

**Paulo Moisés Almeida da Costa**



**As Máquinas Primárias**

Escola Superior de Tecnologia de Viseu - 1999

Estes pequenos apontamentos destinam-se a auxiliar os alunos no estudo das máquinas primárias utilizadas nos aproveitamentos hidroeléctricos.

Podem ser consultados também em:

<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/paulomoises/>

## As máquinas primárias

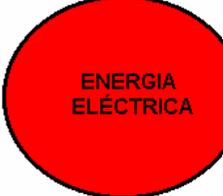
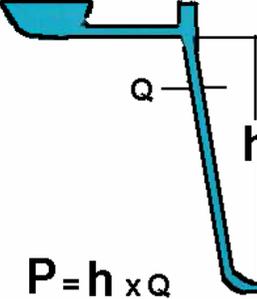
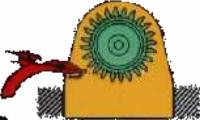
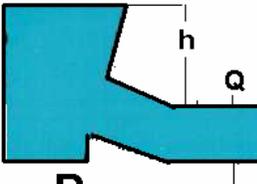
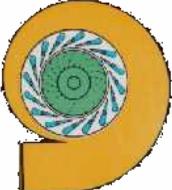
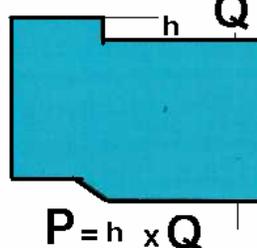
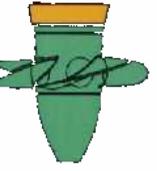
As turbinas são máquinas primárias que têm por missão converter a energia (potencial gravítica e/ou cinética) armazenada na água ou em qualquer outro fluído em energia mecânica.

As turbinas hidráulicas podem ser classificadas em turbinas de acção (funcionam ao ar livre) - Pelton - e turbinas de reacção (funcionam no seio da água turbinada) - Francis e Kaplan-.

A escolha da turbina é crucial para o bom rendimento da central devendo ser feita de acordo com a altura útil da queda, o caudal e a velocidade específica da turbina.

As turbinas necessitam de uma grande manutenção periódica uma vez que sofrem um grande desgaste devido à acção da água, deixando em alguns anos de funcionar de forma rentável.

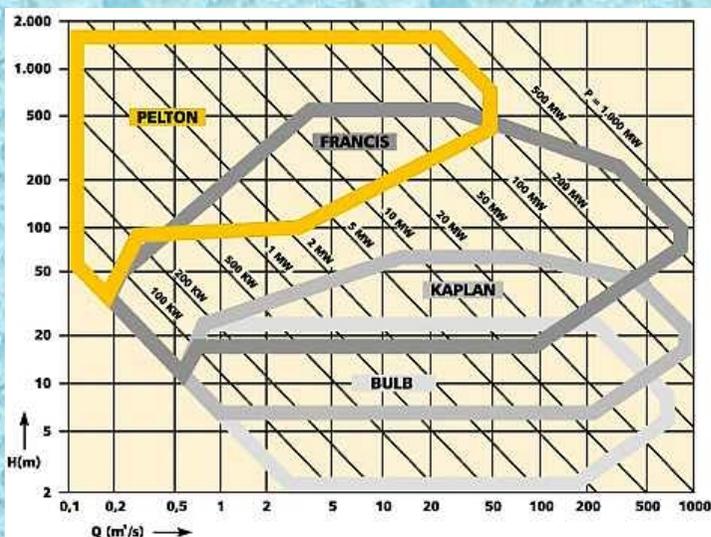
As turbinas, geralmente, têm de ser totalmente desmontadas e substituídas de três em três anos, o que se deve ao desgaste que sofrem.

ENERGIA	 <p>ENERGIA POTENCIAL</p>	 <p>ENERGIA MECÂNICA</p>	 <p>ENERGIA ELÉCTRICA</p>
QUEDAS + 2000 m	 <p><math>P = h \times Q</math></p>	<p>Turbina Pelton</p>  <p>600 a 3000 rpm</p>	<p>Alternador</p>  <p>Eixo vertical ou horizontal</p>
QUEDAS 30 A 200 m	 <p><math>P = h \times Q</math></p>	<p>Turbina Francis</p>  <p>100 a 600 rpm</p>	<p>Alternador</p>  <p>Eixo vertical ou horizontal</p>
BAIXAS -30 m	 <p><math>P = h \times Q</math></p>	<p>Turbina Kaplan</p>  <p>75 a 120 rpm</p>	<p>Alternador</p>  <p>Montagem bolbo</p> <p>Eixo vertical ou horizontal</p>

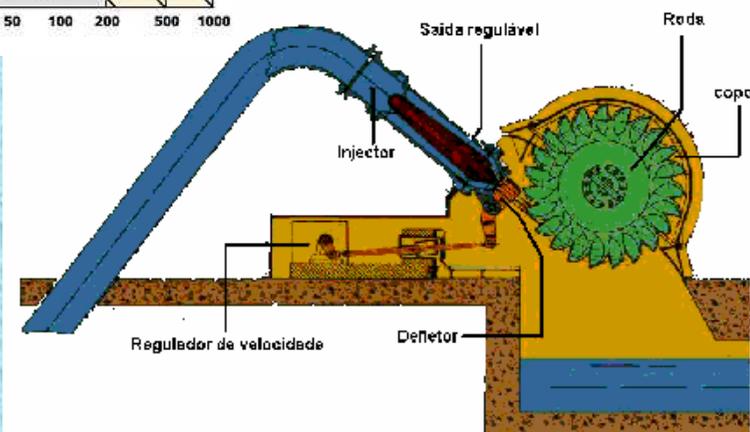
**Turbinas Pelton:** São turbinas de acção porque utilizam a velocidade do fluxo de água para provocar o movimento de rotação. A sua constituição física consiste numa roda circular que na sua periferia possui um conjunto de copos ou conchas sobre os quais incide(m), tangencialmente, um(s) jacto(s) de água dirigido(s) por um ou mais injectores distribuídos de forma uniforme na periferia da roda.

A potência mecânica fornecida por estas turbinas é regulada pela actuação nas válvulas de agulha dos injectores.

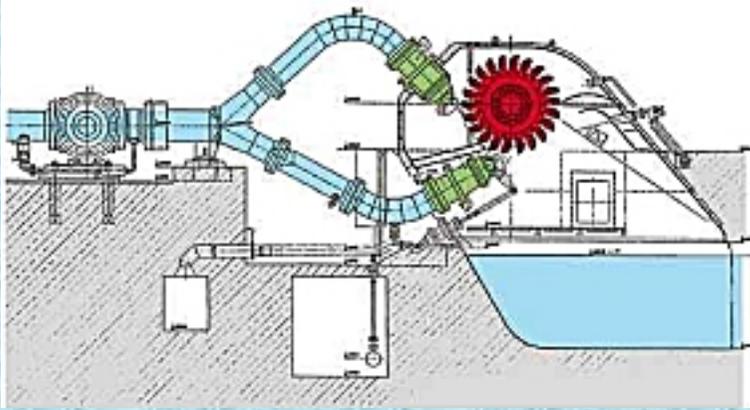
Estas turbinas podem ser de eixo vertical ou horizontal e são utilizadas em aproveitamentos hidroeléctricos caracterizados por pequenos caudais e elevadas quedas úteis (250 a 2500 m). São turbinas caracterizadas por terem um baixo número de rotações, tendo, no entanto, um rendimento até 93%.



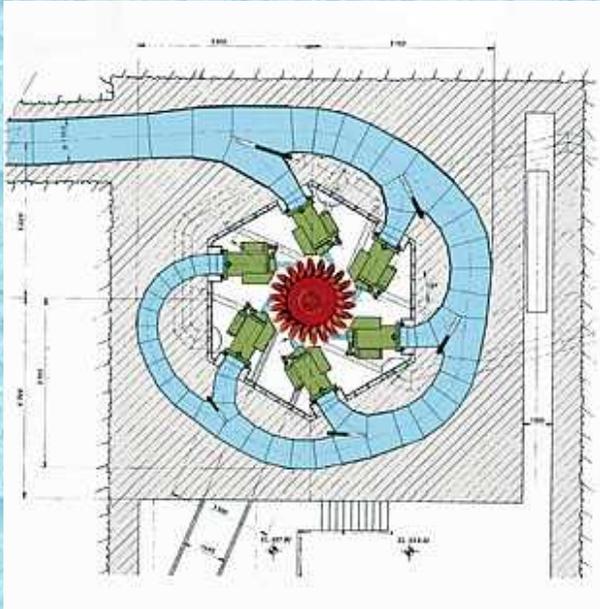
Campo aplicação das turbinas Pelton



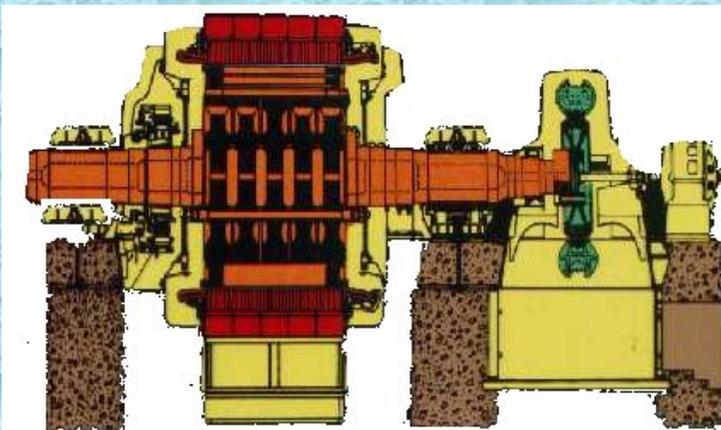
Turbina Pelton em esquema



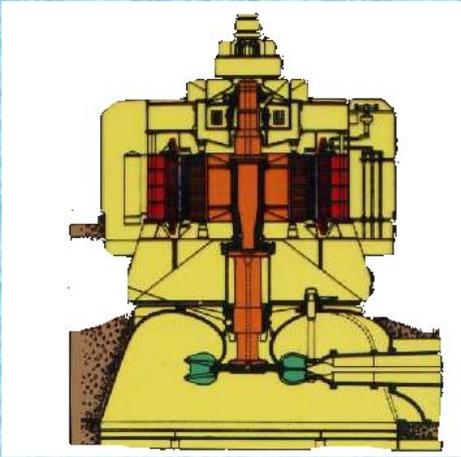
Turbina Pelton com dois injectores



Turbina Pelton com seis Injectores



Turbina Pelton com eixo Horizontal



Turbina Pelton com eixo vertical



Uma turbina Pelton no seu "local de trabalho".

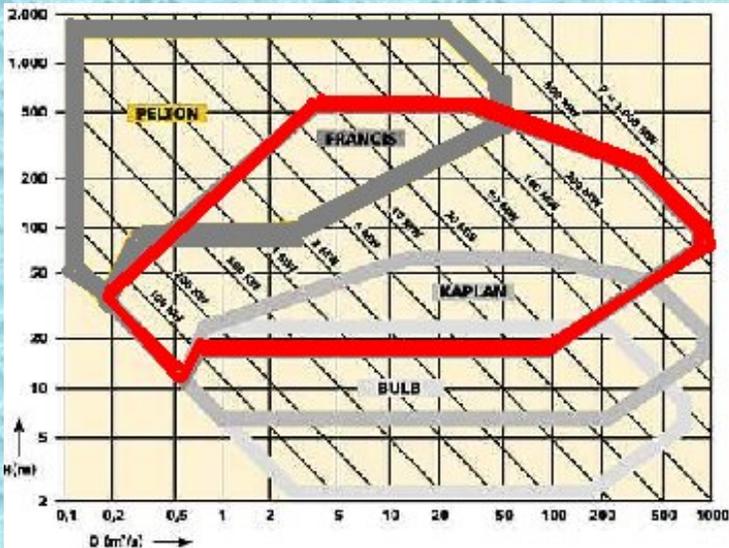
**Turbinas Francis:** São turbinas de reacção porque o escoamento na zona da roda se processa a uma pressão inferior á pressão atmosférica. Esta turbina é caracterizada por ter uma roda formada por uma coroa de aletas fixas, as quais constituem uma série de canais hidráulicos que recebem a água radialmente e a orientam para a saída do rotor numa direcção axial.

A entrada na turbina ocorre simultaneamente por múltiplas comportas de admissão dispostas ao redor da roda, e o trabalho exerce-se sobre todas as aletas ao mesmo tempo para fazer rodar a turbina e o gerador.

Os outros componentes desta turbina são a câmara de entrada, a qual pode ser aberta ou fechada com uma forma espiral, o distribuidor constituído por uma roda de aletas fixas ou móveis que regulam o caudal e o tubo de saída da água.

Estas turbinas utilizam-se em quedas úteis superiores aos 20 metros, e possuem uma grande adaptabilidade a diferentes quedas e caudais.

As turbinas Francis, relativamente às Pelton, têm um rendimento máximo mais elevado, velocidades maiores e menores dimensões.

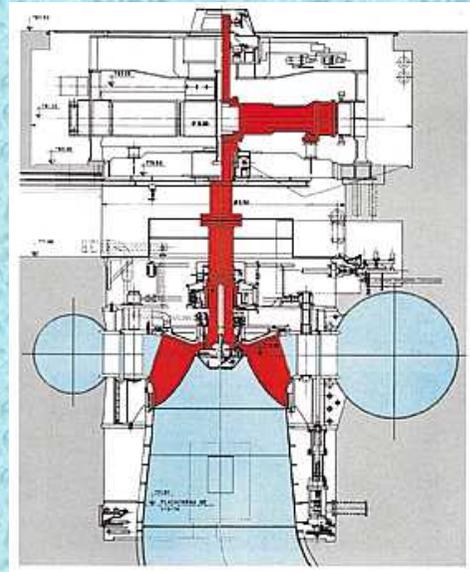
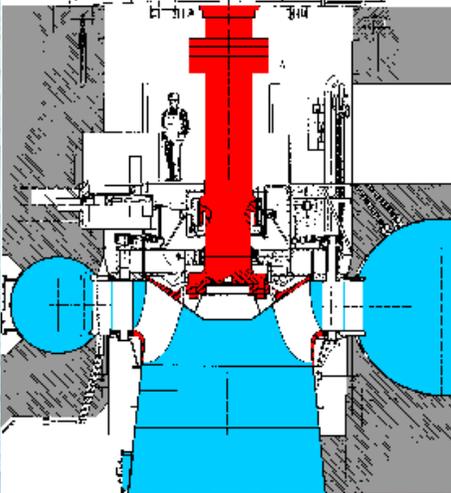


Campo de aplicação das turbinas Francis



Algumas turbinas Francis





Princípio de funcionamento da turbina Francis



Turbina Francis com câmara de carga em espiral.

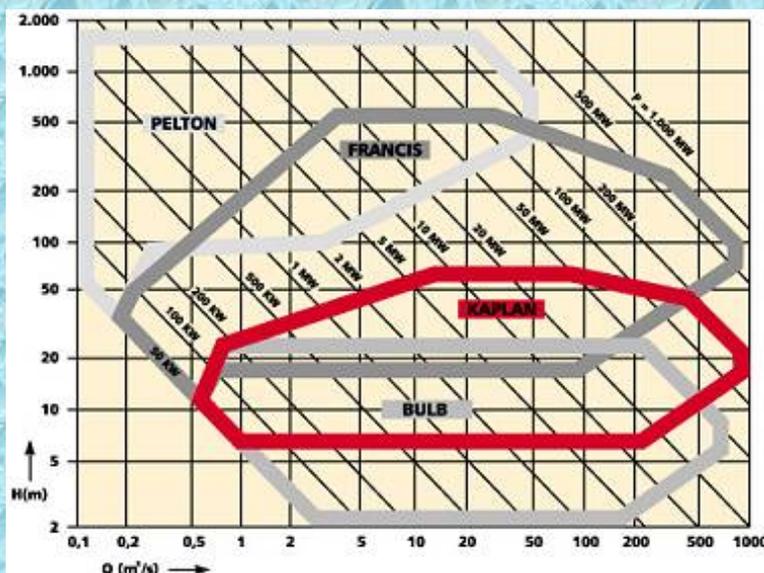
**Turbinas Kaplan e Hélice:** São turbinas de reação, adaptadas às quedas fracas e caudais elevados. São constituídas por uma câmara de entrada que pode ser aberta ou fechada, por um distribuidor e por uma roda com quatro ou cinco pás em forma de hélice.

Quando estas pás são fixas diz-se que a turbina é do tipo Hélice.

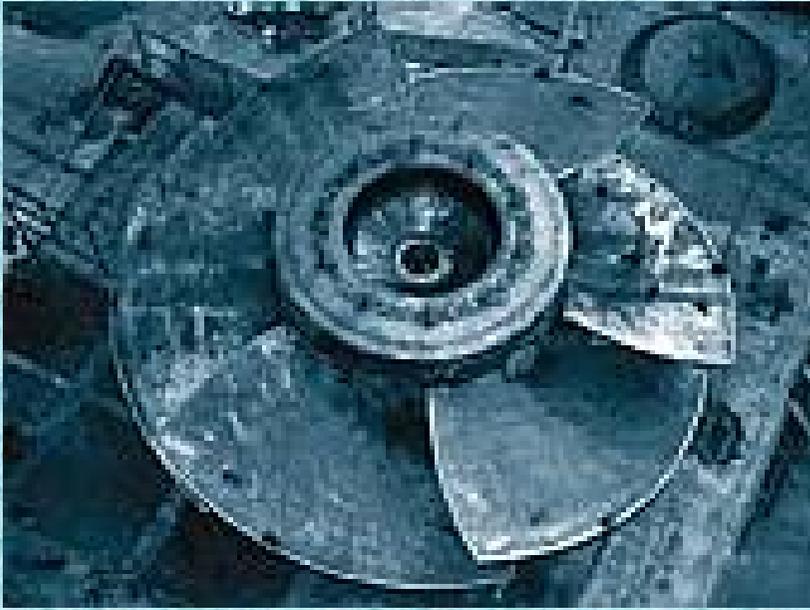
Se as pás são móveis o que permite variar o ângulo de ataque por meio de um mecanismo de orientação que é controlado pelo regulador da turbina, diz-se que a turbina é do tipo Kaplan.

As turbinas Kaplan são reguladas através da acção do distribuidor e com auxílio da variação do ângulo de ataque das pás do rotor o que lhes confere uma grande capacidade de regulação.

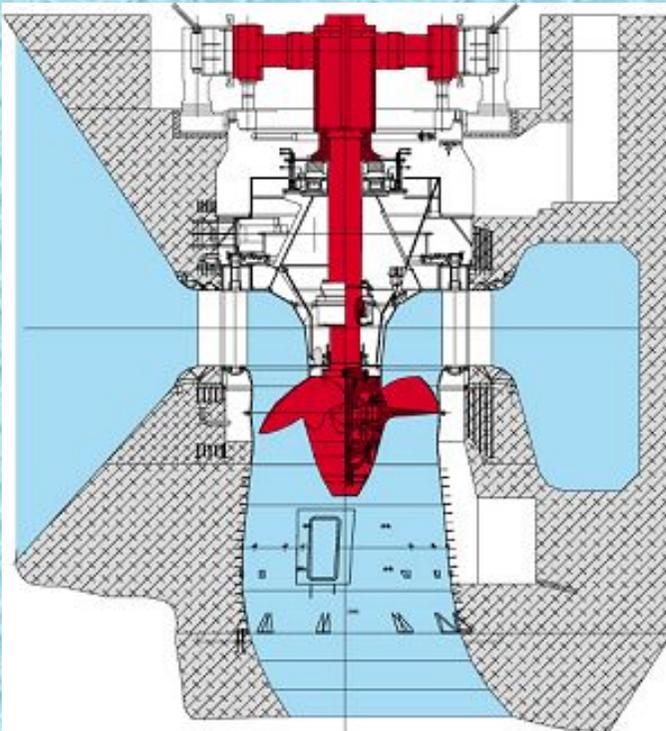
As turbinas Kaplan e Hélice têm normalmente o eixo vertical, mas podem existir turbinas deste tipo com eixo horizontal, as quais se designam por turbinas Bolbo.



Campo de aplicação das turbinas Kaplan



Turbina Kaplan

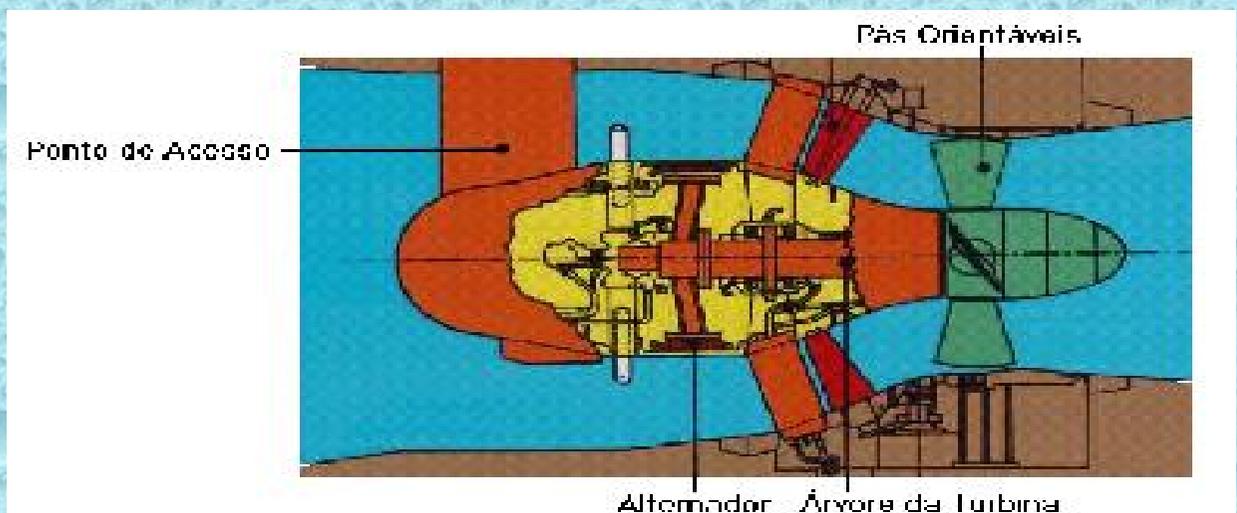
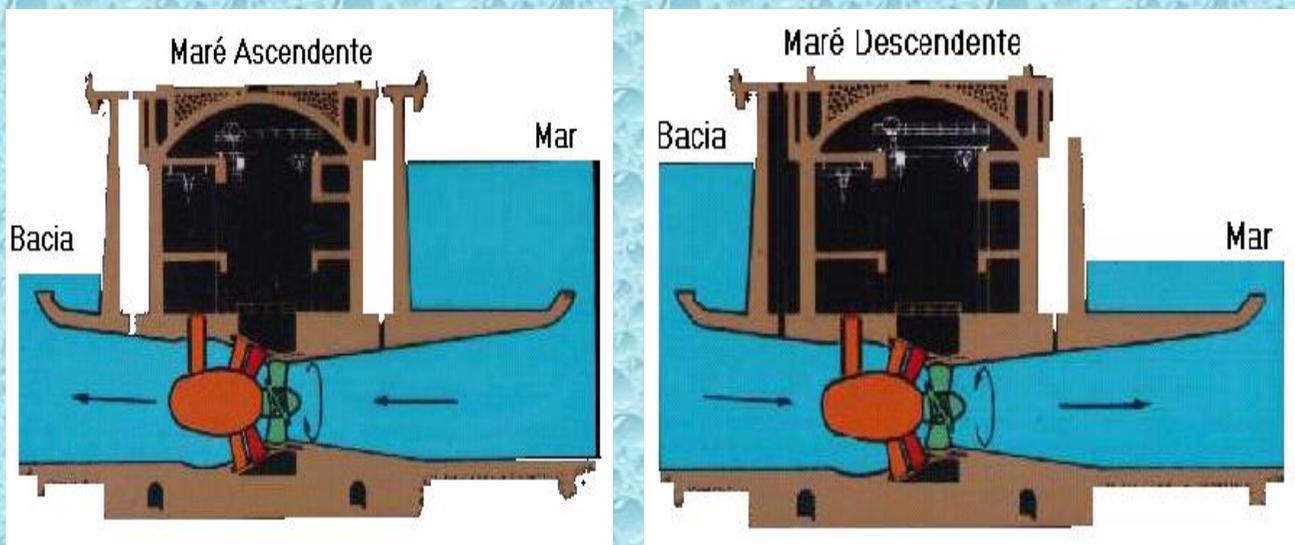


Princípio de funcionamento da turbina Kaplan.

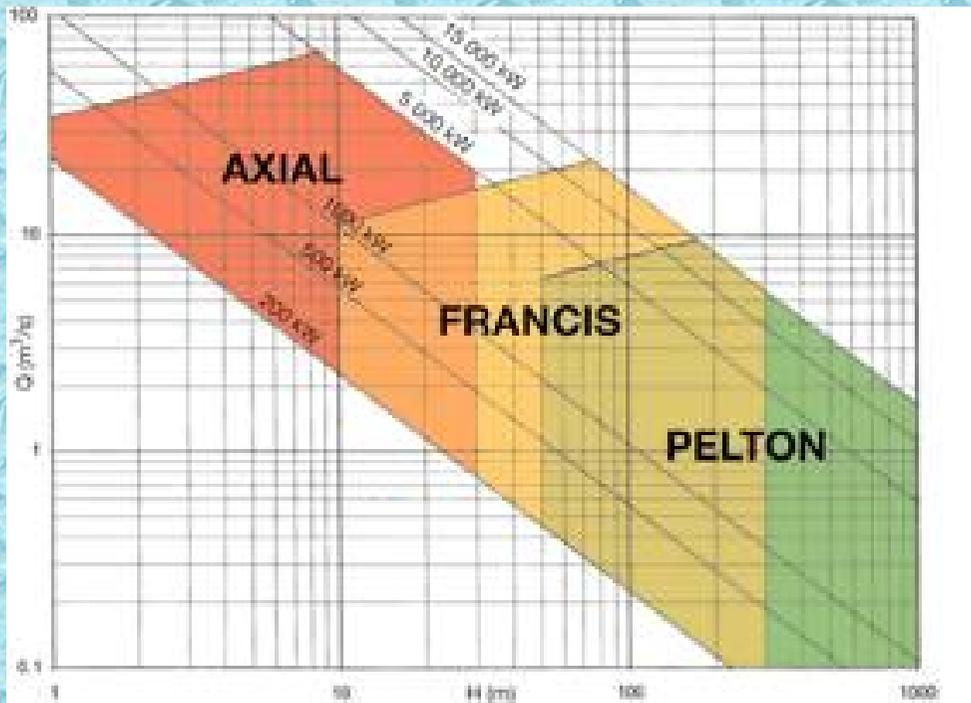
Se a turbina Kaplan for montada num eixo horizontal e possuir o alternador acoplado directamente, temos o chamada grupo bolbo.

Note-se que o alternador acoplado directamente à turbina encontrando-se submerso.

Estes grupos são vulgarmente aplicados no aproveitamento da energia maremotriz para produção de energia eléctrica (aproveitamentos maremotrizes).



Para pequenas centrais hidroeléctricas, o campo de uso de cada turbina é dado pelo ábaco que se apresenta de seguida:



## BIBLIOGRAFIA

Guedes, Manuel Vaz

Os Pequenos Aproveitamentos Hidroeléctricos