

**Avaliação de Investimentos Aplicada à Engenharia Civil**  
**Parques Eólicos Marítimos**

**Jorge André Pardal Diniz**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Civil**

Orientador

Professor Doutor Pedro Miguel Dias Vaz Paulo

**Júri**

Presidente: Professor Doutor Albano Luís Rebelo da Silva das Neves e Sousa

Orientador: Professor Doutor Pedro Miguel Dias Vaz Paulo

Vogal: Professor Doutor Fernando António Baptista Branco

**Novembro 2014**

## **Agradecimentos**

Termina assim uma caminhada. A ela se deve não só o meu esforço e dedicação, deve-se ainda aos meus pais e aos meus avós. Aos meus professores. Às minhas amigas e aos meus amigos. A caminhada mais árdua foi feita ainda assim pelos meus pais e avós e sinto-me orgulhoso em alcançar este feito pois sei que os deixa preenchidos. Um sentimento especial pela Pranima e pelo que significa desde há muitos anos na minha vida e a todos os que orbitam em redor dela.

Agradeço aos meus avós maternos pelo que ultrapassaram durante o período negro do Estado Novo.

Agradeço à minha avó paterna pelo que me ensinou e pelas memórias que guardo nossas.

Agradeço aos meus pais pela grande prova de amor que tiveram para comigo.

Dedico à minha irmã pelas razões óbvias de ser quem cresceu comigo.

Agradeço a toda a minha família pelo que sempre foram para mim. E continuarão comigo.

Dedico esta tese à minha professora Lisete que me ensinou a ler e a escrever.

Dedico esta tese à melhor professora de português de 12º ano, Susana Barreto, pela sua entrega e paixão com que ensina e divulga a língua de Camões.

Um agradecimento especial à orientação do Professor Doutor Pedro Miguel Vaz Dias Paulo.

Dedico a el-rei D. Afonso Henriques.

## **Resumo**

A presente dissertação teve como objectivo principal a análise e avaliação de investimentos em energia eólica marítima/offshore.

O trabalho foi dividido em quatro partes, uma primeira parte teórica sobre avaliação de investimentos e indicadores de rentabilidade económica.

Uma segunda parte sobre o estado de arte da energia eólica marítima, desafios futuros e tecnologias ainda por desenvolver para a melhor rentabilização deste tipo de investimentos.

Seguiu-se uma terceira parte com uma análise do investimento em plataformas eólicas marítimas em termos de rentabilidade económica ou de potencial interesse económico.

E finalmente, uma quarta parte com a análise de resultados e conclusões a retirar.

Os dados utilizados para os cálculos e estimativas de rentabilidade económica foram encontradas em estudos e relatórios de empresas que trabalham directamente neste tipo de indústria. Estas tecnologias não estão completamente desenvolvidas e instaladas na realidade, o que obrigou a por vezes fazer algumas suposições ou utilizar estimativas e previsões.

Após se efectuarem os cálculos conseguiu-se obter algumas conclusões relativamente ao interesse económico deste tipo de investimentos, e nomeadamente o potencial interesse para Portugal em investir nestas áreas.

## **Abstract**

This dissertation had as main goal the analysis and evaluation of investments in offshore wind renewable energies.

The work was divided in four parts, the first, theoretical part about evaluation of investments and indicators of economic profitability.

The second part was about the state of art of offshore wind energy, future challenges and design of new technologies that are still needed for better profitability in this type of investments.

The third part was about evaluation of offshore wind investment, evaluating his economic profitability and his economical potential interest.

Finally, the fourth part was the analysis of results and conclusions.

The data used for calculations and estimations of economic profitability was collected in studies and reports from companies that work directly in this industry. These technologies are not completely settled and developed in the real world, so, sometimes it was necessary to make some assumptions or use estimations and predictions.

After making the calculations some conclusions were reached about the economic interest of these types of investments, and the natural interest for Portugal to invest in these areas.

# Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. Introdução .....  | 10 |
| 1.1 Considerações Gerais .....   | 10 |
| 1.2 Objectivos e Metodologia .....   | 11 |
| 1.3 Estruturação da Dissertação .....  | 11 |
| 2. Teoria de Avaliação de Investimentos .....                                      | 13 |
| 2.1 Valor Actual Líquido – VAL .....   | 13 |
| 2.2 Índice de Rentabilidade – IR .....   | 16 |
| 2.3 Período de Recuperação do Capital Investido (Payback Period) .....             | 17 |
| 2.4 A Taxa Interna de Rentabilidade – TIR .....                                    | 19 |
| 3. A Energia Eólica Marítima .....   | 26 |
| 3.1 Estado de Arte da Energia Eólica Marítima .....                                | 26 |
| 3.2 Mercado da Energia Eólica Marítima – 2012 .....                                | 28 |
| 3.3 As tendências do Mercado de Energia Eólica Marítima .....                      | 32 |
| 3.4 As perspectivas de futuro do Mercado de Energia Eólica Marítima .....          | 33 |
| 3.5 Desafios de Futuro na Implementação de Estruturas Eólicas Marítimas .....      | 34 |
| 3.5.1 Ferramentas de Modelação Numérica .....                                      | 35 |
| 3.5.2 Turbinas Eólicas Optimizadas para Estruturas de Suporte Flutuante .....      | 36 |
| 3.5.3 Conexão à Rede Eléctrica .....   | 37 |
| 4. Análise Económica da Energia Eólica Marítima .....                              | 39 |
| 4.1 Dados Úteis para o Cálculo dos Índices Económicos .....                        | 39 |
| 4.2 Fase Teste .....   | 42 |
| 4.3 Fase Pré-Comercial .....   | 46 |
| 4.4 Fase Comercial .....   | 50 |
| 5. Análise Final e Conclusões .....  | 63 |
| Referências Bibliográficas .....   | 68 |
| Páginas da Internet .....  | 69 |
| Anexos .....   | 70 |
| Anexo I – VAL do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima .....          | 70 |
| Anexo II – VAL do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima .....         | 71 |
| Anexo III – VAL do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima .....        | 72 |
| Anexo IV – VAL do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima .....         | 73 |
| Anexo V – VAL do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima .....  | 74 |
| Anexo VI – VAL do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima ..... | 75 |

|  |    |
|--|----|
| Anexo VII – VAL do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima .....  | 76 |
| Anexo VIII – VAL do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima ..... | 77 |
| Anexo IX – VAL do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima .....       | 78 |
| Anexo X – VAL do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima .....        | 79 |
| Anexo XI – VAL do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima .....       | 80 |
| Anexo XII – VAL do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima .....      | 81 |
| Anexo XIII – VAL do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima .....     | 82 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Possíveis Estruturas e Fundações para Instalação de Turbinas Eólicas Marítimas – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013) .....  | 27 |
| Figura 2 - Instalações anuais e acumuladas de Energia Eólica na Europa (MW) – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013) .....  | 28 |
| Figura 3 - Fundações Fixas de Turbinas Eólicas Marítimas – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013) .....   | 29 |
| Figura 4 - Percentagens do tipo de Fundações dos Parques Eólicos instalados – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013) .....  | 30 |
| Figura 5 - Localização dos Projectos de Energia Eólica de águas profundas (baseado em números anunciados) – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013) .....  | 32 |
| Figura 6 - Média da profundidade e Média da distância à costa de Parques Eólicos Marítimos instalados, em construção e aprovados (a dimensão dos círculos representa a capacidade total do parque eólico) – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)..... | 33 |

## Índice de Tabelas

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Tabela 1 – Valores úteis para o cálculo dos índices de rentabilidade económica da Energia Eólica Marítima. .... | 40                                  |
| Tabela 2 – Dados relevantes sobre os projectos de investimento da Energia Eólica Marítima. ....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Tabela 3 – VAL sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                          | 42                                  |
| Tabela 4 – IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....            | 43                                  |
| Tabela 5 – VAL com Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                          | 43                                  |
| Tabela 6 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....            | 43                                  |
| Tabela 7 - VAL sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                          | 44                                  |
| Tabela 8 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....            | 44                                  |
| Tabela 9 - VAL com Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                          | 44                                  |
| Tabela 10 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....           | 44                                  |
| Tabela 11 – VAL sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                         | 45                                  |
| Tabela 12 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....           | 45                                  |
| Tabela 13 - VAL com Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                         | 45                                  |
| Tabela 14 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....           | 45                                  |
| Tabela 15 - VAL sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                         | 45                                  |
| Tabela 16 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....           | 46                                  |
| Tabela 17 - VAL com Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....                         | 46                                  |
| Tabela 18 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima. ....           | 46                                  |
| Tabela 19 - VAL sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                 | 46                                  |
| Tabela 20 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....   | 47                                  |
| Tabela 21 - VAL com Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                 | 47                                  |
| Tabela 22 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....   | 47                                  |
| Tabela 23 - VAL sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                 | 47                                  |
| Tabela 24 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....   | 47                                  |
| Tabela 25 - VAL com Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                 | 48                                  |
| Tabela 26 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....   | 48                                  |
| Tabela 27 - VAL sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                 | 48                                  |



|   |    |
|---|----|
| Tabela 28 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. .... | 48 |
| Tabela 29 - VAL com Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....               | 49 |
| Tabela 30 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. .... | 49 |
| Tabela 31 - VAL sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....               | 49 |
| Tabela 32 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. .... | 50 |
| Tabela 33 - VAL com Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. ....               | 50 |
| Tabela 34 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima. .... | 50 |
| Tabela 35 - VAL sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 51 |
| Tabela 36 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 51 |
| Tabela 37 - VAL com Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 51 |
| Tabela 38 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 51 |
| Tabela 39 - VAL sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 52 |
| Tabela 40 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 52 |
| Tabela 41 - VAL com Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 52 |
| Tabela 42 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 52 |
| Tabela 43 - VAL sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 53 |
| Tabela 44 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 53 |
| Tabela 45 - VAL com Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 53 |
| Tabela 46 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 53 |
| Tabela 47 - VAL sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 54 |
| Tabela 48 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 54 |
| Tabela 49 - VAL com Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 54 |
| Tabela 50 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 54 |
| Tabela 51 - VAL sem Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 55 |
| Tabela 52 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 55 |
| Tabela 53 - VAL com Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....                   | 55 |
| Tabela 54 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima. ....     | 55 |
| Tabela 55 – Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Teste. ....  | 57 |
| Tabela 56 - Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Pré-Comercial. ....  | 58 |
| Tabela 57 - Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Comercial. ....  | 59 |
| Tabela 58 – Continuação do Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Teste. ....                                 | 60 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 59 – Continuação do Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Pré-Comercial. .... | 61 |
| Tabela 60 - Continuação do Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Comercial.....      | 62 |

## Lista de Símbolos e Abreviações

VAL – valor actual líquido

$CF_K$  – fluxo de caixa ou cash-flow do período K (Inclui a componente de investimento, exploração e desinvestimento)

K – período anual

N – número de anos do projecto de investimento (Inclui a componente de investimento, exploração e desinvestimento)

TA – taxa de actualização

T1 – taxa de rendimento real - corresponde à remuneração real desejada para os capitais próprios (normalmente utiliza-se a taxa de remuneração real de activos sem risco)

T2 – taxa de prémio de risco - consiste no prémio anual de risco. Corresponde à taxa dependente da evolução económica, financeira, global e sectorial do projecto, bem como ao montante total envolvido no projecto

T3 – taxa de inflação

IR – índice de rentabilidade

$I_K$  – despesa de investimento no período K

TIR – taxa interna de rentabilidade

EWEA – the European Wind Energy Association, Associação Europeia de Energia Eólica

EDP – Energias de Portugal, empresa do sector energético

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

EUR6M – taxa Euribor a 6 meses

Tarifa *Feed-In* – tarifa de ajuda de custo para energias renováveis paga por cada consumidor

Capex – capital investido no início de um projecto de investimento; ex: custos de construção, custos de infra-estruturas de sistemas eléctricos, custos de pré-desenvolvimento

Opex – capital investido em exploração e manutenção, anualmente, ao longo do período de vida útil do projecto; ex: custos de operação e manutenção, custos com seguros, custos de desmantelamento, outros custos (incluindo renda ao Estado, custos da rede eléctrica nacional)

# **1. Introdução**

## **1.1 Considerações Gerais**

Portugal é um país com uma zona económica exclusiva considerável e uma das maiores da Europa e pode ter um potencial económico enorme em todos os investimentos com o mar relacionados. Portugal tem ainda toda a História, costumes e tradições associadas ao mar. Portugal tem também uma dependência energética considerável ao nível dos combustíveis fósseis, factor que o torna vulnerável e dependente de políticas e estabilidade social de países terceiros, países a quem compra tais bens. Políticas e países esses que, portanto, influenciam as políticas portuguesas e a estabilidade social portuguesa. Poderia inclusive até falar-se de falta de autonomia e soberania do Estado português. Além disso contrai-se ainda dívida pública externa para poder comprar esse tipo de bens o que não é desejável, ainda para mais tendo outro tipo de recursos sucedâneos bem capazes de prestar o mesmo serviço, ou pelo menos capazes de atenuar tamanha dependência. Como estamos a falar do sector energético todo a economia de um país, a sua vivência e desenrolar de actividades diárias, depende disso, logo, a vulnerabilidade económica, política e social é grande.

Com esta dissertação ir-se-á calcular e estimar a rentabilidade de projectos de investimento de empreendimentos marítimos capazes de produzir energia eléctrica a partir da energia eólica marítima. Poder-se-ia ainda abordar a energia das ondas e a energia das correntes marítimas, que poderiam ser alternativos investimentos marítimos em Portugal. No entanto, nesta dissertação não entrarão. Sendo assim, vai avaliar-se se Portugal tem hipóteses de poder substituir algumas das importações energéticas e assim conseguir aproveitar os recursos endógenos, diferenciando-se e destacando-se face aos outros países. A concretizar-se possível, Portugal pode assim reduzir a factura energética para com o exterior, equilibrar a balança comercial reduzindo a dívida externa, e por outro lado aumentar a actividade económica fazendo surgir empresas e indústria nestes sectores, fazendo surgir empregos, fazendo consequentemente que a receita do orçamento do Estado aumente, equilibrando as contas públicas que têm tido défices recorrentes nos últimos anos e que contribui para o aumento da já gigante dívida pública interna portuguesa. E fica mais isolado de eventuais oscilações dos preços de mercado do petróleo e do gás natural, afectadas normalmente por acontecimentos alheios ao governo português e ao Estado português.

## **1.2 Objectivos e Metodologia**

O objectivo principal desta dissertação prende-se com a análise da rentabilidade económica de investimentos em empreendimentos de energia eólica marítima.

Para tal efectuaram-se as seguintes acções:

- Pesquisa de relatórios, estudos, apresentações sobre a matéria em empresas, organizações, universidades e associações onde se discutisse, abordasse e analisasse dados técnicos sobre a prestação deste tipo de empreendimentos de energias renováveis e dados económicos como preços de investimento inicial e de exploração e manutenção deste tipo de empreendimentos;

- Análise dos dados recolhidos e selecção dos mais relevantes;

- Pesquisa de um livro teórico sobre avaliação de investimentos necessário para os cálculos da rentabilidade económica e também para introduzir na dissertação alguma teoria sobre indicadores económicos de avaliação de investimentos;

- Cálculo de rentabilidade económica para cada investimento diferente;

- Análise dos resultados obtidos;

- Conclusões a retirar sobre a rentabilidade dos projectos e da sua aplicabilidade em Portugal;

- Conclusões sobre as limitações da avaliação efectuada.

Assim, pode-se no fim da dissertação perceber qual o potencial interesse que despertam este tipo de investimentos, incluindo para Portugal.

## **1.3 Estruturação da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

No primeiro capítulo faz-se uma introdução ao tema e um enquadramento geral da dissertação.

No segundo capítulo aborda-se teoria de avaliação de investimentos bem como se definem os indicadores económicos utilizados nesta dissertação para avaliar este tipo de investimentos.

No terceiro capítulo o tema é a Energia Eólica Marítima e em que estado se encontra o desenvolvimento deste tipo de empreendimentos na Europa e no Mundo, bem como o

mercado actual de energia eólica marítima e suas tendências, e finalmente os desafios para o futuro ao nível de investigação científica nesta área.

No quarto capítulo é a vez de se fazer a análise económica de investimentos em energia eólica marítima, em três fases distintas: a fase teste, a fase pré-comercial e a fase comercial.

Por fim, no quinto capítulo faz-se a reflexão final sobre os resultados e sobre o interesse que existe ou não neste tipo de investimentos, Portugal incluído.

No final da dissertação e após o quinto capítulo estão as referências bibliográficas e anexos com tabelas dos resultados dos cálculos da avaliação económica de investimentos.

## 2. Teoria de Avaliação de Investimentos

A avaliação de investimentos convencional pode ser feita com base em diversos critérios, e os mesmos podem ser usados de forma isolada ou em complementaridade. Existem diversos indicadores na avaliação económica de investimentos, no entanto, neste trabalho ir-se-á usar apenas quatro. São eles: o VAL (Valor Actual Líquido), o IR (índice de rentabilidade) o Período de Recuperação do Capital Investido (*Payback Period*) e a TIR (Taxa Interna de Rentabilidade).

Embora cada indicador tenha as suas limitações, quando estes quatro indicadores são utilizados em conjunto, complementam-se e permitem uma visão e uma análise bem integradas, e com certeza mais acertadas, do investimento.

### 2.1 Valor Actual Líquido – VAL

O Valor Actual Líquido é o excedente do acumulado dos vários fluxos líquidos de tesouraria, ou fluxos de caixa, actualizados, calculados para todo o tempo de vida útil do investimento, subtraídos do montante de capital investido no início do processo (Sá e Silva et al., 2013).

A expressão do VAL define-se assim (Sá e Silva et al., 2013):

$$VAL = \sum_{K=0}^N \frac{CF_K}{(1 + TA)^K} \quad (2.1)$$

Admitindo que o fluxo do desinvestimento (VR) está disponível no ano (k) em que termina a exploração, o modelo é definido da seguinte forma (Soares et al., 2012):

$$VAL = \frac{CF_1}{1 + TA} + \frac{CF_2}{(1 + TA)^2} + \dots + \frac{CF_k}{(1 + TA)^k} + \frac{VR}{(1 + TA)^k} - CI_0 \quad (2.2)$$

Em que (Soares et al., 2012):

- $CF_k$  é o fluxo de caixa de exploração no final do ano k;
- $CI_0$  é o valor actual dos fundos correspondentes ao custo do investimento;
- VR é o valor residual quer do Activo Fixo (líquido de mais ou de menos-valias) quer do Fundo de Maneio;
- TA é a taxa de actualização, ou seja, a taxa de rentabilidade mínima exigida;

- k é a vida económica ou vida útil do investimento (em anos).

A determinação da TA é um factor crítico pois dela dependerá o cálculo do VAL e a aprovação ou não do investimento.

A Taxa de Actualização é também conhecida por custo de oportunidade do capital ou taxa mínima de rentabilidade do projecto. É portanto a rentabilidade que o investidor exige para implementar um projecto de investimento e serve para actualizar os fluxos de caixa gerados pelo mesmo (Sá e Silva et al., 2013).

A expressão de cálculo da TA é (Sá e Silva et al., 2013):

$$TA = [(1 + T1) \cdot (1 + T2) \cdot (1 + T3)] - 1 \quad (2.3)$$

Em que (IAPMEI, 2014):

- T1 é a taxa de rendimento real, corresponde à remuneração real desejada para os capitais próprios (normalmente utiliza-se a taxa de remuneração real de activos sem risco);

- T2 é o prémio de risco, consiste no prémio anual de risco. Corresponde à taxa dependente da evolução económica, financeira, global e sectorial do projecto, bem como ao montante total envolvido no projecto;

- T3 é a taxa de inflação.

Se o VAL for positivo, significa que o investimento deve ser aceite, visto que contribuirá para aumentar a riqueza dos detentores do capital. Dito de outro modo, tem subjacente que, em termos previsionais, os fluxos monetários líquidos gerados pela implementação do investimento permitem reembolsar o capital investido e ainda deixam um excedente que incrementa a riqueza dos investidores (Soares et al., 2012).

As duas ideias-chave subjacentes ao modelo:

- Como se assume que a taxa de actualização representa o custo de oportunidade do capital, o VAL traduz o preço de mercado do investimento. Sendo positivo, equivale a dizer que a empresa pagará menos, em termos de desembolso de capital, do que o valor gerado pela investimento;

- A recuperação do capital investido adicionada ao valor actualizado dos fluxos de caixa futuros vai proporcionar aos detentores do capital um retorno superior ao que poderiam obter em aplicações alternativas e, logicamente, implica um aumento da sua riqueza (Soares et al., 2012).

Um VAL positivo significa, em termos previsionais, que o investimento assegura aos investidores, durante toda a vida do mesmo, uma taxa de remuneração TA – que inclui um prémio de risco quando o ambiente é caracterizado pela incerteza. Esta remuneração tem



subjacente o pressuposto de que os  $CF_k$  serão reinvestidos a essa mesma taxa desde que são gerados até ao final da vida do investimento (Soares et al., 2012).

Este pressuposto do reinvestimento pode ser traduzido em termos algébricos do seguinte modo (Soares et al., 2012):

$$(CI + VAL) * (1 + TA)^k = CF_1 * (1 + TA)^{k-1} + CF_2 * (1 + TA)^{k-2} + \dots + CF_k \quad (2.4)$$

Conclui-se, pois, que um investimento viável proporciona aos accionistas, em termos previsionais, uma taxa de retorno superior à exigida, por virtude da criação de um excedente de riqueza (valor) no montante do VAL (Soares et al., 2012).

Dado que o VAL corresponde a um efectivo aumento da riqueza dos acionistas, se o objectivo dos gestores for a maximização do valor da empresa e se esta não enfrentar restrições de capital – podendo obter os fundos que desejar a uma dada taxa de custo de capital constante (o que supõe um prémio de risco constante) -, então, em presença de dois investimentos mutuamente exclusivos, será de aceitar o que proporcionar o VAL mais elevado (pois é o que mais contribui para o valor da empresa). Tenha-se presente que «investimentos mutuamente exclusivos» são investimentos alternativos, isto é, em que apenas um de vários pode ser implementado. A decisão sobre este tipo de investimentos tem subjacente, pois, escolher um de um grupo de dois ou mais (Soares et al., 2012).

Este modelo permite o uso, ao longo da vida do investimento, de taxas de actualização diferenciadas. O cuidado a ter quando se usam taxas diferenciadas é o de construir o factor de actualização do período  $j$  a partir do produtório das taxas do próprio período e dos períodos que lhe ficam à esquerda (os mais recentes) (Soares et al., 2012).

A expressão (2.1) terá, então, a seguinte forma (Soares et al., 2012):

$$VAL = \sum_{K=1}^N \frac{CF_K}{\prod_{k=1}^N (1 + TA_k)} - \sum_{K=0}^N \frac{CI_K}{\prod_{k=0}^N (1 + TA_k)} \quad (2.5)$$

Independentemente de se usar uma taxa uniforme ou taxas diferenciadas, o VAL é sensível ao custo do capital. Se um projecto tem a maior parte dos seus fluxos de caixa nos primeiros anos de vida a respectiva sensibilidade a alterações da taxa será menor. Significa que menor será a inclinação da curva do perfil do VAL, como se verá já a seguir no presente ponto (Soares et al., 2012).

A partir do que se referiu, é fácil inferir que sendo o VAL igual a zero o investimento é neutro em termos de efeitos sobre a riqueza; sendo negativo o investimento deve ser, em

princípio, rejeitado. E diz-se «em princípio», pois razões estratégicas podem levar algumas empresas a implementarem investimentos com um VAL dessa natureza (Soares et al., 2012).

Em suma, as regras de decisão que resultam da aplicação do modelo do VAL permitem uma escolha óptima de investimentos convencionais em ambiente de certeza, contribuindo para o aumento do valor da empresa. Essas regras são, como se mencionou as seguintes (Soares et al., 2012):

- $VAL > 0$  – aceitar projecto;
- $VAL < 0$  – rejeitar projecto;
- $VAL = 0$  – Indiferença ao projecto.

É intuitivo que a dimensão do VAL depende de uma série de factores, nomeadamente da taxa de actualização. A partir da expressão (2.2) é possível inferir que, para investimentos convencionais – caracterizados por possuírem um primeiro fluxo de caixa negativo, determinado pelo capital investido, a que se seguem outros positivos – e multiperíódicos, à medida que a taxa de actualização aumenta o VAL reduz-se (Soares et al., 2012).

O modelo do VAL não é, no entanto, desprovido de desvantagens. Referem-se, entre as principais (Soares et al., 2012):

- Não toma em consideração a escala (montante) do investimento. Por exemplo, dizer que o VAL de um investimento é de 200 u.m. não proporciona informação sobre o montante investido que está subjacente. Este pode ser tão díspar como 1.000 ou 10.000 u.m.;
- Não controla diferenças na vida de investimentos que se pretendam comparar.

Porém, estas desvantagens não são particularmente relevantes para a empresa que não enfrenta restrições de capital e cujo objectivo é a maximização da riqueza dos acionistas. Em tal contexto, a utilização do critério VAL não obvia a que se possam tomar decisões relativas à escolha de projectos mutuamente exclusivos que apresentem vidas e ou escalas diferentes entre si (Soares et al., 2012).

## **2.2 Índice de Rentabilidade – IR**

O modelo do Índice de Rentabilidade (IR) pode ser visto como uma «variação» do modelo do VAL que toma em consideração o custo do investimento. Este índice é um indicador de rentabilidade efectiva por unidade de capital investido. Na medida em que utiliza a razão entre o valor actual dos fluxos de caixa actualizados – e não dos resultados líquidos – e o custo do investimento, é consistente com os conceitos utilizados em Análise de Investimentos e permite um enfoque específico (Soares et al., 2012).

$$IR = \frac{\sum_{K=0}^N \frac{CF_K}{(1+TA)^K}}{CI_0} \quad (2.6)$$

O IR mede, pois, a relação entre o valor actual dos fluxos líquidos positivos do investimento (os CF) e o valor actual dos capitais neste investido (CI).

A regra de decisão que lhe está associada é (Soares et al., 2012):

- IR > 1 – aceitar projecto;
- IR < 1 – rejeitar projecto;
- IR = 1 – Indiferença ao projecto.

É fácil perceber a intuição por detrás desta regra. Se o IR for superior à unidade, então o VAL é positivo e o investimento é de aceitar. Se o IR for inferior à unidade, o VAL é negativo e a decisão deve ser a de rejeitar (Soares et al., 2012).

O IR é, pois, como referido, uma solução de avaliação derivada do VAL, com tudo o que isso acarreta em termos de vantagens e inconvenientes. No entanto, o IR não deve ser visto como uma alternativa ao uso do VAL – até porque em casos de escolha de investimentos mutuamente exclusivos as decisões proporcionadas pelo IR podem ser inconsistentes com as do VAL -, mas sim como um modelo complementar que pode ser de utilidade em casos em que a empresa promotora se defronta com restrições de capital. Nesta situação, deverão ser escolhidos os investimentos que proporcionam o mais elevado IR, ou seja, o maior retorno por unidade de capital investido (Soares et al., 2012).

### 2.3 Período de Recuperação do Capital Investido (Payback Period)

Este modelo proporciona o número de períodos necessário para, através dos fluxos de caixa de exploração (CF) gerados, recuperar o capital investido. Assim, de uma forma geral, tem-se (Soares et al., 2012):

$$\sum_{K=1}^N CF_K \leq \text{Despesa de Investimento} \leq \sum_{K=1}^{N+1} CF_K \quad (2.7)$$

Admitindo que os fluxos de caixa são gerados de forma linear no decurso de cada ano, o período de recuperação do capital (PRC) é dado por (Soares et al., 2012):

$$PRC = K + \frac{\text{Despesa de Investimento} - \sum_{K=1}^N CF_K}{CF_{K+1}} \quad (2.8)$$

De acordo com este modelo de avaliação, um investimento é de aceitar quando o período de recuperação do capital é inferior ao número de anos de vida útil previstos para o mesmo. Entre investimentos alternativos será de escolher aquele cujo prazo de recuperação é menor. Consta-se, pois, que este modelo propõe uma regra de decisão que privilegia investimentos que gerem elevada liquidez nos primeiros períodos (Soares et al., 2012).

São várias as limitações deste modelo (Soares et al., 2012):

- Na medida em que se procede à soma algébrica de valores referenciados a momentos de tempo distintos, não considera o valor do dinheiro no tempo;

- Isoladamente considerado, não permite tomar decisões sobre a viabilidade do projecto, excepto se se definir uma «vida padrão» que possa servir de termo de comparação;

- Ao atender apenas ao período de tempo necessário para recuperar o investimento, não atende aos fluxos de caixa gerados nos períodos subsequentes à recuperação do investimento;

- Tem dificuldade em lidar com investimentos em que não existe um investimento inicial ou não existe um investimento único (Soares et al., 2012).

Além disto, o próprio princípio que está subjacente ao modelo é, em si próprio, uma importante limitação. Com efeito, a rapidez de recuperação de um investimento, sem consideração da respectiva rentabilidade, não parece ser, só por si, um objectivo desejável, salvo se aquele continuar a gerar fluxos para o futuro. O uso deste modelo e da regra de decisão associada tende a levar à preferência por projectos de curto prazo (Soares et al., 2012).

A primeira das limitações apontadas é facilmente ultrapassada, utilizando os mesmos procedimentos metodológicos e considerando os fluxos de caixa actualizados à taxa TA. Determina-se o período no qual o fluxo de caixa acumulado iguala a despesa inicial de investimento (Soares et al., 2012):

$$\sum_{K=1}^N \frac{CF_K}{(1+TA)^K} \leq \text{Despesa de Investimento} \leq \sum_{K=1}^{N+1} \frac{CF_K}{(1+TA)^K} \quad (2.9)$$

A determinação do «período de recuperação do capital ajustado» (PRCA), também designado por «tempo crítico do investimento», segue os moldes referidos anteriormente, utilizando a proporção do montante que falta recuperar do investimento inicial no fluxo de caixa actual do referido período (Soares et al., 2012),

$$PRCA = K + \frac{\text{Despesa de Investimento} - \sum_{K=1}^N \frac{CF_K}{(1+TA)^K}}{\frac{CF_{K+1}}{(1+TA)^{K+1}}}$$

Portanto, o PRCA é uma versão que apresenta as limitações do PRC, excepto no que respeita à tomada em consideração do valor do dinheiro no tempo. Para um dado investimento,  $PRCA < PRC$  (Soares et al., 2012).

Pesem as limitações do PRC e do PRCA, estes modelos tendem a ser usados com relativa frequência em conjunto com outros modelos de decisão, sendo olhados como uma medida (grosseira) do risco do investimento. A ideia subjacente é a de que, para um dado nível de fluxos a gerar, o risco que o promotor corre será tanto maior quanto maior o período de tempo para recuperar o investimento efectuado (Soares et al., 2012).

## 2.4 A Taxa Interna de Rentabilidade – TIR

A Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) – Internal Rate of Return (IRR), na terminologia inglesa – é outro modelo de análise que assenta no princípio do desconto dos fluxos de caixa. No entanto, neste caso, parte-se dos fluxos líquidos previstos para calcular a taxa de actualização (ou de rentabilidade) que torna o VAL nulo (Soares et al., 2012).

Este modelo tem algumas semelhanças com a formulação algébrica apresentada e discutida para o critério do VAL. No entanto, a abordagem subjacente é diferente. Agora, a taxa de actualização é a incógnita a estimar e mede a taxa de remuneração máxima que o projecto poderá proporcionar aos financiadores (Soares et al., 2012).

Uma das vantagens que por vezes (erradamente) se atribui ao modelo da TIR é o facto de poder ser utilizado sem ter de se estimar a taxa de custo do capital do investimento. Este raciocínio não é correcto, excepto se a TIR for tão elevada que à partida não necessite sequer de ser expressamente comparada com a taxa TA para se ter a certeza de que é superior. O que é uma situação, no mínimo, pouco realista (Soares et al., 2012).

Com efeito, a decisão sobre a selecção de investimentos com base na TIR só faz sentido quando existe uma base de comparação, ou seja, o custo de oportunidade do capital. A regra de aceitação de um investimento segundo este modelo implica que a TIR seja superior ao custo de capital exigido pela empresa (TA). Uma TIR inferior levará à recusa do investimento; uma TIR nula será sinónima de indiferença (Soares et al., 2012).

- $TIR > TA$  – aceitar projecto;
- $TIR < TA$  – rejeitar projecto;
- $TIR = TA$  – Indiferença ao projecto.

Tal como se referiu, uma forma de interpretar a TIR será entendê-la como o máximo custo de capital que uma empresa poderia usar para financiar um investimento sem com isso prejudicar os seus acionistas/sócios (Soares et al., 2012).

No caso de projectos convencionais economicamente independentes – em que a selecção de um não impede a escolha do outro – os modelos do VAL e da TIR levam à mesma decisão. A prova algébrica é simples de fazer (Soares et al., 2012).

Se um projecto tiver um VAL positivo verifica-se que (Soares et al., 2012):

$$\frac{\sum_{K=1}^N CF_K}{(1 + TA)^K} - CI_0 > 0 \quad (2.11)$$

Ou, o que é o mesmo,

$$\frac{\sum_{K=1}^N CF_K}{(1 + TA)^K} > CI_0 \quad (2.12)$$

A TIR do mesmo projecto é o valor da taxa que constitui a raiz da equação (Soares et al., 2012):

$$\frac{\sum_{K=1}^N CF_K}{(1 + TIR)^K} = CI_0 \quad (2.13)$$

Então, o membro da esquerda de (2.13) que iguala  $CI_0$  tem de ser inferior ao lado da esquerda da desigualdade (2.12) que é superior a  $CI_0$ . Como os numeradores  $CF_K$  são iguais e positivos em ambos os casos, então a TIR terá de ser superior a TA. Visto pelo prisma da rejeição, se o VAL for negativo a TIR deverá ser inferior a TA, pelo que não se deverá implementar o projecto. Se o VAL for nulo, a TIR deverá igualar TA, pelo que existe uma posição de indiferença por parte da empresa face ao investimento, sendo também confirmada pelos dois modelos (Soares et al., 2012).

Apesar das vantagens evidentes em termos de gestão, em particular o facto de apresentar um resultado em percentagem como um verdadeiro retorno sobre o investimento, a TIR apresenta algumas desvantagens, em especial a de não ser informativa sobre a dimensão e a vida útil de um projecto de investimento (Soares et al., 2012).

Por outro lado, a TIR pressupõe que os fluxos de caixa gerados ao longo da vida útil do projecto são todos reinvestidos sempre à mesma taxa – a própria TIR –, o que é altamente improvável. Neste aspecto, o VAL apresenta vantagens na medida em que pressupõe o reinvestimento a uma taxa mais realista ou, pelo menos, mais conservadora: a taxa exigida de custo do capital (Soares et al., 2012).

É fácil mostrar tal facto em termos analíticos. Assumindo, por facilidade de escrita, que o valor residual ocorre no mesmo período do último CF, pode escrever-se (Soares et al., 2012):

$$\frac{CF_1}{1 + TIR} + \frac{CF_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{CF_K}{(1 + TIR)^K} + \frac{VR}{(1 + TIR)^K} = CI_0 \quad (2.14)$$

em que a TIR é, como foi mencionado, o valor que resolve a equação (Soares et al., 2012).

Olhe-se agora esta mesma expressão em termos de fluxos capitalizados. A expressão não é alterada no seu conteúdo, apenas muda de forma. Virá (Soares et al., 2012):

$$CI * (1 + TIR)^K = CF_1 * (1 + TIR)^{K-1} + CF_2 * (1 + TIR)^{K-2} + \dots + CF_K \quad (2.15)$$

Confirma-se, pois, como se pretendia, que o modelo subjacente à TIR pressupõe a capitalização dos fluxos de caixa à própria TIR, enquanto o VAL o faz, conforme equação (2.12) à taxa exigida de custo de capital. Voltar-se-á a este ponto já a seguir (Soares et al., 2012).

Antes de se avançar para uma breve súpula de alguns dos principais problemas associados ao modelo da TIR, importa deixar uma nota de esclarecimento sobre a natureza dos capitais a ter em consideração nos cálculos. A TIR, tal como o VAL, pode ser calculada numa «óptica de rentabilidade global», em que não se olha à origem do financiamento – como se fez nos exemplos apresentados –, ou numa «óptica de rentabilidade dos capitais próprios», em que os CF e o CI correspondem apenas à parte que pertence, ou é financiada, pelos acionistas. Mais do que ópticas alternativas, elas devem ser vistas como complementares, como oportunamente se mencionou (Soares et al., 2012).

Tempos houve em que o processo calculatório inerente à TIR era visto como uma desvantagem relativamente ao VAL. A TIR é estimada por iterações sucessivas. Manualmente, é um processo pesado e moroso. Actualmente, com as folhas de cálculo e as calculadoras financeiras, tal desvantagem comparativa não é mais uma verdadeira desvantagem do modelo (Soares et al., 2012).

A quantidade e natureza dos problemas associados à TIR justificam que se lhes dedique atenção. É o que se faz agora (Soares et al., 2012).

- A Taxa Implícita de Investimento

Referiu-se que a TIR supõe que os fluxos gerados são reinvestidos a essa mesma taxa. Isto é, a possibilidade de os financiadores poderem usufruir da rentabilidade máxima supõe que os fluxos do investimento são reinvestidos até ao final da vida deste à taxa TIR (Soares et al., 2012).

Na maior parte dos casos este pressuposto não é minimamente razoável. Significa, então, em tais casos, que a TIR não é uma medida adequada da rentabilidade dos capitais investidos. Será necessário depurar o conceito de TIR do pressuposto de reinvestimento a uma taxa que, na generalidade dos casos, como se mencionou, é altamente improvável de ocorrer. Esta correcção vai dar origem à «TIR modificada» a partir da consideração de uma taxa de reinvestimento a aplicar a tais fluxos. No ponto seguinte discutir-se-á este assunto. Para já, fica a ideia de que o problema do reinvestimento tem um duplo interesse prático (Soares et al., 2012):

- Afecta o cálculo da rentabilidade total do capital investido inicialmente;
- Permite resolver, em algumas situações, incompatibilidades entre os critérios do VAL e da TIR, como se discutirá mais à frente neste capítulo.

- A Existência de Múltiplas TIR

A TIR resulta da resolução de uma equação polinomial de grau  $n$  que assume a forma (Soares et al., 2012):

$$CI_0 = \frac{CF_1}{1 + TIR} + \frac{CF_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{CF_K}{(1 + TIR)^K} \quad (2.16)$$

Fazendo

$$x = \frac{1}{1 + TIR}$$

Pode escrever-se a expressão anterior como:

$$CI_0 = CF_1x^1 + CF_2x^2 + \dots + CF_Kx^K \quad (2.17)$$

Que mostra de forma mais visível o respectivo carácter polinomial (Soares et al., 2012).

A consequência prática daqui resultante é que a solução de tal polinómio pode originar um mínimo de uma raiz e um máximo de  $n$ . O número exacto de raízes reais (TIR) depende do número de mudanças de sinal (positivo/negativo) das componentes do polinómio (CI e CF). A solução no caso de múltiplas TIR passa, também, pelo cálculo da «TIR modificada» (Soares et al., 2012).

Acresce ainda o facto de existirem casos extremos em que a TIR não pode ser calculada ou, sendo-o, não proporciona resultados fiáveis. Isso acontece, por exemplo, quando há ausência de investimento inicial (Soares et al., 2012).

- A Estrutura Temporal das Taxas de Custo do Capital

Quando a estrutura temporal das taxas de custo do capital não é constante ao longo do tempo, isto é, quando há diferentes taxas de custo do capital para diferentes períodos, a



utilização do critério da TIR enfrenta alguns problemas por via da dificuldade em se obter uma taxa de custo de capital para servir de comparação. O adoptar-se a média de tais taxas não ajuda muito pois coloca-se, neste caso, o problema da definição do tipo de média a utilizar (Soares et al., 2012).

- Incompatibilidades entre os Critérios TIR e VAL

Quando se está em presença de um único investimento (independente) a análise da respectiva viabilidade económica produz o mesmo resultado (decisão) quer se utilize o modelo da TIR ou do VAL (Soares et al., 2012).

O mesmo poderá não acontecer quando está em causa o processo de análise de investimentos mutuamente exclusivos. Neste caso, a TIR pode fornecer uma regra de decisão diferente do VAL, muito particularmente quando os investimentos têm escala ou duração diferentes (Soares et al., 2012).

Sob os pressupostos de que não há restrições de capital, de que a taxa de custo do capital é constante e de que o objectivo da empresa é maximizar a riqueza dos acionistas, a regra de decisão do modelo do VAL é a que deve ser seguida pois é a que conduz sistematicamente à decisão adequada (Soares et al., 2012).

Neste contexto, pode questionar-se o interesse em discutir tais incompatibilidades ou, no limite, de utilizar o modelo da TIR. Como este tende a produzir informação complementar à do VAL é comum os analistas utilizarem ambos os modelos em simultâneo. É importante que se perceba, portanto, por que razões surgem tais incompatibilidades e como podem elas ser ultrapassadas. Mais, tal discussão é, também, uma forma de demonstrar o ascendente da qualidade da decisão fornecida pelo VAL relativamente à da TIR (Soares et al., 2012).

Resulta claro, portanto, que, entre investimentos alternativos, a existência de diferenças quanto à duração ou montante investido, entre outros, são ingredientes genéricos que conduzem às referidas inconsistências ao nível da decisão. São variados os problemas que podem surgir, mas as suas causas originárias principais tendem a resumir-se do seguinte modo (Soares et al., 2012):

- Diferente duração da vida útil dos investimentos mutuamente exclusivos em confronto;
- Montante do capital a investir e evolução temporal distinta dos fluxos financeiros;
- Existência de uma sequência de fluxos financeiros com mais de uma inversão de sinal, que origina, como se viu, a ocorrência de mais de uma TIR.

Quando as «vidas» económicas ou úteis de investimentos mutuamente exclusivos são diferentes, mas o capital investido é idêntico, a aplicação dos modelos do VAL e da TIR para efeitos de hierarquização também tendem a ocasionar dificuldades ao nível da falta de

consistência das decisões. Para ultrapassar o problema, pode utilizar-se, entre outras, uma das quatro potenciais soluções enunciadas seguidamente (Soares et al., 2012):

- Considerar que as alternativas em confronto se podem repetir indefinidamente, com o mesmo fluxo de caixa. Neste caso, a vida económica é considerada infinita:  $K = \infty$  ;

- Admitir um cenário menos extremo que o anterior, em que se considera a repetição dos investimentos até ao mínimo múltiplo comum das durações das alternativas em confronto, passando esse múltiplo a ser o horizonte de planeamento;

- Converter o VAL dos gastos num fluxo anual, através do cálculo do denominado Fluxo Anual Equivalente (FAE) ou Modelo do Fluxo de Caixa Periódico Equivalente;

- Calcular a TIR global, a partir da homogeneização do período de análise temporal dos projectos, adoptando a vida útil do projecto de duração inferior (Modelo do Valor Residual), ou adoptando a vida útil do projecto de duração superior (Modelo do Reinvestimento dos Fluxos de Caixa) – achou-se que não se justifica, para fins desta Tese de Mestrado, definir todos estes Modelos.

Um outro tipo de problemas ocorre quando as alternativas apresentam fluxos de caixa que alternam de «sinal» - negativo, positivo, negativo, positivo –, indiciando, como se sabe, que possam existir para cada uma dessas alternativas múltiplas TIR. Na prática, a ultrapassagem da dificuldade tende a passar por uma das seguintes alternativas (Soares et al., 2012):

- Pelo reinvestimento dos fluxos;

- Pela realização de um empréstimo a ser pago com os fluxos a gerar no futuro;

- Através da captação de recursos próprios, cujo capital será recuperado em períodos futuros;

- Por uma composição mista de recursos obtidos através das formas referidas.

No entanto, os investimentos com alternância do sinal dos fluxos financeiros – também ditos «investimentos não-convencionais» - podem apresentar situações muito diferentes (Soares et al., 2012):

- Investimentos com TIR múltiplas e todas positivas – são investimentos caracterizados por uma série de fluxos de caixa que são primeiro negativos e depois podem ser positivos ou negativos. Eles não apresentam obrigatoriamente múltiplas TIR positivas. O número máximo de TIR corresponde, como houve oportunidade de referir, ao número de mudanças de sinal que se verificam ao longo da equação subjacente ao cálculo da TIR. Trata-se, geralmente, de projectos de investimento longos e de grande envergadura em que se toma necessário prever a substituição periódica de uma parte do equipamento;

- Investimentos com múltiplas TIR, mas em que apenas uma se revela positiva – a série de fluxos que lhe está subjacente apresenta uma única mudança de sinal. Se a soma algébrica dos respectivos fluxos é positiva, somente a TIR positiva é de reter, porque só ela corresponde à realidade económica, como é óbvio. Se a referida soma for negativa, podem aparecer uma ou várias TIR, mas o problema deixa de se colocar e o projecto deve ser rejeitado;

- Investimentos que não apresentam qualquer TIR definida – este caso só ocorre quando a equação representativa do investimento se inicia por um fluxo positivo. Acontece, por exemplo, quando se verifica a liquidação vantajosa de um equipamento existente, havendo um fluxo de entrada e não um de saída, como é habitual. Se os fluxos seguintes forem todos positivos, então não será possível calcular a raiz da equação e, portanto, a TIR será não definida. Porém, o VAL será sempre positivo. Se, apesar disso, houver um fluxo de caixa negativo posterior ao fluxo de entrada inicial, então estar-se-á em presença de duas mudanças de sinal. Para obviar ao problema, deve escolher-se uma taxa de reinvestimento e calcular a TIR Global. Aliás, esta solução é particularmente recomendada para ultrapassar situações de múltiplas TIR positivas (Soares et al., 2012).

Uma nota final. A questão fiscal deve merecer cuidada atenção, especialmente nas situações em que as alternativas não apresentam os mesmos critérios de dedução fiscal (eficácia fiscal); no caso de alternativas em que se compara um equipamento novo com outro já existente e, finalmente, em que os valores residuais contabilísticos e de mercado são significativamente diferentes. A análise de qualquer destes casos deve, por conseguinte, ser efectuada tendo em consideração a legislação fiscal e respectiva repercussão nos fluxos financeiros de cada uma das alternativas (Soares et al., 2012).

### **3. A Energia Eólica Marítima**

De entre as várias fontes de energia renovável, a energia eólica marítima está bem posicionada para crescer, dada uma combinação de factores, que incluem a existência de um recurso natural pouco explorado (o vento marítimo, mais forte e mais consistente que o vento que sopra em terra), os relativamente elevados níveis de energia produzida, e a possibilidade de desenvolver projectos em larga escala. Não surpreende, por isso, que, de acordo com a MVB Euroconsult, os grandes parques eólicos marítimos sejam o equivalente a “novos campos de petróleo da Europa”. Com efeito, a multiplicação recente do número de turbinas eólicas marítimas e o planeamento de parques de grandes dimensões, como o Doggers Bank, do Reino Unido, por vezes com áreas equiparadas na sua dimensão à de países como o Luxemburgo, começam a mudar a vida das comunidades costeiras do Mar do Norte e trazem novas oportunidades para o crescimento da indústria marítima europeia (Pitta e Cunha, 2012).

#### **3.1 Estado de Arte da Energia Eólica Marítima**

O conceito de turbina eólica flutuante já existe desde os anos 70, mas a indústria apenas começou a desenvolver a investigação em meados dos anos 90 (Arapogianni et al., 2013).

Em 2008, a Blue H technologies instalou para teste a primeira turbina eólica flutuante ao largo da costa italiana. A turbina tinha uma capacidade de 80 kW e após um ano de testes e de colheita de dados foi desmantelada (Arapogianni et al., 2013).

Um ano mais tarde seguiu-se o projecto Poseidon 37, uma central de energia das ondas de 37 m e uma turbina eólica flutuante estiveram em teste no parque eólico marítimo de DONG em Onsevig (Arapogianni et al., 2013).

Em 2009, a Statoil instalou a primeira turbina eólica de grande escala ligada à rede eléctrica, a Hywind, na Noruega, com uma turbina Siemens de 2,3 MW (Arapogianni et al., 2013).

O segundo sistema flutuante de grande escala, o Windfloat, desenvolvido pela Principle Power em parceria com a EDP e a Repsol, foi instalado na costa portuguesa em 2011. Equipado com uma turbina eólica Vestas de 2 MW, a instalação começou a produzir energia em 2012 (Arapogianni et al., 2013).

2011 foi o melhor ano no registo de desenvolvimento das plataformas eólicas marítimas de águas profundas com o teste em alto mar de duas estruturas flutuantes, a SeaTwirl e a

SWAY, juntando-se ao projecto Windfloat que estava já ligado à rede eléctrica (Arapogianni et al., 2013).

Actualmente, os parques eólicos marítimos recorrem a três tipos principais de fundações em águas profundas (Figura 1), adaptadas da indústria petrolífera (Arapogianni et al., 2013):

- Spar Buoy (bóia Spar): uma bóia larga e cilíndrica estabiliza a turbina eólica usando um balastro. O centro de gravidade está mais abaixo do que o centro de flutuabilidade. Enquanto em baixo a estrutura é pesada, a partes de cima são normalmente elementos vazios junto à superfície, o que faz subir o centro de flutuabilidade. O conceito da Hywind consiste nesta estrutura cilíndrica de balastro estabilizador mas esguia.

- Tension Leg Platform (plataforma de braço em tensão): uma estrutura muito flutuante fica semi-submersa. Cabos tensionados que servem de ancoragem ficam ligados à estrutura que a liga ao fundo do mar, adicionando estabilidade e flutuabilidade.

- Semi-submersível: combinando os princípios principais das duas soluções técnicas anteriores, uma estrutura semi-submersa é adicionada para atingir a necessária estabilidade. A Windfloat usa esta tecnologia.

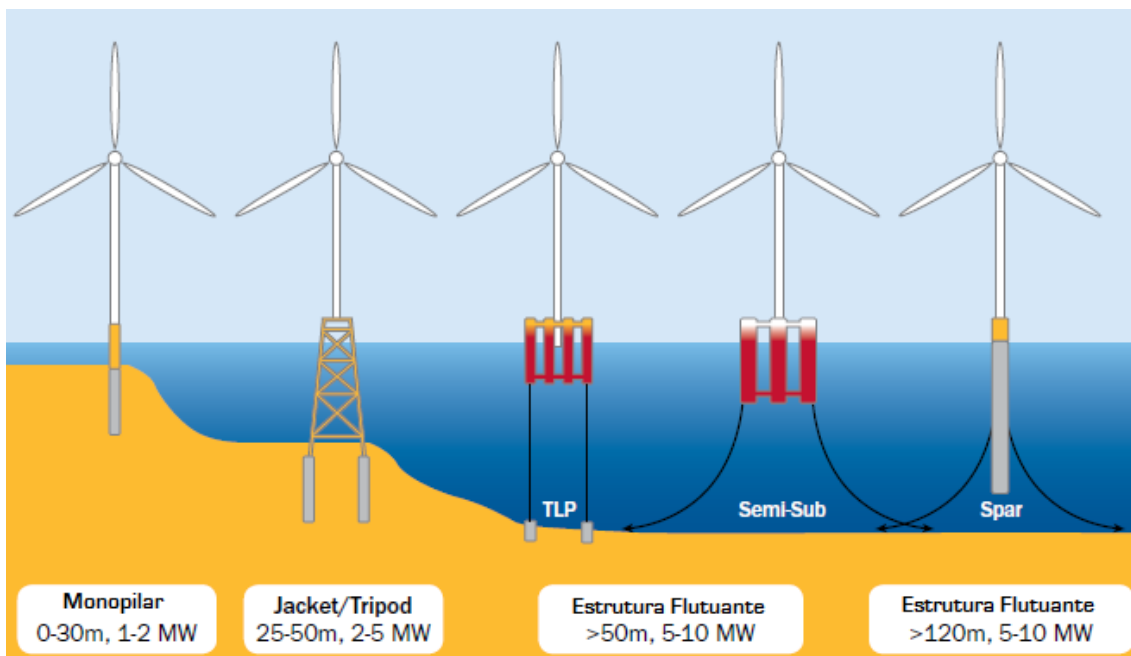


Figura 1 - Possíveis Estruturas e Fundações para Instalação de Turbinas Eólicas Marítimas – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)

## 3.2 Mercado da Energia Eólica Marítima – 2012

Na Europa, desde o ano de 2000, novas turbinas de produção eólica marítima têm surgido no mercado. No final de 2012 havia 1662 turbinas, totalizando 5 GW de capacidade instalada de energia eólica marítima, dispersas por 55 “fábricas eólicas” (wind farms) em 10 países europeus (Figura 2). Foram produzidos 18 TWh, que significa electricidade suficiente para alimentar quase 5 milhões de habitações (Arapogianni et al., 2013).

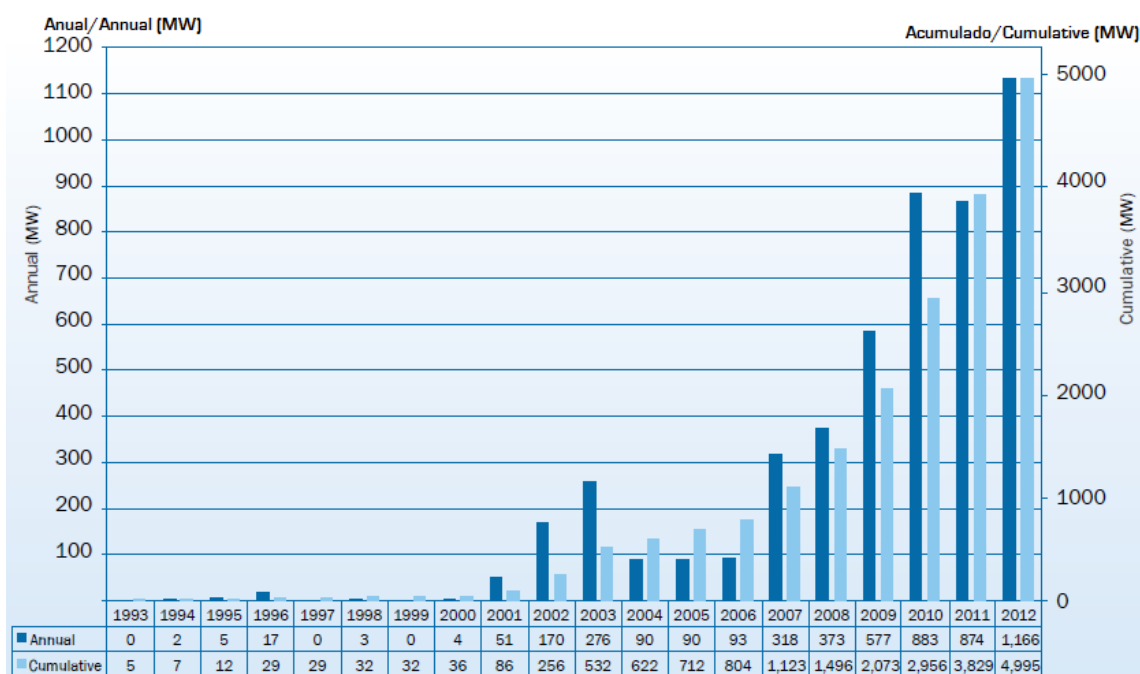


Figura 2 - Instalações anuais e acumuladas de Energia Eólica na Europa (MW) – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)

A Energia Eólica representa 10% das instalações anuais de energia por toda a Europa. Isto é apenas um começo do desenvolvimento de uma maior indústria global liderado pela Europa (Arapogianni et al., 2013).

A maioria dos projectos de eólica marítima (3,2 GW ou 65% da capacidade total) está localizada no Mar do Norte. Da capacidade total, 16% está localizada no Mar Báltico e 19% no Atlântico. Actualmente não há “fábricas eólicas” no Mediterrâneo porque a profundidade do mar é elevada e as subestruturas comerciais correntes estão limitadas a profundidades de 40 m a 50 m, no máximo. Isso restringe o potencial a explorar da energia eólica marítima do Mar Mediterrâneo (Arapogianni et al., 2013).

Exceptuando duas turbinas, a rede eléctrica europeia de turbinas eólicas marítimas assenta em fundações fixas, e a vasta maioria delas em fundações monoestaca. As segundas

fundações mais comuns são as que têm subestruturas que utilizam a gravidade, seguidas das fundações metálicas treliçadas (Figura 3 e 4) (Arapogianni et al., 2013).

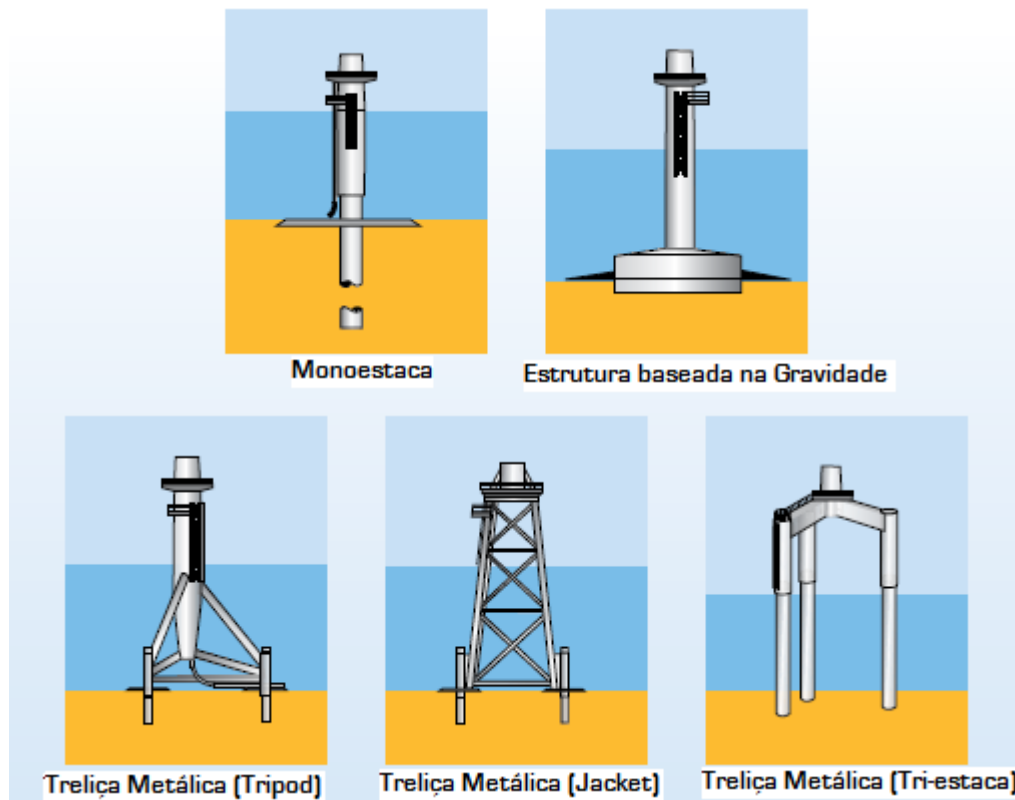


Figura 3 - Fundações Fixas de Turbinas Eólicas Marítimas – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)

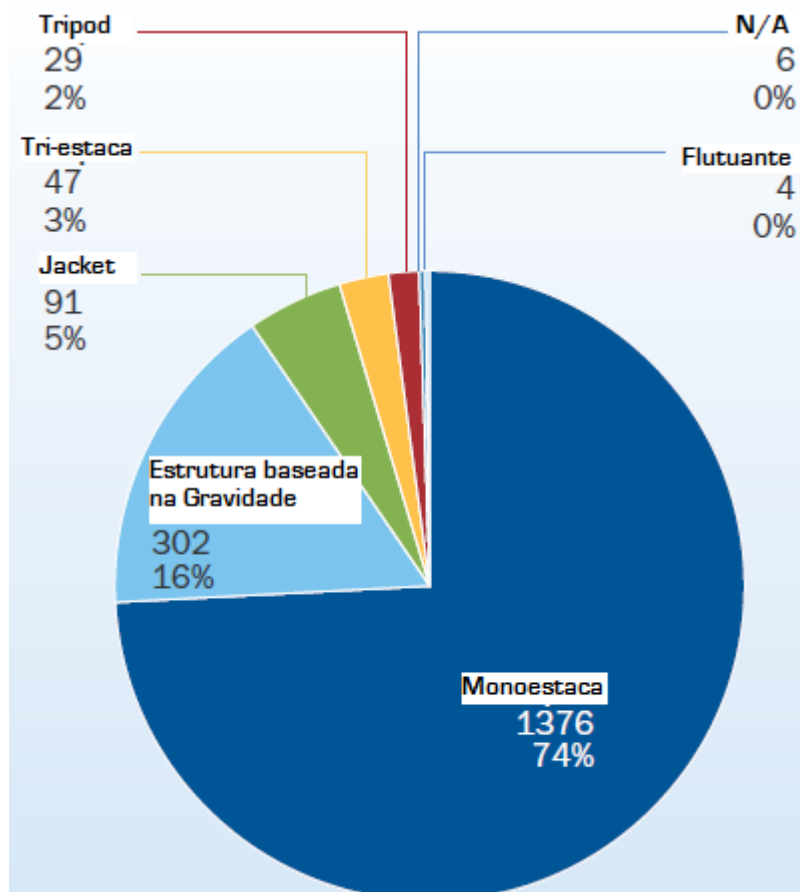


Figura 4 - Percentagens do tipo de Fundações dos Parques Eólicos instalados – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)

No final de 2012, já existiam duas turbinas eólicas marítimas de grande escala conectadas à rede eléctrica em estrutura flutuante, a Hywind e a Windfloat. Ambas se localizam na Europa, a primeira no Mar do Norte e a segunda no Atlântico, mais precisamente na Aguçadoura, Póvoa do Varzim, Portugal (Arapogianni et al., 2013).

- A Hywind foi desenvolvida pela Statoil, com uma turbina da Siemens de 2,3 MW. Instalada na Noruega em 2009, foi a primeira turbina eólica marítima de grande escala, com fundação flutuante em todo o mundo (Arapogianni et al., 2013).

- A Windfloat, o segundo sistema de grande escala flutuante, foi instalada ao largo da costa portuguesa em 2011 e começou a produzir energia em 2012. Esta turbina foi desenvolvida pela Principle Power e a EDP, e está equipada com 2 MW de uma turbina de vento Vestas (Arapogianni et al., 2013).

Sete estruturas flutuantes experimentais (quatro na Europa, duas no Japão e uma nos EUA) estão em fase de teste: SeaTwirl, SWAY, Blue H and Poseidon na Europa, Kabashima Island e WindLens no Japão e a DeepCwind floating turbine nos EUA (Arapogianni et al., 2013).

- SeaTwirl foi instalada e testada na Suécia, e subsequentemente desactivada.



- SWAY, desenvolvida pela SWAY, foi instalada na Noruega. O conceito experimental, de modelo de escala reduzida 1:6 não está ainda ligado à rede eléctrica.

- A primeira fase da Blue H foi instalada no Verão de 2008 com uma pequena turbina eólica, num ponto marítimo que mede 113 m de profundidade e que dista 21,3 km da costa do Sul de Itália, perto do local onde será instalada o futuro projecto eólico marítimo Tricase. Após seis meses no mar, a unidade foi desactivada nos princípios de 2009.

- A Poseidon 37, construída pela Floating Power Plant, foi instalada e testada em 2008 num parque eólico marítimo em Vindeby, ao largo da costa de Lolland, na Dinamarca.

- O consórcio DeepCwind instalou uma turbina eólica marítima flutuante de 20 kW no golfo de Maine em Junho de 2013.

- Na ilha de Kabashima (Japão) está instalada e ligada à rede eléctrica uma turbina eólica marítima de 100 kW, e decorrem ainda testes na mesma.

- Na baía de Hakata, um modelo reduzido de duas turbinas eólicas flutuantes, de 3 kW cada uma, estão instaladas e ligadas à rede eléctrica.

A indústria eólica marítima da Europa está a dar os seus primeiros passos e tem ainda pela frente um enorme potencial de redução de custos e de inovação tecnológica. A Europa está inclusive a desenvolver projectos de turbinas eólicas marítimas para águas profundas, isto é, para mais de 50 m de profundidade, e assim desbloquear um potencial novo mercado. A EWEA nota que para além das duas turbinas eólicas marítimas, a funcionar em pleno, no final de 2012, há ainda três outras experimentais e flutuantes ligadas à rede eléctrica e trinta e cinco projectos de água profunda em desenvolvimento pelo mundo fora. De todos os quarenta projectos identificados, sejam os ligados à rede, sejam os em desenvolvimento, vinte e sete (mais de 60%) estão localizados na Europa, em nove países: Dinamarca, França, Alemanha, Holanda, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia e Reino Unido. Quatro (10%) estão localizados nos EUA e nove (23%) estão no Japão (Figura 5) (Arapogianni et al., 2013).

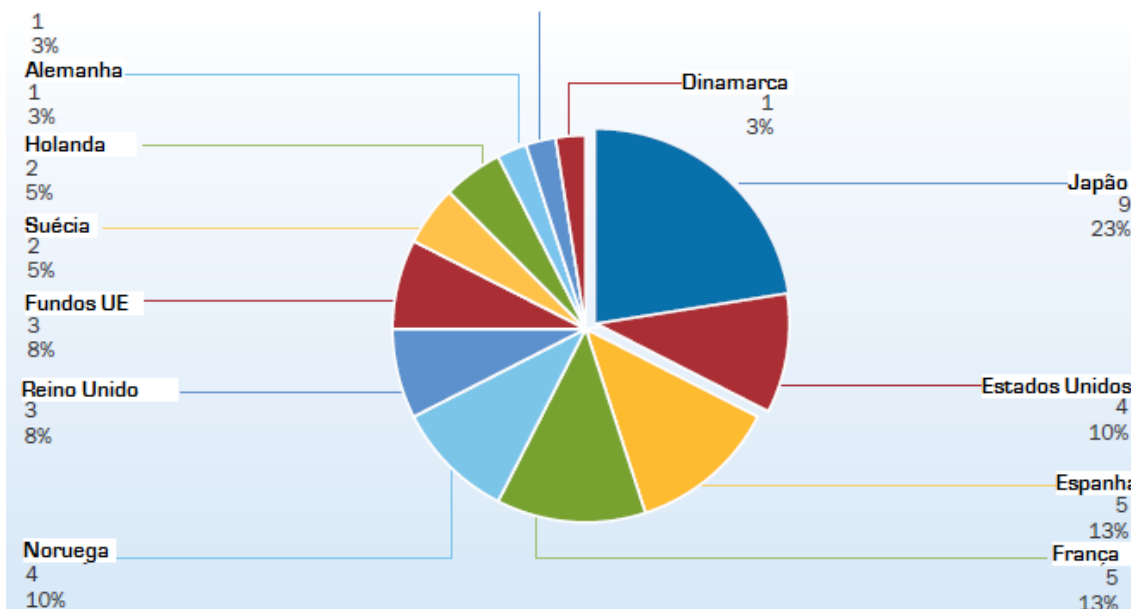


Figura 5 - Localização dos Projectos de Energia Eólica de águas profundas (baseado em números anunciados) – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)

### 3.3 As tendências do Mercado de Energia Eólica Marítima

Ao mesmo tempo que a indústria evolui, os parques eólicos marítimos são construídos cada vez mais afastados da costa e cada vez mais em locais de maior profundidade. Isto reflecte o planeamento marítimo e costeiro das diferentes nações e o desejo dos investidores, que apostam nos parques eólicos marítimos, de recolher mais e melhores recursos energéticos a partir do mar (Arapogianni et al., 2013).

Em 2012, a média da profundidade em que as estruturas eólicas marítimas eram instaladas era de 22 m. A distância média até à costa era de 29 km. Fica claro a partir de projectos em construção, ou em planeamento, que a média da profundidade e a média da distância até à costa vão aumentar com o passar do tempo. Os projectos anunciados vão até 200 km de distância da estrutura à costa e instaladas em zonas de profundidade até 215 m (Arapogianni et al., 2013).

Ao mesmo tempo que se nota a tendência de caminhar para águas mais profundas, o sector das turbinas eólicas marítimas vai também desenvolvendo maiores e mais potentes turbinas. A média de potência das turbinas ligadas à rede em 2012 foi de 4 MW, ao passo que em 2011 foi de 3,6 MW (Figura 5) (Arapogianni et al., 2013).

Em 2012, das 38 novas turbinas eólicas marítimas anunciadas, apenas 9 (24%) tinham capacidades inferiores a 5 MW. As restantes 29 (76%) eram máquinas superiores e mais potentes. Os projectos eólicos marítimos de águas profundas vão precisar de se adaptar a

estas turbinas que aumentaram de dimensões, com vista a atingir um balanço óptimo entre a produção eléctrica e o custo (Arapogianni et al., 2013).

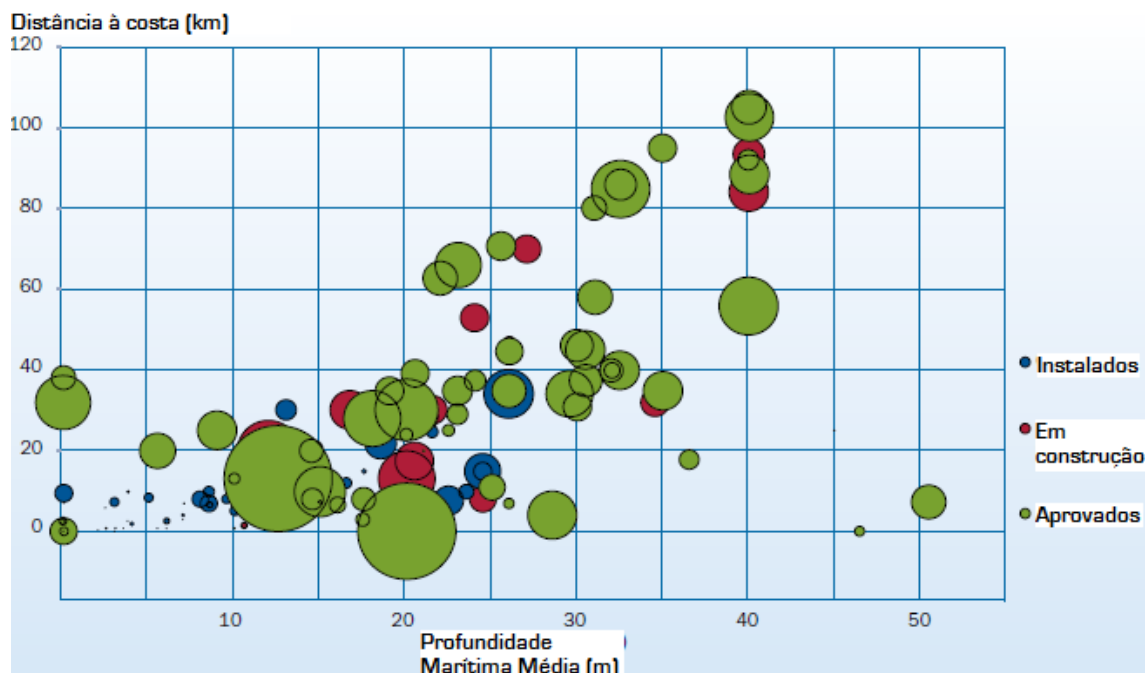


Figura 6 - Média da profundidade e Média da distância à costa de Parques Eólicos Marítimos instalados, em construção e aprovados (a dimensão dos círculos representa a capacidade total do parque eólico) – (Adaptado de Arapogianni et al., 2013)

### 3.4 As perspectivas de futuro do Mercado de Energia Eólica Marítima

No final de 2012, havia menos de 5 GW de capacidade de energia eólica marítima instalada na Europa. Mais 4,46 GW estavam em construção e perto de 18 GW estavam aprovados (Arapogianni et al., 2013).

A EWEA projecta que em 2020, 40 GW de capacidade eólica marítima possam estar operacionais em águas europeias, produzindo 148 TWh desde que um certo conjunto de condições esteja no lugar. Isto seria o suficiente para alimentar o equivalente a 39 milhões de habitações. Em 2020 o vento marítimo vai ser a fonte de alimentação de 30% das novas instalações anuais do mercado eólico (Arapogianni et al., 2013).

Até 2020, a maioria destes novos investimentos eólicos marítimos vão concentrar-se no Mar do Norte e no Mar Báltico. Analisando os projectos aprovados, 62% dos parques eólicos serão para o Mar do Norte. O Mediterrâneo pode começar a explorar o seu potencial eólico marítimo (8% da capacidade aprovada) nesse espaço temporal, ao mesmo tempo que no Mar Báltico (21% da capacidade aprovada) (Arapogianni et al., 2013).

Usando apenas o Mar do Norte nas zonas de profundidade superior a 50 m como exemplo, o potencial para a energia eólica marítima de profundidade é vasto. 66% do Mar do Norte tem profundidades entre os 50 m e os 220 m e portanto, pode ser usado para implantar projectos de energia eólica marítima de profundidade elevada (Arapogianni et al., 2013).

Assumindo por agora turbinas de vento de 6 MW, a energia produzida nesta área do Mar do Norte ainda agora considerada, poderia fornecer as necessidades eléctricas da União Europeia mais que a quadruplicar (Arapogianni, 2013).

Em 2050, usando turbinas de 10 MW, a energia produzida na mesma área do Mar do Norte poderia ultrapassar em mais do quádruplo das necessidades de consumo de electricidade da União Europeia (Arapogianni et al., 2013).

Se as turbinas flutuantes no Mar do Norte por si só conseguem exceder a procura de electricidade na Europa, se se juntar o potencial disponível no Oceano Atlântico e no Mar Mediterrâneo, então obtém-se uma capacidade que produz ainda mais (Arapogianni et al., 2013).

Portugal tem uma vasta área marítima no Atlântico onde os ventos são particularmente fortes e tanto França como Espanha têm águas profundas perto da costa, seja no Atlântico seja no Mediterrâneo. Há portanto um enorme potencial para a instalação de parques eólicos marítimos de águas profundas. Além disso, nos três países, a indústria está a desenvolver-se (e em teste no caso de Portugal) no campo das águas profundas. Em Malta há planos para um parque eólico marítimo de águas profundas em Sikka-I Badja assim como há planos em Itália para um parque eólico flutuante na costa de Apulia, onde, em 2008 um modelo à escala reduzida de uma turbina flutuante foi testado ao largo do porto de Tricase (Arapogianni et al., 2013).

### **3.5 Desafios de Futuro na Implementação de Estruturas Eólicas Marítimas**

À data, as estruturas de águas profundas têm sido principalmente baseadas em projectos de plataforma flutuante. Ainda que os projectos de energia eólica marítima flutuante não constituam desafios significativamente maiores ou diferentes que os de estrutura ancorada no fundo do mar, os projectos estão ainda na sua infância e precisam de apoio contínuo para continuar o seu desenvolvimento (Arapogianni et al., 2013).

Avaliação de recursos, conexão à rede e operação do parque eólico são desafios significativos na potência da eólica marítima. Isto também se aplica aos projectos eólicos

marítimos em águas profundas. Ainda assim, mais tarde, as fundações, as comunicações, e os sistemas de controlo podem colocar desafios técnicos extra (Arapogianni et al., 2013).

### **3.5.1 Ferramentas de Modelação Numérica**

A indústria eólica marítima é jovem porque começou em 1991 quando o primeiro parque eólico foi instalado na costa dinamarquesa. Enquanto a tecnologia eólica terrestre foi inicialmente usada para fornecer este nicho de mercado, o mercado de eólica marítima está a aumentar e a desenvolver produtos específicos que vão direccionar a cadeia de abastecimento para a especialização. Muitos produtos e técnicas são adaptados de outras indústrias, particularmente da eólica terrestre e da petrolífera (Arapogianni et al., 2013).

Uma nova geração de ferramentas de projecto de modelação numérica foi desenvolvida para adicionar requisitos tecnológicos únicos às turbinas eólicas marítimas, incluindo a possibilidade de instalação e operação em ambientes marítimos extremamente hostis (Arapogianni et al., 2013).

Visto que os projectos eólicos marítimos de águas profundas estão numa fase inicial de desenvolvimento, a modelação mantém-se como um dos principais desafios. Estruturas flutuantes experimentais e protótipos completos vão ser precisos para validar as novas ferramentas de software numérico usadas para simular o comportamento dos conceitos de flutuação (Arapogianni et al., 2013).

Ferramentas de modelação que combinem as condições de operação da turbina e da estrutura não estão correntemente validadas para projectos eólicos marítimos de águas profundas. Para assegurar uma modelação de sucesso, o software deve ser capaz de analisar a interacção entre a aerodinâmica e comportamento estrutural da fundação (incluindo as ancoragens) e a turbina simultaneamente (Arapogianni et al., 2013).

Assegurar que o modelo está suficientemente desenvolvido é mais um desafio adicional. Ferramentas de modelação e códigos numéricos que simulem todo o comportamento da estrutura devem ser desenvolvidos e validados para permitir um melhor dimensionamento. Este é o primeiro passo em direcção ao desenvolvimento das eólicas marítimas de águas profundas (Arapogianni et al., 2013).

### 3.5.2 Turbinas Eólicas Optimizadas para Estruturas de Suporte Flutuante

Integração da turbina eólica com a plataforma marítima de águas profundas – ou o dimensionamento da “superestrutura” – é outro assunto técnico importante que tem um impacto significativo nos custos do projecto – e, por isso, no custo da energia. Instalar uma turbina eólica marítima “normal” numa estrutura flutuante é o primeiro passo, mas pode não ser a única solução. Para melhorar a economia dos dimensionamentos para plataformas eólicas marítimas de águas profundas, vai ser essencial desenvolver tecnologia para otimizar a arquitectura do sistema (Arapogianni et al., 2013).

O dimensionamento das turbinas eólicas deve ser optimizado para o uso em estruturas flutuantes. Se o sistema total – a turbina eólica e a estrutura – vier a ser efectivamente optimizado, as tecnologias de águas profundas vão tornar-se competitivas. O tamanho da turbina tem um papel relevante no custo do sistema total e na sua competitividade, então, precisa de ser cuidadosamente considerado (Arapogianni et al., 2013).

Em 2012, o tamanho médio das turbinas eólicas marítimas recentemente conectadas à rede eléctrica era de 4 MW, o que compara com uma média de 3,6 MW em 2011. Além do mais, dos 38 novos modelos anunciados, apenas 9 (24%) possuem menos de 5 MW, os restantes 29 (76%) consistem em máquinas maiores. O dimensionamento de turbinas eólicas marítimas de águas profundas vai necessitar de se adaptar a esta tendência. Para que os projectos sejam mais viáveis, turbinas eólicas superiores deverão ser usadas e novos materiais devem ser desenvolvidos (Arapogianni et al., 2013).

Adicionalmente, a tipologia – a combinação da localização e das variáveis tecnológicas específicas (ex: profundidade do mar, tamanho da turbina) – é o parâmetro básico para todos os diferentes conceitos e locais. A escolha da estrutura está intimamente ligada à operação da turbina eólica. O dimensionamento da estrutura é usualmente restringido pelo modo como a turbina tem de ser controlada (Arapogianni et al., 2013).

Os movimentos controlados e a maneira como eles afectam o desempenho do sistema, e estratégias para controlar o rotor, estão ligados à resposta dinâmica da estrutura flutuante. Isso irá impôr restrições no dimensionamento geral. Por exemplo, projectos com semi-submersíveis e tension leg platform (TLP) podem parecer mais caros, no entanto podem levar a menos configurações de resposta e a mais situações de operação estabilizada, semelhante ao que acontece nas eólicas terrestres. Por outro lado, projectos com spar buoy devem ser dimensionados para combinar níveis de resposta bem-sucedidos assim como pequenos efeitos na aerodinâmica do sistema. Impondo um controlo activo na turbina, por si própria, podem

obter-se significativas reduções de custo e melhores desempenhos, já que isso melhora a estabilidade de todo o sistema (Arapogianni et al., 2013).

Deve prestar-se atenção especial a desenvolver sistemas de controlo apropriados e suficientes. Isto servirá para estabilizar a estrutura e garantir a produção de energia, minimizando sobrecargas e perdas (Arapogianni et al., 2013).

### **3.5.3 Conexão à Rede Eléctrica**

Os desafios que a indústria eólica marítima flutuante enfrenta ao nível da conexão à rede eléctrica, desde a subestação até à costa, não variam muito em relação aos que se enfrenta quando se fala de fundações fixas. A distância desde a costa e a disponibilidade de ligação à rede no ponto de conexão com a costa mantêm-se como estrangulamentos potenciais para este tipo de projectos. No entanto, no que diz respeito à tecnologia de ligação por cabo, a secção dinâmica dos cabos (a secção que tem de se mover) é um assunto importante. O movimento induzido pela turbina e as fundações não-fixas podem adicionar sobrecargas nos cabos (Arapogianni et al., 2013).

A uma profundidade que ultrapasse os 100 m, a gama de cabos submarinos possível pode também colocar problemas técnicos. Com um cabo submarino assente no fundo do mar ou submerso a cerca de 50 m, um cabo mais comprido seria necessário, o que poderia levar a que o cabo se movesse. Estudos sobre a resposta dinâmica dos cabos e avaliação do custo efectivo das soluções têm de ser desenvolvidos (Arapogianni et al., 2013).

Enquanto é necessária mais investigação nos sistemas de ancoragem, a indústria eólica marítima de águas profundas deve ser capaz de beneficiar da experiência acumulada no sector do gás e do petróleo, onde estes sistemas têm sido usados há largos anos. Troca de conhecimentos crescente e cooperação com a indústria do gás e do petróleo iriam ajudar a desenvolver mais depressa a indústria eólica marítima e a torná-la mais eficiente nos custos (Arapogianni et al., 2013).

Em conclusão, o dimensionamento das eólicas marítimas de águas profundas está ainda na sua fase de infância. A comercialização pode ser esperada para lá dos próximos cinco a seis anos mas muita inovação é preciso ainda desenvolver para garantir a fiabilidade do dimensionamento e a viabilidade comercial (Arapogianni et al., 2013).

Assim como acontece com outras tecnologias eólicas marítimas, são essenciais testes em modelos de escala reduzida e grandes locais de experimentação e teste, assim como os Alpha Ventus na Alemanha são desenvolvidos para validar novos dimensionamentos e testar

componentes de turbina e estrutura. Locais de teste que possam incorporar grande turbinas eólicas em profundidades acima dos 60 m, ajudariam a cortar custos e a melhorar a fiabilidade dos dimensionamentos eólicos marítimos de águas profundas (Arapogianni et al., 2013).



## 4. Análise Económica da Energia Eólica Marítima

Neste capítulo tratar-se-á da análise de investimentos económicos na área da energia eólica marítima/offshore, recorrendo aos indicadores económicos de avaliação já abordados anteriormente. Utilizar-se-ão, principalmente, para efeitos de cálculo dos índices económicos, dados estatísticos e informações recolhidos sobre a plataforma eólica marítima que existe na Aguçadoura, Póvoa do Varzim, Portugal.

### 4.1 Dados Úteis para o Cálculo dos Índices Económicos

Antes de se começar a calcular os índices económicos para este tipo de investimentos, há que encontrar certos dados necessários para esse cálculo:

- Segundo (Maciel, 2012), a EDP instalou e conectou à rede eléctrica nacional em Dezembro de 2011 uma plataforma de produção de energia eléctrica através da energia do vento, a Windfloat. Essa plataforma tem a potência de 2 MW, e localiza-se ao largo da Aguçadoura, Póvoa do Varzim, a 6 Km da costa portuguesa. O projecto na globalidade custou à EDP 23 milhões €. Em 9 meses de actividade a plataforma produziu 3 GWh de energia eléctrica. Admitiu-se para o cálculo que em 12 meses a plataforma produz 4 GWh.

- As perdas de energia eléctrica no transporte por cabos da plataforma até à rede eléctrica nacional, que se situa na costa, são de 2% (Entec UK, 2006).

- Consultando o site da ERSE e as tarifas reguladas de 2012 para a electricidade, a tarifa de venda a clientes finais em BTN (> 20,7 KvA) situa-se, fazendo a média de seis valores distintos, em 0,1399 €/KWh. Esta média resulta dos diferentes valores para longas ou médias utilizações e para horas de ponta, cheias ou de vazio.

- Os custos de operação e manutenção deste tipo de infra-estruturas representam 25% a 30% do custo global da energia (Rademakers, 2003). Desta maneira obtém-se 0,064 €/KWh de custo global da energia eléctrica.

- Para o cálculo da taxa de actualização TA, sabe-se pelo site da Euribor que a Euribor a 6 meses oscilou entre 0,319% e 1,606% entre os anos de 2013 e 2010, e como tal adoptou-se a taxa de 1% para a EUR6M. Analisando um depósito a prazo da Caixa Geral de Depósitos e a taxa de juro correspondente (EUR6M + 2%) obtém-se para T1 a taxa de 3%.

A taxa T2 foi obtida observando no site da PORDATA o comportamento oscilatório da taxa de inflação no período 2000-2012. A taxa de inflação raramente se desvia dos 2% ou 3%. Como tal adoptou-se conservativamente o valor de 3%.

Para a taxa T3 apenas se adoptou 1% visto que o risco do projecto é baixo, a electricidade é consumida diariamente e por qualquer tipo de cidadão.

Desta maneira resulta que a taxa de actualização vale 7,15%.

**Tabela 1 – Valores úteis para o cálculo dos índices de rentabilidade económica da Energia Eólica Marítima.**

| Turbina 2 MW - Energia produzida em 12 meses (GWh) | Preço electricidade (€/KWh) | Perdas no transporte debaixo água (%) |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|
| 4  | 0,1399                      | 2                                     |
| T2 - Inflação (%)                                  | TA - Actualização (%)       | Custo global energia (€/KWh)          |
| 3  | 7,15                        | 0,064                                 |

- Segundo (Maciel, 2012) a EDP esteve entre Dezembro de 2011 e Dezembro de 2012 a testar o funcionamento e a prestação da turbina de 2 MW, de seu nome Windfloat. Refere também que a maturação deste tipo de projectos se dará entre 5 a 8 anos, o que significa, e como se admitiu aqui, que em 2020 começa a fase comercial dos projectos de energia eólica. Entre 2013 e 2020 ocorrerá então a fase pré-comercial em Portugal.

No cálculo económico desta dissertação, o que se admite para as diferentes fases é que os projectos começam com as condições características de cada fase e preservam até ao fim essas mesmas condições, ao longo dos 15 anos de vida útil, independentemente de atravessarem novas fases com o decorrer do tempo. Isto servirá para avaliar a rentabilidade intrínseca de cada fase.

- Em (Maciel, 2010) noticia-se que com o decorrer dos anos e com a maturação da investigação e dos projectos, é de esperar que se venham a alcançar reduções de custo de investimento inicial nos projectos seja pelo substituição de certos materiais (-3%) seja pelo aumento da potência das turbinas mantendo quase iguais os restantes custos da plataforma (-13% por cada MW de potência). Esta segunda redução deve-se a um ganho de economia de escala já que o tamanho da plataforma depende em grande parte das condições meteoceânicas e não do tamanho da turbina. Ou seja, mantendo o custo/tamanho do resto da estrutura, o único custo que aumenta é o da própria turbina, o que no custo global do projecto se traduz num valor maior mas não proporcional comparando com outra plataforma com turbina de menor potência. Há economia de escala. Sabe-se ainda que estão em desenvolvimento turbinas entre os valores de 7 MW e 15 MW. Haverá ainda ganhos de eficiência no processo de instalação e na estratégia dos custos de Operação e Manutenção, mas a esse respeito nenhuma percentagem em concreto é apontada.

• Como se pode ler em (Hughes, 2012), o período de vida útil expectável para as plataformas de energia eólica não deve ultrapassar os 15 anos. Diz também este documento que a energia eólica terrestre tem revelado de forma consistente que 10 anos são o ideal para as turbinas e que atingido esse tempo é boa altura para substituir a turbina, mas que se admite a possibilidade de no máximo funcionar durante 15 anos. Para a energia eólica marítima o período de vida útil expectável está entre os 15 e os 20 anos. Admitiu-se para efeitos de cálculo dos índices económicos que o período de vida útil dos projectos de investimento seria 15 anos.

• Segundo (EREC, 2009) as tarifas de ajuda de custo de energia renovável, chamadas tarifas *Feed-In*, para a energia eólica Marítima são de 0,074 €/KWh. Esta tarifa é acrescentada ao preço da electricidade e conta obviamente como receita contabilística.

**Tabela 2 - Dados relevantes sobre os projectos de investimento da Energia Eólica Marítima – Fase Teste.**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Fase teste</b>                      | 2011-2013 |
| <b>Redução de Custo</b>                | 0%        |
| <b>Vida Útil de uma Turbina (anos)</b> | 15        |
| <b>Tarifa Feed-In (€/KWh)</b>          | 0,074     |

**Tabela 3 - Dados relevantes sobre os projectos de investimento da Energia Eólica Marítima – Fase Pré-Comercial.**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Fase pré-comercial</b>               | 2013-2020 |
| <b>Redução de Custo pelos Materiais</b> | -3%       |
| <b>Vida Útil de uma Turbina (anos)</b>  | 15        |
| <b>Tarifa Feed-In (€/KWh)</b>           | 0,074     |

**Tabela 4 - Dados relevantes sobre os projectos de investimento da Energia Eólica Marítima – Fase Comercial.**

|   |       |
|---|-------|
| <b>Fase comercial</b>                             | 2020+ |
| <b>Redução de Custo pelos Materiais</b>           | -3%   |
| <b>Redução de Custo pela Potência por cada MW</b> | -13%  |
| <b>Vida Útil de uma Turbina (anos)</b>            | 15    |
| <b>Tarifa Feed-In (€/KWh)</b>                     | 0,074 |

De seguida ir-se-á proceder ao cálculo dos índices económicos para este tipo de investimentos. Serão calculados os índices para três fases distintas: a fase teste, a fase pré-

comercial e a fase comercial, de modo a analisar a evolução da rentabilidade dos investimentos com o decorrer do tempo.

Recapitulando, segundo (Maciel, 2012) a fase teste em Portugal decorre até 2013; a fase pré-comercial até 2020; e a fase comercial inicia-se em 2020 e vai por aí em diante.

As fórmulas apresentadas de seguida serão utilizadas para o cálculo do VAL (k simboliza o ano em questão):

$$\begin{aligned}
 \text{Receita} &= \text{Preço Electricidade} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) * 0,98 * 10^6 * \\
 &* \text{Energia produzida em 12 meses (KWh)} * 1,03^{k-1}
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Custos} &= \text{Custo global da energia} \left( \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \right) * 0,98 * 10^6 * \\
 &* \text{Energia produzida em 12 meses (KWh)} * 1,03^{k-1}
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

$$\text{Fluxo de Caixa} = \text{Receita} - \text{Custos}
 \tag{3.3}$$

## 4.2 Fase Teste

Embora para esta fase, em (Maciel, 2010), se perceba que não haverá ainda turbinas tão potentes, e apenas turbinas de 2 MW ou 3 MW estarão no mercado, decidiu-se admitir para o cálculo dos índices económicos a sua presença. Considera-se também para esta fase que a indústria do sector ainda é muito juvenil e como tal não se considera a redução de custos no projecto por via de materiais ou por via de MW de potência. O que faz um certo sentido pois nesta fase as economias de escala no sector são ainda difíceis de acontecer.

Admitem-se quatro cenários diferentes que correspondem a quatro potências de turbina diferentes (2 MW, 3 MW, 7 MW e 15 MW).

### • Cenário 1 – Turbina de 2 MW a 23 000 000 €

Tabela 5 – VAL sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 548.538,67             | 256.000,00 | 292.538,67                | - 22.726.984,41                     |
| 15  | 829.713,95             | 379.478,51 | 450.235,44                | - 19.798.416,36                     |

Tabela 6 – IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,139                        | -       | -       |

Tabela 7 – VAL com Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 838.618,67             | 256.000,00 | 582.618,67                | -                                   |
| 15  | 1.268.485,98           | 379.478,51 | 889.007,47                | -                                   |

Tabela 8 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,275                        | -       | -       |

Como se pode ver, nesta fase de teste e experimentação o investimento não é atractivo, não é rentável, nem sequer proporciona o retorno do investimento, quanto mais a multiplicação de rendimentos. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo I.

Nem com as tarifas de ajuda de custo o investimento se torna rentável e recuperável. Em ambos o IR é abaixo de 1 o que significa que o fluxo de caixa positivo gerado pelo projecto é inferior ao dinheiro investido – 23 M€. Queria-se um IR superior a 1 para que o dinheiro tivesse sido recuperado e ainda multiplicado. A TIR em ambos é negativa, e para não se perder nem ganhar dinheiro, a TIR teria que ser igual à TA = 7,15%. Para TIR superior a 7,15% o investimento seria atractivo pois já se estaria a gerar riqueza. Não há *payback* em ambos, o retorno do investimento não se faz durante o período de vida útil de 15 anos. O VAL é portanto, negativo. Teria que ser zero para se recuperar pelo menos todo o dinheiro investido, e teria que ser positivo para se ter recuperado todo o dinheiro investido e ainda se ter gerado riqueza.

Nota-se sim a diferença entre ter *Feed-In* ou não ter. O VAL aos 15 anos sem *Feed-In* foi de cerca de 19,8 M€ e com *Feed-In* foi cerca de 16,7 M€. Ou seja, cerca de 3 M€ de diferença. Isto poderá vir a fazer a diferença quando a potência das turbinas conjugada com a economia de escala aumentar as receitas e reduzir os preços globais dos projectos. Tornando os projectos com VAL positivos.

• **Cenário 2 – Turbina de 3 MW a 34 500 000 €**

Tabela 9 - VAL sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 822.808,00             | 384.000,00 | 438.808,00                | - 34.090.476,61                     |
| 15  | 1.244.570,93           | 569.217,77 | 675.353,16                | - 29.697.624,53                     |

Tabela 10 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,139                        | -       | -       |

Tabela 11 - VAL com Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.257.928,00           | 384.000,00 | 873.928,00                | - 33.684.395,09                     |
| 15  | 1.902.728,97           | 569.217,77 | 1.333.511,20              | - 25.010.537,04                     |

Tabela 12 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,275                        | -       | -       |

Como o aumento do valor do investimento, do valor da receita e do valor dos custos são feitos proporcionalmente, o IR é igual ao do Cenário 1 anterior. Nota-se mais uma vez que com *Feed-In* o VAL é muito mais atractivo, embora negativo. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo II.

É de notar que o VAL sem *Feed-In* é de 29,7 M€ e com *Feed-In* é de 25 M€. É uma diferença de 4,7 M€, que é um aumento em relação aos 3M€ de diferença do Cenário 1 anterior. Isto demonstra o aumento dos lucros com o aumento da potência da turbina. É portanto vantajoso investir em turbinas de maior potência.

O IR, a TIR e o *Payback* repetem o cenário anteriormente citado.

• **Cenário 3 – Turbina de 7 MW a 80 500 000 €**

Tabela 13 – VAL sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.919.885,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | - 79.544.445,42                     |
| 15  | 2.903.998,83           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | - 69.294.457,25                     |

Tabela 14 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,139                        | -       | -       |

Tabela 15 - VAL com Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 2.039.165,33              | - 78.596.921,88                     |
| 15  | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 3.111.526,14              | - 58.357.919,77                     |

Tabela 16 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,275                        | -       | -       |

Continua a não ser um investimento rentável pelas razões já referidas. A diferença entre VAL agora é de cerca de 9 M€, entre os valores sem *Feed-In* e os com *Feed-In*. Voltou a aumentar, reafirmando o interesse pelas turbinas de maior potência para aumento dos lucros e para mais rápida recuperação do investimento e criação de riqueza. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo III.

• **Cenário 4 – Turbina de 15 MW a 172 500 000 €**

Tabela 17 - VAL sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | - 170.452.383,04                    |
| 15  | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | - 148.488.122,67                    |

Tabela 18 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,139                        | -       | -       |

Tabela 19 - VAL com Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | - 168.421.975,46                    |
| 15  | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | - 125.052.685,22                    |

Tabela 20 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,275                        | -       | -       |

Os indicadores económicos mantêm-se desinteressantes, como se mostrou característico da Fase Teste. A potência da turbina voltou a confirmar que produz maiores fluxos de caixa à medida que sobe. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo IV.

### 4.3 Fase Pré-Comercial

Nesta fase admite-se uma evolução. Continua a calcular-se os indicadores económicos para as quatro turbinas: 2 MW, 3 MW, 7 MW e 15 MW.

Admite-se nesta fase uma redução de 3% no custo de projecto devido à evolução tecnológica dos materiais da plataforma eólica.

- **Cenário 1 - Turbina de 2 MW a 22 310 000 €**

Tabela 21 - VAL sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 548.538,67             | 256.000,00 | 292.538,67                | - 22.036.984,41                     |
| 15  | 829.713,95             | 379.478,51 | 450.235,44                | - 19.108.416,36                     |



Tabela 22 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,144                        | -       | -       |

Tabela 23 - VAL com Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 838.618,67             | 256.000,00 | 582.618,67                | - 21.766.263,39                     |
| 15  | 1.268.485,98           | 379.478,51 | 889.007,47                | - 15.983.691,36                     |

Tabela 24 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,284                        | -       | -       |

Continua a não haver rentabilidade positiva do investimento com ou sem *Feed-In*. Os indicadores mantêm-se como na fase anterior. No entanto é de notar uma ligeira melhoria. O VAL subiu ligeiramente, claramente influenciado pela redução do preço inicial do projecto, o custo do investimento. E o IR subiu ligeiramente face à fase anterior pelo mesmo motivo. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo V.

• **Cenário 2 - Turbina de 3 MW a 33 465 000 €**

Tabela 25 - VAL sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 822.808,00             | 384.000,00 | 438.808,00                | - 33.055.476,61                     |
| 15  | 1.244.570,93           | 569.217,77 | 675.353,16                | - 28.662.624,53                     |

Tabela 26 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,144                        | -       | -       |

**Tabela 27 - VAL com Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.257.928,00           | 384.000,00 | 873.928,00                | - 32.649.395,09                     |
| 15  | 1.902.728,97           | 569.217,77 | 1.333.511,20              | - 23.975.537,04                     |

**Tabela 28 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,284                        | -       | -       |

Neste cenário 2 consegue notar-se uma redução substancial no valor do projecto comparado com a Fase Teste. A plataforma de 3 MW custava 34,5 M€ e reduziu para 33,465 M€, o que equivale a cerca de 1 M€. O que corresponde arredondadamente à diferença entre o VAL da Fase Teste do Cenário 2 e o VAL da Fase Pré-Comercial do Cenário 2, uma vez que os fluxos de caixa anuais se mantêm muito semelhantes. As observações sobre os indicadores económicos do Cenário 1 repetem-se para este Cenário 2. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo VI.

**• Cenário 3 - Turbina de 7 MW a 78 085 000 €**

**Tabela 29 - VAL sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.919.885,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | - 77.129.445,42                     |
| 15  | 2.903.998,83           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | - 66.879.457,25                     |

**Tabela 30 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,144                        | -       | -       |

**Tabela 31 - VAL com Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 2.039.165,33              | - 76.181.921,88                     |
| 15  | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 3.111.526,14              | - 55.942.919,77                     |

**Tabela 32 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,284                        | -       | -       |

A recuperação económica mantém-se como no cenário anterior. Dos 78,085 M€ investidos agora, são recuperados novamente cerca de 12 M€ (sem *Feed-In*) e cerca de 23 M€ (com *Feed-In*). A diferença está no ponto de partida que é mais baixo, ou seja, o investimento é menor, está-se a caminhar a passos largos para atingir um VAL nulo ou positivo. Que poderá vir a ser atingido na Fase Comercial. Relativamente à análise dos resultados, com *Feed-In* continua a obter-se melhores resultados, obviamente. Mantém-se a falta de rentabilidade dos investimentos, o dinheiro investido não é recuperado no tempo de vida útil da plataforma eólica. A TIR nem sequer almeja os 7,15% que corresponde à TA, e que se deseja como mínimo para não se perder, pelo menos, dinheiro. Sendo que o que se quer é ganhar, fazer dinheiro.

A redução do custo do projecto por substituição de materiais foi agora mais significativa, foi cerca de 2,5 M€. Pode ser necessário investir mais ao início, mas as poupanças de custo são também mais significativas. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo VII.

**• Cenário 4 - Turbina de 15 MW a 167 325 000 €**

**Tabela 33 - VAL sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | - 165.277.383,04                    |
| 15  | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | - 143.313.122,67                    |

Tabela 34 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,144                        | -       | -       |

Tabela 35 - VAL com Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | - 163.246.975,46                    |
| 15  | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | - 119.877.685,22                    |

Tabela 36 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,284                        | -       | -       |

Nesta Fase Pré-Comercial notam-se algumas melhorias face à Fase Teste, mas ainda não se atinge o que se procura, a rentabilidade dos projectos e o interesse para possíveis investidores. Ou pelo menos, uma garantia fidedigna de que se está perante um investimento de futuro e interessante.

De reparar que agora a redução de custos foi cerca de 5 M€ em relação ao Cenário 4 da Fase Teste. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo VIII.

#### 4.4 Fase Comercial

Nesta fase admite-se uma nova evolução. Continua a calcular-se os indicadores económicos para as quatro turbinas: 2 MW, 3 MW, 7 MW e 15 MW e continua a admitir-se uma redução de 3% no custo de projecto devido à evolução tecnológica dos materiais da plataforma eólica.

A novidade é que agora engloba-se também a redução de 13% do custo global do projecto por cada MW acrescentado à turbina. Para trabalhar com valores os menos optimistas possíveis contabilizou-se essa redução a contar a partir dos 2 MW. Admite-se portanto que o custo global do projecto cresce proporcionalmente face aos 23 M€ da

plataforma de 2 MW, e depois acrescentam-se a redução de 3% dos materiais usados e a redução de 13% por cada MW da turbina a mais dos 2 MW.

Esta redução de despesa de projecto pode explicar-se pelo ganho de economias de escala devido ao desenvolvimento desta indústria com o decorrer dos anos. Os empregos nesta área começam a ser mais certos e fixos, em vez de variáveis e espontâneos como no início, o que permite ter sempre equipas prontas para trabalhar e como tal os custos de pessoal são mais difundidos pelos vários projectos a decorrer. As próprias encomendas de materiais são feitas em maior escala o que permite comprar por preços unitários mais baixos. O próprio espaço de trabalho, arrendado ou próprio, estando a ser utilizado constantemente permite que seja mais bem rentabilizado o que faz também descer os custos unitários de projecto na parcela das instalações da fábrica ou do gabinete de projecto. E por aí fora. O que se quer aqui explicar é que os custos de cada plataforma eólica começam a descer à medida que os anos passam.

• **Cenário 1 - Turbina de 2 MW a 16 886 439 €**

**Tabela 37 - VAL sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 548.538,67             | 256.000,00 | 292.538,67                | - 16.613.423,41                     |
| 15  | 829.713,95             | 379.478,51 | 450.235,44                | - 13.684.855,36                     |

**Tabela 38 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,190                        | -       | -       |

**Tabela 39 - VAL com Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 838.618,67             | 256.000,00 | 582.618,67                | - 16.342.702,39                     |
| 15  | 1.268.485,98           | 379.478,51 | 889.007,47                | - 10.560.130,36                     |

**Tabela 40 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,375                        | -       | -       |

Continua a ser uma plataforma de turbina não rentável, nem interessante para o investimento. Falha em todos os índices ainda que melhore em relação à fase pré-comercial. O falhanço dos quatro indicadores económicos prende-se com o facto de a redução do custo global do projecto ainda não ter sido suficiente. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo IX.

• **Cenário 2 - Turbina de 3 MW a 22 036 802 €**

Tabela 41 - VAL sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 822.808,00             | 384.000,00 | 438.808,00                | - 21.627.279,50                     |
| 15  | 1.244.570,93           | 569.217,77 | 675.353,16                | - 17.234.427,43                     |

Tabela 42 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,218                        | -       | -       |

Tabela 43 - VAL com Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.257.928,00           | 384.000,00 | 873.928,00                | - 21.221.197,99                     |
| 15  | 1.902.728,97           | 569.217,77 | 1.333.511,20              | - 12.547.339,94                     |

Tabela 44 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,431                        | -       | -       |

O Cenário 2 repete as características dos cenários anteriores. Com *Feed-In*, olhando para o IR vê-se que nem 50% do investimento é ainda recuperado, sendo no entanto o melhor IR até agora entre todos os cenários já abordados. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo X.

• **Cenário 3 - Turbina de 7 MW a 29 457 940 €**

Tabela 45 - VAL sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.919.885,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | - 28.502.386,08                     |
| 15  | 2.903.998,83           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | - 18.252.397,90                     |

Tabela 46 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,380                        | -       | -       |

Tabela 47 - VAL com Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 2.039.165,33              | - 27.554.862,54                     |
| 15  | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 3.111.526,14              | - 7.315.860,43                      |

Tabela 48 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.

| Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|------------------------------|---------|---------|
| IR                           | TIR (%) | Payback |
| 0,752                        | 3,16    | -       |

Nota-se aqui novamente uma melhoria dos valores, mantendo ainda a insatisfação dos indicadores registada anteriormente. Com *Feed-In* recupera-se quase o investimento por inteiro, 75% é recuperado. A TIR com *Feed-In* pela primeira vez não é negativa, embora não ultrapasse o mínimo exigido de 7,15%. As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo XI.

• **Cenário 4 - Turbina de 15 MW a 20 718 085 €**

Neste cenário a plataforma é mais barata que a do cenário anterior fazendo os cálculos segundo os dados expostos anteriormente. Ainda que numa visão muito optimista se possa admitir tal coisa, porque a procura no mercado poderia recair muito mais nesta turbina do que nas restantes ganhando economia de escala, parece irrealista. Ainda assim manteve-se este cenário pois vai permitir uma comparação com o Cenário 5 de seguida.

**Tabela 49 - VAL sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | - 18.670.468,63                     |
| 15  | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | 3.293.791,74                        |

**Tabela 50 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos sem Feed-In |         |                |
|------------------------------|---------|----------------|
| IR                           | TIR (%) | Payback (anos) |
| 1,16                         | 9,437   | 12,3           |

Sem *Feed-In* os resultados neste cenário são agradáveis. O investimento é recuperado no período de vida útil e consegue aumentar-se a riqueza do investidor em 3,3 M€, que é o VAL. O investimento é recuperado em 12,3 anos e a partir daí é dinheiro criado/gerado pelo negócio. Segundo o IR o investidor recupera todo o dinheiro investido e ainda consegue criar 16% de riqueza em relação ao dinheiro investido. A TIR é superior a 7,15%, o que significa que o investimento cobriu a inflação, a taxa de um investimento comum/banal, o prémio de risco e ainda uma taxa adicional restante que é a diferença de 7,15% para 9,437%. É dinheiro criado pelo investidor.

Aqui parece ser possível o investimento ser rentável sem o *Feed-In*.

**Tabela 51 - VAL com Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | - 16.640.061,05                     |
| 15  | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | 26.729.229,18                       |

**Tabela 52 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos com Feed-In |         |                |
|------------------------------|---------|----------------|
| IR                           | TIR (%) | Payback (anos) |
| 2,29                         | 23,35   | 5,5            |

Agora, imitando o Cenário 4 sem *Feed-In*, o investimento é igualmente rentável, ou muito rentável. Um pouco irrealista parece.

O investidor cria 129% de riqueza em relação do investimento inicial. A TIR toma um valor exorbitante, superior a 7,15%, mas de certa forma irrealista.

O investimento é recuperado em 5,5 anos o que permite lembrar que a partir daí o investimento pode abdicar de *Feed-In*.



As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo XII.

• **Cenário 5 - Turbina de 15 MW a 30 000 000 €**

Agora admite-se um valor redondo de 30 M€ apenas para garantir que esta plataforma é mais cara que a plataforma de 7 MW o que permite tornar mais realista a análise. Veja-se agora se a rentabilidade da plataforma se mantém.

**Tabela 53 - VAL sem Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | - 27.952.383,04                     |
| 15  | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | - 5.988.122,67                      |

**Tabela 54 - IR, TIR e Payback sem Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos sem Feed-In |         |                |
|------------------------------|---------|----------------|
| IR                           | TIR (%) | Payback (anos) |
| 0,80                         | 4,009   | -              |

**Tabela 55 - VAL com Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Ano | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | - 25.921.975,46                     |
| 15  | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | 17.447.314,78                       |

**Tabela 56 - IR, TIR e Payback com Feed-In do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima.**

| Dados Económicos com Feed-In |         |                |
|------------------------------|---------|----------------|
| IR                           | TIR (%) | Payback (anos) |
| 1,58                         | 14,95   | 8,4            |

Nota-se afinal que o *Feed-In* faz falta para ajudar à rentabilidade do projecto. Parece também que é possível a rentabilidade deste tipo de investimentos para plataformas de maior potência. Com *Feed-In* esta plataforma de 15 MW consegue recuperar o investimento em 8,4 anos, podendo abdicar a partir daí do *Feed-In*. Não deixará à mesma de criar riqueza e o IR será maior que 1 e a TIR será maior que 7,15%.

Ou seja, plataformas de maior potência permitem rentabilidade do investimento, satisfazendo o interesse do investidor e não sobrecarregando o consumidor de electricidade com a tarifa *Feed-In* durante todo o tempo de vida útil da plataforma eólica.

As tabelas de cálculo do VAL encontram-se completas no Anexo XIII.

Para resumir este capítulo segue-se um conjunto de tabelas, aglomerando os cálculos por fases e por cenários.

De seguida apresenta-se a tabela que resume a fase teste, no que aos cálculos do VAL diz respeito:

**Tabela 57 – Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Teste.**

| Fase Teste | Cenário 1 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                |
|------------|-----------|------------|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------|
|            |           | 1          | 548.538,67             | 256.000,00   | 292.538,67                | -                                   | 22.726.984,41  |
|            | 15        | 829.713,95 | 379.478,51             | 450.235,44   | -                         | 19.798.416,36                       |                |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 838.618,67             | 256.000,00   | 582.618,67                | -                                   | 22.456.263,39  |
|            |           | 15         | 1.268.485,98           | 379.478,51   | 889.007,47                | -                                   | 16.673.691,36  |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            | Cenário 2 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 822.808,00             | 384.000,00   | 438.808,00                | -                                   | 34.090.476,61  |
|            |           | 15         | 1.244.570,93           | 569.217,77   | 675.353,16                | -                                   | 29.697.624,53  |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 1.257.928,00           | 384.000,00   | 873.928,00                | -                                   | 33.684.395,09  |
|            |           | 15         | 1.902.728,97           | 569.217,77   | 1.333.511,20              | -                                   | 25.010.537,04  |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            | Cenário 3 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 1.919.885,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | -                                   | 79.544.445,42  |
|            |           | 15         | 2.903.998,83           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | -                                   | 69.294.457,25  |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 2.039.165,33              | -                                   | 78.596.921,88  |
|            |           | 15         | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 3.111.526,14              | -                                   | 58.357.919,77  |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            | Cenário 4 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | -                                   | 170.452.383,04 |
|            |           | 15         | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | -                                   | 148.488.122,67 |
|            |           |            |                        |              |                           |                                     |                |
|            |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                |
|            |           | 1          | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | -                                   | 168.421.975,46 |
|            |           | 15         | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | -                                   | 125.052.685,22 |

Na fase teste pode observar-se que nenhum cenário apresenta rentabilidade económica.

A próxima tabela resume a fase pré-comercial, no que aos cálculos do VAL diz respeito:

**Tabela 58 - Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Pré-Comercial.**

|                    | Cenário   | Ano                    | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)                | Cash-Flow sem Feed-In (€)           | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                 |
|--------------------|-----------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
|                    |           | 1                      | 548.538,67             | 256.000,00                | 292.538,67                          | - 22.036.984,41                     |                 |
|                    |           | 15                     | 829.713,95             | 379.478,51                | 450.235,44                          | - 19.108.416,36                     |                 |
| Fase Pré-Comercial | Cenário 1 | Ano                    | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)                | Cash-Flow com Feed-In (€)           | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                 |
|                    |           | 1                      | 838.618,67             | 256.000,00                | 582.618,67                          | - 21.766.263,39                     |                 |
|                    |           |                        | 15                     | 1.268.485,98              | 379.478,51                          | 889.007,47                          | - 15.983.691,36 |
|                    | Cenário 2 | Ano                    | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)                | Cash-Flow sem Feed-In (€)           | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                 |
|                    |           | 1                      | 822.808,00             | 384.000,00                | 438.808,00                          | - 33.055.476,61                     |                 |
|                    |           |                        | 15                     | 1.244.570,93              | 569.217,77                          | 675.353,16                          | - 28.662.624,53 |
|                    | Cenário 3 | Ano                    | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)                | Cash-Flow com Feed-In (€)           | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                 |
|                    |           | 1                      | 1.257.928,00           | 384.000,00                | 873.928,00                          | - 32.649.395,09                     |                 |
|                    |           |                        | 15                     | 1.902.728,97              | 569.217,77                          | 1.333.511,20                        | - 23.975.537,04 |
|                    | Cenário 4 | Ano                    | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)                | Cash-Flow sem Feed-In (€)           | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                 |
|                    |           | 1                      | 1.919.885,33           | 896.000,00                | 1.023.885,33                        | - 77.129.445,42                     |                 |
|                    |           |                        | 15                     | 2.903.998,83              | 1.328.174,79                        | 1.575.824,04                        | - 66.879.457,25 |
| Cenário 4          | Ano       | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)             | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                                     |                 |
|                    | 1         | 2.935.165,33           | 896.000,00             | 2.039.165,33              | - 76.181.921,88                     |                                     |                 |
|                    |           | 15                     | 4.439.700,92           | 1.328.174,79              | 3.111.526,14                        | - 55.942.919,77                     |                 |
| Cenário 4          | Ano       | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)             | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |                                     |                 |
|                    | 1         | 4.114.040,00           | 1.920.000,00           | 2.194.040,00              | - 165.277.383,04                    |                                     |                 |
|                    |           | 15                     | 6.222.854,63           | 2.846.088,83              | 3.376.765,81                        | - 143.313.122,67                    |                 |
| Cenário 4          | Ano       | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)             | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |                                     |                 |
|                    | 1         | 6.289.640,00           | 1.920.000,00           | 4.369.640,00              | - 163.246.975,46                    |                                     |                 |
|                    |           | 15                     | 9.513.644,84           | 2.846.088,83              | 6.667.556,01                        | - 119.877.685,22                    |                 |

Na fase pré-comercial pode observar-se que, de novo, nenhum cenário apresenta rentabilidade económica. Nota-se por outro lado, que o VAL melhorou em relação à fase teste.

A próxima tabela resume a fase comercial, no que aos cálculos do VAL diz respeito:

**Tabela 59 - Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Comercial.**

| Fase Comercial | Cenário 1 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |               |
|----------------|-----------|------------|------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------|
|                |           | 1          | 548.538,67             | 256.000,00   | 292.538,67                | -                                   | 16.613.423,41 |
|                | 15        | 829.713,95 | 379.478,51             | 450.235,44   | -                         | 13.684.855,36                       |               |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 838.618,67             | 256.000,00   | 582.618,67                | -                                   | 16.342.702,39 |
|                |           | 15         | 1.268.485,98           | 379.478,51   | 889.007,47                | -                                   | 10.560.130,36 |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                | Cenário 2 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 822.808,00             | 384.000,00   | 438.808,00                | -                                   | 21.627.279,50 |
|                |           | 15         | 1.244.570,93           | 569.217,77   | 675.353,16                | -                                   | 17.234.427,43 |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 1.257.928,00           | 384.000,00   | 873.928,00                | -                                   | 21.221.197,99 |
|                |           | 15         | 1.902.728,97           | 569.217,77   | 1.333.511,20              | -                                   | 12.547.339,94 |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                | Cenário 3 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 1.919.885,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | -                                   | 28.502.386,08 |
|                |           | 15         | 2.903.998,83           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | -                                   | 18.252.397,90 |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 2.039.165,33              | -                                   | 27.554.862,54 |
|                |           | 15         | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 3.111.526,14              | -                                   | 7.315.860,43  |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                | Cenário 4 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | -                                   | 18.670.468,63 |
|                |           | 15         | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | -                                   | 3.293.791,74  |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | -                                   | 16.640.061,05 |
|                |           | 15         | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | -                                   | 26.729.229,18 |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                | Cenário 5 | Ano        | Receita sem Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 4.114.040,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | -                                   | 27.952.383,04 |
|                |           | 15         | 6.222.854,63           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | -                                   | 5.988.122,67  |
|                |           |            |                        |              |                           |                                     |               |
|                |           | Ano        | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |               |
|                |           | 1          | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 4.369.640,00              | -                                   | 25.921.975,46 |
|                |           | 15         | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 6.667.556,01              | -                                   | 17.447.314,78 |

Na fase comercial pode observar-se que já existem alguns cenários com VAL positivo.

A próxima tabela completa o resumo da fase teste:

**Tabela 60 – Continuação do Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Teste.**

|                   |                                     |                                     |         |         |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|
| <b>Fase Teste</b> | <b>Cenário 1</b>                    | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |         |         |
|                   |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                   |                                     | 0,139                               | -       | -       |
|                   |                                     | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |         |         |
|                   |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                   |                                     | 0,275                               | -       | -       |
|                   | <b>Cenário 2</b>                    | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |         |         |
|                   |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                   |                                     | 0,139                               | -       | -       |
|                   |                                     | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |         |         |
|                   |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                   |                                     | 0,275                               | -       | -       |
|                   | <b>Cenário 3</b>                    | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |         |         |
|                   |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                   |                                     | 0,139                               | -       | -       |
|                   |                                     | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |         |         |
| IR                |                                     | TIR (%)                             | Payback |         |
| 0,275             |                                     | -                                   | -       |         |
| <b>Cenário 4</b>  | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |                                     |         |         |
|                   | IR                                  | TIR (%)                             | Payback |         |
|                   | 0,139                               | -                                   | -       |         |
|                   | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |                                     |         |         |
|                   | IR                                  | TIR (%)                             | Payback |         |
|                   | 0,275                               | -                                   | -       |         |

Na fase teste pode observar-se novamente que os índices económicos pouco ou nada interessam economicamente.

A próxima tabela completa o resumo da fase pré-comercial:

**Tabela 61 – Continuação do Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Pré-Comercial.**

|                    |                                     |                                     |         |         |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|
| Fase Pré-Comercial | Cenário 1                           | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |         |         |
|                    |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                    |                                     | 0,144                               | -       | -       |
|                    |                                     | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |         |         |
|                    | IR                                  | TIR (%)                             | Payback |         |
|                    | 0,284                               | -                                   | -       |         |
|                    | Cenário 2                           | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |         |         |
|                    |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                    |                                     | 0,144                               | -       | -       |
|                    |                                     | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |         |         |
|                    | IR                                  | TIR (%)                             | Payback |         |
|                    | 0,284                               | -                                   | -       |         |
|                    | Cenário 3                           | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |         |         |
|                    |                                     | IR                                  | TIR (%) | Payback |
|                    |                                     | 0,144                               | -       | -       |
|                    |                                     | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |         |         |
| IR                 | TIR (%)                             | Payback                             |         |         |
| 0,284              | -                                   | -                                   |         |         |
| Cenário 4          | <b>Dados Económicos sem Feed-In</b> |                                     |         |         |
|                    | IR                                  | TIR (%)                             | Payback |         |
|                    | 0,144                               | -                                   | -       |         |
|                    | <b>Dados Económicos com Feed-In</b> |                                     |         |         |
| IR                 | TIR (%)                             | Payback                             |         |         |
| 0,284              | -                                   | -                                   |         |         |

Na fase pré-comercial repete-se a situação anterior em que os índices económicos pouco ou nada interessam economicamente.

A próxima tabela completa o resumo da fase comercial:

Tabela 62 - Continuação do Resumo dos Cálculos Económicos da Fase Comercial.

| Fase Comercial               | Cenário 1                    | Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------|---------|
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
|                              |                              | 0,190                        | -       | -       |
|                              |                              | Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
|                              |                              | 0,375                        | -       | -       |
|                              | Cenário 2                    | Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
|                              |                              | 0,218                        | -       | -       |
|                              |                              | Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
|                              |                              | 0,431                        | -       | -       |
|                              | Cenário 3                    | Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
|                              |                              | 0,380                        | -       | -       |
|                              |                              | Dados Económicos com Feed-In |         |         |
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
|                              |                              | 0,752                        | 3,16    | -       |
|                              | Cenário 4                    | Dados Económicos sem Feed-In |         |         |
|                              |                              | IR                           | TIR (%) | Payback |
| 1,159                        |                              | 9,437                        | 12,3    |         |
| Dados Económicos com Feed-In |                              |                              |         |         |
| IR                           |                              | TIR (%)                      | Payback |         |
| 2,290                        |                              | 23,35                        | 5,5     |         |
| Cenário 5                    | Dados Económicos sem Feed-In |                              |         |         |
|                              | IR                           | TIR (%)                      | Payback |         |
|                              | 0,800                        | 4,009                        | -       |         |
|                              | Dados Económicos com Feed-In |                              |         |         |
|                              | IR                           | TIR (%)                      | Payback |         |
|                              | 1,582                        | 14,95                        | 8,4     |         |

Na fase comercial como já se tinha visto para o VAL, há cenários com indicadores económicos positivos e interessantes para o investimento.



## 5. Análise Final e Conclusões

Primeiro que tudo é preciso dizer que todos os cálculos devem ser avaliados de maneira cautelosa visto que muitos dos dados usados são estimativas ou valores previstos. Embora haja já instalados muitos dispositivos de aproveitamento energético de fonte eólica marítima, esses mesmos ainda não percorreram uma vida útil inteira ou então, aquilo que irá acontecer daqui a 10 ou 15 anos é difícil prever com rigor, nesta altura.

Embora o grau de certeza não seja 100%, nesta dissertação procurou-se ter alguma cautela nos valores utilizados para cálculos. Muitas vezes recorreu-se a valores reais ou valores estudados, testados e mesmo as admissões foram feitas de modo cauteloso e por defeito, nunca por excesso.

Na fase de teste dos investimentos eólicos marítimos, o investimento não é atractivo, não é rentável. Como é possível ver nas tabelas de resumo 55 e 58. Isto porque não proporciona o retorno do investimento, muito menos permite a multiplicação de rendimentos em todos os cenários. Nem mesmo com as tarifas de ajuda de custo o investimento se torna rentável e recuperável. Em todos os cenários o IR ficou abaixo de 1 o que significa que o fluxo de caixa positivo gerado pelo projecto era inferior ao dinheiro investido, tanto o capital inicial de investimento como os custos de utilização ao longo da vida útil do projecto. Um IR superior a 1 era sinal de recuperação do capital investido em todo o período de vida útil do projecto, juntando ainda o lucro. A TIR, em todos ficou abaixo do mínimo do valor que é sinónimo de rentabilidade nula, isto é, para não se perder nem ganhar dinheiro, a TIR teria que ser igual à  $TA = 7,15\%$ . Para TIR superior a  $7,15\%$  o investimento seria atractivo pois já se estaria a gerar riqueza, facto que não aconteceu na fase de teste. O *payback* ou o período de recuperação do capital investido foi superior ao período de vida útil (15 anos) em todos os cenários da fase teste. O VAL foi portanto, negativo. Teria que ser zero para se recuperar pelo menos todo o dinheiro investido ao longo da vida útil do projecto, e teria que ser positivo para se ter recuperado todo o dinheiro investido e ainda se ter gerado riqueza. Houve diferença entre ter *Feed-In* ou não ter. O VAL aos 15 anos sem *Feed-In* foi sempre inferior em relação à hipótese de ter *Feed-In*. Isto pode fazer a diferença quando a potência das turbinas conjugada com a economia de escala aumentar as receitas e reduzir os preços globais dos projectos. Tornando os projectos com valores de VAL positivos. De notar que à medida que se mudou de cenário e a potência da turbina aumentava, o dinheiro recuperado pelo investidor foi aumentando, isto é, a diferença entre o VAL no fim da vida útil e o capital inicial investido, o que mostra que

quanto maior a potência, maior a velocidade com que é possível recuperar o investimento fruto de uma produção superior de electricidade, isto é, de receita.

Na fase pré-comercial dos investimentos eólicos marítimos, o investimento manteve-se não atractivo. Como é possível ver nas tabelas de resumo 56 e 59. Também não se proporcionou nesta fase o retorno do investimento dos projectos, e muito menos permitiu a multiplicação de rendimentos. Continuou a não haver rentabilidade positiva do investimento com ou sem *Feed-In*. Os indicadores mantiveram-se como na fase anterior. No entanto notou-se uma ligeira melhoria. O VAL, do final da vida útil do projecto, subiu ligeiramente relativamente à fase teste, para todos os cenários, claramente influenciado pela redução do preço inicial do projecto (via substituição de materiais mais eficientes como admitido), mais conhecido pelo custo do investimento inicial. E o IR subiu ligeiramente face à fase anterior pelo mesmo motivo, em todos os cenários. Mas o IR manteve-se abaixo de 1, o que não é o objectivo para quem quer investir e tirar rendimentos e criar riqueza através de um investimento. O período de recuperação do capital investido continuou a ultrapassar os 15 anos de vida útil, em todos os cenários. E a TIR manteve-se abaixo da TA, o que também não é desejado, para todos os cenários. Esta fase ainda não demonstrou que a eólica marítima pode ser viável economicamente, embora tenha apresentado alguns sinais positivos.

Na fase comercial dos investimentos eólicos marítimos, o investimento já demonstrou uma certa maturação técnica e económica e em alguns cenários mostrou-se atractivo à vista do investidor. Como é possível ver nas tabelas de resumo 57 e 60. Nesta fase acrescentou-se a redução de 13% do custo global do projecto por cada MW da turbina. Contabilizou-se essa redução a partir dos 2 MW. Admitiu-se portanto que o custo global do projecto crescia proporcionalmente face aos 23 M€ da plataforma de 2 MW, e depois acrescentava-se a redução de 3% por via da eficiência dos materiais usados e a redução de 13% por cada MW da turbina a mais dos 2 MW. Esta redução de despesa de projecto pode explicar-se pelo ganho de economias de escala devido ao desenvolvimento desta indústria com o passar dos anos. No cenário 1, continuou a ser não rentável, nem interessante para o investimento. Falhou em todos os índices ainda que tenha melhorado em relação à fase pré-comercial. O falhanço dos quatro indicadores económicos prendeu-se com o facto de a redução do custo global do projecto ainda não ter sido suficiente. O cenário 2 foi semelhante aos cenários anteriores. Por exemplo, com *Feed-In*, olhando para o IR vê-se que nem 50% do investimento foi ainda recuperado, sendo no entanto o melhor IR entre os cenários já abordados. No cenário 3 notou-se novamente uma melhoria dos valores, mantendo ainda a insatisfação dos indicadores registada anteriormente. Com *Feed-In* recuperou-se quase o investimento por inteiro, 75% foi recuperado. A TIR com *Feed-In* pela primeira vez não foi negativa, embora não tenha

ultrapassado o mínimo exigido de 7,15%. No cenário 4 a plataforma era mais barata que a do cenário anterior fazendo os cálculos segundo os dados expostos anteriormente. Ainda que numa visão muito optimista se pudesse admitir tal facto, porque a procura no mercado poderia recair muito mais nesta turbina do que nas restantes ganhando economia de escala, parece pouco realista. Ainda assim manteve-se este cenário pois permitiu uma comparação com o Cenário 5 de seguida. Sem *Feed-In* os resultados neste cenário mostraram-se agradáveis. O investimento é recuperado no período de vida útil e consegue-se aumentar a riqueza do investidor em 3,3 M€, que é o VAL. O investimento é recuperado em 12,3 anos e a partir daí torna-se dinheiro criado/gerado pelo negócio. Segundo o IR o investidor recupera todo o dinheiro investido e ainda consegue criar 16% de riqueza em relação ao dinheiro investido. A TIR foi superior a 7,15%, o que significa que o investimento cobriu a inflação, a taxa de um investimento comum/banal, o prémio de risco e ainda uma taxa adicional restante que é a diferença de 7,15% para 9,437%. É dinheiro criado pelo investidor. Aqui pareceu ser possível o investimento ser rentável sem o *Feed-In*. Com *Feed-In*, imitando o Cenário 4 sem *Feed-In*, o investimento foi igualmente rentável, ou muito rentável. Ficou a impressão de ser pouco realista. O investidor cria 129% de riqueza em relação ao investimento inicial. A TIR toma um valor exorbitante, superior a 7,15%. O investimento é recuperado em 5,5 anos, o que permite lembrar que a partir daí o investimento pode abdicar de *Feed-In*. No cenário 5 admitiu-se um preço redondo de 30 M€ apenas para garantir que esta plataforma era mais cara que a plataforma de 7 MW do cenário 4 o que permitiu tornar mais realista a análise. Pareceu afinal que o *Feed-In* faz falta para ajudar à rentabilidade do projecto, visto que sem *Feed-In* o investimento falhou em todos os indicadores. Pareceu também que é possível a rentabilidade deste tipo de investimentos para plataformas de maior potência. Com *Feed-In*, esta plataforma de 15 MW conseguiu recuperar o investimento em 8,4 anos, podendo abdicar a partir daí do *Feed-In*. Não deixa à mesma de criar riqueza e o IR será maior que 1 e a TIR será maior que 7,15%.

Ou seja, plataformas de maior potência poderão permitir rentabilidade do investimento, satisfazendo o interesse do investidor e não sobrecarregando o consumidor de electricidade com a tarifa *Feed-In* durante todo o tempo de vida útil da plataforma eólica.

Uma das conclusões mais rápidas a tirar é que na fase de teste ou de pré-demonstração todos os investimentos dificilmente se tornam rentáveis, muitas vezes com o *Feed-In* incluído. No entanto torna-se óbvio que a indústria consegue ganhos de economia de escala com o passar do tempo, quer pelo aumento do número de encomendas, quer pela experiência acumulada e os ganhos de eficiência, quer pelas evoluções tecnológicas com substituição de materiais por outros mais eficientes, quer por ganhos de potência e por ganhos de superior

produção eléctrica dos aparelhos, o que significa que o custo de investimento inicial vai baixando ao longo do tempo, os custos de operação também, e as receitas vão subindo. Tudo isto gera fluxos de caixa superiores com o passar do tempo o que facilita que os investimentos se tornem rentáveis, com VAL positivo, com Payback dentro do período de vida útil, com TIR rentável e com IR superiores a 1. Por vezes até sem *Feed-In* o investimento é rentável. O que é também um indicador que, mesmo que os valores estejam pouco certos e próximos da realidade, podendo ter algum grau de desvio face ao que serão os valores reais no futuro, há uma margem para que o investimento continue a ser rentável, imaginando que alguns valores venham a piorar face aos utilizados nesta dissertação. Mais para a frente, poder-se-á também praticar tarifas de electricidade mais amigas do consumidor final, mantendo os níveis de rentabilidade económica para os investidores. Isto porque Portugal tem neste momento uma tarifa de electricidade muito elevada comparativamente aos seus concorrentes mais próximos de outros países europeus, o que também não facilita a vida das empresas, nem facilita a entrada no país de investimento privado, nacional ou estrangeiro. Em suma, o ponto fulcral para que a rentabilidade se torne uma realidade no futuro passa pela redução de custos, seja redução do custo de investimento inicial, seja redução dos custos de operação e manutenção. Se se juntar o aumento de potência das turbinas que trará maior produção eléctrica, e consequentemente maior produção de receita, será mais um factor a juntar para gerar fluxos de caixa cada vez maiores.

Existe a possibilidade de que a energia eólica seja uma energia a ter em conta para o futuro, assim como parecem ter ou têm outras energias mais desenvolvidas como a solar, a eólica terrestre ou a hidroeléctrica. Todas elas juntas poderão vir a trabalhar em conjunto num aglomerado de energias renováveis ao serviço da humanidade, caminhando numa direcção em que cada vez menos se recorra aos combustíveis fósseis, apenas recorrendo em situações excepcionais.

E se a energia eólica marítima tem um mercado potencial em vias de crescimento na Europa, e se já se começa a considerar que se poderão construir parques eólicos que virão a ser os próximos “campos petrolíferos” da Europa, Portugal, fruto do tamanho da sua Zona Económica Exclusiva, deveria aproveitar tal potencial e derivar a sua aposta estratégica nesse sentido. Através deste potencial, Portugal poderia caminhar no sentido da sua auto-sustentabilidade e independência energéticas, mais concretamente a nível de electricidade, dependendo menos de transacções com o exterior, corrigindo défices externos da balança comercial e também défices públicos, podendo ainda ter um preço de energia competitivo que lhe traria empresas mais competitivas para concorrer num mercado que já é global.



## Referências Bibliográficas

Soares, I., Moreira, J., Pinho, C., Couto, J., Decisões de Investimento – Análise Financeira de Projetos, 3ª Edição, Edições Sílabo, Lisboa, 2012, ISBN 978-972-618-671-7.

Sá e Silva, E., Queirós, M., Análise de Investimentos em Ativos Reais – Volume I: Abordagem Convencional, 2ª Edição, Vida Económica, Porto, 2013, ISBN 978-972-788-817-7.

Pitta e Cunha, T., Blue Growth for Portugal – Uma visão empresarial da economia do mar, COTEC Portugal, 2012.

Arapogianni, A., Genachte, A., Deep Water – The next step for offshore wind energy, The European Wind Energy Association (EWEA), 2013.

Maciel, J., The Windfloat Project, EDP Inovação, 2010.

Maciel, J., Projeto Windfloat - XIX Congresso da Ordem dos Engenheiros, EDP, 2012.

Entec UK, Cost Estimation Methodology - The Marine Energy Challenge approach to estimating the cost of energy produced by marine energy systems, The Carbon Trust, 2006.

Rademakers, Assessment and Optimisation of Operation and Maintenance of Offshore Wind Turbines, ECN Wind Energy, Petten, Holanda, 2003.

Hughes, G., The performance of Wind Farms in the United Kingdom and Denmark, Renewable Energy Foundation, Londres, Reino Unido, 2012.

EREC, Renewable Energy Policy Review, European Renewable Energy Council, 2009.

## **Páginas da Internet**

IAPMEI (2014): <http://www.IAPMEI.pt>, visitada em 01/2014

ERSE (2014): <http://www.erse.pt>, visitada em 01/2014

Euribor-rates (2014): <http://pt.euribor-rates.eu/taxas-euribor-por-ano.asp>, visitada em 01/2014

CGD (2014): <http://www.cgd.pt>, visitada em 01/2014

PORDATA (2014): <http://www.pordata.pt>, visitada em 01/2014

FxExchangeRate (2014): <http://eur.pt.fxexchangerate.com/gbp/>, visitada em 01/2014

## Anexos

### Anexo I – VAL do Cenário 1 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 548.538,67             | 838.618,67             | 256.000,00 | 292.538,67                | 582.618,67                | - 22.726.984,41                     | - 22.456.263,39                     |
| 2   | 564.994,83             | 863.777,23             | 258.406,40 | 306.588,43                | 605.370,83                | - 22.459.951,91                     | - 21.928.997,30                     |
| 3   | 581.944,67             | 889.690,54             | 266.158,59 | 315.786,08                | 623.531,95                | - 22.203.263,94                     | - 21.422.156,88                     |
| 4   | 599.403,01             | 916.381,26             | 274.143,35 | 325.259,66                | 642.237,91                | - 21.956.519,77                     | - 20.934.950,86                     |
| 5   | 617.385,10             | 943.872,70             | 282.367,65 | 335.017,45                | 661.505,05                | - 21.719.334,17                     | - 20.466.618,63                     |
| 6   | 635.906,66             | 972.188,88             | 290.838,68 | 345.067,98                | 681.350,20                | - 21.491.336,86                     | - 20.016.429,04                     |
| 7   | 654.983,85             | 1.001.354,54           | 299.563,84 | 355.420,01                | 701.790,70                | - 21.272.171,90                     | - 19.583.679,27                     |
| 8   | 674.633,37             | 1.031.395,18           | 308.550,76 | 366.082,61                | 722.844,43                | - 21.061.497,14                     | - 19.167.693,72                     |
| 9   | 694.872,37             | 1.062.337,04           | 317.807,28 | 377.065,09                | 744.529,76                | - 20.858.983,67                     | - 18.767.822,95                     |
| 10  | 715.718,54             | 1.094.207,15           | 327.341,50 | 388.377,05                | 766.865,65                | - 20.664.315,33                     | - 18.383.442,71                     |
| 11  | 737.190,10             | 1.127.033,36           | 337.161,74 | 400.028,36                | 789.871,62                | - 20.477.188,21                     | - 18.013.952,91                     |
| 12  | 759.305,80             | 1.160.844,36           | 347.276,59 | 412.029,21                | 813.567,77                | - 20.297.310,18                     | - 17.658.776,71                     |
| 13  | 782.084,98             | 1.195.669,69           | 357.694,89 | 424.390,08                | 837.974,80                | - 20.124.400,41                     | - 17.317.359,62                     |
| 14  | 805.547,53             | 1.231.539,78           | 368.425,74 | 437.121,79                | 863.114,05                | - 19.958.188,97                     | - 16.989.168,62                     |
| 15  | 829.713,95             | 1.268.485,98           | 379.478,51 | 450.235,44                | 889.007,47                | - 19.798.416,36                     | - 16.673.691,36                     |
| 16  | 854.605,37             | 1.306.540,56           | 390.862,87 | 463.742,50                | 915.677,69                | - 19.644.833,15                     | - 16.370.435,32                     |
| 17  | 880.243,53             | 1.345.736,77           | 402.588,75 | 477.654,78                | 943.148,02                | - 19.497.199,58                     | - 16.078.927,06                     |
| 18  | 906.650,84             | 1.386.108,88           | 414.666,41 | 491.984,42                | 971.442,46                | - 19.355.285,15                     | - 15.798.711,49                     |
| 19  | 933.850,36             | 1.427.692,14           | 427.106,41 | 506.743,96                | 1.000.585,74              | - 19.218.868,33                     | - 15.529.351,14                     |
| 20  | 961.865,87             | 1.470.522,91           | 439.919,60 | 521.946,27                | 1.030.603,31              | - 19.087.736,13                     | - 15.270.425,49                     |



## Anexo II – VAL do Cenário 2 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 822.808,00             | 1.257.928,00           | 384.000,00 | 438.808,00                | 873.928,00                | - 34.090.476,61                     | - 33.684.395,09                     |
| 2   | 847.492,24             | 1.295.665,84           | 387.609,60 | 459.882,64                | 908.056,24                | - 33.689.927,87                     | - 32.893.495,96                     |
| 3   | 872.917,01             | 1.334.535,82           | 399.237,89 | 473.679,12                | 935.297,93                | - 33.304.895,92                     | - 32.133.235,32                     |
| 4   | 899.104,52             | 1.374.571,89           | 411.215,02 | 487.889,49                | 963.356,87                | - 32.934.779,65                     | - 31.402.426,30                     |
| 5   | 926.077,65             | 1.415.809,05           | 423.551,48 | 502.526,18                | 992.257,57                | - 32.579.001,25                     | - 30.699.927,95                     |
| 6   | 953.859,98             | 1.458.283,32           | 436.258,02 | 517.601,96                | 1.022.025,30              | - 32.237.005,29                     | - 30.024.643,57                     |
| 7   | 982.475,78             | 1.502.031,82           | 449.345,76 | 533.130,02                | 1.052.686,06              | - 31.908.257,86                     | - 29.375.518,91                     |
| 8   | 1.011.950,06           | 1.547.092,77           | 462.826,13 | 549.123,92                | 1.084.266,64              | - 31.592.245,71                     | - 28.751.540,57                     |
| 9   | 1.042.308,56           | 1.593.505,55           | 476.710,92 | 565.597,64                | 1.116.794,64              | - 31.288.475,50                     | - 28.151.734,43                     |
| 10  | 1.073.577,81           | 1.641.310,72           | 491.012,24 | 582.565,57                | 1.150.298,48              | - 30.996.472,99                     | - 27.575.164,07                     |
| 11  | 1.105.785,15           | 1.690.550,04           | 505.742,61 | 600.042,54                | 1.184.807,43              | - 30.715.782,32                     | - 27.020.929,37                     |
| 12  | 1.138.958,70           | 1.741.266,54           | 520.914,89 | 618.043,81                | 1.220.351,65              | - 30.445.965,27                     | - 26.488.165,06                     |
| 13  | 1.173.127,46           | 1.793.504,54           | 536.542,34 | 636.585,13                | 1.256.962,20              | - 30.186.600,62                     | - 25.976.039,43                     |
| 14  | 1.208.321,29           | 1.847.309,68           | 552.638,61 | 655.682,68                | 1.294.671,07              | - 29.937.283,45                     | - 25.483.752,94                     |
| 15  | 1.244.570,93           | 1.902.728,97           | 569.217,77 | 675.353,16                | 1.333.511,20              | - 29.697.624,53                     | - 25.010.537,04                     |
| 16  | 1.281.908,05           | 1.959.810,84           | 586.294,30 | 695.613,76                | 1.373.516,54              | - 29.467.249,72                     | - 24.555.652,98                     |
| 17  | 1.320.365,30           | 2.018.605,16           | 603.883,13 | 716.482,17                | 1.414.722,03              | - 29.245.799,36                     | - 24.118.390,59                     |
| 18  | 1.359.976,25           | 2.079.163,32           | 621.999,62 | 737.976,63                | 1.457.163,70              | - 29.032.927,73                     | - 23.698.067,23                     |
| 19  | 1.400.775,54           | 2.141.538,22           | 640.659,61 | 760.115,93                | 1.500.878,61              | - 28.828.302,49                     | - 23.294.026,71                     |
| 20  | 1.442.798,81           | 2.205.784,36           | 659.879,40 | 782.919,41                | 1.545.904,96              | - 28.631.604,20                     | - 22.905.638,24                     |

### Anexo III – VAL do Cenário 3 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.919.885,33           | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | 2.039.165,33              | - 79.544.445,42                     | - 78.596.921,88                     |
| 2   | 1.977.481,89           | 3.023.220,29           | 904.422,40   | 1.073.059,49              | 2.118.797,89              | - 78.609.831,69                     | - 76.751.490,56                     |
| 3   | 2.036.806,35           | 3.113.916,90           | 931.555,07   | 1.105.251,28              | 2.182.361,83              | - 77.711.423,81                     | - 74.977.549,09                     |
| 4   | 2.097.910,54           | 3.207.334,41           | 959.501,72   | 1.138.408,82              | 2.247.832,69              | - 76.847.819,18                     | - 73.272.328,02                     |
| 5   | 2.160.847,86           | 3.303.554,44           | 988.286,78   | 1.172.561,08              | 2.315.267,67              | - 76.017.669,59                     | - 71.633.165,22                     |
| 6   | 2.225.673,29           | 3.402.661,07           | 1.017.935,38 | 1.207.737,91              | 2.384.725,70              | - 75.219.679,02                     | - 70.057.501,66                     |
| 7   | 2.292.443,49           | 3.504.740,91           | 1.048.473,44 | 1.243.970,05              | 2.456.267,47              | - 74.452.601,66                     | - 68.542.877,45                     |
| 8   | 2.361.216,80           | 3.609.883,13           | 1.079.927,64 | 1.281.289,15              | 2.529.955,49              | - 73.715.239,98                     | - 67.086.928,00                     |
| 9   | 2.432.053,30           | 3.718.179,63           | 1.112.325,47 | 1.319.727,83              | 2.605.854,16              | - 73.006.442,83                     | - 65.687.380,33                     |
| 10  | 2.505.014,90           | 3.829.725,02           | 1.145.695,24 | 1.359.319,66              | 2.684.029,78              | - 72.325.103,64                     | - 64.342.049,49                     |
| 11  | 2.580.165,35           | 3.944.616,77           | 1.180.066,09 | 1.400.099,25              | 2.764.550,67              | - 71.670.158,74                     | - 63.048.835,19                     |
| 12  | 2.657.570,31           | 4.062.955,27           | 1.215.468,08 | 1.442.102,23              | 2.847.487,19              | - 71.040.585,63                     | - 61.805.718,48                     |
| 13  | 2.737.297,42           | 4.184.843,93           | 1.251.932,12 | 1.485.365,30              | 2.932.911,81              | - 70.435.401,44                     | - 60.610.758,66                     |
| 14  | 2.819.416,34           | 4.310.389,25           | 1.289.490,08 | 1.529.926,25              | 3.020.899,16              | - 69.853.661,38                     | - 59.462.090,18                     |
| 15  | 2.903.998,83           | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | 3.111.526,14              | - 69.294.457,25                     | - 58.357.919,77                     |
| 16  | 2.991.118,79           | 4.572.891,95           | 1.368.020,03 | 1.623.098,76              | 3.204.871,92              | - 68.756.916,02                     | - 57.296.523,62                     |
| 17  | 3.080.852,36           | 4.710.078,71           | 1.409.060,63 | 1.671.791,73              | 3.301.018,08              | - 68.240.198,51                     | - 56.276.244,71                     |
| 18  | 3.173.277,93           | 4.851.381,07           | 1.451.332,45 | 1.721.945,48              | 3.400.048,62              | - 67.743.498,03                     | - 55.295.490,21                     |
| 19  | 3.268.476,27           | 4.996.922,50           | 1.494.872,42 | 1.773.603,84              | 3.502.050,08              | - 67.266.039,15                     | - 54.352.728,99                     |
| 20  | 3.366.530,55           | 5.146.830,18           | 1.539.718,60 | 1.826.811,96              | 3.607.111,58              | - 66.807.076,46                     | - 53.446.489,23                     |

### Anexo IV – VAL do Cenário 4 da Fase Teste da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | 4.369.640,00              | - 170.452.383,04                    | - 168.421.975,46                    |
| 2   | 4.237.461,20           | 6.478.329,20           | 1.938.048,00 | 2.299.413,20              | 4.540.281,20              | - 168.449.639,34                    | - 164.467.479,78                    |
| 3   | 4.364.585,04           | 6.672.679,08           | 1.996.189,44 | 2.368.395,60              | 4.676.489,64              | - 166.524.479,58                    | - 160.666.176,62                    |
| 4   | 4.495.522,59           | 6.872.859,45           | 2.056.075,12 | 2.439.447,46              | 4.816.784,33              | - 164.673.898,25                    | - 157.012.131,48                    |
| 5   | 4.630.388,26           | 7.079.045,23           | 2.117.757,38 | 2.512.630,89              | 4.961.287,85              | - 162.895.006,27                    | - 153.499.639,76                    |
| 6   | 4.769.299,91           | 7.291.416,59           | 2.181.290,10 | 2.588.009,81              | 5.110.126,49              | - 161.185.026,47                    | - 150.123.217,84                    |
| 7   | 4.912.378,91           | 7.510.159,09           | 2.246.728,80 | 2.665.650,11              | 5.263.430,29              | - 159.541.289,28                    | - 146.877.594,53                    |
| 8   | 5.059.750,28           | 7.735.463,86           | 2.314.130,67 | 2.745.619,61              | 5.421.333,19              | - 157.961.228,54                    | - 143.757.702,87                    |
| 9   | 5.211.542,79           | 7.967.527,77           | 2.383.554,59 | 2.827.988,20              | 5.583.973,19              | - 156.442.377,49                    | - 140.758.672,14                    |
| 10  | 5.367.889,07           | 8.206.553,61           | 2.455.061,22 | 2.912.827,85              | 5.751.492,39              | - 154.982.364,95                    | - 137.875.820,34                    |
| 11  | 5.528.925,74           | 8.452.750,22           | 2.528.713,06 | 3.000.212,68              | 5.924.037,16              | - 153.578.911,58                    | - 135.104.646,83                    |
| 12  | 5.694.793,51           | 8.706.332,72           | 2.604.574,45 | 3.090.219,06              | 6.101.758,27              | - 152.229.826,35                    | - 132.440.825,32                    |
| 13  | 5.865.637,32           | 8.967.522,70           | 2.682.711,68 | 3.182.925,63              | 6.284.811,02              | - 150.933.003,09                    | - 129.880.197,14                    |
| 14  | 6.041.606,44           | 9.236.548,39           | 2.763.193,04 | 3.278.413,40              | 6.473.355,35              | - 149.686.417,24                    | - 127.418.764,68                    |
| 15  | 6.222.854,63           | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | 6.667.556,01              | - 148.488.122,67                    | - 125.052.685,22                    |
| 16  | 6.409.540,27           | 9.799.054,18           | 2.931.471,49 | 3.478.068,78              | 6.867.582,69              | - 147.336.248,62                    | - 122.778.264,91                    |
| 17  | 6.601.826,48           | 10.093.025,81          | 3.019.415,64 | 3.582.410,84              | 7.073.610,17              | - 146.228.996,81                    | - 120.591.952,96                    |
| 18  | 6.799.881,27           | 10.395.816,58          | 3.109.998,10 | 3.689.883,17              | 7.285.818,48              | - 145.164.638,64                    | - 118.490.336,17                    |
| 19  | 7.003.877,71           | 10.707.691,08          | 3.203.298,05 | 3.800.579,66              | 7.504.393,03              | - 144.141.512,46                    | - 116.470.133,55                    |
| 20  | 7.213.994,04           | 11.028.921,81          | 3.299.396,99 | 3.914.597,05              | 7.729.524,82              | - 143.158.020,98                    | - 114.528.191,20                    |

## Anexo V – VAL do Cenário 1 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 548.538,67             | 838.618,67             | 256.000,00 | 292.538,67                | 582.618,67                | - 22.036.984,41                     | - 21.766.263,39                     |
| 2   | 564.994,83             | 863.777,23             | 258.406,40 | 306.588,43                | 605.370,83                | - 21.769.951,91                     | - 21.238.997,30                     |
| 3   | 581.944,67             | 889.690,54             | 266.158,59 | 315.786,08                | 623.531,95                | - 21.513.263,94                     | - 20.732.156,88                     |
| 4   | 599.403,01             | 916.381,26             | 274.143,35 | 325.259,66                | 642.237,91                | - 21.266.519,77                     | - 20.244.950,86                     |
| 5   | 617.385,10             | 943.872,70             | 282.367,65 | 335.017,45                | 661.505,05                | - 21.029.334,17                     | - 19.776.618,63                     |
| 6   | 635.906,66             | 972.188,88             | 290.838,68 | 345.067,98                | 681.350,20                | - 20.801.336,86                     | - 19.326.429,04                     |
| 7   | 654.983,85             | 1.001.354,54           | 299.563,84 | 355.420,01                | 701.790,70                | - 20.582.171,90                     | - 18.893.679,27                     |
| 8   | 674.633,37             | 1.031.395,18           | 308.550,76 | 366.082,61                | 722.844,43                | - 20.371.497,14                     | - 18.477.693,72                     |
| 9   | 694.872,37             | 1.062.337,04           | 317.807,28 | 377.065,09                | 744.529,76                | - 20.168.983,67                     | - 18.077.822,95                     |
| 10  | 715.718,54             | 1.094.207,15           | 327.341,50 | 388.377,05                | 766.865,65                | - 19.974.315,33                     | - 17.693.442,71                     |
| 11  | 737.190,10             | 1.127.033,36           | 337.161,74 | 400.028,36                | 789.871,62                | - 19.787.188,21                     | - 17.323.952,91                     |
| 12  | 759.305,80             | 1.160.844,36           | 347.276,59 | 412.029,21                | 813.567,77                | - 19.607.310,18                     | - 16.968.776,71                     |
| 13  | 782.084,98             | 1.195.669,69           | 357.694,89 | 424.390,08                | 837.974,80                | - 19.434.400,41                     | - 16.627.359,62                     |
| 14  | 805.547,53             | 1.231.539,78           | 368.425,74 | 437.121,79                | 863.114,05                | - 19.268.188,97                     | - 16.299.168,62                     |
| 15  | 829.713,95             | 1.268.485,98           | 379.478,51 | 450.235,44                | 889.007,47                | - 19.108.416,36                     | - 15.983.691,36                     |
| 16  | 854.605,37             | 1.306.540,56           | 390.862,87 | 463.742,50                | 915.677,69                | - 18.954.833,15                     | - 15.680.435,32                     |
| 17  | 880.243,53             | 1.345.736,77           | 402.588,75 | 477.654,78                | 943.148,02                | - 18.807.199,58                     | - 15.388.927,06                     |
| 18  | 906.650,84             | 1.386.108,88           | 414.666,41 | 491.984,42                | 971.442,46                | - 18.665.285,15                     | - 15.108.711,49                     |
| 19  | 933.850,36             | 1.427.692,14           | 427.106,41 | 506.743,96                | 1.000.585,74              | - 18.528.868,33                     | - 14.839.351,14                     |
| 20  | 961.865,87             | 1.470.522,91           | 439.919,60 | 521.946,27                | 1.030.603,31              | - 18.397.736,13                     | - 14.580.425,49                     |

## Anexo VI – VAL do Cenário 2 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 822.808,00             | 1.257.928,00           | 384.000,00 | 438.808,00                | 873.928,00                | - 33.055.476,61                     | - 32.649.395,09                     |
| 2   | 847.492,24             | 1.295.665,84           | 387.609,60 | 459.882,64                | 908.056,24                | - 32.654.927,87                     | - 31.858.495,96                     |
| 3   | 872.917,01             | 1.334.535,82           | 399.237,89 | 473.679,12                | 935.297,93                | - 32.269.895,92                     | - 31.098.235,32                     |
| 4   | 899.104,52             | 1.374.571,89           | 411.215,02 | 487.889,49                | 963.356,87                | - 31.899.779,65                     | - 30.367.426,30                     |
| 5   | 926.077,65             | 1.415.809,05           | 423.551,48 | 502.526,18                | 992.257,57                | - 31.544.001,25                     | - 29.664.927,95                     |
| 6   | 953.859,98             | 1.458.283,32           | 436.258,02 | 517.601,96                | 1.022.025,30              | - 31.202.005,29                     | - 28.989.643,57                     |
| 7   | 982.475,78             | 1.502.031,82           | 449.345,76 | 533.130,02                | 1.052.686,06              | - 30.873.257,86                     | - 28.340.518,91                     |
| 8   | 1.011.950,06           | 1.547.092,77           | 462.826,13 | 549.123,92                | 1.084.266,64              | - 30.557.245,71                     | - 27.716.540,57                     |
| 9   | 1.042.308,56           | 1.593.505,55           | 476.710,92 | 565.597,64                | 1.116.794,64              | - 30.253.475,50                     | - 27.116.734,43                     |
| 10  | 1.073.577,81           | 1.641.310,72           | 491.012,24 | 582.565,57                | 1.150.298,48              | - 29.961.472,99                     | - 26.540.164,07                     |
| 11  | 1.105.785,15           | 1.690.550,04           | 505.742,61 | 600.042,54                | 1.184.807,43              | - 29.680.782,32                     | - 25.985.929,37                     |
| 12  | 1.138.958,70           | 1.741.266,54           | 520.914,89 | 618.043,81                | 1.220.351,65              | - 29.410.965,27                     | - 25.453.165,06                     |
| 13  | 1.173.127,46           | 1.793.504,54           | 536.542,34 | 636.585,13                | 1.256.962,20              | - 29.151.600,62                     | - 24.941.039,43                     |
| 14  | 1.208.321,29           | 1.847.309,68           | 552.638,61 | 655.682,68                | 1.294.671,07              | - 28.902.283,45                     | - 24.448.752,94                     |
| 15  | 1.244.570,93           | 1.902.728,97           | 569.217,77 | 675.353,16                | 1.333.511,20              | - 28.662.624,53                     | - 23.975.537,04                     |
| 16  | 1.281.908,05           | 1.959.810,84           | 586.294,30 | 695.613,76                | 1.373.516,54              | - 28.432.249,72                     | - 23.520.652,98                     |
| 17  | 1.320.365,30           | 2.018.605,16           | 603.883,13 | 716.482,17                | 1.414.722,03              | - 28.210.799,36                     | - 23.083.390,59                     |
| 18  | 1.359.976,25           | 2.079.163,32           | 621.999,62 | 737.976,63                | 1.457.163,70              | - 27.997.927,73                     | - 22.663.067,23                     |
| 19  | 1.400.775,54           | 2.141.538,22           | 640.659,61 | 760.115,93                | 1.500.878,61              | - 27.793.302,49                     | - 22.259.026,71                     |
| 20  | 1.442.798,81           | 2.205.784,36           | 659.879,40 | 782.919,41                | 1.545.904,96              | - 27.596.604,20                     | - 21.870.638,24                     |

### Anexo VII – VAL do Cenário 3 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.919.885,33           | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | 2.039.165,33              | - 77.129.445,42                     | - 76.181.921,88                     |
| 2   | 1.977.481,89           | 3.023.220,29           | 904.422,40   | 1.073.059,49              | 2.118.797,89              | - 76.194.831,69                     | - 74.336.490,56                     |
| 3   | 2.036.806,35           | 3.113.916,90           | 931.555,07   | 1.105.251,28              | 2.182.361,83              | - 75.296.423,81                     | - 72.562.549,09                     |
| 4   | 2.097.910,54           | 3.207.334,41           | 959.501,72   | 1.138.408,82              | 2.247.832,69              | - 74.432.819,18                     | - 70.857.328,02                     |
| 5   | 2.160.847,86           | 3.303.554,44           | 988.286,78   | 1.172.561,08              | 2.315.267,67              | - 73.602.669,59                     | - 69.218.165,22                     |
| 6   | 2.225.673,29           | 3.402.661,07           | 1.017.935,38 | 1.207.737,91              | 2.384.725,70              | - 72.804.679,02                     | - 67.642.501,66                     |
| 7   | 2.292.443,49           | 3.504.740,91           | 1.048.473,44 | 1.243.970,05              | 2.456.267,47              | - 72.037.601,66                     | - 66.127.877,45                     |
| 8   | 2.361.216,80           | 3.609.883,13           | 1.079.927,64 | 1.281.289,15              | 2.529.955,49              | - 71.300.239,98                     | - 64.671.928,00                     |
| 9   | 2.432.053,30           | 3.718.179,63           | 1.112.325,47 | 1.319.727,83              | 2.605.854,16              | - 70.591.442,83                     | - 63.272.380,33                     |
| 10  | 2.505.014,90           | 3.829.725,02           | 1.145.695,24 | 1.359.319,66              | 2.684.029,78              | - 69.910.103,64                     | - 61.927.049,49                     |
| 11  | 2.580.165,35           | 3.944.616,77           | 1.180.066,09 | 1.400.099,25              | 2.764.550,67              | - 69.255.158,74                     | - 60.633.835,19                     |
| 12  | 2.657.570,31           | 4.062.955,27           | 1.215.468,08 | 1.442.102,23              | 2.847.487,19              | - 68.625.585,63                     | - 59.390.718,48                     |
| 13  | 2.737.297,42           | 4.184.843,93           | 1.251.932,12 | 1.485.365,30              | 2.932.911,81              | - 68.020.401,44                     | - 58.195.758,66                     |
| 14  | 2.819.416,34           | 4.310.389,25           | 1.289.490,08 | 1.529.926,25              | 3.020.899,16              | - 67.438.661,38                     | - 57.047.090,18                     |
| 15  | 2.903.998,83           | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | 3.111.526,14              | - 66.879.457,25                     | - 55.942.919,77                     |
| 16  | 2.991.118,79           | 4.572.891,95           | 1.368.020,03 | 1.623.098,76              | 3.204.871,92              | - 66.341.916,02                     | - 54.881.523,62                     |
| 17  | 3.080.852,36           | 4.710.078,71           | 1.409.060,63 | 1.671.791,73              | 3.301.018,08              | - 65.825.198,51                     | - 53.861.244,71                     |
| 18  | 3.173.277,93           | 4.851.381,07           | 1.451.332,45 | 1.721.945,48              | 3.400.048,62              | - 65.328.498,03                     | - 52.880.490,21                     |
| 19  | 3.268.476,27           | 4.996.922,50           | 1.494.872,42 | 1.773.603,84              | 3.502.050,08              | - 64.851.039,15                     | - 51.937.728,99                     |
| 20  | 3.366.530,55           | 5.146.830,18           | 1.539.718,60 | 1.826.811,96              | 3.607.111,58              | - 64.392.076,46                     | - 51.031.489,23                     |

### Anexo VIII – VAL do Cenário 4 da Fase Pré-Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | 4.369.640,00              | - 165.277.383,04                    | - 163.246.975,46                    |
| 2   | 4.237.461,20           | 6.478.329,20           | 1.938.048,00 | 2.299.413,20              | 4.540.281,20              | - 163.274.639,34                    | - 159.292.479,78                    |
| 3   | 4.364.585,04           | 6.672.679,08           | 1.996.189,44 | 2.368.395,60              | 4.676.489,64              | - 161.349.479,58                    | - 155.491.176,62                    |
| 4   | 4.495.522,59           | 6.872.859,45           | 2.056.075,12 | 2.439.447,46              | 4.816.784,33              | - 159.498.898,25                    | - 151.837.131,48                    |
| 5   | 4.630.388,26           | 7.079.045,23           | 2.117.757,38 | 2.512.630,89              | 4.961.287,85              | - 157.720.006,27                    | - 148.324.639,76                    |
| 6   | 4.769.299,91           | 7.291.416,59           | 2.181.290,10 | 2.588.009,81              | 5.110.126,49              | - 156.010.026,47                    | - 144.948.217,84                    |
| 7   | 4.912.378,91           | 7.510.159,09           | 2.246.728,80 | 2.665.650,11              | 5.263.430,29              | - 154.366.289,28                    | - 141.702.594,53                    |
| 8   | 5.059.750,28           | 7.735.463,86           | 2.314.130,67 | 2.745.619,61              | 5.421.333,19              | - 152.786.228,54                    | - 138.582.702,87                    |
| 9   | 5.211.542,79           | 7.967.527,77           | 2.383.554,59 | 2.827.988,20              | 5.583.973,19              | - 151.267.377,49                    | - 135.583.672,14                    |
| 10  | 5.367.889,07           | 8.206.553,61           | 2.455.061,22 | 2.912.827,85              | 5.751.492,39              | - 149.807.364,95                    | - 132.700.820,34                    |
| 11  | 5.528.925,74           | 8.452.750,22           | 2.528.713,06 | 3.000.212,68              | 5.924.037,16              | - 148.403.911,58                    | - 129.929.646,83                    |
| 12  | 5.694.793,51           | 8.706.332,72           | 2.604.574,45 | 3.090.219,06              | 6.101.758,27              | - 147.054.826,35                    | - 127.265.825,32                    |
| 13  | 5.865.637,32           | 8.967.522,70           | 2.682.711,68 | 3.182.925,63              | 6.284.811,02              | - 145.758.003,09                    | - 124.705.197,14                    |
| 14  | 6.041.606,44           | 9.236.548,39           | 2.763.193,04 | 3.278.413,40              | 6.473.355,35              | - 144.511.417,24                    | - 122.243.764,68                    |
| 15  | 6.222.854,63           | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | 6.667.556,01              | - 143.313.122,67                    | - 119.877.685,22                    |
| 16  | 6.409.540,27           | 9.799.054,18           | 2.931.471,49 | 3.478.068,78              | 6.867.582,69              | - 142.161.248,62                    | - 117.603.264,91                    |
| 17  | 6.601.826,48           | 10.093.025,81          | 3.019.415,64 | 3.582.410,84              | 7.073.610,17              | - 141.053.996,81                    | - 115.416.952,96                    |
| 18  | 6.799.881,27           | 10.395.816,58          | 3.109.998,10 | 3.689.883,17              | 7.285.818,48              | - 139.989.638,64                    | - 113.315.336,17                    |
| 19  | 7.003.877,71           | 10.707.691,08          | 3.203.298,05 | 3.800.579,66              | 7.504.393,03              | - 138.966.512,46                    | - 111.295.133,55                    |
| 20  | 7.213.994,04           | 11.028.921,81          | 3.299.396,99 | 3.914.597,05              | 7.729.524,82              | - 137.983.020,98                    | - 109.353.191,20                    |

## Anexo IX – VAL do Cenário 1 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 548.538,67             | 838.618,67             | 256.000,00 | 292.538,67                | 582.618,67                | - 16.613.423,41                     | - 16.342.702,39                     |
| 2   | 564.994,83             | 863.777,23             | 258.406,40 | 306.588,43                | 605.370,83                | - 16.346.390,91                     | - 15.815.436,30                     |
| 3   | 581.944,67             | 889.690,54             | 266.158,59 | 315.786,08                | 623.531,95                | - 16.089.702,94                     | - 15.308.595,88                     |
| 4   | 599.403,01             | 916.381,26             | 274.143,35 | 325.259,66                | 642.237,91                | - 15.842.958,77                     | - 14.821.389,86                     |
| 5   | 617.385,10             | 943.872,70             | 282.367,65 | 335.017,45                | 661.505,05                | - 15.605.773,17                     | - 14.353.057,63                     |
| 6   | 635.906,66             | 972.188,88             | 290.838,68 | 345.067,98                | 681.350,20                | - 15.377.775,86                     | - 13.902.868,04                     |
| 7   | 654.983,85             | 1.001.354,54           | 299.563,84 | 355.420,01                | 701.790,70                | - 15.158.610,90                     | - 13.470.118,27                     |
| 8   | 674.633,37             | 1.031.395,18           | 308.550,76 | 366.082,61                | 722.844,43                | - 14.947.936,14                     | - 13.054.132,72                     |
| 9   | 694.872,37             | 1.062.337,04           | 317.807,28 | 377.065,09                | 744.529,76                | - 14.745.422,67                     | - 12.654.261,95                     |
| 10  | 715.718,54             | 1.094.207,15           | 327.341,50 | 388.377,05                | 766.865,65                | - 14.550.754,33                     | - 12.269.881,71                     |
| 11  | 737.190,10             | 1.127.033,36           | 337.161,74 | 400.028,36                | 789.871,62                | - 14.363.627,21                     | - 11.900.391,91                     |
| 12  | 759.305,80             | 1.160.844,36           | 347.276,59 | 412.029,21                | 813.567,77                | - 14.183.749,18                     | - 11.545.215,71                     |
| 13  | 782.084,98             | 1.195.669,69           | 357.694,89 | 424.390,08                | 837.974,80                | - 14.010.839,41                     | - 11.203.798,62                     |
| 14  | 805.547,53             | 1.231.539,78           | 368.425,74 | 437.121,79                | 863.114,05                | - 13.844.627,97                     | - 10.875.607,62                     |
| 15  | 829.713,95             | 1.268.485,98           | 379.478,51 | 450.235,44                | 889.007,47                | - 13.684.855,36                     | - 10.560.130,36                     |
| 16  | 854.605,37             | 1.306.540,56           | 390.862,87 | 463.742,50                | 915.677,69                | - 13.531.272,15                     | - 10.256.874,32                     |
| 17  | 880.243,53             | 1.345.736,77           | 402.588,75 | 477.654,78                | 943.148,02                | - 13.383.638,58                     | - 9.965.366,06                      |
| 18  | 906.650,84             | 1.386.108,88           | 414.666,41 | 491.984,42                | 971.442,46                | - 13.241.724,15                     | - 9.685.150,49                      |
| 19  | 933.850,36             | 1.427.692,14           | 427.106,41 | 506.743,96                | 1.000.585,74              | - 13.105.307,33                     | - 9.415.790,14                      |
| 20  | 961.865,87             | 1.470.522,91           | 439.919,60 | 521.946,27                | 1.030.603,31              | - 12.974.175,13                     | - 9.156.864,49                      |



## Anexo X – VAL do Cenário 2 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€) | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 822.808,00             | 1.257.928,00           | 384.000,00 | 438.808,00                | 873.928,00                | - 21.627.279,50                     | - 21.221.197,99                     |
| 2   | 847.492,24             | 1.295.665,84           | 387.609,60 | 459.882,64                | 908.056,24                | - 21.226.730,76                     | - 20.430.298,85                     |
| 3   | 872.917,01             | 1.334.535,82           | 399.237,89 | 473.679,12                | 935.297,93                | - 20.841.698,81                     | - 19.670.038,22                     |
| 4   | 899.104,52             | 1.374.571,89           | 411.215,02 | 487.889,49                | 963.356,87                | - 20.471.582,55                     | - 18.939.229,19                     |
| 5   | 926.077,65             | 1.415.809,05           | 423.551,48 | 502.526,18                | 992.257,57                | - 20.115.804,15                     | - 18.236.730,85                     |
| 6   | 953.859,98             | 1.458.283,32           | 436.258,02 | 517.601,96                | 1.022.025,30              | - 19.773.808,19                     | - 17.561.446,46                     |
| 7   | 982.475,78             | 1.502.031,82           | 449.345,76 | 533.130,02                | 1.052.686,06              | - 19.445.060,75                     | - 16.912.321,80                     |
| 8   | 1.011.950,06           | 1.547.092,77           | 462.826,13 | 549.123,92                | 1.084.266,64              | - 19.129.048,60                     | - 16.288.343,47                     |
| 9   | 1.042.308,56           | 1.593.505,55           | 476.710,92 | 565.597,64                | 1.116.794,64              | - 18.825.278,39                     | - 15.688.537,32                     |
| 10  | 1.073.577,81           | 1.641.310,72           | 491.012,24 | 582.565,57                | 1.150.298,48              | - 18.533.275,89                     | - 15.111.966,96                     |
| 11  | 1.105.785,15           | 1.690.550,04           | 505.742,61 | 600.042,54                | 1.184.807,43              | - 18.252.585,21                     | - 14.557.732,26                     |
| 12  | 1.138.958,70           | 1.741.266,54           | 520.914,89 | 618.043,81                | 1.220.351,65              | - 17.982.768,16                     | - 14.024.967,96                     |
| 13  | 1.173.127,46           | 1.793.504,54           | 536.542,34 | 636.585,13                | 1.256.962,20              | - 17.723.403,51                     | - 13.512.842,32                     |
| 14  | 1.208.321,29           | 1.847.309,68           | 552.638,61 | 655.682,68                | 1.294.671,07              | - 17.474.086,34                     | - 13.020.555,83                     |
| 15  | 1.244.570,93           | 1.902.728,97           | 569.217,77 | 675.353,16                | 1.333.511,20              | - 17.234.427,43                     | - 12.547.339,94                     |
| 16  | 1.281.908,05           | 1.959.810,84           | 586.294,30 | 695.613,76                | 1.373.516,54              | - 17.004.052,62                     | - 12.092.455,88                     |
| 17  | 1.320.365,30           | 2.018.605,16           | 603.883,13 | 716.482,17                | 1.414.722,03              | - 16.782.602,26                     | - 11.655.193,49                     |
| 18  | 1.359.976,25           | 2.079.163,32           | 621.999,62 | 737.976,63                | 1.457.163,70              | - 16.569.730,62                     | - 11.234.870,13                     |
| 19  | 1.400.775,54           | 2.141.538,22           | 640.659,61 | 760.115,93                | 1.500.878,61              | - 16.365.105,39                     | - 10.830.829,60                     |
| 20  | 1.442.798,81           | 2.205.784,36           | 659.879,40 | 782.919,41                | 1.545.904,96              | - 16.168.407,09                     | - 10.442.441,13                     |

### Anexo XI – VAL do Cenário 3 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 1.919.885,33           | 2.935.165,33           | 896.000,00   | 1.023.885,33              | 2.039.165,33              | - 28.502.386,08                     | - 27.554.862,54                     |
| 2   | 1.977.481,89           | 3.023.220,29           | 904.422,40   | 1.073.059,49              | 2.118.797,89              | - 27.567.772,35                     | - 25.709.431,22                     |
| 3   | 2.036.806,35           | 3.113.916,90           | 931.555,07   | 1.105.251,28              | 2.182.361,83              | - 26.669.364,46                     | - 23.935.489,75                     |
| 4   | 2.097.910,54           | 3.207.334,41           | 959.501,72   | 1.138.408,82              | 2.247.832,69              | - 25.805.759,84                     | - 22.230.268,68                     |
| 5   | 2.160.847,86           | 3.303.554,44           | 988.286,78   | 1.172.561,08              | 2.315.267,67              | - 24.975.610,25                     | - 20.591.105,88                     |
| 6   | 2.225.673,29           | 3.402.661,07           | 1.017.935,38 | 1.207.737,91              | 2.384.725,70              | - 24.177.619,68                     | - 19.015.442,31                     |
| 7   | 2.292.443,49           | 3.504.740,91           | 1.048.473,44 | 1.243.970,05              | 2.456.267,47              | - 23.410.542,32                     | - 17.500.818,11                     |
| 8   | 2.361.216,80           | 3.609.883,13           | 1.079.927,64 | 1.281.289,15              | 2.529.955,49              | - 22.673.180,64                     | - 16.044.868,66                     |
| 9   | 2.432.053,30           | 3.718.179,63           | 1.112.325,47 | 1.319.727,83              | 2.605.854,16              | - 21.964.383,49                     | - 14.645.320,99                     |
| 10  | 2.505.014,90           | 3.829.725,02           | 1.145.695,24 | 1.359.319,66              | 2.684.029,78              | - 21.283.044,30                     | - 13.299.990,15                     |
| 11  | 2.580.165,35           | 3.944.616,77           | 1.180.066,09 | 1.400.099,25              | 2.764.550,67              | - 20.628.099,40                     | - 12.006.775,84                     |
| 12  | 2.657.570,31           | 4.062.955,27           | 1.215.468,08 | 1.442.102,23              | 2.847.487,19              | - 19.998.526,29                     | - 10.763.659,14                     |
| 13  | 2.737.297,42           | 4.184.843,93           | 1.251.932,12 | 1.485.365,30              | 2.932.911,81              | - 19.393.342,10                     | - 9.568.699,32                      |
| 14  | 2.819.416,34           | 4.310.389,25           | 1.289.490,08 | 1.529.926,25              | 3.020.899,16              | - 18.811.602,04                     | - 8.420.030,84                      |
| 15  | 2.903.998,83           | 4.439.700,92           | 1.328.174,79 | 1.575.824,04              | 3.111.526,14              | - 18.252.397,90                     | - 7.315.860,43                      |
| 16  | 2.991.118,79           | 4.572.891,95           | 1.368.020,03 | 1.623.098,76              | 3.204.871,92              | - 17.714.856,68                     | - 6.254.464,28                      |
| 17  | 3.080.852,36           | 4.710.078,71           | 1.409.060,63 | 1.671.791,73              | 3.301.018,08              | - 17.198.139,17                     | - 5.234.185,37                      |
| 18  | 3.173.277,93           | 4.851.381,07           | 1.451.332,45 | 1.721.945,48              | 3.400.048,62              | - 16.701.438,69                     | - 4.253.430,87                      |
| 19  | 3.268.476,27           | 4.996.922,50           | 1.494.872,42 | 1.773.603,84              | 3.502.050,08              | - 16.223.979,81                     | - 3.310.669,65                      |
| 20  | 3.366.530,55           | 5.146.830,18           | 1.539.718,60 | 1.826.811,96              | 3.607.111,58              | - 15.765.017,12                     | - 2.404.429,88                      |

## Anexo XII – VAL do Cenário 4 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | 4.369.640,00              | - 18.670.468,63                     | - 16.640.061,05                     |
| 2   | 4.237.461,20           | 6.478.329,20           | 1.938.048,00 | 2.299.413,20              | 4.540.281,20              | - 16.667.724,94                     | - 12.685.565,37                     |
| 3   | 4.364.585,04           | 6.672.679,08           | 1.996.189,44 | 2.368.395,60              | 4.676.489,64              | - 14.742.565,18                     | - 8.884.262,21                      |
| 4   | 4.495.522,59           | 6.872.859,45           | 2.056.075,12 | 2.439.447,46              | 4.816.784,33              | - 12.891.983,85                     | - 5.230.217,07                      |
| 5   | 4.630.388,26           | 7.079.045,23           | 2.117.757,38 | 2.512.630,89              | 4.961.287,85              | - 11.113.091,86                     | - 1.717.725,35                      |
| 6   | 4.769.299,91           | 7.291.416,59           | 2.181.290,10 | 2.588.009,81              | 5.110.126,49              | - 9.403.112,06                      | 1.658.696,57                        |
| 7   | 4.912.378,91           | 7.510.159,09           | 2.246.728,80 | 2.665.650,11              | 5.263.430,29              | - 7.759.374,87                      | 4.904.319,87                        |
| 8   | 5.059.750,28           | 7.735.463,86           | 2.314.130,67 | 2.745.619,61              | 5.421.333,19              | - 6.179.314,13                      | 8.024.211,54                        |
| 9   | 5.211.542,79           | 7.967.527,77           | 2.383.554,59 | 2.827.988,20              | 5.583.973,19              | - 4.660.463,08                      | 11.023.242,27                       |
| 10  | 5.367.889,07           | 8.206.553,61           | 2.455.061,22 | 2.912.827,85              | 5.751.492,39              | - 3.200.450,55                      | 13.906.094,07                       |
| 11  | 5.528.925,74           | 8.452.750,22           | 2.528.713,06 | 3.000.212,68              | 5.924.037,16              | - 1.796.997,18                      | 16.677.267,58                       |
| 12  | 5.694.793,51           | 8.706.332,72           | 2.604.574,45 | 3.090.219,06              | 6.101.758,27              | - 447.911,94                        | 19.341.089,08                       |
| 13  | 5.865.637,32           | 8.967.522,70           | 2.682.711,68 | 3.182.925,63              | 6.284.811,02              | 848.911,31                          | 21.901.717,27                       |
| 14  | 6.041.606,44           | 9.236.548,39           | 2.763.193,04 | 3.278.413,40              | 6.473.355,35              | 2.095.497,16                        | 24.363.149,73                       |
| 15  | 6.222.854,63           | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | 6.667.556,01              | 3.293.791,74                        | 26.729.229,18                       |
| 16  | 6.409.540,27           | 9.799.054,18           | 2.931.471,49 | 3.478.068,78              | 6.867.582,69              | 4.445.665,79                        | 29.003.649,50                       |
| 17  | 6.601.826,48           | 10.093.025,81          | 3.019.415,64 | 3.582.410,84              | 7.073.610,17              | 5.552.917,59                        | 31.189.961,45                       |
| 18  | 6.799.881,27           | 10.395.816,58          | 3.109.998,10 | 3.689.883,17              | 7.285.818,48              | 6.617.275,76                        | 33.291.578,24                       |
| 19  | 7.003.877,71           | 10.707.691,08          | 3.203.298,05 | 3.800.579,66              | 7.504.393,03              | 7.640.401,95                        | 35.311.780,86                       |
| 20  | 7.213.994,04           | 11.028.921,81          | 3.299.396,99 | 3.914.597,05              | 7.729.524,82              | 8.623.893,42                        | 37.253.723,21                       |

### Anexo XIII – VAL do Cenário 5 da Fase Comercial da Energia Eólica Marítima

| Ano | Receita sem Feed-In(€) | Receita com Feed-In(€) | Custos (€)   | Cash-Flow sem Feed-In (€) | Cash-Flow com Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado sem Feed-In (€) | Cash-Flow Acumulado com Feed-In (€) |
|-----|------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 4.114.040,00           | 6.289.640,00           | 1.920.000,00 | 2.194.040,00              | 4.369.640,00              | - 27.952.383,04                     | - 25.921.975,46                     |
| 2   | 4.237.461,20           | 6.478.329,20           | 1.938.048,00 | 2.299.413,20              | 4.540.281,20              | - 25.949.639,34                     | - 21.967.479,78                     |
| 3   | 4.364.585,04           | 6.672.679,08           | 1.996.189,44 | 2.368.395,60              | 4.676.489,64              | - 24.024.479,58                     | - 18.166.176,62                     |
| 4   | 4.495.522,59           | 6.872.859,45           | 2.056.075,12 | 2.439.447,46              | 4.816.784,33              | - 22.173.898,25                     | - 14.512.131,48                     |
| 5   | 4.630.388,26           | 7.079.045,23           | 2.117.757,38 | 2.512.630,89              | 4.961.287,85              | - 20.395.006,27                     | - 10.999.639,76                     |
| 6   | 4.769.299,91           | 7.291.416,59           | 2.181.290,10 | 2.588.009,81              | 5.110.126,49              | - 18.685.026,47                     | - 7.623.217,84                      |
| 7   | 4.912.378,91           | 7.510.159,09           | 2.246.728,80 | 2.665.650,11              | 5.263.430,29              | - 17.041.289,28                     | - 4.377.594,53                      |
| 8   | 5.059.750,28           | 7.735.463,86           | 2.314.130,67 | 2.745.619,61              | 5.421.333,19              | - 15.461.228,54                     | - 1.257.702,87                      |
| 9   | 5.211.542,79           | 7.967.527,77           | 2.383.554,59 | 2.827.988,20              | 5.583.973,19              | - 13.942.377,49                     | 1.741.327,86                        |
| 10  | 5.367.889,07           | 8.206.553,61           | 2.455.061,22 | 2.912.827,85              | 5.751.492,39              | - 12.482.364,95                     | 4.624.179,66                        |
| 11  | 5.528.925,74           | 8.452.750,22           | 2.528.713,06 | 3.000.212,68              | 5.924.037,16              | - 11.078.911,58                     | 7.395.353,17                        |
| 12  | 5.694.793,51           | 8.706.332,72           | 2.604.574,45 | 3.090.219,06              | 6.101.758,27              | - 9.729.826,35                      | 10.059.174,68                       |
| 13  | 5.865.637,32           | 8.967.522,70           | 2.682.711,68 | 3.182.925,63              | 6.284.811,02              | - 8.433.003,09                      | 12.619.802,86                       |
| 14  | 6.041.606,44           | 9.236.548,39           | 2.763.193,04 | 3.278.413,40              | 6.473.355,35              | - 7.186.417,24                      | 15.081.235,32                       |
| 15  | 6.222.854,63           | 9.513.644,84           | 2.846.088,83 | 3.376.765,81              | 6.667.556,01              | - 5.988.122,67                      | 17.447.314,78                       |
| 16  | 6.409.540,27           | 9.799.054,18           | 2.931.471,49 | 3.478.068,78              | 6.867.582,69              | - 4.836.248,62                      | 19.721.735,09                       |
| 17  | 6.601.826,48           | 10.093.025,81          | 3.019.415,64 | 3.582.410,84              | 7.073.610,17              | - 3.728.996,81                      | 21.908.047,04                       |
| 18  | 6.799.881,27           | 10.395.816,58          | 3.109.998,10 | 3.689.883,17              | 7.285.818,48              | - 2.664.638,64                      | 24.009.663,83                       |
| 19  | 7.003.877,71           | 10.707.691,08          | 3.203.298,05 | 3.800.579,66              | 7.504.393,03              | - 1.641.512,46                      | 26.029.866,45                       |
| 20  | 7.213.994,04           | 11.028.921,81          | 3.299.396,99 | 3.914.597,05              | 7.729.524,82              | - 658.020,98                        | 27.971.808,80                       |