

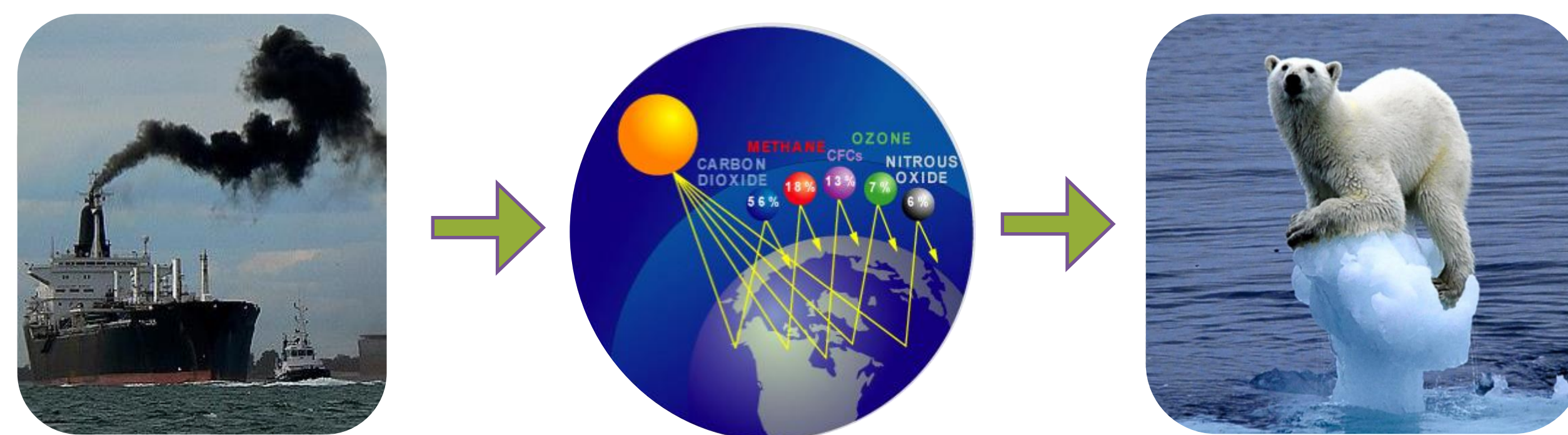
Nunes, A., Instituto Hidrográfico, ana.nunes@hidrografico.pt

1. INTRODUÇÃO

O aumento das concentrações de gases de efeito de estufa e da temperatura global estão a alterar os sistemas que permitem o desenvolvimento de vida na Terra, em paralelo com um modo de vida da humanidade insustentável (IMO, 2009). Cerca de 70 mil navios transportam 90 % das mercadorias do comércio mundial (MEPC, 2009), emitindo partículas e gases que contribuem para as alterações da atmosfera, do clima e da qualidade do ar (Eyring et al., 2010). A par de preocupações ambientais, o aumento do custo dos combustíveis origina uma necessidade de reduzir o seu consumo pelos navios (Lindstad et al., 2013). O presente trabalho apresenta a implementação de um sistema híbrido num navio, com fontes de energia fotovoltaica (FV), eólica e a *diesel*. Foi efectuado um estudo energético, económico e ambiental, analisando as alterações no consumo de combustível, nas emissões poluentes e na poupança de custos, provocadas pela implementação do sistema.

Objectivos

- Identificação das emissões de um navio a *diesel* e dos danos ambientais;
- Identificação de soluções híbridas com menor consumo de combustível;
- Caracterização do navio e da área em estudo, incluindo a meteorologia;
- Dimensionamento e optimização de um sistema híbrido FV/eólico/diesel;
- Análise ambiental e económica do projecto.



2. SISTEMA DE ENERGIA HÍBRIDO



4. RESULTADOS

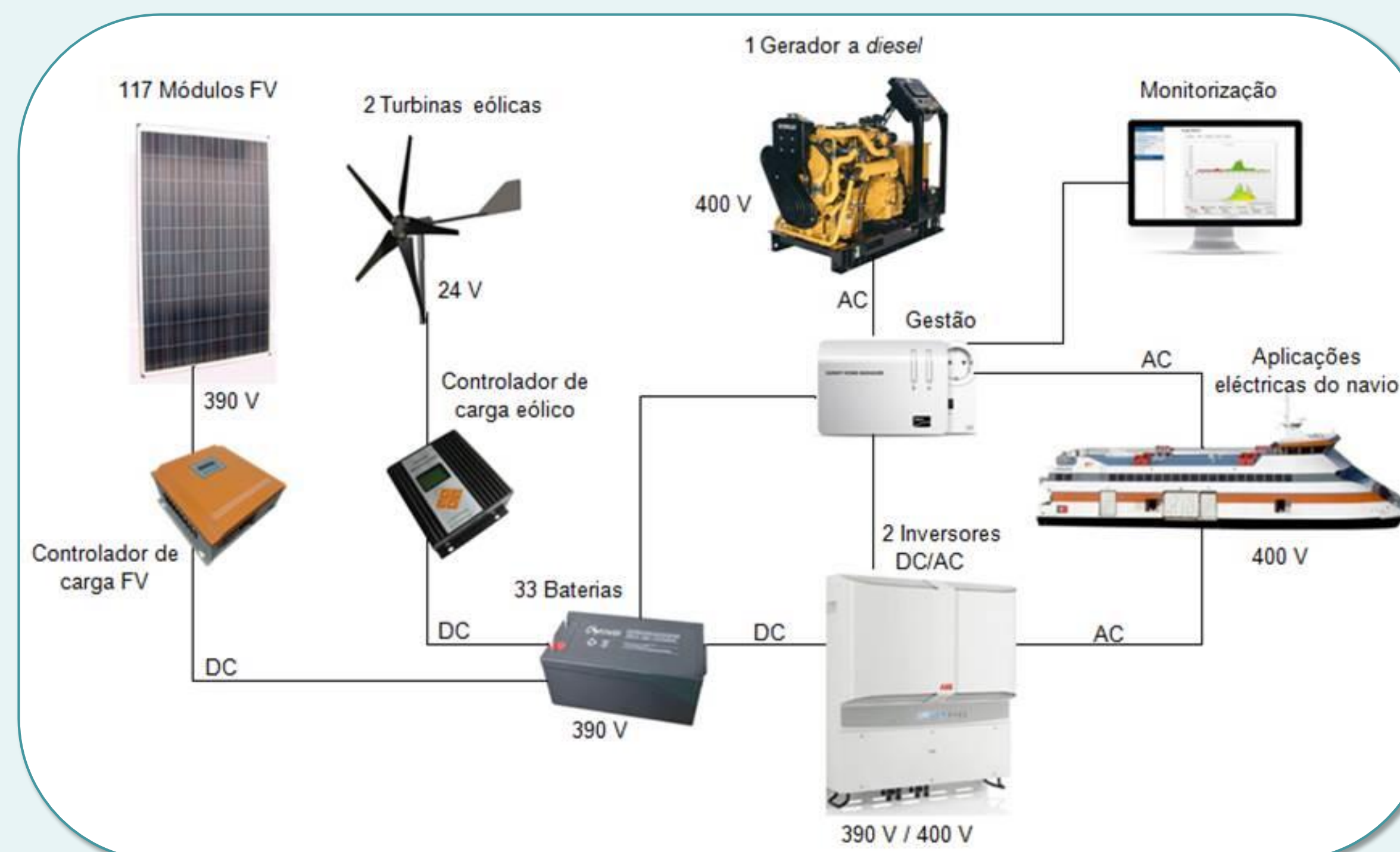


Fig. 3. Diagrama do sistema de energia híbrido FV/eólico/diesel.

3. METODOLOGIA

Tabela I. Características do "Lisbonense"

Parâmetro	Valor
Comprimento	47,5 m
Deslocamento	630 t (máximo)
Potência nominal do motor	634 kW
Potência máxima do gerador	65 kW (elétrica) / 75,4 kW (mecânica)
Tensão do gerador	400 V
Velocidade serviço	11 nós
Potência dos equipamentos	39,4 kW (máximo)
Consumo dos equipamentos	4 horas/dia (média)



Fig. 1. "Lisbonense" no Rio Tejo (<http://www.transportes-xxi.net>).

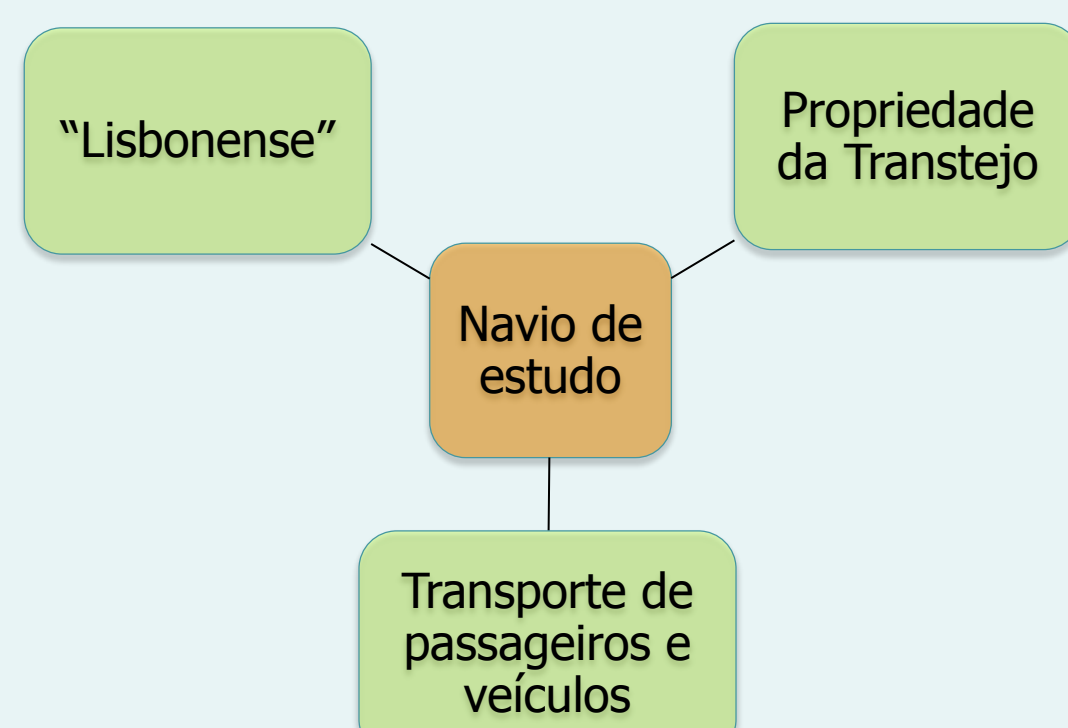


Fig. 2. Área de operação do "Lisbonense" (Google Earth).

Os dados da radiação solar e do vento no local (fig. 2) referem-se ao ano de 2013.

Dimensionamento e optimização

Após selecção dos componentes do sistema híbrido, fez-se o dimensionamento adaptado ao navio. De modo a apoiar a optimização, foram utilizados os *softwares* HOMER e RETScreen.

5. CONCLUSÕES

- Sistema isolado a navegar: Configuração e optimização complexa;
- Energia eólica contorna instabilidade da energia solar;
- Necessário sistema de monitorização e controlo dos fluxos energéticos;
- Sistema híbrido aumenta a autonomia e segurança do navio;
- Sistema benéfico a nível ambiental: redução anual de 81,56 % de CO₂;
- Menos 3904,2 L/ano de diesel reduz dependência em combustíveis fósseis;
- Sistema viável e rentável a nível económico: Período de Recuperação de Capital (PRC) = 6 anos, 2 meses, 8 dias;
- Necessário investir em novos projectos de energias renováveis.

Configuração do sistema híbrido

- Sistema FV: 117 módulos (fig. 4) – 13 em série, 9 em paralelo – ligados ao barramento DC (*Direct Current*), a 390 V;
- Sistema eólico: 2 turbinas eólicas (fig. 5) ligadas ao barramento DC, a 24 V;
- Baterias: 33 em série, no barramento DC (armazenam energia dos subsistemas);
- Inversor: converte a corrente DC a 390 V em AC (*Alternating Current*) a 400 V;
- Controladores de carga entre os subsistemas FV e eólico e as baterias;
- Gerador a diesel ligado ao barramento AC do navio, a 400 V ;
- Sistema de controlo e monitorização: permite gerir e controlar os subsistemas de energia, incluindo o gerador a diesel.



Fig. 4. Disposição dos módulos FV no convés do solário do navio.

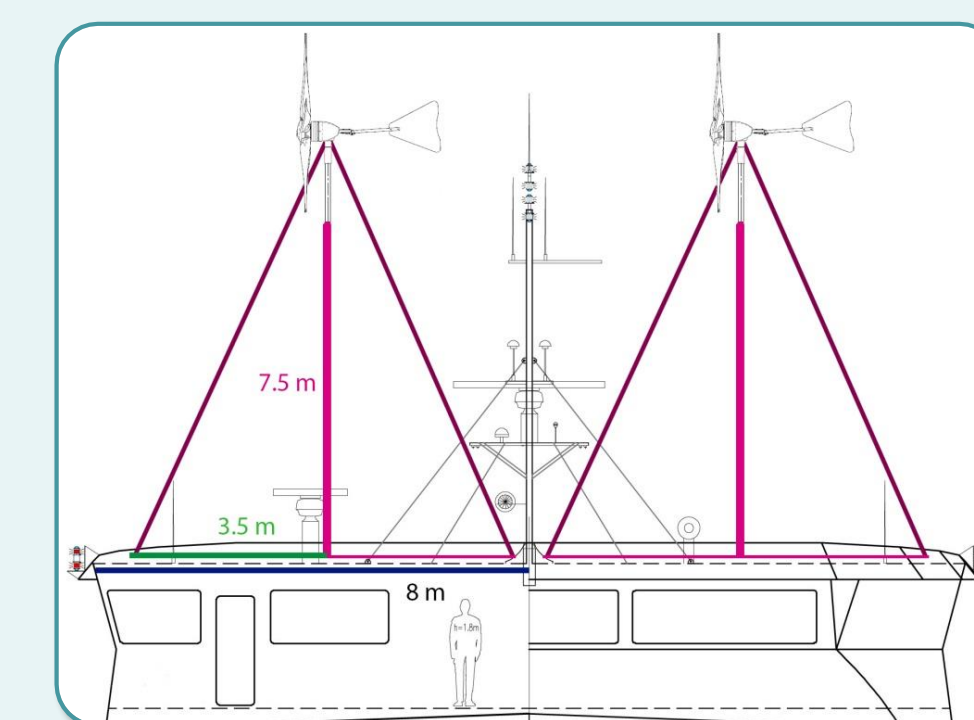


Fig. 5. Turbinas eólicas no tecto da ponte do navio.

ANÁLISE AMBIENTAL

Tabela II. Comparação de consumos de diesel e emissões de CO₂

	Consumo de diesel		Emissão de CO ₂	
	Anual (L)	Horário (L/h)	Anual (t)	Horária (Kg/h)
Diesel	5637,67	3,90	15,17	10,50
Híbrido	1039,39	0,72	2,80	1,94
Redução	4598,28	3,18	12,40	8,56
Redução total			81,56 %	

ANÁLISE ECONÓMICA

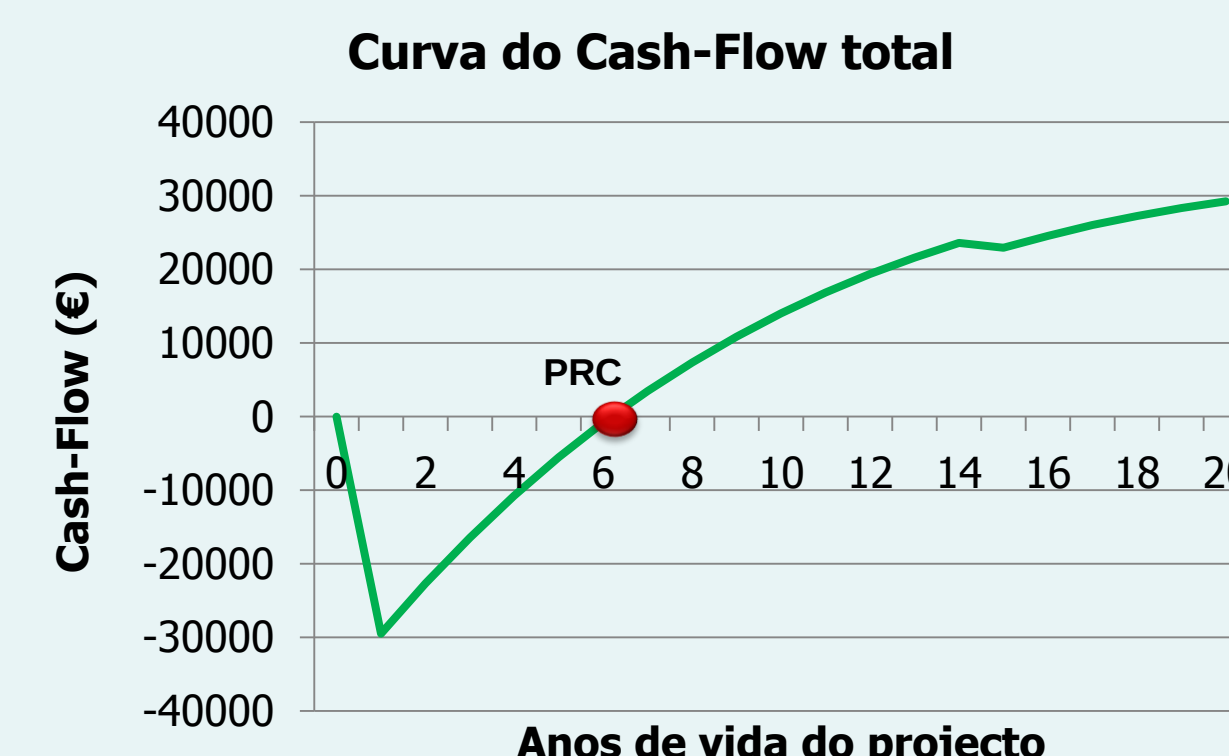


Fig. 6. Curva do Cash-Flow total do projecto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eyring, V., Isaksen, I., Bernsten, T., Collins, W., Corbett, J., Endresen, O., Grainger, R., Moldanova, J., Schlager, H. e Stevenson, D. (2010). Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping. *Atmospheric Environment*, 44, 4735–4771.
- IMO (2009). Issue 3/2009. *IMO News Magazine*, 4-5 & 21- 28.
- Lindstad, H., Asbjørnslett, B. e Strømman, A. (2011). Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. *Energy Policy*, 39(6), 3456–3464.
- MEPC (2009). MEPC.1/Circ.683. *Guidance for the development of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)*. IMO.