

Aproveitamento da Energia das Ondas



FURG – DEPTO. DE FÍSICA

GRUPO DE PESQUISAS EM FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIAS



**PROMOVE – ENSINO MÉDIO
COMPATILHANDO SABERES E PRÁTICAS EXPERIMENTAIS**

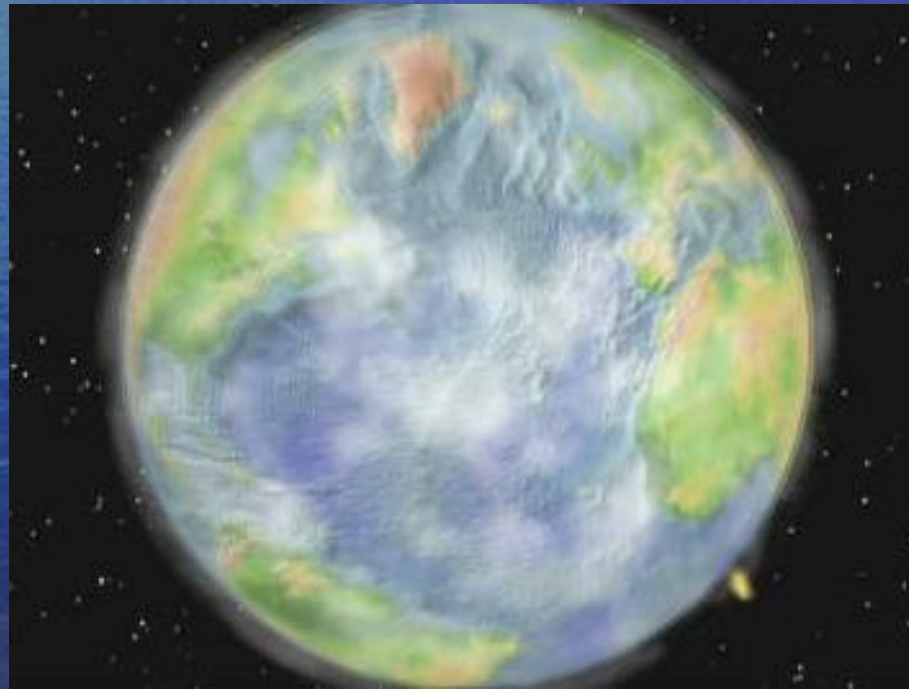




Introdução

Ilumina e aquece a Terra.

Como não o faz de maneira uniforme...



O aquecimento diferenciado da superfície da Terra gera vento...

Introdução



O vento nos oceanos → ondas.

As Ondas

Formação

- Ação dos Ventos
- Direção dos Ventos
- Oceanos = Acumuladores de energia

Propagação

- Viajam quilômetros após sua geração sem perda significativa de energia

Arrebentação

- Perda acelerada de energia
- “Morte” da onda

As Ondas

- A intensidade da energia da onda diminui proporcionalmente à profundidade, devido a interação da onda com o fundo marinho
- A energia das ondas é previsível, com estimativas bastante seguras

Vantagens

- **Recurso Renovável**
- **Fácil estimativa do potencial**
- **Abundante – Apesar da variação durante as estações do ano**
- **Limpa – Praticamente livre de poluição.**
- **Aplicações variadas – *onshore, nearshore, offshore***
- **Proteção à Costa – dissipação da força das ondas.**

Impacto Ambiental

- **Barulho – tão alto quanto o das próprias ondas**
- **Perturbação da vida marinha – somente durante a construção**
- **Impacto visual – depende do local de instalação e do tipo de central**
- **Risco à navegação – pode ser instalada longe das rotas de navegação e/ou ser bem sinalizada**

Potencial Energético

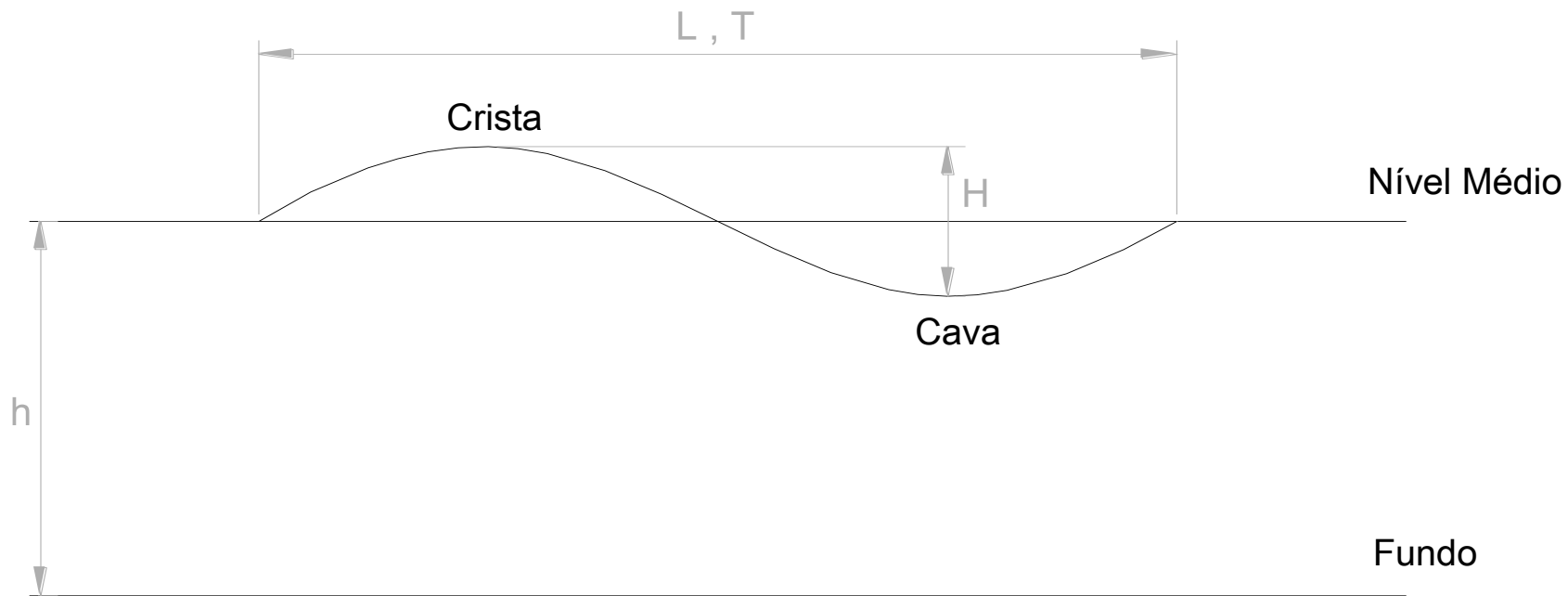
Custos

Custos de geração de diferentes tipos, relativos à energia das ondas

Fonte de Energia	Ondas	Hidro	Termo	Eólica	Solar
Custo da Planta	1	1,04	0,83	1,46	7,29
Custo de Mão de Obra	1	1	1	1,67	1,67
Custo de Combustível	-	-	0,37*	-	-
Custo de Investimento	1	1,04	0,83	3,21	16,04
Custo de Geração	1	1,03	1,36	2,95	13,67

* Valor relativo ao custo total da geração termoelétrica

As Ondas



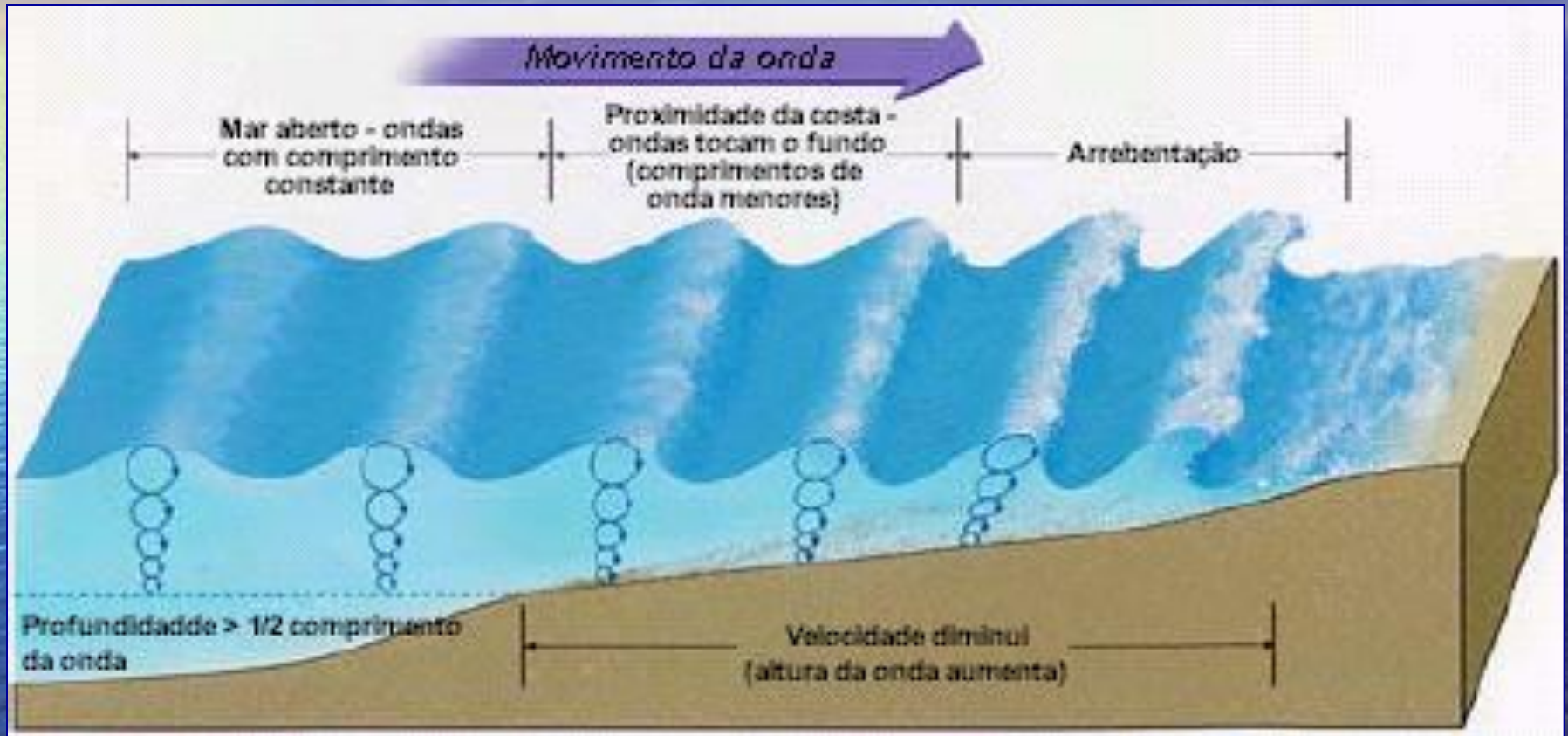
L = comprimento da onda;

T = Período da onda;

h = profundidade local;

H = altura da onda (distância entre a crista e a cava);

As Ondas

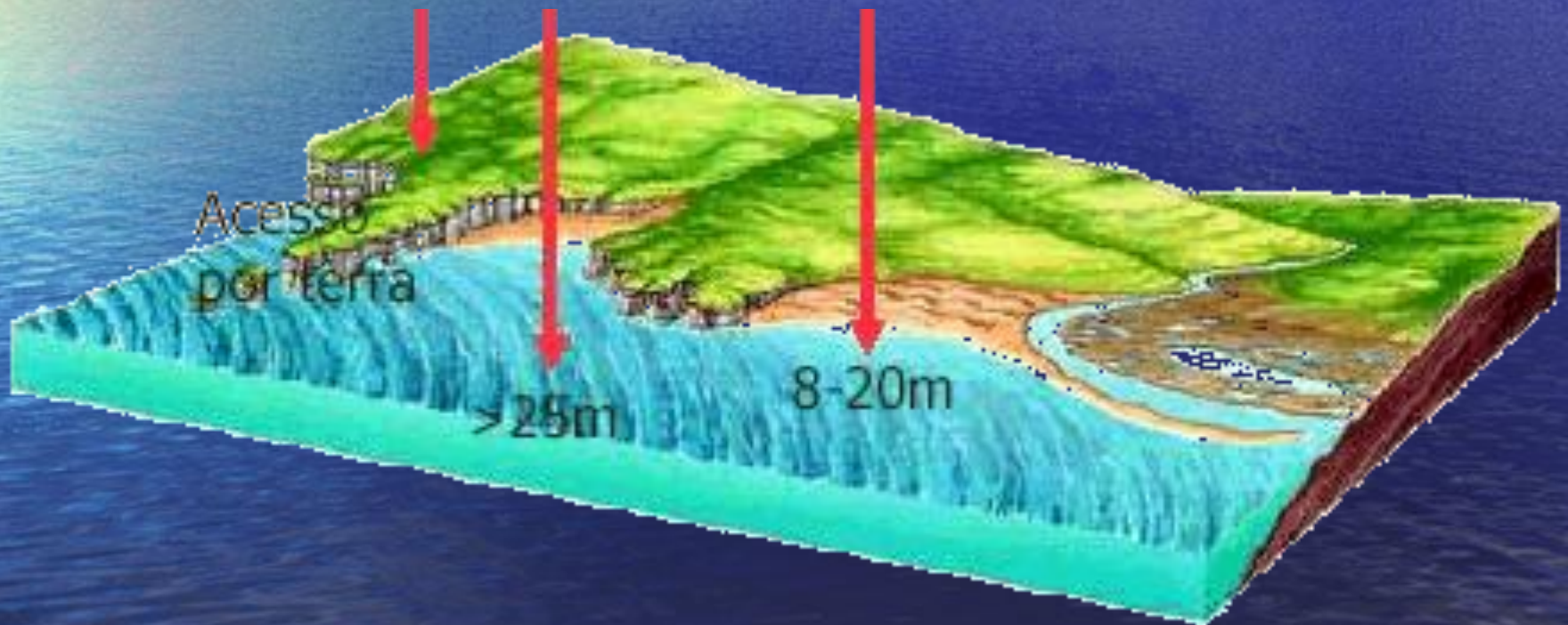


As regiões Oceânicas

Onshore

Offshore

Nearshore



A energia contida em uma onda é proporcional ao seu período e ao quadrado de sua altura

$$P = \frac{\rho g^2 T H^2}{32\pi}$$

P = potência por unidade de comprimento da crista da onda (kW/m);

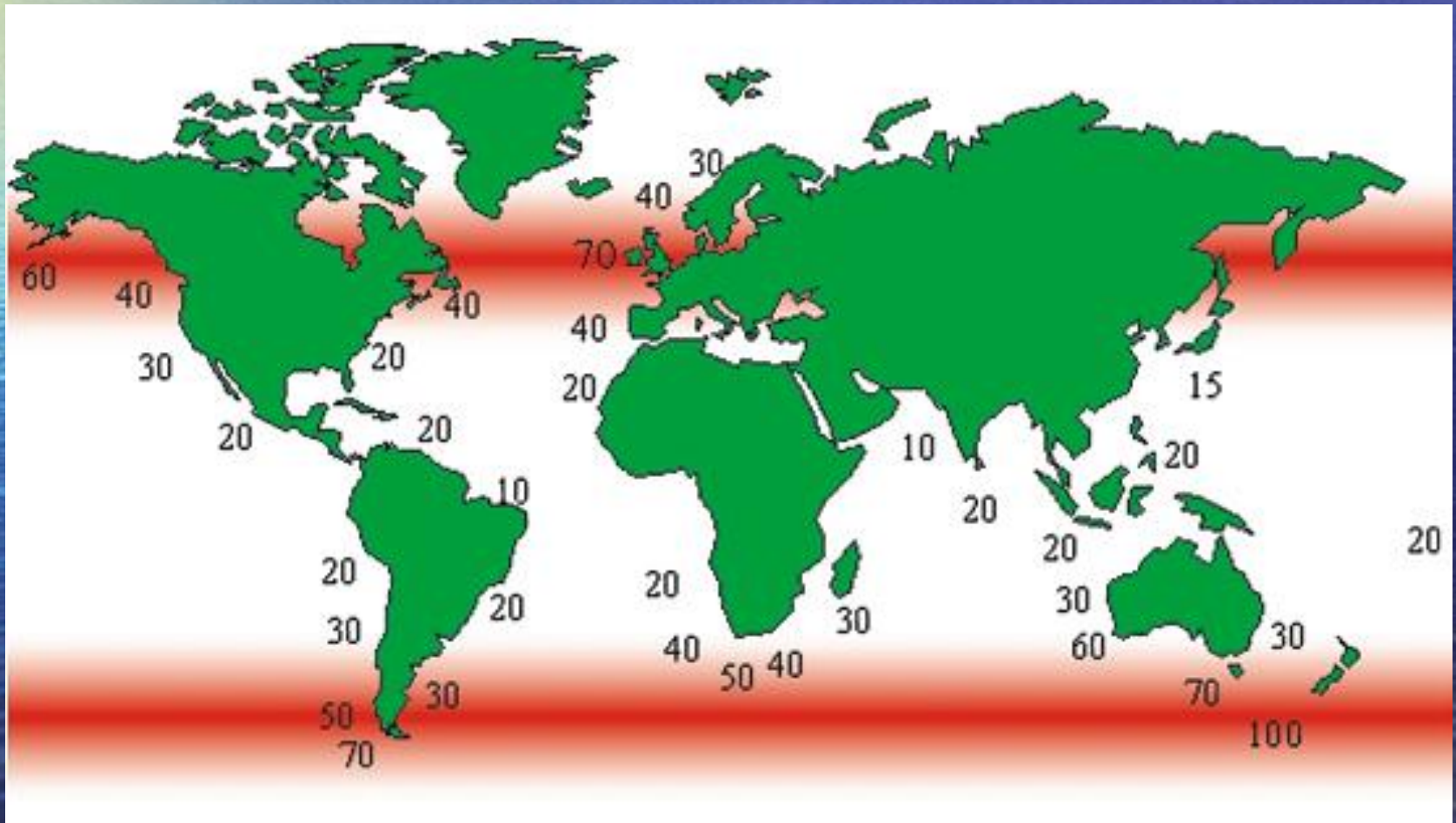
ρ = massa específica da água (kg/m^3);

g = aceleração da gravidade (m/s^2);

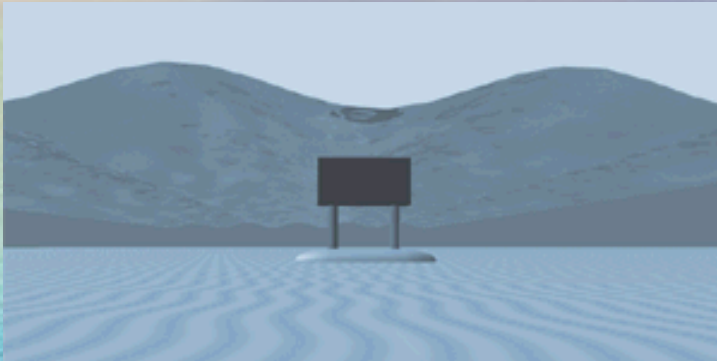
T = período da onda (s);

H = altura da onda (m);

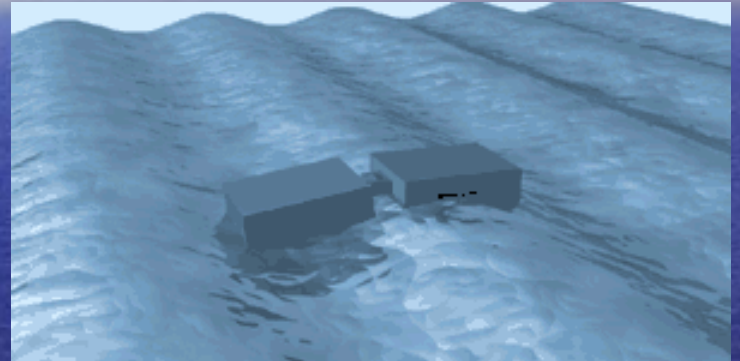
Média anual de distribuição de potências das ondas (em kW/m) em locais afastados da costa



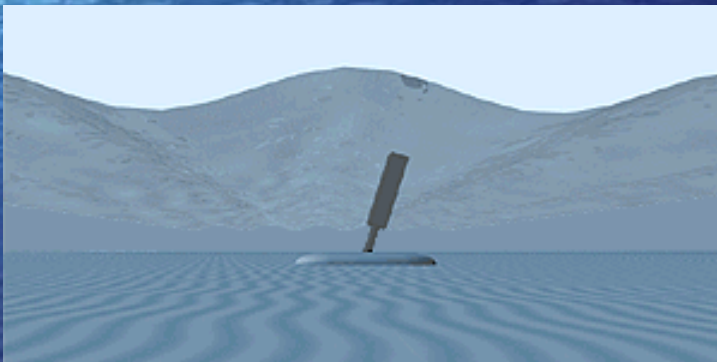
Formas de se aproveitar a energia das ondas



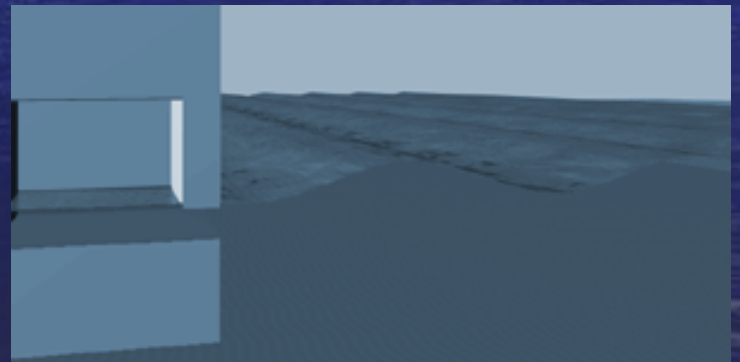
Offshore



Offshore



Offshore



Onshore

As Tecnologias Utilizadas

Dispositivos Costeiros (Onshore)

➤ Central de coluna de água oscilante (CAO/OWC)

(Nearshore)

➤ Dispositivo submerso CETO

Dispositivos Oceânicos (Offshore)

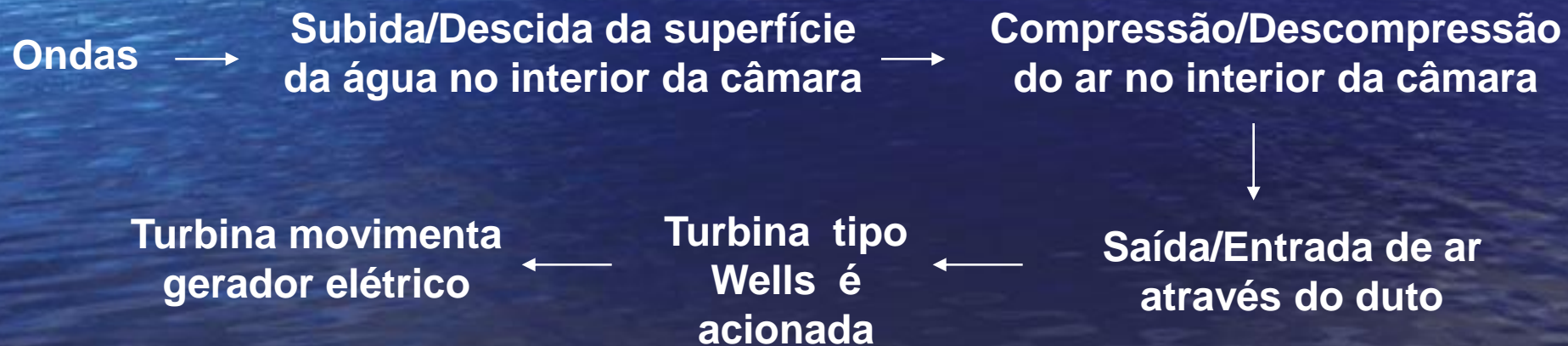
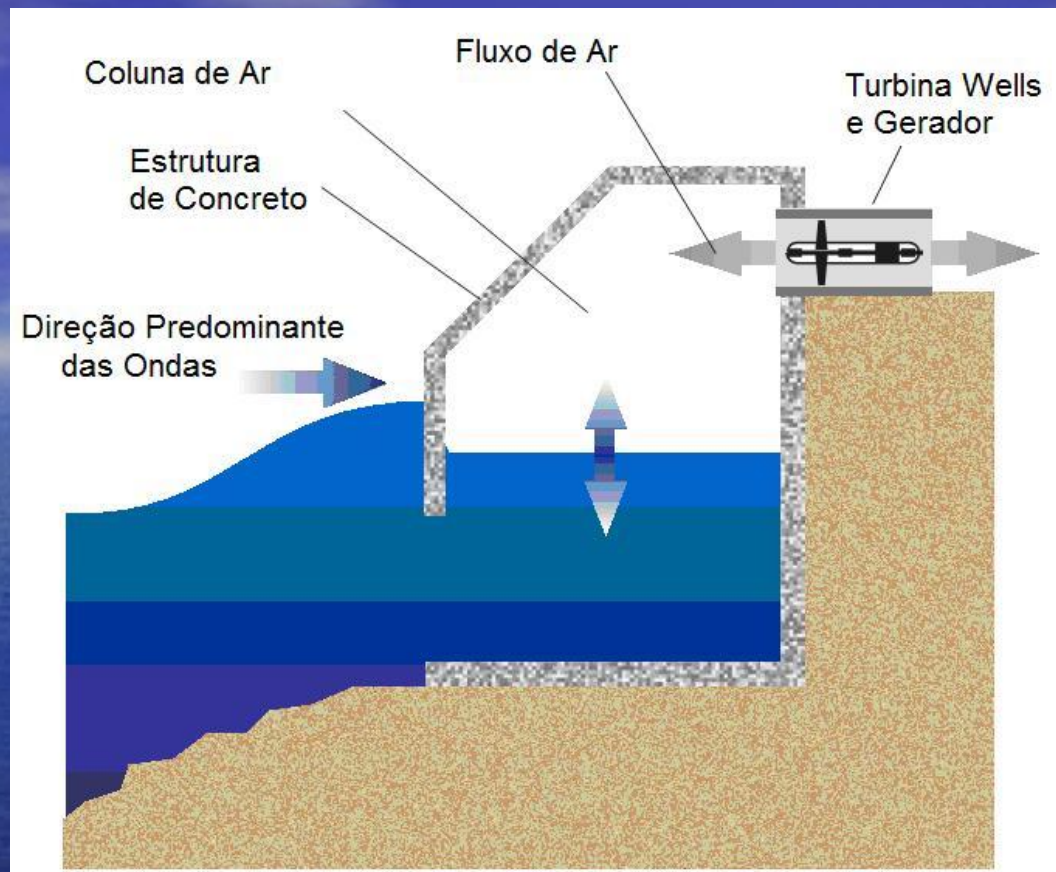
➤ Arquimedes Wave Swing (AWS)

➤ Pelamis

➤ Wave Dragon

Coluna D'água Oscilante

Oscillation Water Column – OWC



Coluna D'água Oscilante

Características:

- Sistema geralmente costeiro
- Fácil construção
- Fácil acesso
- Menor custo
- Não necessita cabos e ancoragem
- Ondas chegam à costa com baixo nível de potência

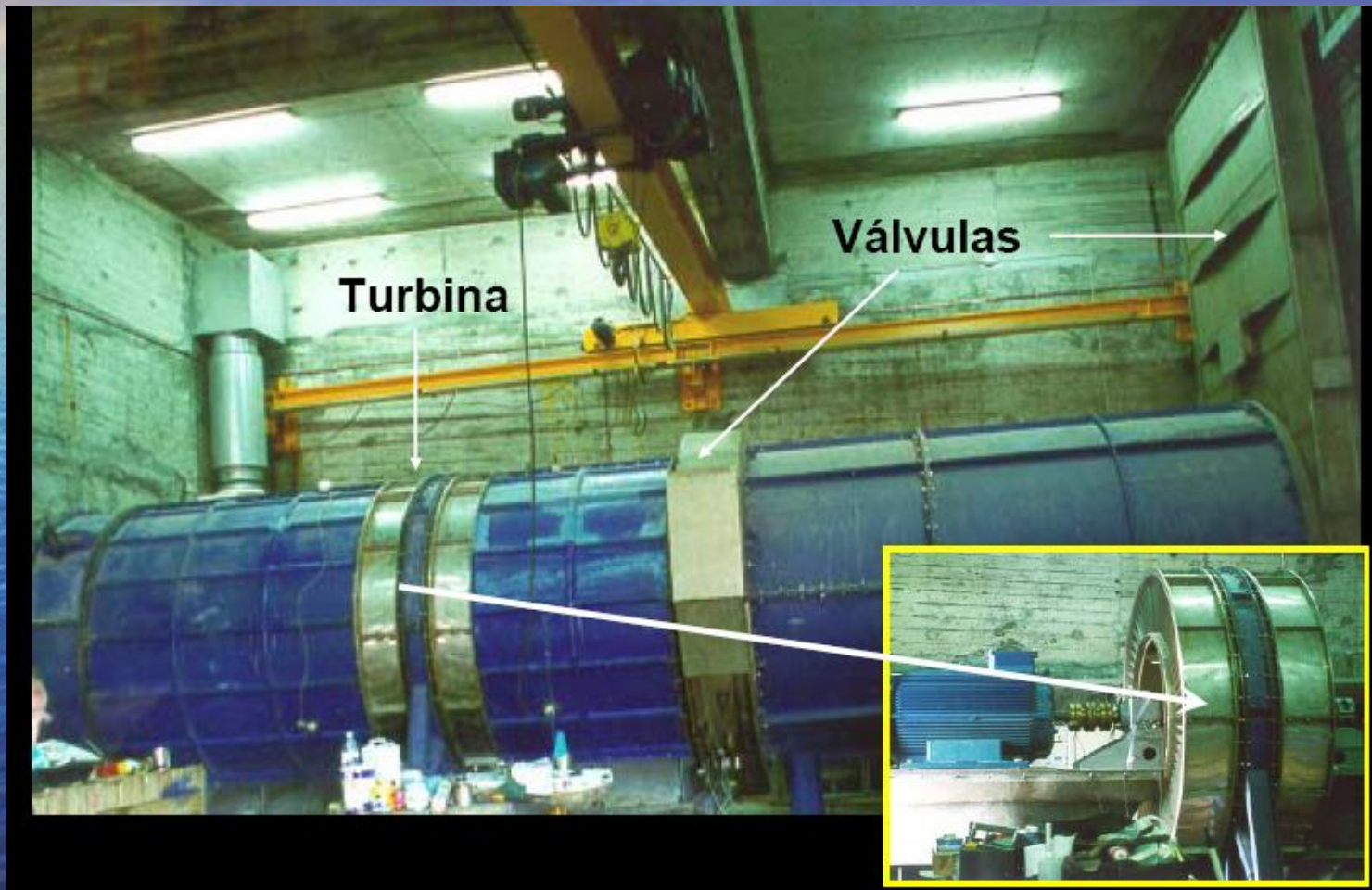
Centrais já instaladas:

- Central do Pico (Ilha dos Açores – Portugal)
- Central LIMPET (Ilha de Islay – Escócia)

Central de coluna de água Oscilante da Ilha do Pico

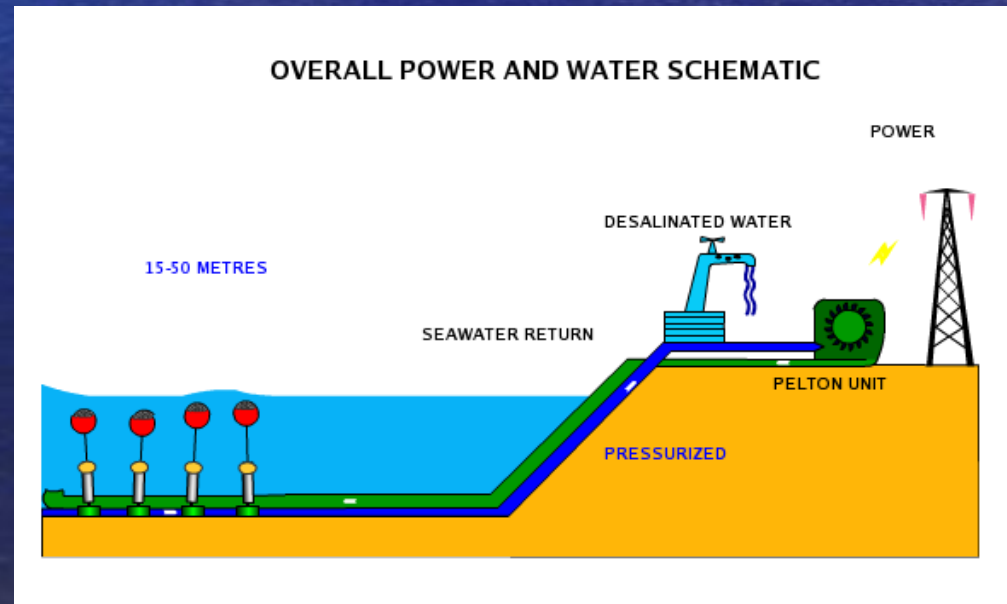


Central do Pico: Sala das máquinas, durante os primeiros testes, 1999

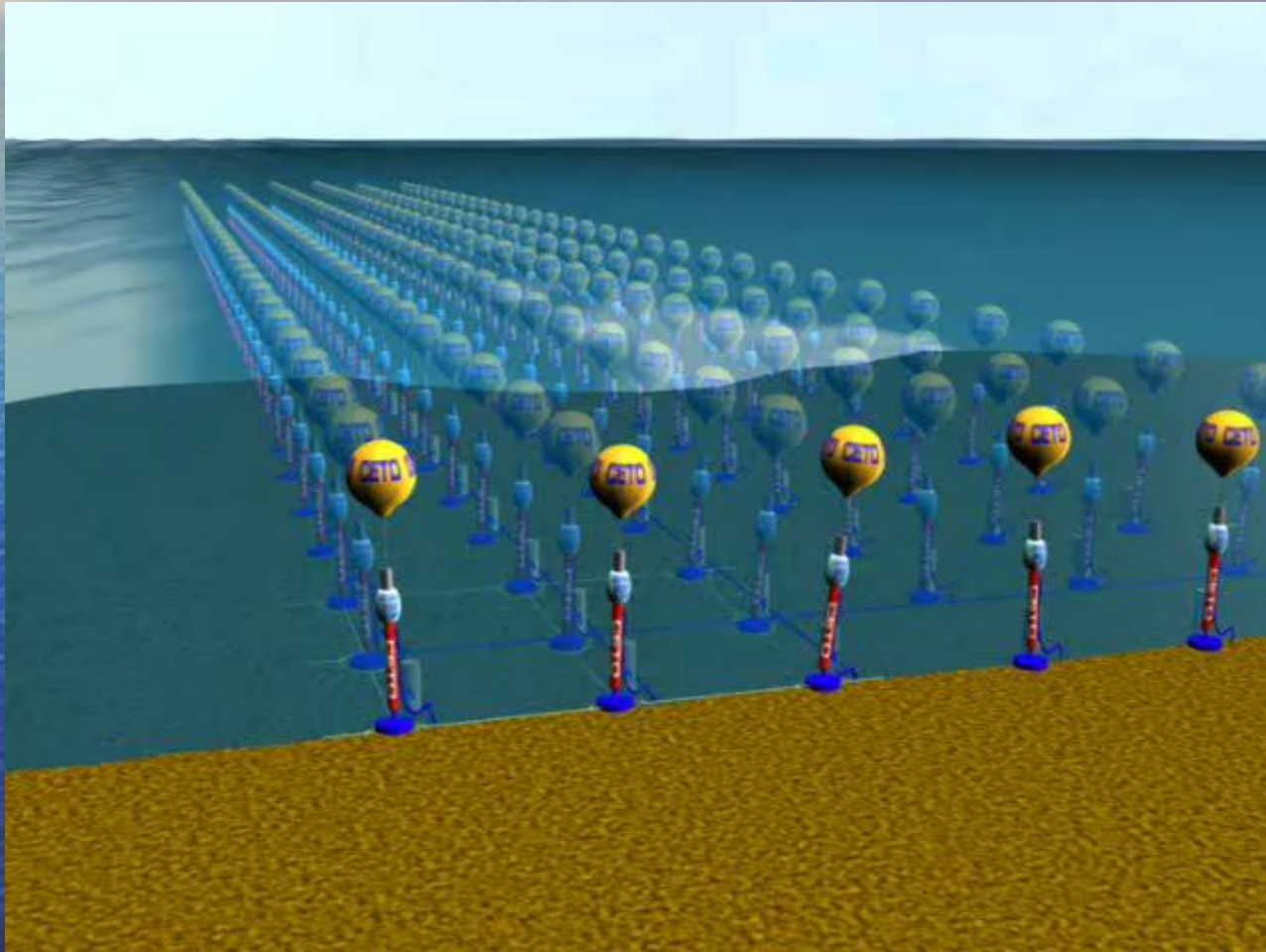


Dispositivo submerso CETO

- Dispositivo submerso
- Sistema nearshore/offshore
- Necessita ancoragem
- Motor linear converte movimento linear em energia
- Constituído por tubos cilíndricos amarrados a bóias, com uma tampa móvel e uma plataforma fixa



CETO - funcionamento



Arquimedes Wave Swing

Características:

- Desenvolvido na Holanda;
- Dispositivo Submerso;
- Sistema Offshore (alto - mar);
- Necessita longos cabos;
- Ondas com maior nível de potência;
- Produz até 2 MW.

Centrais já instaladas:

- Protótipo ensaiado em Portugal (2004)

Arquimedes Wave Swing

Funcionamento:

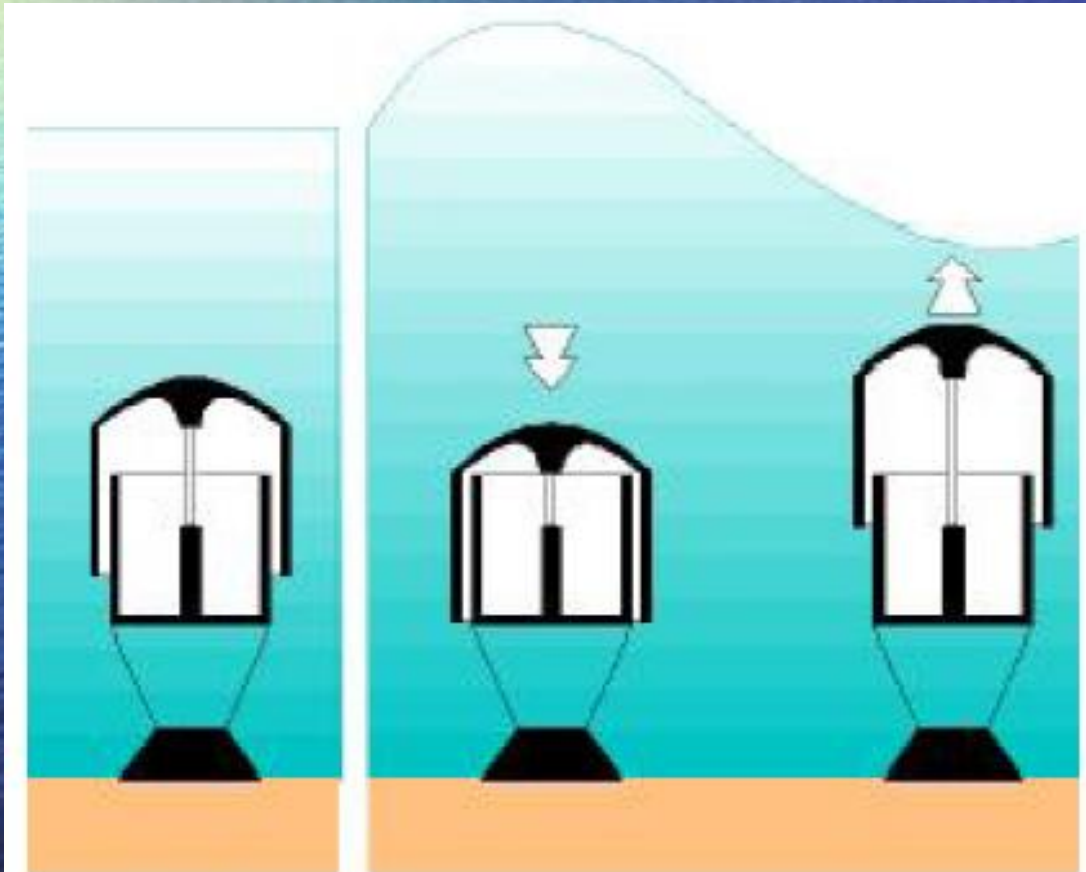
Ondas →

Subida/Descida da superfície da água

Aumento/Diminuição da pressão sobre os tubos

Movimento do flutuador

Motor linear converte o movimento em energia elétrica



Arquimedes Wave Swing

➔ Planta Piloto em Portugal



Pelamis

Características:

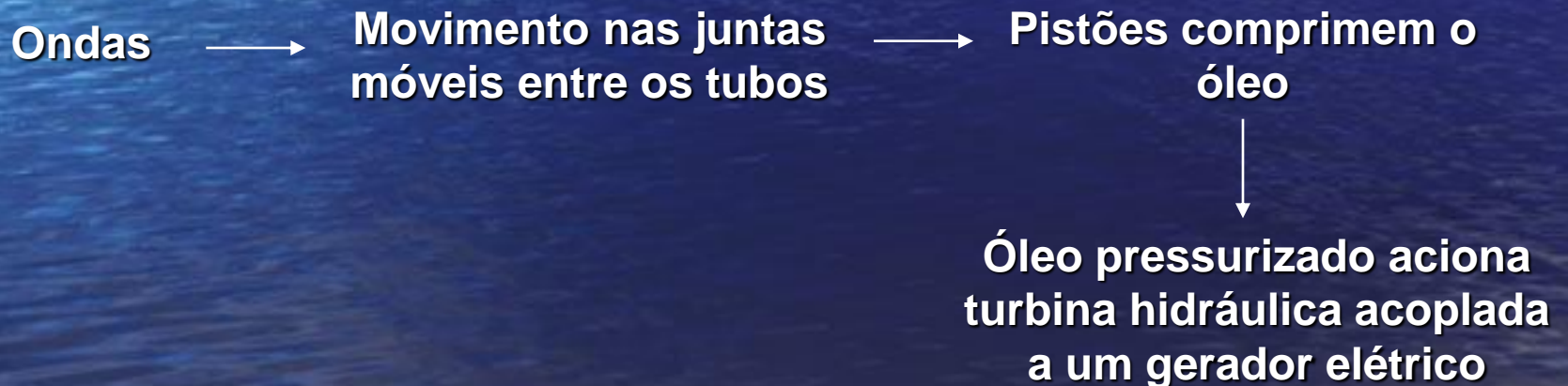
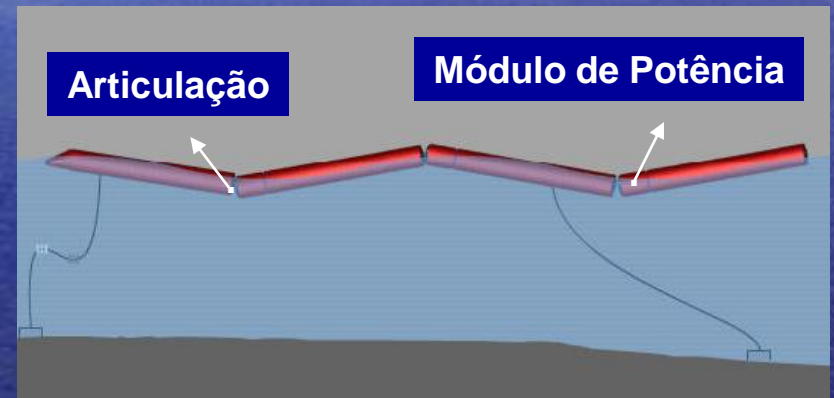
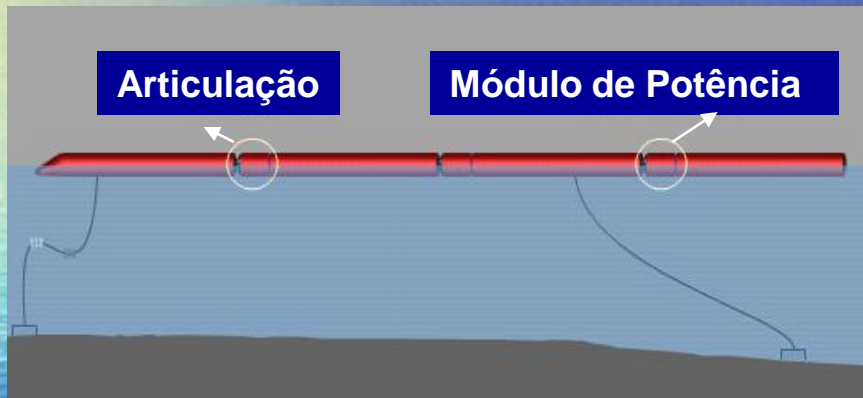
- Dispositivo semi-submerso;
- Sistema Offshore (alto – mar / 10Km da costa);
- Necessita longos cabos e ancoragem;
- Constituído de tubos cilíndricos de 120m (4x30m) de comprimento e 3,5m de diâmetro unidos por juntas móveis;
- Ondas com maior nível de potência;
- Produz até 750 KW / 3x250 KW

Centrais já instaladas:

- Centro de testes do CEEM (Ilhas Orkney – Escócia)

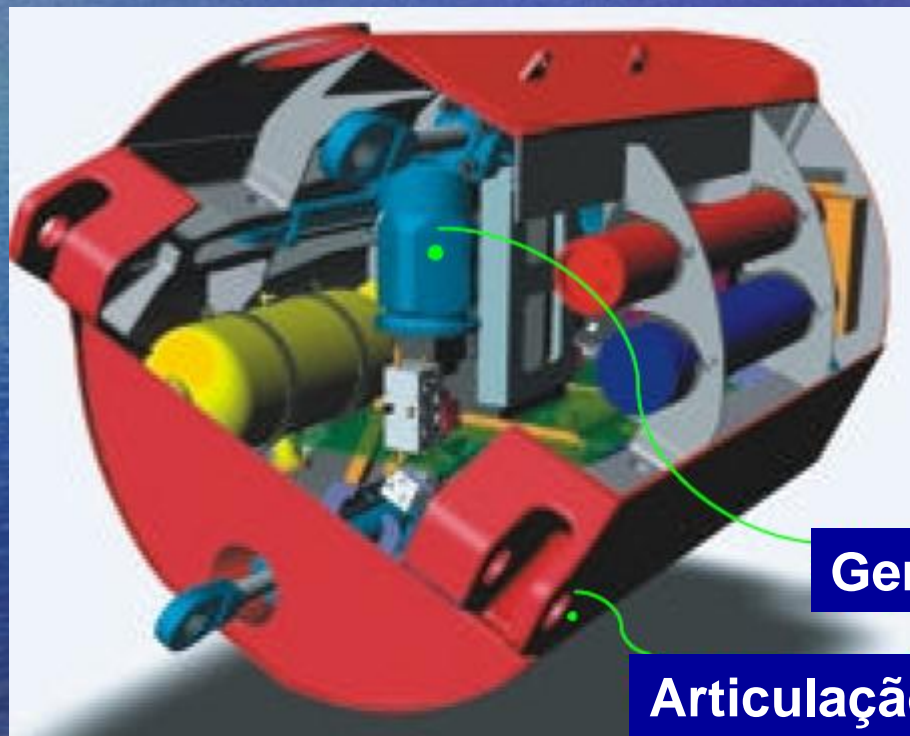
Pelamis

Funcionamento:



Pelamis

Módulo de Potência



Gerador

Articulação

Pelamis



➔ Protótipo na Escócia



Pelamis

INTERACTIVE MODEL - THE PELAMIS WAVE ENERGY CONVERTER

CLOSE



The Pelamis is a semi-submerged floating structure, composed of cylindrical steel sections linked by hinged joints.

It is designed for offshore locations, giving maximum flexibility and scalability. Precautions such as buoys, radar reflectors and the marking of Pelamis developments on charts are taken to ensure marine safety. A 30MW 'wavefarm' would occupy a square kilometre of ocean and produce sufficient power for over 20,000 UK homes.

EXPLORE THE MODEL

Select a view: Side
 Top



Pelamis



Wave Dragon

Características:

- Desenvolvido na Dinamarca;
- Dispositivo semi – submerso;
- Sistema Offshore (alto – mar);
- Necessita longos cabos;
- Ondas com maior nível de potência;
- Produz até 4MW;
- Construção simples;
- Baseia-se no princípio de uma hidrelétrica.

Centrais já instaladas:

- Protótipo na Dinamarca em mar protegido

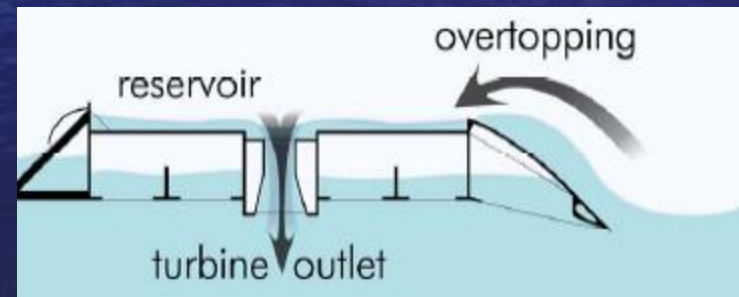
Wave Dragon



Dois refletores direcionam as ondas para uma rampa



Ondas passam pela rampa até um reservatório



Água passa por turbinas acopladas a um gerador que gera eletricidade

Wave Dragon

➔ Protótipo na Dinamarca





Obrigado!!!!

claudioolinto@furg.br