

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**FACULDADE DE ECONOMIA**

**SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS:  
APLICAÇÃO À GESTÃO DE FROTAS  
AUTOMÓVEIS**

**Rúben Rodrigues**

**Trabalho de Projeto**

**Mestrado em Gestão Empresarial**

**Trabalho feito sobre a orientação de:**

**Professor Fernando Manuel Félix Cardoso**

**2019**



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**FACULDADE DE ECONOMIA**

**SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS:  
APLICAÇÃO À GESTÃO DE FROTAS  
AUTOMÓVEIS**

**Rúben Rodrigues**

**Trabalho de Projeto**

**Mestrado em Gestão Empresarial**

**Trabalho feito sobre a orientação de:**

**Professor Fernando Manuel Félix Cardoso**

**2019**

# **SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS: APLICAÇÃO À GESTÃO DE FROTAS AUTOMÓVEIS**

## **Declaração de Autoria do Trabalho**

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Rúben Pedro Pereira Rodrigues

.....

(assinatura)

### Direitos de cópia ou Copyright

© Copyright: ( Rúben Pedro Pereira Rodrigues ).

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

# Agradecimentos

Este trabalho final de mestrado só foi possível graças ao auxílio e apoio de algumas pessoas e entidades, pelo que não seria justo não fazer essa referencia neste capítulo. Sem esse apoio tudo seria muito mais difícil e doloroso, por isso, passo a citar todos aqueles aos quais devo um grande "Obrigado".

Ao professor e orientador Fernando Manuel Félix Cardoso, por todo o apoio, conselhos e ajuda na elaboração do trabalho.

À empresa Starsul, pelos dados facultados como os preços dos componentes, orçamentos facultados e avaliações de veículos.

A todos os meus familiares, amigos, colegas e todas as pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho e me deram sempre todo o apoio necessário.

A todos um "Muito Obrigado!"

# Resumo

Este trabalho tem como objetivo explorar a temática da substituição de equipamentos, referir a sua importância e clarificar alguns conceitos relacionados com esse mesmo tema. De seguida pretende-se transpor esses conhecimentos ao sector automóvel para auxiliar na gestão de frotas, determinando o modelo ideal de substituição de veículos.

Numa fase inicial do trabalho será feita uma revisão da literatura, onde se aborda a substituição de equipamentos e alguns métodos da engenharia automóvel. Após essa revisão será então feito um estudo de caso onde são caracterizados 2 modelos de veículos Mercedes-Benz, depois foram recolhidos os custos de manutenção ao longo da vida de alguns veículos e com base nesses custos e nos valores residuais desses mesmos veículos, utilizou-se o cálculo do Custo Anual Uniforme Equivalente para determinar a vida útil, determinando assim o momento ideal de substituição dos veículos para esses modelos da marca Mercedes-Benz.

Com base nos resultados verificou-se que a vida útil económica dos veículos é semelhante, no entanto se a substituição for tardia, irá haver um maior prejuízo com os veículos do modelo C220 d porque o CAUE sobe drasticamente no 13º período. Os dois modelos estudados neste trabalho têm características semelhantes e a pequena diferença de incremento dos custos de manutenção, que é maior no modelo C220 d, acaba por ser compensado pela maior desvalorização dos veículos do modelo Vito.

Palavras-chave: Substituição de Equipamentos; Engenharia Económica; Custo Anual Uniforme Equivalente; Vida Útil Económica.

# Abstract

This paper aims to explore the theme of equipment replacement, to mention its importance and to clarify some concepts related to this same theme. Then we intend to transfer this knowledge to the automotive sector to assist in fleet management, determining the ideal vehicle replacement model.

In the initial phase of the work will be made a literature review, which discusses the replacement of equipment and some methods of automotive engineering. After this review, a case study will then be made in which 2 models of Mercedes-Benz vehicles are characterized, after which the lifetime maintenance costs of some vehicles were collected and based on these costs and the residual values of these same vehicles, Calculating the Equivalent Uniform Annual Cost to determine the service life, thereby determining the optimum vehicle replacement time for these Mercedes-Benz models.

Based on the results it was found that the economic life of the vehicles is similar, however if the replacement is late, there will be a greater loss with the C220 d vehicles because the CAUE rises dramatically in the 13th period. The two models studied in this paper have similar characteristics and the small difference in maintenance cost increase, which is larger in the C220 d model, is compensated by the greater devaluation of Vito vehicles.

Keywords: Equipment Replacement; Economic Engineering; Equivalent Uniform Annual Cost; Economic Life.

# Índice

Índice de Tabelas.....	viii
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Abreviaturas .....	x
1. Introdução.....	1
1.1. Substituição de Equipamentos.....	1
1.2. Objetivos do Trabalho .....	2
1.3. Estrutura e Metodologia .....	3
2. Substituição de equipamentos .....	4
2.1. Necessidade de Substituição de Equipamentos .....	4
2.2. Classificação de Equipamentos .....	5
2.3. Vida Económica e Vida Útil.....	6
2.4. Variáveis a Considerar na Substituição de Equipamentos .....	6
2.5. Princípios da Substituição de Equipamentos.....	7
3. Métodos de Engenharia Económica .....	9
3.1. Valor Atual Líquido.....	10
3.2. Custo Anual Uniforme Equivalente .....	11
3.3. Método da Equação de Custos.....	12
4. Substituição de Equipamentos Aplicado à Gestão de Frotas Automóveis.....	14
4.1. Introdução.....	14
4.2. Pressupostos do estudo de caso .....	15
4.2.1. Veículos em estudo .....	15
4.2.2. Pressupostos económicos.....	16
4.2.3. Variáveis excluídas na análise .....	18
4.2.4. Taxa de utilização dos veículos .....	18

4.3. Cálculo das variáveis utilizadas na análise .....	20
4.3.1. Preço dos veículos novos e valores residuais .....	20
4.3.2. Custos de manutenção .....	22
4.4. Determinação da vida útil dos veículos .....	26
4.5. Discussão dos resultados.....	29
5. Conclusão.....	30
Bibliografia .....	32

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Caracterização dos veículos em estudo.....	15
Tabela 2 - Caracterização da amostra do modelo Vito .....	19
Tabela 3 - Caracterização da amostra do modelo C220 d.....	19
Tabela 4 - Valores residuais dos veículos ao longo do tempo .....	20
Tabela 5 - Custos de manutenção em euros, por cada período de 6 meses para os veículos de modelo Vito.....	23
Tabela 6 - Custos de manutenção em euros, por cada período de 6 meses para os veículos de modelo C220 d .....	23
Tabela 7 - Valores dos CAUE dos veículos de modelo Vito .....	27
Tabela 8 - Valores dos CAUE dos veículos de modelo C220 d .....	28

# Índice de Figuras

Figura 1 - Desvalorização dos veículos de modelo Vito .....	21
Figura 2 - Desvalorização dos veículos de modelo C220d.....	21
Figura 3 - Evolução dos custos de manutenção dos veículos de modelo Vito e respetiva linhas de tendência.....	24
Figura 4 - Evolução dos custos de manutenção dos veículos de modelo C220d e respetiva linhas de tendência .....	24
Ilustração 5 - Evolução do CAUE dos veículos do Modelo Vito.....	27
Ilustração 6 - Evolução do CAUE dos veículos do modelo C220 d.....	28

# Índice de Abreviaturas

INE	Instituto Nacional de Estatística
CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
VAUE	Valor Anual Uniforme Equivalente
VAL	Valor Atual Líquido
IVA	Imposto sobre Valor Acrescentado
ISV	Imposto Sobre Veículo
CAPM	Capital Asset Pricing Model / Modelo de Precificação de Ativos Financeiros

# **1. Introdução**

## **1.1. Substituição de Equipamentos**

A substituição de equipamentos é uma temática que tem vindo a ser desenvolvida já há muitos anos e é fácil perceber a sua importância principalmente em empresas que apresentam grande parte do seu capital investido em ativos fixos tangíveis. É fundamental que seja feita uma análise para que a troca desses equipamentos não seja precoce nem tardia evitando dessa forma perdas desnecessárias (Valverde & Resende, 1997).

Se por um lado os equipamentos velhos apresentam maiores custos de manutenção e de operação, os novos necessitam que haja um elevado investimento inicial e por vezes custos em formação para os operadores devido às evoluções tecnológicas que estes apresentam em comparação com os mais antigos. Assim sendo, devem ser analisados todos esses custos e verificar se é mais vantajoso manter ou substituir os equipamentos.

As principais razões que levam à substituição dos equipamentos são entre outras o aumento excessivo dos custos de manutenção e operação, desactualização tecnológica do equipamento, perda de capacidade para executar os trabalhos exigidos ou até mesmo o surgimento de alternativas mais vantajosas economicamente como por exemplo o aluguer de um equipamento em vez de o adquirir (Hirschfeld, 2000).

## 1.2. Objetivos do Trabalho

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento do turismo em Portugal, segundo uma notícia do Jornal Expresso, o INE estima que, em 2018, visitaram Portugal cerca de 22,8 milhões de turistas, mais 7,5% que no ano anterior. Ainda que mais baixo, confirma o crescimento de 2017 em relação a 2016, que foi estimado em cerca de 16,6%. Com o aumento do número de turistas no país, aumenta também a procura por soluções de mobilidade, levando ao desenvolvimento do setor de transportes privados urbanos. Perante essas circunstâncias não só surgem novas empresas ligadas esse setor, como as que já existem aumentam as suas frotas, tornando cada vez mais importante fazer uma boa gestão destes ativos e saber exatamente quando substituir os veículos usados por outros novos.

Neste trabalho é desenvolvida a temática sobre a substituição de equipamentos, apesar de existir a substituição provocada pelo desgaste dos equipamentos e a substituição provocada pelas falhas, neste trabalho, será apenas desenvolvido a primeira. Inicialmente serão desenvolvidos alguns conceitos relacionados com o tema e de seguida será feita uma revisão sobre alguns métodos matemáticos de engenharia económica usados na obtenção dos modelos ótimos de substituição.

Por fim e tendo em conta o que foi exposto no primeiro parágrafo, serão registados os custos de manutenção e valor residual de 2 modelos de veículos de marca Mercedes-Benz para que posteriormente possam ser analisados. Tendo em conta os modelos matemáticos da engenharia económica será determinado um modelo de substituição ideal.

### **1.3. Estrutura e Metodologia**

Este trabalho está organizado em 5 capítulos, no primeiro é feita uma introdução ao tema da substituição de equipamentos e são mencionados os objetivos propostos.

No segundo capítulo é explorado o tema da substituição de equipamentos, onde se abordam as principais razões que levam à substituição de um equipamento, a classificação dos equipamentos em função da sua utilização, a diferença entre vida útil e económica, as principais variáveis a ter em consideração e ainda os princípios da substituição de equipamentos.

No terceiro capítulo são discutidos alguns métodos matemáticos da engenharia económica utilizados para determinar os modelos ótimos de substituição de equipamentos.

No quarto capítulo é aplicado o tema da substituição de equipamentos à gestão de frotas automóveis, é feito um estudo de caso onde o objetivo passa por determinar a vida económica dos veículos de 2 modelos distintos de marca Mercedes-Benz.

Por fim, temos o quinto e último capítulo onde são feitas as considerações finais acerca do trabalho e retiradas as respetivas conclusões.

## **2. Substituição de equipamentos**

A substituição de equipamentos é um problema transversal a todas as empresas e se não for feita no momento ideal pode levar a custos desnecessários, para que se determine esse momento é essencial ter em consideração algumas variáveis como por exemplo a função de custos de operação e manutenção, a depreciação do ativo e taxa de juros. Segundo Valverde & Resende (1997: 353), "...um problema de substituição envolve o conjunto de regras e princípios econômicos que indicam se deve manter ou substituir o equipamento existente."

Segundo Kopittke & Filho (2010) podem-se identificar vários tipos de substituição de equipamentos segundo a forma como é feita e a sua motivação, são elas a substituição idêntica, substituição não idêntica, baixa sem reposição, substituição estratégica e substituição com progresso tecnológico.

### **2.1. Necessidade de Substituição de Equipamentos**

Com o passar do tempo os equipamentos vão acumulando desgaste e as despesas em manutenção vão sendo cada vez mais dispendiosas, a eficiência desses equipamentos acaba também por diminuir, com o tempo pode até deixar de ter capacidade para desempenhar os trabalhos. Existe também o desenvolvimento tecnológico como fator de aceleração da substituição dos equipamentos uma vez que esse desenvolvimento leva a que surjam equipamentos com novas tecnologias e que consigam dessa forma desempenhar melhor as funções e mais economicamente. Um equipamento pode ainda ser substituído se surgirem novas alternativas que sejam mais econômicas, como por exemplo, se for mais vantajoso alugar um equipamento em vez de o adquirir. (Hirschfeld, 2000)

Enquanto os custos de manutenção e de operação vão aumentando ao longo do tempo o valor residual do equipamento vai diminuindo devido à sua depreciação e o

momento ideal para a substituição dos equipamentos é quando o custo total é mínimo, ou seja, é quando a soma dos custos de manutenção e operação com o valor residual do equipamento atinge o menor valor.

Para além da substituição de equipamentos devido ao desgaste que vai ser desenvolvido ao longo deste trabalho existe ainda a substituição de equipamentos devido às falhas. Por vezes, em determinado momento da vida de um equipamento, este pode começar a ter falhas de funcionamento que poderão levar a prejuízos que justificam a sua substituição por um novo equipamento.

A análise do problema da substituição devido às falhas é mais complexo e uma vez que se trata de ocorrências de natureza aleatória os métodos utilizados para a resolução desse problema são probabilísticos, ao contrário do problema de substituição de equipamentos devido ao desgaste onde são utilizados métodos determinísticos.

## **2.2. Classificação de Equipamentos**

No que diz respeito ao uso dos equipamentos estes podem ser de dois tipos distintos, equipamentos de operação contínua quando operam sem interrupções e equipamentos de operação intermitente onde o equipamento só funciona quando é solicitado, havendo paragens entre utilizações.

Nos equipamentos de operação contínua o envelhecimento é normalmente medido em relação ao tempo decorrido desde a sua aquisição, ou seja, tempo cronológico do equipamento. São exemplos de equipamentos de operação contínua geradores de centrais hidroelétricas, fornos de siderúrgicas entre outras máquinas industriais.

Em equipamentos de operação intermitente o envelhecimento é na maioria das vezes medido em unidades de tempo ou de distância como por exemplo horas, quilómetros ou milhas, essas unidades de medida designam a intensidade de uso. Temos como exemplos desses equipamentos os tratores agrícolas, automóveis e barcos.

## **2.3. Vida Económica e Vida Útil**

A vida útil e a vida útil económica de um equipamento são conceitos que apesar de poderem parecer semelhantes são bastante distintos, assim sendo, é importante explicar a diferença entre esses dois conceitos que são de extrema importância para o problema da substituição de equipamentos.

A vida útil de um equipamento consiste no período de tempo em que o equipamento pode ser mantido a desempenhar as suas funções enquanto que a vida útil económica se refere ao período entre o início de funções e o momento em se atinge os custos de utilização mínimos. Assim sendo, a vida útil económica corresponde ao intervalo de tempo que um equipamento deverá ser usado até à sua substituição por um outro equipamento.

Segundo Kopittke & Filho (2010), a vida útil económica de um ativo corresponde ao período que o custo anual uniforme equivalente é mínimo ou o valor anual uniforme equivalente é máximo, considerando todas as vidas úteis possíveis.

## **2.4. Variáveis a Considerar na Substituição de Equipamentos**

Tal como já foi referido é de extrema importância que a substituição dos equipamentos seja feita na altura ideal para que dessa forma sejam evitados gastos desnecessários. Para que seja possível determinar esse momento é preciso analisar um conjunto de variáveis tais como o custo de oportunidade, taxa de atratividade, investimento inicial, despesas iniciais, custo de manutenção, custo de operação e o valor residual do equipamento.

O custo de oportunidade é precisamente o valor que poderia ser obtido pela empresa fazendo um outro investimento, no caso da substituição de equipamentos representa o valor que a empresa poderia obter utilizando o capital mobilizado na compra do equipamento num outro investimento.

É fácil perceber que receber uma determinada quantia de dinheiro hoje e a mesma quantia daqui a um ano não tem o mesmo valor, ou seja, devemos sempre considerar o valor do dinheiro no tempo, para isso temos como referência a taxa de juros. A taxa de atratividade é a taxa de juros abaixo da qual o investidor considera que o investimento não é atrativo, sendo que essa taxa depende diretamente da actividade do negócio, da conjuntura económica e política, risco do investimento, capital disponível entre outros fatores.

O investimento inicial é precisamente o valor que a empresa terá de investir para adquirir o novo equipamento e as despesas iniciais são os custos que a empresa terá para colocar o equipamento a operar, tais como custos em transporte, instalação, formação para os operadores dos equipamentos se for necessário, entre outros.

Outros dois tipos de custos existentes são os custos de manutenção e de operação, os primeiros consistem na troca e arranjo de peças danificadas, filtros e lubrificantes enquanto os custos de operação se referem essencialmente à energia eléctrica e combustíveis.

Existe ainda o valor residual dos equipamentos, ou seja, o valor no mercado de usados, ou seja, é o valor obtido pela venda do equipamento num determinado momento. Esse valor tende a ser menor quanto maior for a vida do equipamento podendo mesmo chegar ao valor nulo ou negativo.

## **2.5. Princípios da Substituição de Equipamentos**

O estudo do problema da substituição de equipamento é um tipo de análise de investimentos onde as alternativas são manter ou substituir os equipamentos em causa e como em qualquer análise de investimentos deve-se escolher a alternativa que apresenta maior rentabilidade.

Ao fazer a análise comparativa das várias alternativas é importante excluir custos e lucros que sejam comuns, uma vez que estes influenciam da mesma forma as várias alternativas não existe problema em não considerá-las, pelo contrário, isso

permite simplificar a análise. Dessa forma e considerando que os custos passados são comuns a todas as alternativas, esses são irrelevantes para a decisão.

Quando um equipamento apresenta um valor atual de custos superior ao valor atual de receitas deve-se procurar alternativas que permitam inverter esse balanço, essa alternativa pode passar por substituir esse equipamento. Um equipamento deve também ser substituído quando este atinge a sua vida econômica ou quando um novo equipamento apresenta um custo anual menor que o custo anual do equipamento atual.

### 3. Métodos de Engenharia Económica

A engenharia económica trata-se essencialmente do estudo dos métodos e princípios que auxiliam a tomada de decisão no que diz respeito a escolhas entre investimentos, ou seja, permite matematicamente perceber num conjunto de investimentos qual será o mais vantajoso.

Blank & Tarquin (2009) afirmam que, "... engenharia econômica envolve formular, estimar e avaliar os resultados económicos, quando alternativas para realizar determinado propósito estão disponíveis."

Um dos princípios considerados na engenharia económica é o valor do dinheiro no tempo, é diferente pagar 100 euros hoje ou pagar esses mesmos 100 euros daqui a 1 ano, isso acontece porque durante esse período de tempo o montante pode ser utilizado em investimentos e criar valor acrescentado, assim sendo, não faz sentido comparar valores monetários se não estiverem reportados ao mesmo momento. Quando se pretende reportar um capital para uma determinada data temos de ter em conta o tempo e a taxa de juros, se um capital no presente for reportado para uma data futura trata-se de uma capitalização, se for reportado de uma data futura para o presente designa-se por atualização.

Neste capítulo serão desenvolvidos 3 dos métodos mais utilizados na análise de investimentos e que permitem resolver o problema da substituição de equipamentos, tratam-se dos métodos do Custo Anual Uniforme Equivalente, Valor Atual Líquido e Equação de Custos. Além destes métodos existem outros como o método da Taxa de Rendimento, Custo de Produção, Custo Médio Total, entre outros.

### 3.1. Valor Atual Líquido

O método do Valor Atual Líquido (VAL) é bastante utilizado em análise de investimentos, o objetivo é reportar todos os fluxos de caixa de um determinado projeto para o momento atual, desta forma, fazendo o mesmo com outros projetos, podem-se comparar os valores e verificar qual o investimento mais rentável.

Segue-se então a fórmula que permite calcular o VAL de um investimento:

$$\text{VAL} = -I + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Onde:

$I$  - Investimento inicial

$N$  - Vida útil do projeto

$CF_t$  - Cash Flow do projeto no período  $t$

$r$  - Taxa de atualização

Inicialmente o investidor tem de definir a taxa de atualização que pretende para que aceite fazer o investimento, ou seja, a sua rentabilidade. Após fazer o cálculo do VAL para cada um dos investimentos, deve ser escolhido aquele que apresenta um valor maior. Se o valor do VAL for negativo significa que o projeto não vai remunerar o investidor à taxa que este pretende, se o valor for nulo então o projeto tem capacidade de remunerar o investidor à taxa que este exige, e por último se o valor for maior que 0 indica que ainda existe um excedente além da taxa de atualização considerada aceitável.

As desvantagens deste método é que não permite analisar projetos quando se tem de racionar o capital e não apresenta os melhores resultados quando se analisa projetos com vidas diferentes.

## 3.2. Custo Anual Uniforme Equivalente

Este método leva aos mesmos resultados que o VAL no entanto a sua grande vantagem em relação a este último é o facto que permitir fazer uma análise comparativa entre projetos com vidas diferentes.

A formula para o cálculo do CAUE é dividida em 2 termos, no primeiro considera-se o investimento inicial somam-se os valores atuais dos custos ao longo dos N períodos e subtrai-se o valor atual de revenda, de seguida multiplica-se esse primeiro termo pelo segundo, o fator de recuperação do capital.

$$CAUE_{(t)} = \left[ I + \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+r)^t} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] \times \left[ \frac{(1+r)^t \cdot r}{(1+r)^t - 1} \right] \quad (2)$$

Sendo:

$C_t$  - Custos no período t

$VR_t$  - Valor de revenda no período t

Para determinar a vida útil económica tem de se verificar quando é que o CAUE é mínimo e é para o período t que se verifica esse facto que corresponde a vida útil económica.

O método do Valor Atual Uniforme Equivalente é semelhante ao referido acima, a diferença é que considera todos os fluxos de caixa, tanto as saídas como as entradas. Neste caso a vida útil económica já corresponde ao período t para o qual o VAUE é máximo. No que diz respeito à substituição de equipamentos, o método do CAUE é mais utilizado uma vez que na maioria dos casos se considera que as receitas são iguais nas várias alternativas, considerando que existe variação apenas nos custos.

### 3.3. Método da Equação de Custos

Este método consiste em calcular o valor atualizado do investimento inicial, custos em operação e manutenção e valor de revenda, considerando a troca do equipamento de  $t$  em  $t$  anos. Quando esse valor atual for mínimo corresponde à vida útil económica do equipamento.

O Valor Atual para a troca do equipamento de  $t$  em  $t$  anos é o seguinte:

$$VA_{(t)} = \left[ I + \frac{C_1}{(1+r)} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1+r)^t} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] + \\ + \left[ \frac{I}{(1+r)^t} + \frac{C_{t+1}}{(1+r)^{t+1}} + \frac{C_{t+2}}{(1+r)^{t+2}} + \dots + \frac{C_{2t}}{(1+r)^{2t}} - \frac{VR_{2t}}{(1+r)^{2t}} \right] + \dots \quad (3)$$

Uma vez que  $C_1 = C_{t+1} = C_{2t+1}$ ; temos então:

$$VA_{(t)} = \left[ I + \sum_{j=1}^t \frac{C_j}{(1+r)^j} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] + \frac{1}{(1+r)^t} \left[ I + \sum_{j=1}^t \frac{C_j}{(1+r)^j} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] + \dots \\ VA_{(t)} = \left[ I + \sum_{j=1}^t \frac{C_j}{(1+r)^j} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] \cdot \left[ 1 + \frac{1}{(1+r)^t} + \frac{1}{(1+r)^{2t}} + \dots \right] \quad (4)$$

Tendo em conta que  $\left[1 + \frac{1}{(1+r)^t} + \frac{1}{(1+r)^{2t}} + \dots\right]$  é uma progressão geométrica infinita de razão  $\frac{1}{(1+r)^t}$ ; temos então por fim:

$$VA_{(t)} = \left[ I + \sum_{j=1}^t \frac{C_j}{(1+r)^j} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] \times \left[ \frac{1}{1 - \frac{1}{(1+r)^t}} \right] \quad (5)$$

# **4. Substituição de Equipamentos Aplicado à Gestão de Frotas Automóveis**

## **4.1. Introdução**

Neste capítulo pretende-se aplicar a temática da substituição de equipamentos ao sector automóvel, permitindo dessa forma uma melhor compreensão no que diz respeito à gestão de frotas, muito útil em empresas onde uma parte significativa do investimento é feito em veículos automóveis. A implementação de uma boa política de substituição de veículos é de extrema importância em empresas que possuam frotas de automóveis uma vez que permite reduzir bastante os custos. Para compreender melhor como deve ser feita essa gestão, e quando devem ser substituídos os veículos velhos por outros novos, será feito neste capítulo um estudo de caso que consiste no cálculo da vida útil de 2 modelos de veículos recorrendo aos métodos de engenharia económica mencionados no capítulo 3.

Para determinar a vida útil dos veículos foram recolhidos os custos de manutenção a fim de determinar a equação de custos em função do tempo e de seguida obteve-se os valores residuais dos veículos ao longo da sua vida útil. Após obter toda essa informação, recorreu-se aos métodos de engenharia económica para responder ao problema proposto.

Os dados utilizados na análise feita neste quarto capítulo foram recolhidos numa oficina autorizada Mercedes-Benz denominada StarSul com localização em Faro, essa recolha foi feita ao longo do tempo e com base nas ocorrências que determinados veículos tinham ao longo da sua vida útil. Os veículos em análise são a carrinha Mercedes-Benz Vito e o Mercedes-Benz C220d BlueTec, 2 dos modelos mais utilizados por empresas de aluguer de viaturas, táxis e transfers. Os veículos selecionados para recolher as ocorrências são considerados assíduos devido à regularidade que se apresentam nas instalações da StarSul, só assim é possível obter dados susceptíveis de serem analisados uma vez que se consegue ter conhecimento de praticamente todas as intervenções feitas ao longo da vida dos veículos e custos associados.

## 4.2. Pressupostos do estudo de caso

### 4.2.1. Veículos em estudo

Os veículos escolhidos para determinar a sua vida útil foram 2 Mercedes-Benz, Vito Pro Longo e C220d Station são os respectivos modelos. A grande utilização desses veículos por parte dos taxistas, empresas de transfers e utilizadores particulares e também a possibilidade de acessibilidade aos custos de operação e de manutenção desses mesmos veículos foram fatores determinantes para esta escolha.

É de extrema importância fazer a caracterização dos veículos uma vez que o mesmo modelo pode ser equipado por vários motores ou caixas de velocidades diferentes, podendo dessa forma alterar os custos de operação e de manutenção e assim alterar a sua vida útil. Assim sendo as conclusões deste trabalho são válidas para os veículos que irão ser descritos na tabela que se segue.

<b>Mercedes Benz</b>	
<b>Vito Pro Longo 116 CDI</b>	<b>C 220d BlueTec Station</b>
<b>Chassi</b> WDD 205	<b>Chassi</b> WDF 447
<b>Motor</b> Motor 651.950 de 4 cilindros em linha com 2143 cm <sup>3</sup> e 120KW de potência.	<b>Motor</b> Motor 651.921 de 4 cilindros em linha com 2143 cm <sup>3</sup> e 125 KW de potência.
<b>Transmissão</b> Caixa automática 7G-TRONIC (722.908) de sete velocidades.	<b>Transmissão</b> Caixa automática 7G-TRONIC (722.908) de sete velocidades.
<b>Tração</b> Tração traseira 4×2	<b>Tração</b> Tração traseira 4×2

Tabela 1 - Caracterização dos veículos em estudo

Para que os dados recolhidos fossem susceptíveis de serem analisados foi necessário analisar cada veículo para certificar que os selecionados eram assistidos apenas nas instalações da Starsul, ou seja, que não faziam serviços noutras oficinas o que levaria a que houvessem custos de manutenção que não fossem considerados na análise.

#### 4.2.2. Pressupostos económicos

A unidade monetária utilizada neste estudo é o euro, moeda oficial da união europeia cuja cotação a 2 de Agosto era a seguinte: 1,00 € = 0,91505 £ = 1,1106 \$ (Banco de Portugal, 2019). De referir ainda que a inflação não foi considerada durante este estudo de caso.

No que diz respeito à taxa de atualização usada ao longo do trabalho foi calculada através do Modelo de Precificação de Ativos Financeiros ou em inglês, Capital Asset Pricing Model (CAPM). Esse método tem como objetivo calcular o retorno esperado de um ativo tendo em conta o retorno desse ativo sem risco, o risco associado ao investimento e o prémio de risco de mercado. Segue-se então a fórmula que nos mostra qual a taxa de atualização a utilizar ao longo do trabalho.

$$E_{(Ri)} = R_f + \beta \times [E_{(Rm)} - R_f] \quad (6)$$

Onde:

$E_{(Ri)}$  - Retorno esperado do ativo  $i$

$R_f$  - Retorno do ativo isento de risco

$\beta$  - Índice beta

$[E_{(Rm)} - R_f]$  - Prémio de risco de mercado

Um ativo isento de risco significa que não existe a possibilidade de incumprimento, assim sendo, os valores normalmente utilizados para representar a rentabilidade de um ativo sem risco são obrigações do tesouro que apresentam riscos muito próximos de zero, isso aliado ao facto de serem emitidos pelos Estados dá uma enorme segurança aos investidores. Assim sendo, o valor considerado para o retorno do ativo isento de risco será o valor das obrigações do tesouro de Portugal a 10 anos, que segundo o site Investing.com, o valor a 2 de Agosto de 2019 encontrava-se nos 0,300%.

Desta forma, temos então:  $R_f = 0,300$

Outro input para o cálculo do retorno esperado de um ativo é o valor de beta  $\beta$ , que caracteriza o risco de um investimento, esse valor é diferente para investimentos de diferentes setores de atividade. Após consulta da tabela criada por Aswath Damodaran, atualizada a 5 de Janeiro de 2019, onde faz referência aos betas dos diferentes setores de atividade na Europa, considerou-se como valor de beta para o setor automóvel 0,56 conforme representado nessa mesma tabela.

Por último temos então o prémio de risco de mercado, que segundo Claus e Thomas (2001) e conforme a equação (6), trata-se da diferença entre o retorno esperado da carteira de mercado e o retorno esperado do ativo isento de risco. O valor para este indicador parece ser bastante incerto, existem muitas opiniões distintas sobre qual será o valor mais correto a considerar, no entanto, Welch (2000) após ter questionado 226 economistas sobre o valor do prémio de risco de mercado, concluiu que estes consideram em média um prémio de 7% a 10 anos e entre 6% e 7% a 5 anos. Com base nesse questionário considerou-se então um prémio de risco de mercado de 7%.

Tendo em conta os valores considerados nos 3 parágrafos anteriores e aplicando a fórmula (6), o valor do retorno esperado para um ativo no sector automóvel nessas circunstâncias é de aproximadamente 4,2%, assim sendo, iremos considerar ao longo deste trabalho uma taxa de atualização com esse mesmo valor.

### **4.2.3. Variáveis excluídas na análise**

Um dos custos que foram excluídos da análise foram os dos pneus devido à falta de dados sobre a duração média destes, uma vez que em condições normais esse desgaste irá ser contínuo ao longo da vida do veículo, o facto de não considerarmos esse custo não vai alterar o resultado da análise. Também os custos em combustíveis e no imposto único de circulação por serem contínuos ao longo do tempo de vida do veículo podem ser excluídos da análise sem que haja alteração nas conclusões.

Os custos associados a acidentes também não serão incluídos na análise uma vez que não estão relacionados à qualidade do produto, são custos totalmente aleatórios, dessa forma, quaisquer custos relacionados diretamente a falhas humanas serão excluídos.

Os custos associados aos seguros também não serão tidos em consideração na análise uma vez que não existe alteração significativa no preço nos primeiros anos de vida do veículo, assim sendo, qualquer diferença nos valores serão mínimos e não terão influencia nos resultados do estudo.

### **4.2.4. Taxa de utilização dos veículos**

Tendo em conta a amostra composta por 14 carros, 7 de cada modelo, os veículos de modelo Vito apresentam uma quilometragem média de 244 164 km e taxa de utilização de 8 257 km por mês, e os de modelo C 220d apresentam uma quilometragem média de 336 752 km e taxa de utilização de 7 678 km por mês conforme podemos verificar nas tabelas que se seguem.

	<b>Data inicial</b>	<b>Nº meses</b>	<b>Km</b>	<b>Km/mês</b>
<b>Veículo 1</b>	29/02/2016	39	415 844	10 663
<b>Veículo 2</b>	04/10/2016	34	348 075	10 238
<b>Veículo 3</b>	01/03/2016	38	208 976	5 499
<b>Veículo 4</b>	07/06/2017	24	192 314	8 013
<b>Veículo 5</b>	30/12/2016	30	153 472	5 116
<b>Veículo 6</b>	08/01/2017	29	272 627	9 401
<b>Veículo 7</b>	03/05/2018	13	117 841	9 065
<b>Médias</b>		30	244 164	8 257
<b>Desvios médios</b>		6,49	86 872	1 779

Tabela 2 - Caracterização da amostra do modelo Vito

	<b>Data inicial</b>	<b>Nº meses</b>	<b>Km</b>	<b>Km/mês</b>
<b>Veículo 1</b>	07/01/2015	52	544 399	10 469
<b>Veículo 2</b>	03/06/2015	48	360 203	7 504
<b>Veículo 3</b>	17/02/2015	52	346 085	6 655
<b>Veículo 4</b>	29/06/2016	35	253 568	7 245
<b>Veículo 5</b>	05/07/2016	35	243 882	6 968
<b>Veículo 6</b>	06/07/2016	36	201 032	5 584
<b>Veículo 7</b>	27/02/2015	49	408 096	8 328
<b>Médias</b>		44	336 752	7 678
<b>Desvios médios</b>		7,31	89 078	1 064

Tabela 3 - Caracterização da amostra do modelo C220 d

A partir destes dados e conforme os cálculos que se seguem optou-se por considerar para ambos os veículos uma taxa de utilização constante correspondente a 50000 km por semestre. Desta forma, os custos de manutenção e o valor residual dos veículos durante o estudo são considerados no fim de cada período, correspondendo cada período a 6 meses.

$$Utilização\ semestral\ (Vito) = 8257 \times 6 = 49542\ km \quad (7)$$

$$Utilização\ semestral\ (C220\ d) = 7678 \times 6 = 46068\ km \quad (8)$$

### 4.3. Cálculo das variáveis utilizadas na análise

#### 4.3.1. Preço dos veículos novos e valores residuais

Para obter os valores dos veículos novos a utilizar nesta análise, foram solicitadas 2 propostas ao concessionário Starsul de Faro, sendo também solicitado o valor residual desses mesmos veículos no final de cada período e ao longo de 5 anos e meio. Os valores em causa foram facultados pelo concessionário em Julho de 2019 pelo que poderão surgir desvios nos valores após esse período, e foi considerado a venda para táxi, tendo assim um desconto de 70% no ISV e de 13% no preço do veículo.

Período	Utilização (km)	Vito Pro Longo 116 CDI	C220 d BlueTec Station
0	0	44 000,00 €	40 000,00 €
1	50 000	37 000,00 €	34 000,00 €
2	100 000	31 000,00 €	29 000,00 €
3	150 000	26 000,00 €	24 000,00 €
4	200 000	21 000,00 €	20 000,00 €
5	250 000	17 000,00 €	17 000,00 €
6	300 000	14 000,00 €	14 000,00 €
7	350 000	11 000,00 €	11 500,00 €
8	400 000	8 000,00 €	9 500,00 €
9	450 000	6 500,00 €	8 000,00 €
10	500 000	6 000,00 €	7 000,00 €
11	550 000	5 500,00 €	6 500,00 €
12	600 000	4 000,00 €	6 000,00 €
13	650 000	3 750,00 €	5 500,00 €

Tabela 4 - Valores residuais dos veículos ao longo do tempo

Seguem-se abaixo os gráficos das figuras 1 e 2 que representam a evolução dos valores residuais dos veículos onde se pode verificar que em ambos os modelos a depreciação é mais acentuada no início da vida do veículo e tende a abrandar na parte final do gráfico, que corresponde ao quarto ano de vida do veículo.

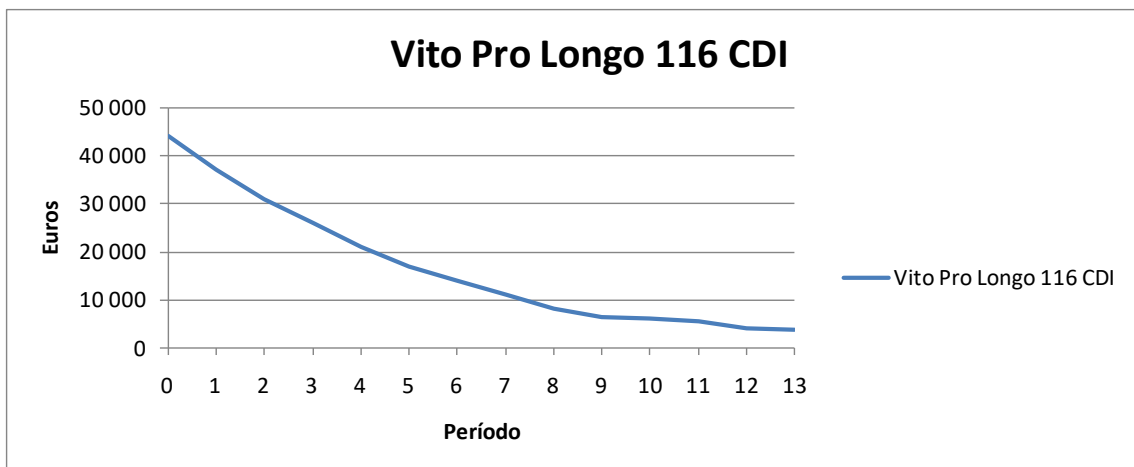


Figura 1 - Desvalorização dos veículos de modelo Vito

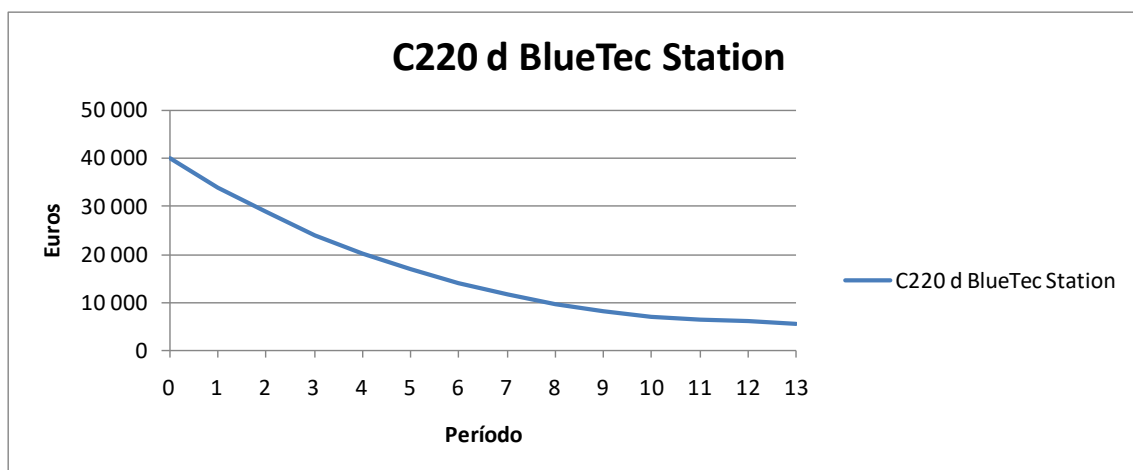


Figura 2 - Desvalorização dos veículos de modelo C220d

### **4.3.2. Custos de manutenção**

Neste estudo considera-se que os custos de manutenção evoluem de forma contínua e determinística podendo o seu valor ser expresso em função da quilometragem ou tempo uma vez que se considera uma utilização constante ao longo da vida do veículo. Como seria de esperar, ao longo do tempo os componentes que constituem os veículos vão envelhecendo e acumulando desgaste, e a certa altura têm de ser substituídos por outros componentes novos, desta forma, com o avançar do tempo os custos de manutenção vão sendo cada vez mais dispendiosos.

Prever os custos de manutenção é uma tarefa bastante complexa, apesar de haver uma parte da manutenção que é fácil de prever que corresponde aos lubrificantes e filtros, que por norma têm tempos de vida definidos, existe a manutenção dos restantes componentes do veículo que já apresentam um comportamento mais aleatório. Para que seja possível calcular todos esses custos de manutenção tem de ser feito um registo dos custos de manutenção de vários veículos ao longo da sua vida e dessa forma determinar uma equação que nos represente esses custos em função do tempo ou em função da utilização.

Para determinar a equação de custos foi selecionada uma amostra de 14 veículos, 7 de cada modelo, e todos eles com taxas de utilização semelhantes para que o fator tempo influencie da mesma forma a durabilidade dos componentes. De seguida foi feito o levantamento para cada veículo, do custo de cada intervenção e na quilometragem que ocorreu, sendo os custos ocorridos ao longo de cada período somados e considerados no fim destes. Quanto aos preços considerados para a mão de obra e peças das reparações foram considerados os que estavam a ser praticados nos meses de Junho e Julho de 2019 na empresa Starsul. Relembrar que se considerou uma taxa de utilização de 50000 km semestralmente, correspondendo assim, um período, a 6 meses ou 50000 km. Na tabela 5 e 6 estão representados os valores das intervenções na oficina dos veículos de modelo Vito e C220 d respetivamente, sendo que nem todos os veículos apresentam a mesma quilometragem, as células vazias indicam que o veículo ainda não atingiu esse patamar de utilização.

	Período							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Veículo 1	574	1 278	840	1 062	1 499	1 351	2 395	3 678
Veículo 2	574	571	1 800	1 626	1 124	2 179	3 067	
Veículo 3	574	1 205	2 007	829				
Veículo 4	754	1 996	902	1 107				
Veículo 5	390	1 205	365					
Veículo 6	574	1 779	829	1 971				
Veículo 7	574	947						
<b>Média</b>	<b>573</b>	<b>1 283</b>	<b>1 124</b>	<b>1 319</b>	<b>1 311</b>	<b>1 765</b>	<b>2 731</b>	<b>3 678</b>

Tabela 5 - Custos de manutenção em euros, por cada período de 6 meses para os veículos de modelo Vito

	Período										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Veículo 1	1 446	2 262	2 669	1 999	2 518	4 137	3 215	4 385	3 449	4 121	7 814
Veículo 2	906	2 551	1 983	2 949	3 477	2 542	3 603				
Veículo 3	528	1 324	1 430	1 883	2 789	1 250	1 701				
Veículo 4	1 389	3 514	2 581	3 465	3 305						
Veículo 5	2 144	2 265	2 573	3 563	3 175						
Veículo 6	528	1 324	1 987	2 307							
Veículo 7	1 271	2 186	2 669	2 406	3 492	4 640	4 970	4 994			
<b>Média</b>	<b>1 173</b>	<b>2 204</b>	<b>2 270</b>	<b>2 653</b>	<b>3 126</b>	<b>3 142</b>	<b>3 372</b>	<b>4 689</b>	<b>3 449</b>	<b>4 121</b>	<b>7 814</b>

Tabela 6 - Custos de manutenção em euros, por cada período de 6 meses para os veículos de modelo C220 d

Após obter os valores médios dos custos incorridos nos vários períodos foram elaborados os gráfico das imagens 3 e 4 que mostram a evolução desses mesmos valores para que seja mais fácil analisá-los. Foram também determinadas as equações dos custos de manutenção de ambos os veículos através da elaboração de linhas de tendência do Excel tendo em conta um tipo de regressão exponencial porque é aquela que representa melhor a evolução dos custos de manutenção. A determinação da equação dos custos de manutenção é fundamental porque permite estimar os custos de manutenção para períodos futuros para os quais não temos dados.

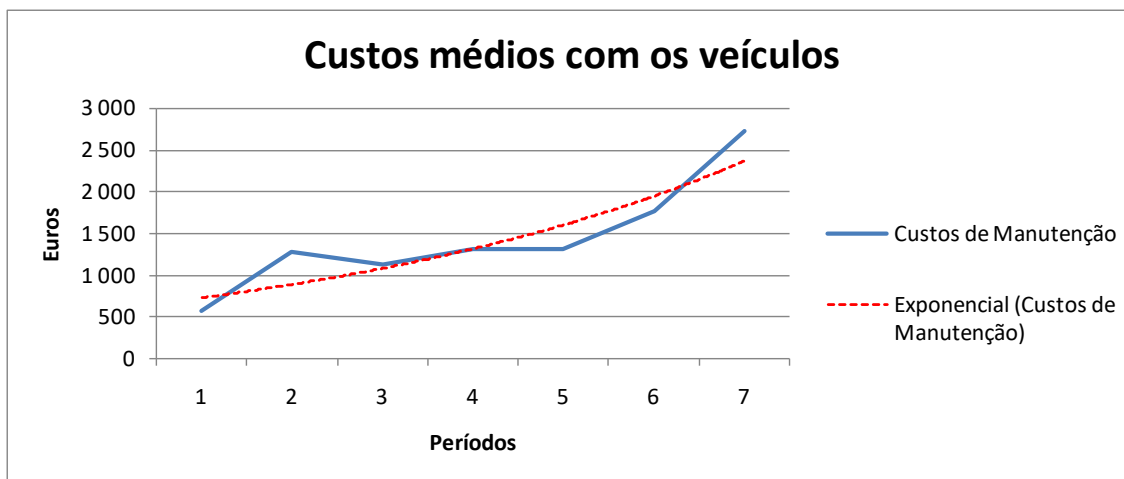


Figura 3 - Evolução dos custos de manutenção dos veículos de modelo Vito e respetiva linhas de tendência

Com base no gráfico da imagem 3 podemos verificar que no 2º período há um aumento mais acentuado nos custos de manutenção, esse acontecimento é explicado pelo facto de ser necessário fazer a mudança de óleo e filtro da caixa automática nessa altura e tendo em conta o elevado custo dessa intervenção nota-se aquele pequeno pico. Pode ser também observado que a partir do 5º período o aumento dos custos de manutenção já começa a ser mais acentuado, isso acontece porque além dos custos em pastilhas e discos de travão, óleos e filtros, começam a surgir outros tipos de necessidades de manutenção devido ao desgaste e deterioração de componentes dos veículos. O gráfico é representado apenas até ao 7º período porque no 8º período apenas temos dados dos custos de manutenção de 1 veículo.

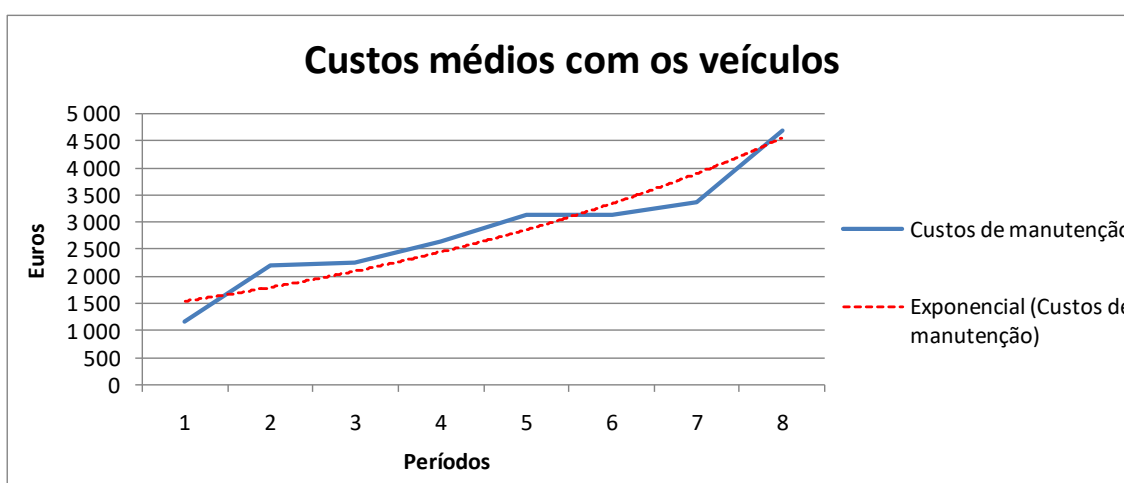


Figura 4 - Evolução dos custos de manutenção dos veículos de modelo C220d e respetiva linhas de tendência

O gráfico da imagem 4 representa apenas os custos de manutenção até ao 8º período porque a partir daí apenas temos dados referentes a um veículo, pode-se também verificar que é nessa parte final do gráfico que existe o aumento mais acentuado dos custos de manutenção.

Com base nas linhas de tendência do Excel temos então a equação de custos do veículo de modelo Vito com um coeficiente de determinação de 0,80:

$$C_{(t)} = 602,76 \times e^{0,20t} \quad (9)$$

E também a equação de custos do veículo de modelo C220 d que apresenta um coeficiente de determinação de 0,86:

$$C_{(t)} = 1322,22 \times e^{0,15t} \quad (10)$$

## 4.4. Determinação da vida útil dos veículos

Este capítulo consiste essencialmente na determinação da vida útil económica dos 2 modelos de veículos em estudo, com as características referidas na tabela 1. Para isso decidiu-se calcular o CAUE de cada período, verificando quando é que este valor é mínimo, tanto para o modelo Vito como para o modelo C220 d.

Uma vez que o períodos considerados neste trabalho correspondem a 6 meses, é necessário fazer uma pequena alteração na equação do cálculo do CAUE, ou seja, considerando uma taxa de atualização de 4,2% ao ano e tendo em conta que os períodos considerados correspondem a meio ano, temos de considerar apenas metade desse valor nos cálculos.

Assim sendo calculou-se o valor do CAUE para os vários períodos e modelos, com base na fórmula analisada no capítulo 3:

$$CAUE_{(t)} = \left[ I + \sum_{t=1}^N \frac{C_{(t)}}{(1+r)^t} - \frac{VR_t}{(1+r)^t} \right] \times \left[ \frac{(1+r)^t \cdot r}{(1+r)^t - 1} \right]; \quad r = 2,1\%$$

Onde,

$I$  - Corresponde ao custo do veículo novo, 44 000€ para a Vito e 40 000€ para o C220 d;

$C_{(t)}$  - Corresponde ao custo de manutenção dos veículos no período  $t$ ;

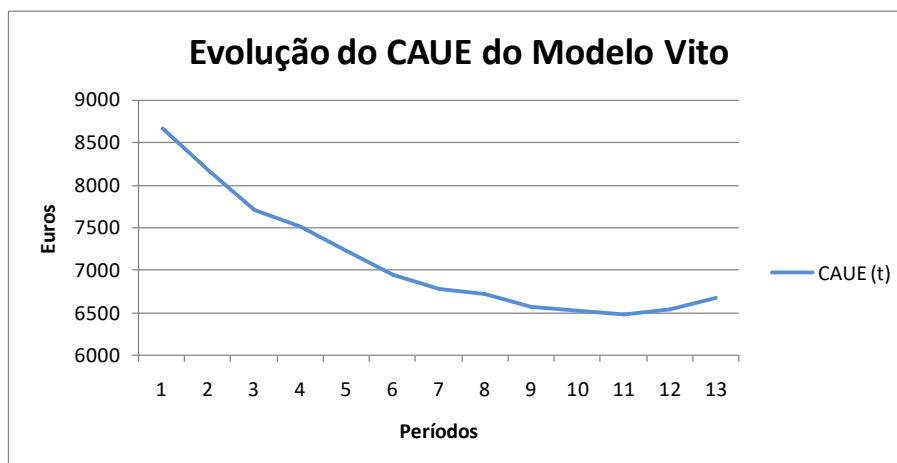
$VR_t$  - Corresponde ao valor residual do veículo no período  $t$ ;

$r$  - Corresponde à taxa de atualização para períodos de 6 meses, assim sendo, será 2,1% e não os 4,2% que é a percentagem ao ano.

Após os cálculos temos então os valores dos CAUE para os veículos do modelo Vito ao longo dos vários períodos representados na tabela x e no gráfico da figura x.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C (t) €	736	899	1 098	1 341	1 638	2 001	2 444	2 985	3 646	4 454	5 440	6 644	8 115
VR t €	37 000	31 000	26 000	21 000	17 000	14 000	11 000	8 000	6 500	5 000	4 500	4 000	3 750
CAUE (t) €	8660	8173	7708	7510	7235	6939	6778	6712	6570	6526	6487	6543	6672

**Tabela 7 - Valores dos CAUE dos veículos de modelo Vito**



**Ilustração 5 - Evolução do CAUE dos veículos do Modelo Vito**

Podemos verificar que o CAUE evolui de forma decrescente até ao período 11 onde atinge o seu valor mínimo e depois começa a subir, pelo que podemos afirmar que a vida útil económica dos veículos do modelo Vito é de 5 anos e meio ou 550000 km.

De seguida temos então os valores do CAUE ao longo dos vários períodos mas desta vez referente aos veículos do Modelo C220 d, representados na tabela 8 e no gráfico da figura 6.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C (t) €	1 548	1 798	2 089	2 427	2 820	3 277	3 807	4 423	5 139	5 971	6 937	8 059	9 364
VR t €	34 000	29 000	24 000	20 000	17 000	14 000	11 500	9 500	8 000	7 000	6 500	6 000	5 500
CAUE (t) €	8388	7955	7871	7643	7374	7257	7169	7111	7083	7088	7128	7245	7970

Tabela 8 - Valores dos CAUE dos veículos de modelo C220 d

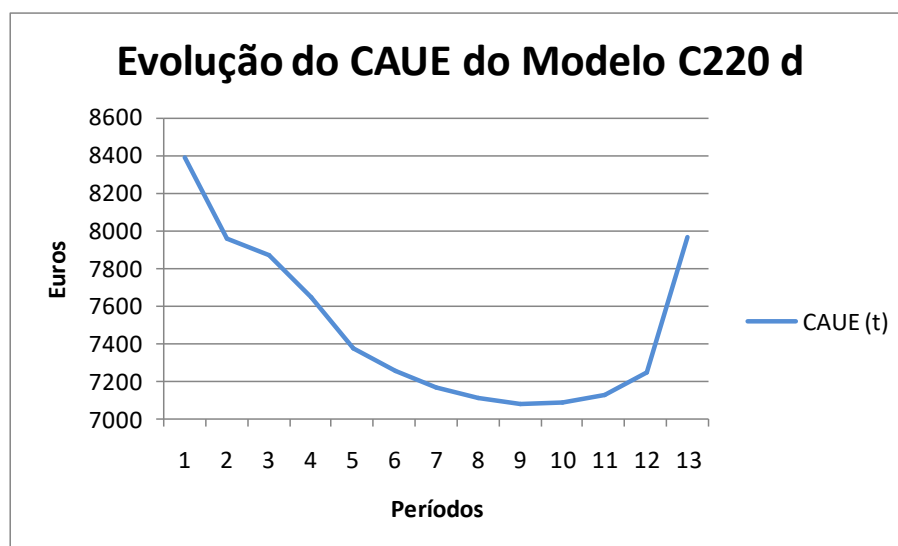


Ilustração 6 - Evolução do CAUE dos veículos do modelo C220 d

Analisando os valores do CAUE podemos verificar que estes diminuem até ao período 9, começando de seguida a subir, no entanto, no período 10 o valor é praticamente igual pelo que se pode dizer que a vida útil económica dos veículos do modelo C220 d se situa entre os 4 anos e meio e os 5 anos ou entre os 450000 km e os 500000 km.

## 4.5. Discussão dos resultados

Este estudo de caso permite através de um dos métodos da engenharia económica, descobrir a vida útil económica de 2 modelos de veículos Mercedes-Benz. Essa informação tal como já foi referido ao longo do trabalho, permite evitar gastos desnecessários substituindo os veículos no momento ideal, esse conhecimento é mais importante quanto maior for o capital de uma empresa alocado a automóveis e respetivos custos de operação e de manutenção. De referir ainda que os dados acerca dos preços dos veículos são válidos apenas para táxis uma vez que apresentam um desconto no imposto ISV de 70%, benefício válido apenas para os táxis, e também um desconto de 13% que é feito pela empresa Starsul para estes veículos.

No que diz respeito às equações referente aos custos de manutenção dos veículos foram determinadas através das linhas de tendencia do Excel, tendo por base a regressão exponencial. Uma das limitações deste estudo é o facto das amostras serem pequenas, no entanto, não foi possível inverter essa situação muitos veículos apesar de serem do mesmo modelo estavam equipados com caixas de velocidades diferentes ou apresentavam taxas de utilização muito diferentes, assim sendo, não seria correto juntar todos esses veículos, uma vez que todos esses fatores influenciam de forma direta os custos de manutenção. Houve ainda o problema da utilização dos veículos, alguns veículos presentes nas amostras apresentam poucos km em relação aos restantes, tendo depois poucos valores nos períodos mais elevados, por exemplo, para o modelo Vito havia apenas 2 veículos com 250000 km e no modelo C220 d apenas 2 veículos tinham 400000 km.

No que diz respeito aos valores obtidos para a vida útil económica dos veículos estão dentro daquilo que era esperado sendo ligeiramente mais elevada para os veículos de modelo Vito, apesar de existir um aumento dos custos de manutenção mais acentuado que nos veículos de modelo C220 d, este acaba também por desvalorizar menos pelo que essas duas características acabam por se anular de certa forma. Sendo por isso a vida útil económica dos modelos Vito de 5 anos e meio ou 550000 km e do modelo C220 d entre os 4 anos e meio e os 5 anos ou entre os 450000 km e os 500000 km. É interessante referir também que um desconhecimento da política ótima de substituição é altamente penalizante principalmente no modelo C220 d uma vez que no período 13 existe um grande aumento do CAUE.

## **5. Conclusão**

Após a elaboração deste trabalho ficou claro a importância do tema da substituição de equipamentos em qualquer que seja a empresa uma vez que permite evitar custos desnecessários. Numa era onde a concorrência é feroz e a conjuntura económica tão instável, todas as ferramentas que ajudem a racionar o capital assumem extrema importância.

Neste trabalho aplicou-se a temática da substituição de equipamentos para determinar a vida útil económica de 2 modelos de veículos Mercedes-Benz e dessa forma encontrar uma política ótima de substituição de veículos. Para isso utilizou-se o método do cálculo do Custo Anual Uniforme Equivalente, um método da engenharia económica muito utilizado nestes estudos. Após a aplicação do método concluiu-se que a altura ideal para trocar um veículo por outro novo igual e nas mesmas condições, depende do tipo de veículo e das suas próprias características. Neste estudo temos 2 modelos de veículos da mesma marca e com características semelhantes, verificando-se que a vida útil económica é bastante semelhante para os dois. Para os veículos do modelo Vito com as características referidas na tabela 1 temos uma vida útil económica de 5 anos e meio ou de 550 000 km, enquanto que nos veículos de modelo C220 d com

as características referidas na mesma tabela, o valor é ligeiramente mais baixo, situando-se entre os 4 anos e meio e 5 anos ou entre os 450000 km e os 500000 km.

As principais dificuldades neste trabalho foi selecionar uma amostra grande para cada modelo para que tivesse uma boa expressão, a dificuldade surgiu porque muitos dos veículos tinham características diferentes como por exemplo o tipo de caixa de velocidades ou mesmo taxas de utilização muito diferentes onde o fator tempo tem um peso diferente nos custos de manutenção, ou seja, com a diminuição da taxa de utilização dos veículos, diminui o desgaste provocado pela utilização e aumenta o desgaste provocado pelo tempo.

Por fim, de referir que seria interessante em trabalhos futuros verificar qual a diferença de custos de manutenção dos mesmos veículos equipados com caixas de velocidades manuais e comparar os valores, verificando qual a solução mais rentável.

## Bibliografia

- Banco de Portugal. (2019). Taxas de câmbio. Retrieved August 4, 2019, from <https://www.bportugal.pt/taxas-cambio/GBP>
- Blank, L., & Tarquin, A. (2009). *Engenharia Económica*. (M. Hill, Ed.) (6ª edição).
- Claus, J., & Thomas, J. (2001). Equity Premia as Low as Three Percent? Evidence from Analysts' Earnings Forecasts for Domestic and International Stock Markets. *The Journal of Finance*, 56, 1639–1666. Retrieved from [https://www.jstor.org/stable/2697733?read-now=1&seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2697733?read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents)
- Cunha, A. C. P. da. (2016). *PRÉMIO DE RISCO DE MERCADO – ANÁLISE E COMPARAÇÃO ENTRE A EUROPA, EUA E ÁSIA*. Universidade dos Açores.
- Damodaran, A. (2019). Betas da Europa. Retrieved August 8, 2019, from <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pc/datasets/betaEurope.xls>
- Fernandes, A. M. de A. (2013). *Prémio de risco histórico e implícito: uma aplicação ao mercado de ações português*. Universidade do Porto.
- Filho, A. M. V. (1995). *Política de Substituição de Equipamentos: Métodos Determinísticos e Probabilísticos. Aplicação à Reposição de Automóveis*. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Hirschfeld, H. (2000). *Engenharia Econômica E Análise De Custos* (7ª edição). São Paulo: Atlas (2000).
- Investing.com. (2019). Obrigações do tesouro a 10 anos. Retrieved August 8, 2019, from <https://www.investing.com/rates-bonds/portugal-10-year-bond-yield>
- Kopittke, B. H., & Filho, N. C. (2010). *Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial* (11ª Edição). Atlas.
- Melo, I. C., Junior, P. N. A., Guimarães, P. S., & Rebelatto, D. A. do N. (2018). EQUIPMENT REPLACEMENT APPLIED TO THE BRAZILIAN CAR MARKET : AN EQUIVALENT UNIFORM ANNUAL COST APPROACH. *Latin American Journal of Business Management*, 9, 231–251.
- Pordata. (2019). Taxas de juro de depósito. Retrieved August 4, 2019, from [https://www.pordata.pt/Portugal/Taxas+de+juro+de+depósitos+\(média+anual\)+de+particulares+total+e+por+tipo-2850](https://www.pordata.pt/Portugal/Taxas+de+juro+de+depósitos+(média+anual)+de+particulares+total+e+por+tipo-2850)
- Santos, A. S. (n.d.). Turismo cresce, mas a menor ritmo: 22,8 milhões de visitantes em 2018. Retrieved August 10, 2019, from <https://expresso.pt/economia/2019-08-02-Turismo-cresce-mas-a-menor-ritmo-228-milhoes-de-visitantes-em-2018>
- Tusi, M. L. (2017). *Cálculo da Vida Econômica de um Automóvel em uma Empresa*

*Locadora de Veículos*. Universidade Federal de Santa Maria.

Valverde, S. R., & Resende, J. L. P. (1997). Substituição de Máquinas e Equipamentos: Métodos e Aplicações. *Revista Árvore*, v.21, n 3, 353-364.

Vey, I. H., & Rosa, R. M. da. (2004). Utilização Do Custo Anual Uniforme Equivalente Na Substituição De Frota Em Empresas De Transporte De Passageiros. *Revista Eletrônica de Contabilidade (Descontinuada)*, 1(1), 150–173.  
<https://doi.org/10.5902/198109465890>

Welch, I. (2000). Views of Financial Economists on the Equity Premium and on Professional Controversies. *The Journal of Business*, 73, 501–537. Retrieved from [https://www.jstor.org/stable/10.1086/209653?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/10.1086/209653?seq=1#metadata_info_tab_contents)

Yoshitake, M. (1995). Gestão de Custos do Ciclo de Vida de um Ativo, 11.