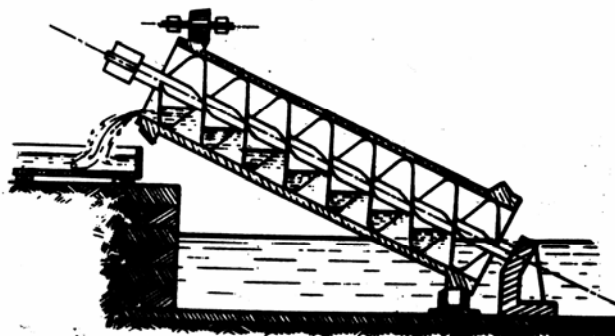
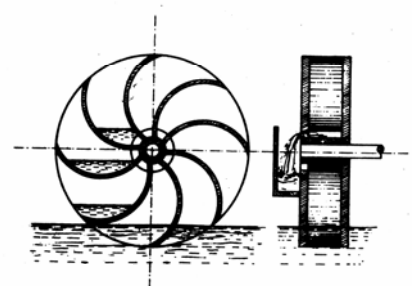
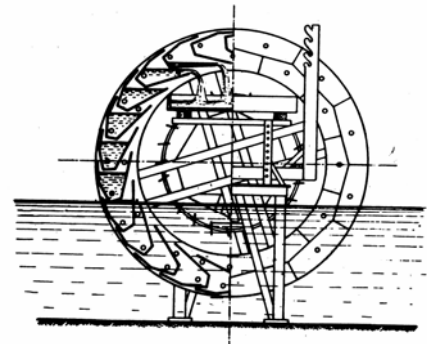
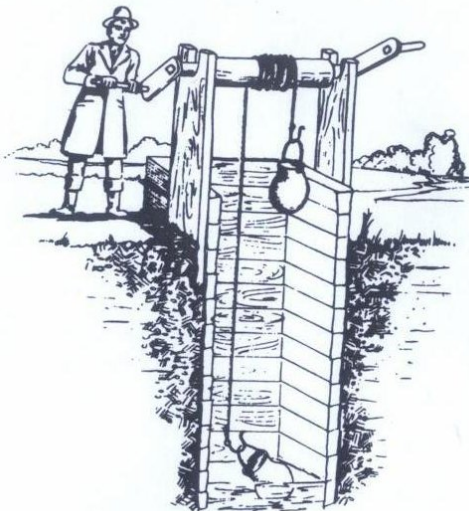


# MÁQUINAS HIDRÁULICAS – TURBINAS E BOMBAS

## MÁQUINAS HIDRÁULICAS PRIMITIVAS



## MÁQUINAS HIDRÁULICAS – TURBINAS E BOMBAS

**BOMBAS** - RECEBEM ENERGIA MECÂNICA, GERALMENTE FORNECIDA POR UMA MÁQUINA MOTRIZ E TRANSFORMAM-NA EM ENERGIA HIDRÁULICA, SOB A FORMA DE ENERGIA POTENCIAL DE PRESSÃO E CINÉTICA.

**CLASSIFICAÇÃO:**

(1) BOMBAS VOLUMÉTRICAS OU DE DESLOCAMENTO POSITIVO E (MEMBRANA E DE PISTÃO), E

(2) TURBOBOMBAS (HIDRODINÂMICAS-BOMBAS),

### - TURBOBOMBAS

AS TURBOBOMBAS SÃO CARACTERIZADAS POR POSSUÍREM UM ÓRGÃO ROTATIVO DOTADO DE PÁS (ROTOR OU IMPULSOR), QUE EXERCE SOBRE O LÍQUIDO FORÇAS QUE RESULTAM DA ACELERAÇÃO QUE LHE IMPRIME.

AS FORÇAS GERADAS SÃO DO TIPO QUANTIDADE DE MOVIMENTO POR UNIDADE DE TEMPO, CAUDAL MÁSSICO VEZES A VELOCIDADE,  $\rho Q \vec{v}$ .

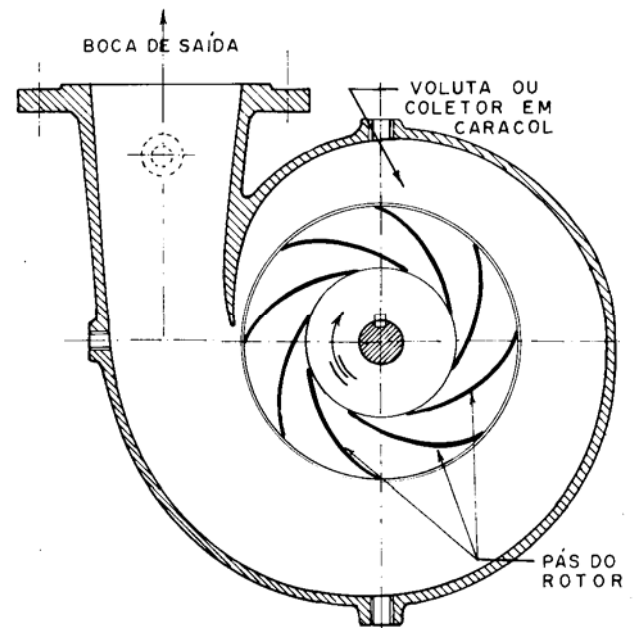
O ROTOR COMUNICA AO CAUDAL MÁSSICO ( $\rho Q$ ) UMA VELOCIDADE ( $v$ ), OU SEJA, UM IMPULSO EFECTIVO PARA JUSANTE, POR FORMA A QUE O FLUIDO ADQUIRA UM ACRÉSCIMO EFECTIVO DE “ENERGIA CINÉTICA”.

PARA ALÉM DO ROTOR, AS TURBOBOMBAS POSSUEM O DIFUSOR (VOLUTA), ONDE OCORRE A TRANSFORMAÇÃO DA MAIOR PARTE DA ELEVADA ENERGIA CINÉTICA QUE O LÍQUIDO RECEBE DO ROTOR, EM “ENERGIA DE PRESSÃO”.

TRATA-SE, POIS DE UM ELEMENTO DE SECÇÃO GRADATIVAMENTE CRESCENTE.

CLASSIFICAÇÃO DAS BOMBAS:

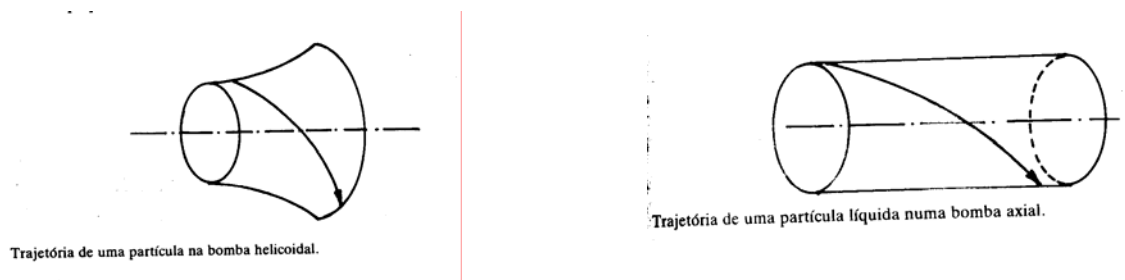
SEGUNDO A TRAJECTÓRIA DO LÍQUIDO NO ROTOR:



(1) CENTRÍFUGAS OU RADIAIS,	(2) SEMI-AXIAIS	(3) AXIAIS

- (1) **CENTRÍFUGAS - A MOVIMENTAÇÃO DO FLUÍDO DÁ-SE DO CENTRO PARA A PERIFERIA DO ROTOR, NO SENTIDO PERPENDICULAR AO EIXO DE ROTAÇÃO; AS TRAJECTÓRIAS SÃO, PORTANTO, CURVAS PRATICAMENTE PLANAS CONTIDAS EM PLANOS RADIAIS.**

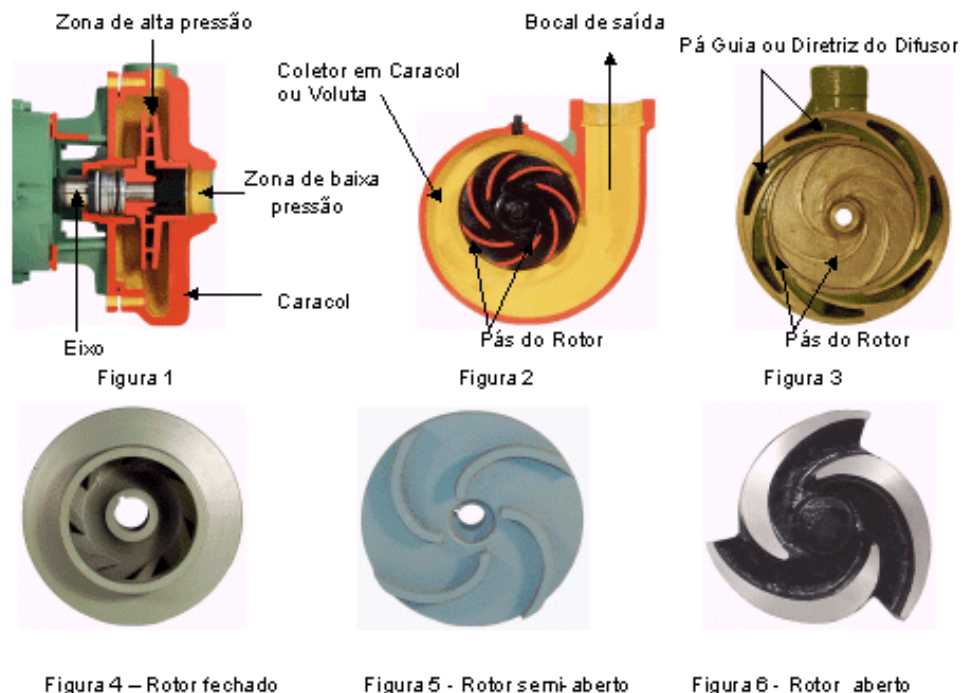
- (2) **SEMI-AXIAIS – O LÍQUIDO ATINGE AS PÁS COM UMA INCLINAÇÃO BASTANTE ACENTUADA EM RELAÇÃO AO EIXO E DESCREVE UMA TRAJECTÓRIA DO TIPO HÉLICE CÓNICA, REVERSA, HELICOIDAL**
- (3) **AXIAIS - AS TRAJECTÓRIAS DAS PARTÍCULAS LÍQUIDAS COMEÇAM PARALELAMENTE AO EIXO E TRANSFORMAM-SE EM HÉLICES CILÍNDRICAS.**



**FIGURA 1: VISTA LATERAL DO CARACOL (VOLUTA) E DO ROTOR EM CORTE DE UMA BOMBA CENTRÍFUGA;**

**FIGURA 2: VISTA FRONTAL DO CARACOL (VOLUTA) E DO ROTOR EM CORTE DE UMA BOMBA CENTRÍFUGA;**

**FIGURA 3: CARACOL (VOLUTA) DE DESCARGA CENTRALIZADA COM DIFUSOR FIXO;**

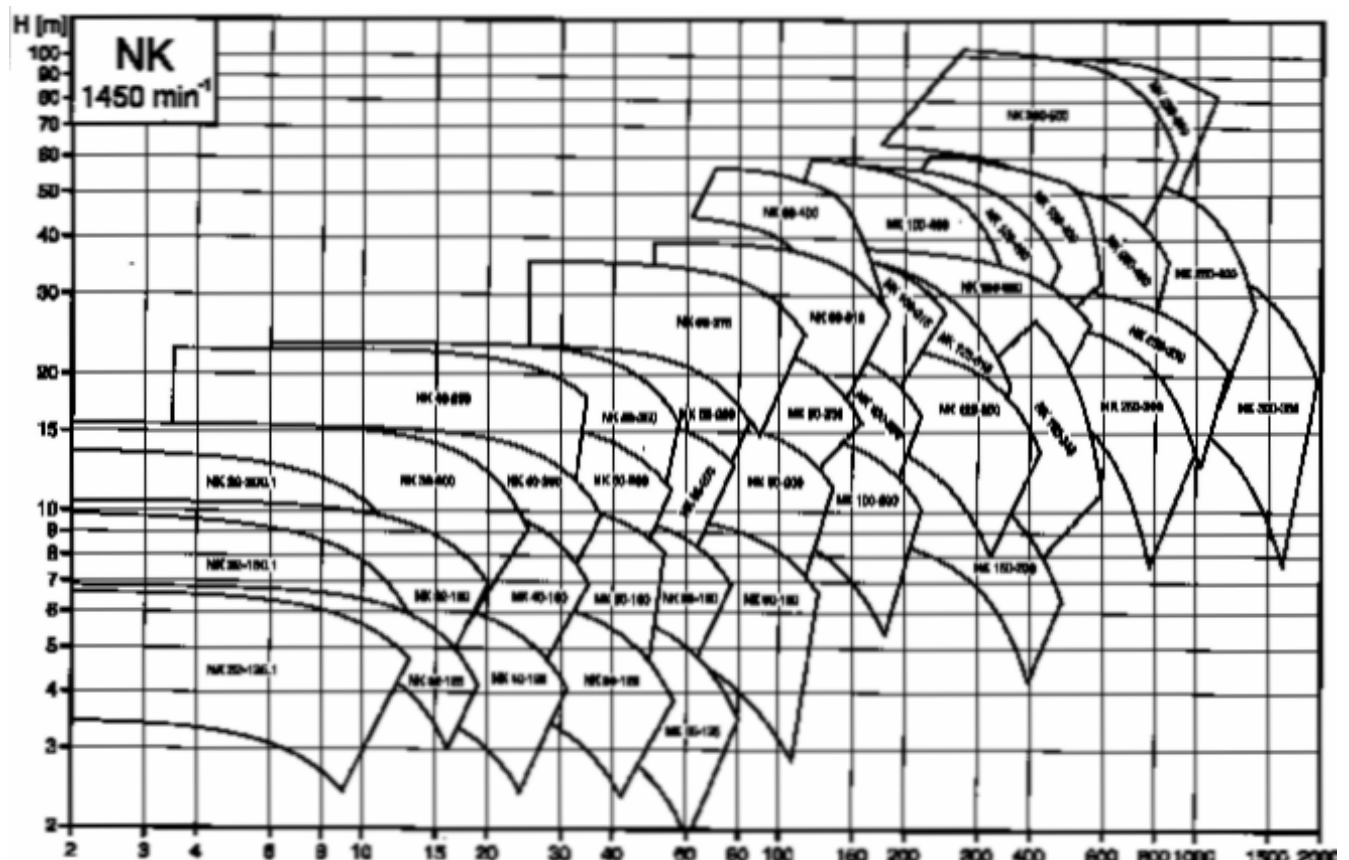


## OUTRAS CLASSIFICAÇÕES MAIS INTERESSANTES E PRÁTICAS:

- (1) QUANTO À FINALIDADE: PARA ESGOTO, ÁGUA LIMPA, LAMAS, ETC.;
- (2) QUANTO À POSIÇÃO DO EIXO: HORIZONTAL OU VERTICAL;
- QUANTO À INSTALAÇÃO: A SECO, TOTALMENTE SUBMERSA, BOMBA SUBMERSA E MOTOR A SECO.

PARA CADA TIPO ESPECÍFICO DE BOMBA, OS FABRICANTES FORNECEM O CHAMADO **DIAGRAMA EM MOSAICO**, DEFININDO ÁREAS ESPECÍFICAS DE FUNCIONAMENTO PARA CADA MODELO (OU DIMENSÃO):

### DIAGRAMA MOSAICO - CAUDAL – ALTURA DE ELEVação

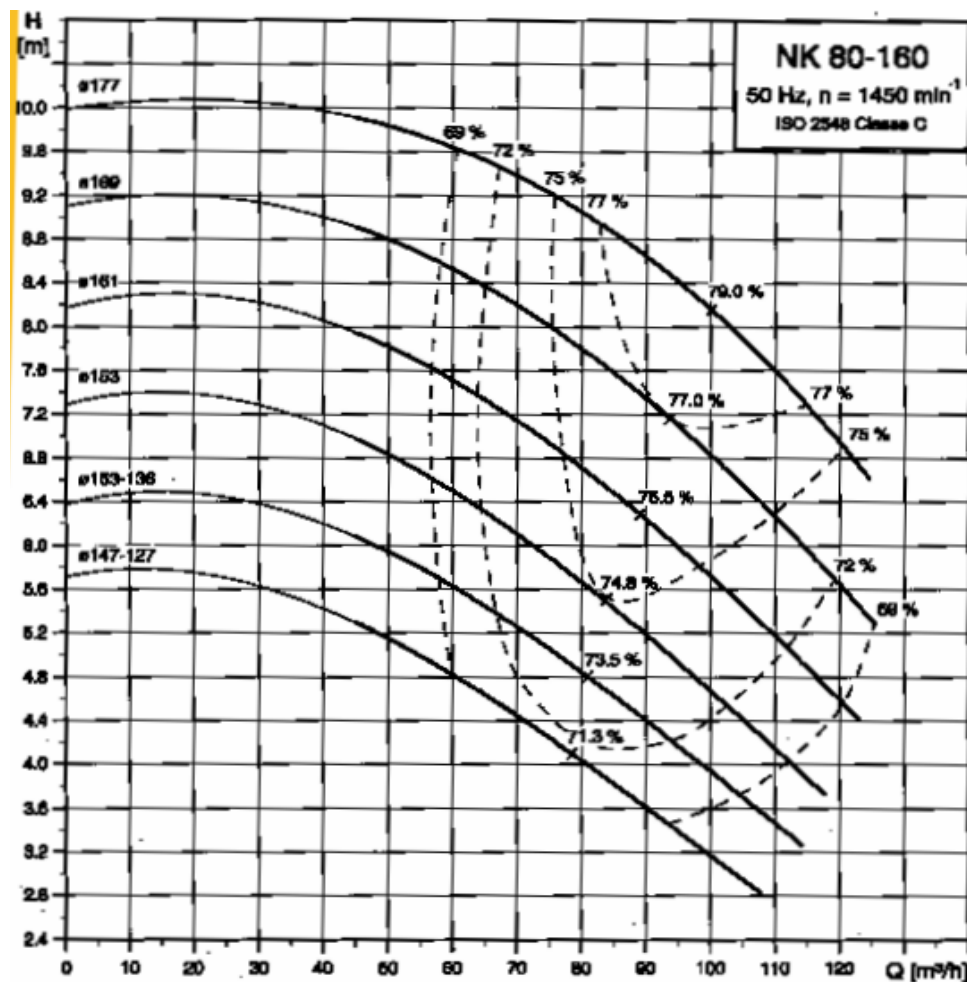


PARA CADA MOSAICO...,

HAVERÁ UM MODELO DE BOMBA, COM DIMENSÕES PRÓPRIAS, E COM COMPORTAMENTO HIDRÁULICO ESPECÍFICO, DEFINIDO PELAS RESPECTIVAS **CURVAS CARACTERÍSTICAS.**

O MESMO MODELO DE BOMBA PODE AINDA APRESENTAR SOLUÇÕES DIVERSAS, COM DIFERENTES DIÂMETROS DE ROTOR OU IMPULSOR E COM DIFERENTES VELOCIDADE DE ROTAÇÃO. DESEMPENHOS EXPRESSOS ATRAVÉS DO RESPECTIVO **DIAGRAMA EM COLINA.**

**EXEMPLO DE “DIAGRAMA EM COLINA”**



PARA UMA DETERMINADA MODELO DE BOMBA, O FABRICANTE FORNECE ASSIM, AS SEGUINTE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMENTO:

**1- CURVA CAUDAL – ALTURA DE ELEVAÇÃO (Q-H), PARA DIFERENTES DIÂMETROS DE ROTOR OU IMPULSOR;**

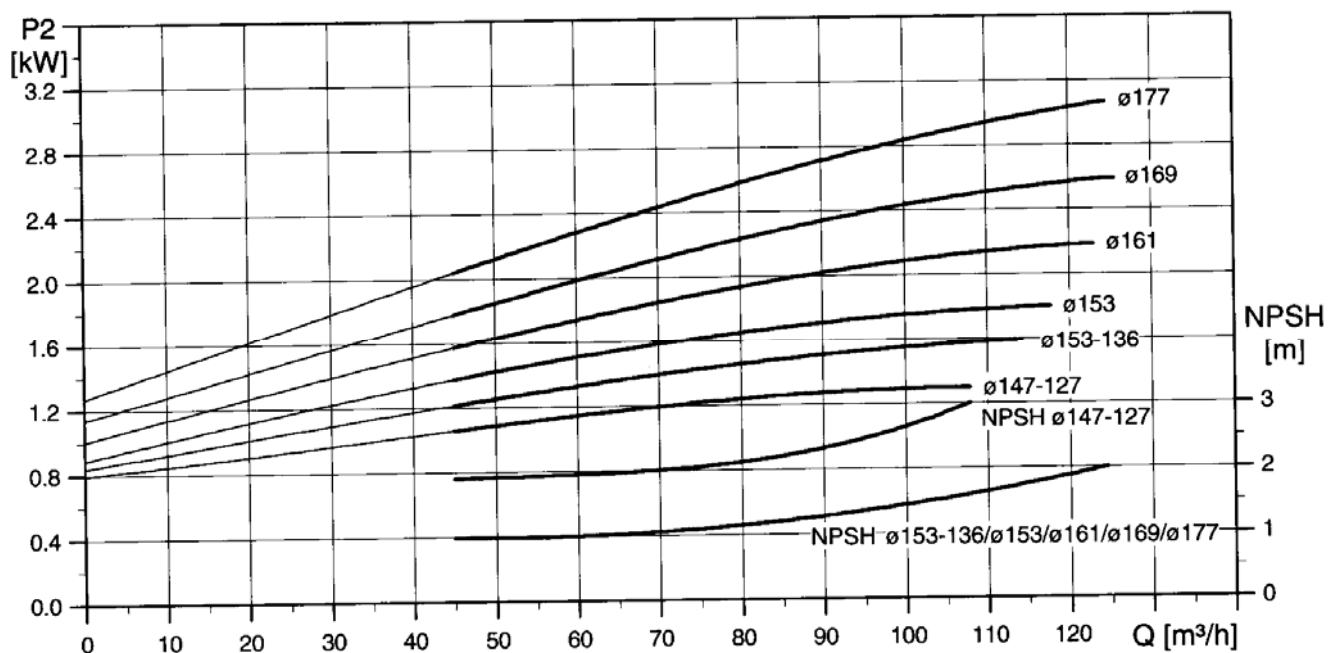
**2- CURVA CAUDAL – RENDIMENTO (Q- $\eta$ ), PARA A ÁREA ABRANGIDA PELOS DIFERENTES IMPULSOR;**

**3- CURVA CAUDAL – POTÊNCIA (Q-P)**

**4- CURVA CAUDAL – NPSH R (Q – NPSH-R)  
SENDO NPSH-R, “NET POSITIVE SUCTION HEAD - REQUERIDO”**

ESTAS CURVAS PODERÃO, COMO NA FIGURA ANTERIOR, SEREM APRESENTADAS DE FORMA INTEGRADA.

NO CASO APRESENTADO CONSTAM OS VALORES Q-H E Q- $\eta$ .



**ESTAS CURVAS SÃO APRESENTADAS IGUALMENTE DE FORMA INTEGRADA, CONTENDO AS RELAÇÕES:**

- 1. Q - P (CAUDAL – POTÊNCIA)**
- 2. Q - NPSH-R. (CAUDAL – NPSH requerido)**

**IMPORTA AGORA CONJUGAR AS CURVAS CARACTERÍSTICAS DA BOMBA COM AS CHAMADAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO OU DO SISTEMA ELEVATÓRIO.**

### **CURVA CARACTERÍSTICA DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA ELEVATÓRIO**

A OPERAÇÃO NORMAL DE BOMBAGEM, CONSISTE, BASICAMENTE, EM FORNECER **ENERGIA** AO LÍQUIDO PARA QUE POSSA EXECUTAR **O TRABALHO** CORRESPONDENTE AO **DESLOCAMENTO** DO SEU **PESO** ENTRE DUAS POSIÇÕES EXTREMAS.

A CURVA CARACTERÍSTICA DA INSTALAÇÃO REPRESENTA POIS A CURVA DE VARIAÇÃO DA ALTURA DE ELEVAÇÃO (OU SEJA, DA ENERGIA ACRESCENTADA) COM OS VALORES DE CAUDAIS ESCOADOS, TENDO APENAS EM CONSIDERAÇÃO A GEOMETRIA E AS CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DO SISTEMA HIDRÁULICO.

**A SABER:**

**(1) DESNÍVEL GEOGRÁFICO ENTRE O RESERVATÓRIO ORIGEM E UM OU VÁRIOS RESERVATÓRIOS DESTINO, NA SITUAÇÃO DE BOMBAGEM ENTRE DOIS RESERVATÓRIOS; OU DÉFICE ENERGÉTICO NA SITUAÇÃO DE BOMBAGEM ENTRE DUAS CONDUTAS OU DOIS RESERVATÓRIOS HIDROPNEUMÁTICOS;**

**(2) CARACTERÍSTICAS DA CONDOTA DE ASPIRAÇÃO E DA CONDOTA ELEVATÓRIA, UMA OU VÁRIAS CONDUTAS, EM**



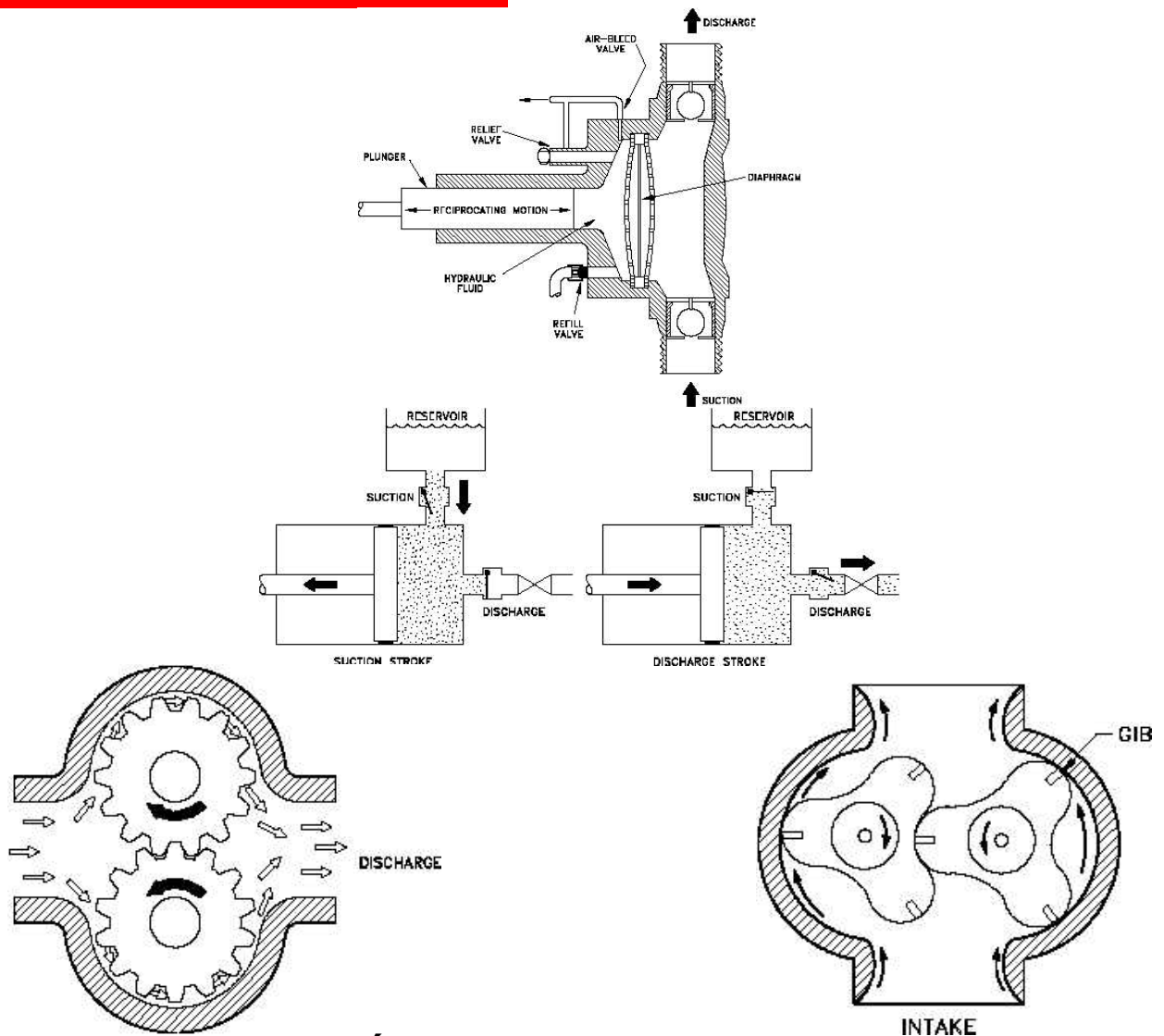
**SÉRIE PARA O MESMO DESTINO, OU EM PARALELO PARA DISTINTOS DIVERSOS;**

**(3) CARACTERÍSTICAS DE EVENTUAIS DISPOSITIVOS QUE POSSAM PROVOCAR PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS, VÁLVULAS DE CONTROLO DE PRESSÃO, VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO, LIMITADORES DE CAUDAL, ETC., EM TODO O SISTEMA ELEVATÓRIO.**

**ESTAS CURVAS REFLECTEM A VARIAÇÃO DA ENERGIA ACRESCENTADA AO ESCOAMENTO DE DIFERENTES VALORES DE CAUDAIS, DE FORMA ISOLADO, PARA UM DOS RESERVATÓRIOS DESTINOS, OU DE FORMA REPARTIDA, PARA DIVERSOS RESERVATÓRIOS DESTINOS EM SIMULTÂNEO.**

$$H_m - \sum \Delta H_I - \sum \Delta H_c + H_e - \sum \Delta H_I - \sum \Delta H_c = H_j$$

## - BOMBAS VOLUMÉTRICAS:



AS BOMBAS VOLUMÉTRICAS DIVIDEM-SE EM:

- B.1. **ÊMBOLO OU ALTERNATIVAS** (PISTÃO, MEMBRANA);
- B.2. **ROTATIVAS** (ENGRENAGENS, LÓBULOS, PALHETAS, HELICOIDAIS, FUSOS, PARAFUSOS, PERISTÁLTICAS).

A SUA CARACTERÍSTICA PRINCIPAL RESIDE NO FACTO DE QUE UMA PARTÍCULA LÍQUIDA EM CONTACTO COM O ÓRGÃO QUE COMUNICA ENERGIA TEM, APROXIMADAMENTE, A MESMA TRAJECTÓRIA QUE A DO PONTO DO ÓRGÃO COM O QUAL ESTÁ EM CONTACTO.

DÁ-SE O NOME DE VOLUMÉTRICA PORQUE O FLUÍDO, DE FORMA SUCESSIVA, **OCUPA E DESOCUPA ESPAÇOS NO**

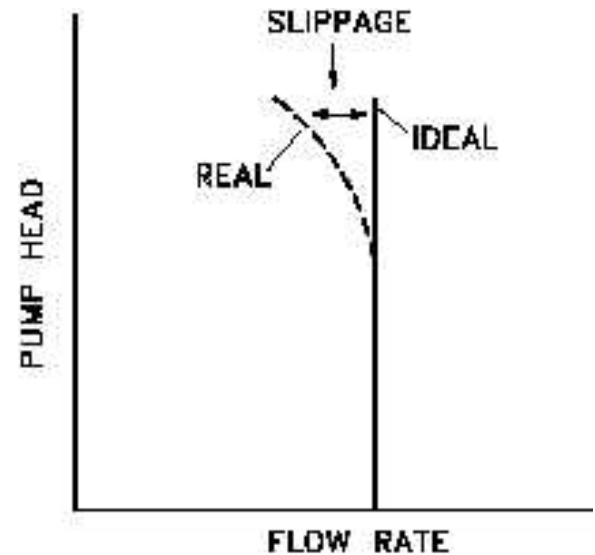
**INTERIOR DA BOMBA**, COM VOLUMES CONHECIDOS, SENDO QUE O MOVIMENTO GERAL DESTES FLUÍDOS DÁ-SE NA MESMA DIRECÇÃO DAS FORÇAS A ELE TRANSMITIDAS, POR ISSO A CHAMAMOS IGUALMENTE DE **DESLOCAMENTO POSITIVO**.

O DESLOCAMENTO POSITIVO DO CURSOR DA BOMBA DEFINE O VOLUME BOMBEADO POR CADA CICLO DE OPERAÇÃO.

ASSIM:

(1) O ÚNICO FACTOR QUE “AFECTA O CAUDAL BOMBEADO” É A VELOCIDADE DE OPERAÇÃO.

(2) A CONTRA-PRESSÃO DE OPERAÇÃO “NÃO AFECTA EFECTIVAMENTE O CAUDAL DE BOMBAGEM”.



A FIGURA ANTERIOR MOSTRA UMA CURVA CARACTERÍSTICA TIPO DE UMA BOMBA VOLUMÉTRICA OU DE DESLOCAMENTO POSITIVO.

A LINHA A TRACEJADO TRADUZ O FACTO DE QUE, A PARTIR DE DETERMINADO VALOR DE CONTRA-PRESSÃO, À MEDIDA QUE A PRESSÃO A JUSANTE AUMENTA, UMA PARCELA DE CAUDAL BOMBEADO “PERDE-SE PELO CIRCUITO DE ASPIRAÇÃO”, O QUE SE TRADUZ PELA REDUÇÃO DO SEU DESEMPENHO EFECTIVO.