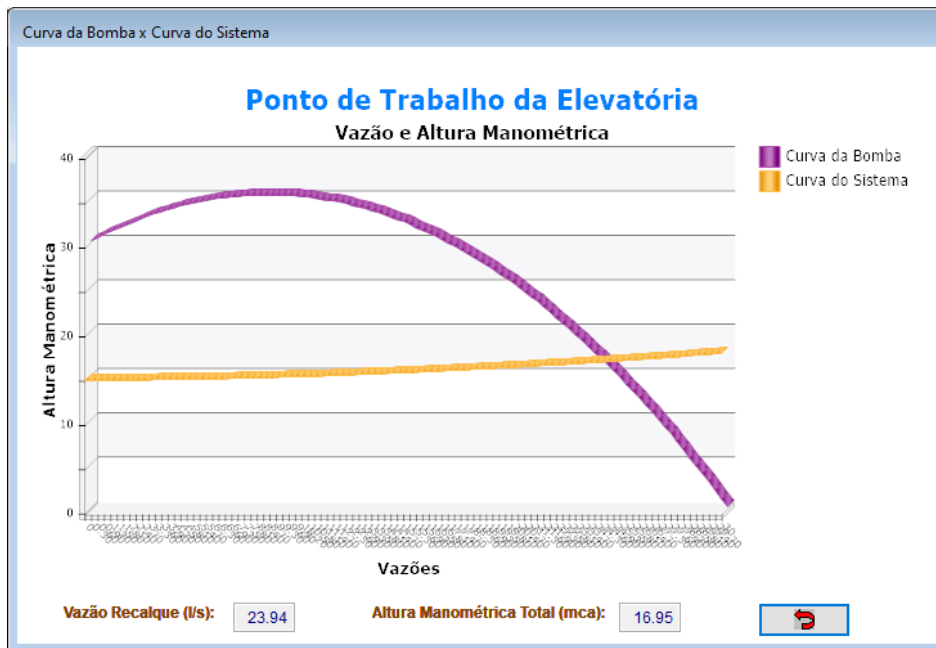
Uma vez definido na aba anterior qual o diâmetro da linha de recalque, todos os demais dados hidráulicos ficam determinados (velocidade, perda de carga, altura manométrica, etc). Em cima disso, o projetista busca então junto aos fabricantes o conjunto motobomba submersível que melhor atenda aquela condição de bombeamento.

O **SANCAD** permite um refinamento dessa escolha, verificando o ponto de trabalho real da bomba selecionado (ou do conjunto de bombas em paralelo, se for o caso), o que é feito nesta aba.

A rotina exige que sejam informados três pontos da curva da bomba, conforme imagem abaixo. Nela se vê também o botão que fará a análise hidráulica do ponto real de trabalho da bomba, gerando a informação na região inferior da tela (botão indicado pela seta na cor amarela):



Usando-se o botão indicado pela seta verde, obtém-se o gráfico contendo as duas curvas em conjunto – curva da bomba e curva do sistema, vendo-se o ponto de encontro das duas curvas, que é o ponto de trabalho da Elevatória, conforme imagem a seguir:



Aba 6 – estudo da cavitação e do NPSH disponível na instalação

Uma vez definidos os dados do bombeamento, nesta aba o projetista deverá informar a altitude do local (para estimativa da pressão atmosférica) e da temperatura média (para a pressão de vapor do líquido).

Com o clique no botão assinalado na imagem a seguir, a rotina faz os cálculos e informa o NPSH em metros, para que o projetista consulte junto ao fabricante qual é o NPSH requerido pela bomba para aquele ponto de trabalho. A condição para o bom funcionamento da bomba, evitando-se o fenômeno da cavitação, é que o NPSH disponível na instalação seja superior ao NPSH requerido pela bomba.

SanCAD 2020 - módulo: P0051PE

SANEGRAPH
SERVIÇOS DE INFORMÁTICA

DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS COM BOMBAS SUBMERSÍVEIS

Listagem Dados de Vazão Poço Úmido Diâmetro de Recalque Curva da Bomba Cavitação Ariete

01-ELEVATÓRIA 01

Altitude do local (m): 26

Temperatura média (* C): 930.0

NPSH disponível (m): 10.30

Condição:

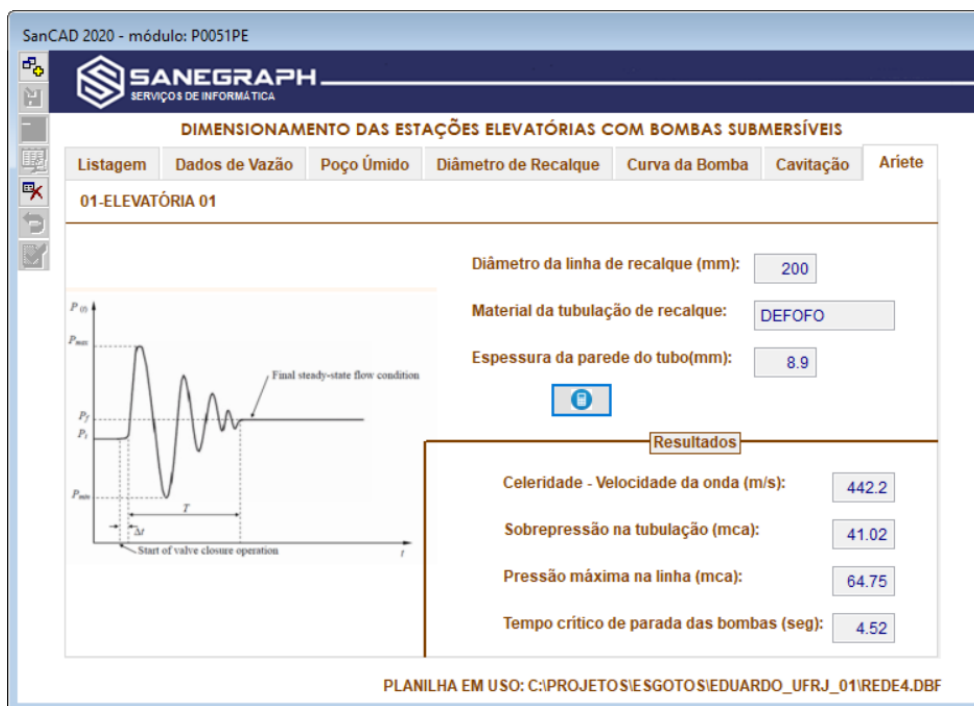
☺ N.P.S.H_d > N.P.S.H_r 5.45

💣 N.P.S.H_d - N.P.S.H_r > 0,50m

PLANILHA EM USO: C:\PROJETO\SIESGOTOS\IEDUARDO_UFRJ_01\REDE4.DBF

Aba 7 – estudo da sobrepressão e golpe de aríete

Nesta aba, também com os dados definidos do ponto de trabalho dos conjuntos motobomba, é feita uma simulação da sobrepressão esperada na linha de recalque no caso de um fechamento rápido do registro ou no caso de interrupção abrupta do fornecimento de energia elétrica.



Usa-se a fórmula de Allievi para o cálculo da celeridade (velocidade de propagação da onda) e a fórmula de Joukowsky para o cálculo da sobrepressão. Este valor, somado à altura manométrica, dará a pressão máxima na linha.

Os valores resultantes são então apresentados na região inferior da aba.

O **SANCAD** poderá ser instalado ou atualizado através do download do Instalador a partir do web site da Sanegraph, pelo link:

www.sanegraph.com.br/dados/setup_sancad_fox.exe