

Mestrado em Engenharia de Minas e Geo- Ambiente

Desenvolvimento de uma aplicação para Análise de Substituição de Equipamentos Industriais

Tese de Mestrado

Desenvolvida no âmbito da disciplina de

Avaliação de Projectos

Eduardo Gaspar Leite Oliveira de Miranda



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Departamento de Engenharia Minas

Orientador na FEUP: **João Manuel Abreu dos Santos Baptista**

Julho de 2009

Agradecimentos

Agradeço ao caro professor João Manuel Baptista por me ter orientado pelo sinuoso caminho até à conclusão desta tese, por toda a ajuda e tempo perdido.

Aos meus pais, por serem os primeiros júris da minha tese, e pela ajuda e força que me deram durante o desenvolvimento da mesma.

Por fim aos meus amigos que de uma forma ou de outra me ajudaram a ir montando o que considero ser as peças desta tese baseada em programação.

Resumo

A elaboração desta tese tem por base a análise de substituição de equipamentos industriais. Para esta análise foi efectuado o desenvolvimento de uma aplicação com base no MS Excel 2007 com integração da linguagem de programação Visual Basic.

A aplicação desenvolvida calcula o momento em que se deve efectuar substituição de um equipamento, com base no histórico de custos do equipamento existente e nos custos previstos para o equipamento novo.

Pretende-se com esta aplicação apoiar os decisores quanto ao melhor momento, de um ponto de vista económico, para a substituição de um determinado equipamento.

Abstract

The elaboration of this thesis is based on the analysis of substitution of industrial equipment. This analysis was conducted to develop an application based on MS Excel 2007 with integration of Visual Basic programming language.

The application developed determines the moment in which the substitution should be made, based on historical costs of an existent equipment and estimated costs for a new equipment.

The intention of this application is to support decision-makers about the best time, from an economic point of view, for the substitution of certain equipment.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projecto	1
1.2	Objectivos e Metodologia	2
1.3	Organização da Tese	4
2	Estado da Arte.....	5
3	Algoritmo de cálculo	10
4	Descrição do programa	15
4.1	Concepção textual.....	15
4.2	Explicação detalhada do programa e código do Visual Basic	16
4.3	Análise de Sensibilidade.....	54
5	Discussão de Resultados.....	61
6	Avaliação do trabalho realizado	65
6.1	Objectivos Realizados	65
6.2	Outros Trabalhos Realizados	65
6.3	Limitações e Trabalho Futuro.....	65
6.4	Apreciação final.....	66
7	Perspectivas de Desenvolvimento.....	67
8	Bibliografia	68

Índice de Ilustrações e Gráficos

<i>Fig. 1 – Eixos de uma análise de investimento</i>	<i>5</i>
<i>Fig. 2 – Página ‘Escolhas’ (Aspecto Geral).....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. 3 – Página ‘Antigo’ (Aspecto Geral).....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 4 – Página ‘Antigo’ (Zona A).....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 5 – Página ‘Antigo’ (Zona B).....</i>	<i>19</i>
<i>Fig. 6 – Página ‘Antigo’ (Zona C).....</i>	<i>20</i>
<i>Fig. 7 – Página ‘Antigo’ (Zona D).....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. 8 – Página ‘Novo’ (Aspecto geral)</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 9 – Página ‘Novo’ (Zona A).....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. 10 – Página ‘Novo’ (Zona B)</i>	<i>28</i>
<i>Fig. 11- Página ‘Comparativo’ (Aspecto Geral).....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 12 – Página ‘Comparativo’ (Zona A).....</i>	<i>31</i>
<i>Fig. 13 – Página ‘Comparativo’ (Zona B)</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 1- Equip. Antigo - Variação Parâmetros - Custos Operatórios</i>	<i>57</i>
<i>Gráfico 2 – Equip. Novo - Variação Parâmetros - Custos Operatórios</i>	<i>57</i>
<i>Gráfico 3 - Análise Marginal - Variação Parâmetros - Custos Operatórios.....</i>	<i>57</i>
<i>Gráfico 4 - Equipamento Antigo - Variação das taxas.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 5 - Equipamento Novo - Variação das taxas.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 6 - Análise Marginal - Variação das taxas</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 7 – Equip. Antigo - Variação Parâmetros de Estudo.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 8 – Equip. Novo - Variação Parâmetros de Estudo.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 9 - Análise Marginal - Variação Parâmetros de Estudo</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 10 – VAL – Trimestral SAC</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 11 – CMULA – Trimestral SAC</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 12 - VAL – Trimestral SDA</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 13 – CMULA - Trimestral SDA</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 14 - VAL – Anual SAC</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 15 - CMULA – Anual SAC</i>	<i>60</i>

<i>Gráfico 16 - VAL – Anual SDA</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 17 - CMULA – Anual SDA</i>	<i>60</i>

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projecto

A análise de substituição de equipamentos é uma das áreas funcionais mais importante de uma empresa, no sentido de manter a sua competitividade minimizando os custos de produção e a qualidade dos seus produtos. Podemos então distinguir três razões base para efectuar a substituição de um equipamento.

A primeira razão que obriga a uma substituição é quando um equipamento não é adequado ao trabalho proposto, por exemplo quando é necessário aumentar a capacidade de produção.

Existem depois os casos em que o equipamento se torna obsoleto, tanto por não conseguir produzir o esperado como porque o avanço tecnológico permite agora produzir os mesmos produtos com menos perdas e ou diferenças muito grandes de consumos, sejam eles de que natureza forem (como por exemplo consumo de combustíveis fosseis ou electricidade).

A última razão é a que será abordada mais profundamente no decorrer desta tese, é quando temos um novo equipamento que se for adquirido irá ter uma razão produção/gasto mais favorável do que o equipamento antigo (o novo equipamento adquirido pode inclusivamente em alguns casos ser igual ao que está em uso).

Pode passar a impressão que as duas últimas razões citadas acima coincidem um pouco, mas são na realidade muito distintas. A primeira passa mais pelo senso comum do gestor dos equipamentos, e estamos normalmente a considerar equipamentos muito distintos entre si. Nestas substituições a compra do novo equipamento trará benefícios enormes para a empresa, e não há qualquer dúvida quanto à sua substituição. No segundo caso se trate de equipamentos equivalentes, apenas devido ao uso e desgaste da máquina antiga chegamos a um ponto em que compensa comprar um novo, com o custo que isso acarreta, uma vez que o equipamento antigo se torna demasiado dispendioso em termos de custos de manutenção. Há no entanto que ter sempre em atenção que nunca se deve trocar um equipamento que tenha um bom desempenho funcional ainda que origine elevados custos de manutenção, se da troca não obtivermos uma mais-valia notória, uma vez que a compra de um equipamento novo representa sempre um risco elevado, no que diz respeito às finanças da empresa.

1.2 Objectivos e Metodologia

É o objectivo desta tese:

- Desenvolver em Excel uma aplicação que faça uma análise de substituição entre dois equipamentos distintos, um que esteja ao serviço e um novo que possa ser adquirido (entenda-se que quando nesta tese é referido o equipamento novo, não representa necessariamente um comercial sem uso, mas sim um equipamento novo para a empresa).

Sendo esta análise baseada em cálculos de custos com a operação desses equipamentos.

Pretendeu-se desenvolver uma aplicação na qual sejam introduzidos os custos verificados com o equipamento em serviço, para que sirvam de base ao cálculo de estimativas que poderão ser verificadas no futuro. Ao mesmo tempo devem ser introduzidos na aplicação dados referentes aos vários parâmetros que afectam a manutenção do equipamento a ser comprado. Por fim, a aplicação deve ser capaz de cruzar os dados entre si, gerando uma resposta quanto à decisão de trocar ou não os equipamentos, sendo ainda possível determinar qual o melhor momento para se efectuar a troca dentro de um limite temporal definido pelo utilizador.

O programa de análise de substituição de equipamentos industriais que foi desenvolvido na elaboração desta tese, tem como base o Microsoft Excel 2007, para tratar e cruzar dados, e usa pontualmente o Visual Basic para gerar dados e gráficos que por outra maneira seria um processo muito difícil e complexo, obrigando à existência de um maior número de páginas no livro de Excel para que a apresentação do programa fosse igualmente intuitiva e agradável.

Após a elaboração de uma primeira versão foram efectuados testes sucessivos no sentido de verificar a sua funcionalidade e para a detecção de eventuais erros de programação. Estes testes foram efectuados utilizando dados simulados a partir de dados reais, tanto para o equipamento antigo como para o novo. Uma vez detectados e corrigidos os erros o processo de verificação era repetido.

Após terem sido eliminados todos os erros detectados foi efectuada uma análise de sensibilidade dos diferentes parâmetros no sentido de identificar qual a sua importância relativa no processo de decisão.

Após a sua conclusão, este trabalho permite que seja feita uma análise de substituição de equipamentos de uma maneira simples e intuitiva, obtendo resultados muito específicos e por isso conclusivos. A interpretação dos resultados deve, no entanto ter sempre em atenção que a previsão se baseia em estimativas com base nos valores esperados. Há, por isso, que ter especial atenção à fiabilidade dos dados iniciais introduzidos e a partir dos quais essas estimativas são efectuadas. Deles vai depender a qualidade dos resultados. Deve ter-se também sempre em atenção que não é dispensável uma análise de sensibilidade aos diferentes parâmetros no sentido do conhecimento do risco inerente ao processo e, desse modo, facilitar e tornar mais fiável o processo de decisão.

1.3 Organização da Tese

Esta tese é organizada em três partes principais:

- Introdução e enquadramento teórico,
- Explicação detalhada do funcionamento do programa
- Programa propriamente dito.

Na introdução e enquadramento teórico teremos, como seria de esperar, uma explicação da maneira como este tipo de análise de substituição é feito, juntamente com a definição de cada um dos parâmetros utilizados nos cálculos.

Da explicação detalhada do programa, fazem parte 'print screens', com a explicação do que foi feito em cada parte das páginas do Excel, e uma transcrição integral da programação em Visual Basic com a explicação linha a linha.

O programa propriamente dito, será em ficheiro *.XLSM (Excel com macros).

2 Estado da Arte

As análises de investimentos correspondem aos problemas mais importantes de uma qualquer empresa, economicamente falando, sendo que representam sempre sacrifícios financeiros na contabilidade da mesma. Todo e qualquer investimento tem associado um risco, logo tem que se pesar muito bem os prós e os contras da aplicação do dinheiro em aquisições, independentemente da sua natureza. No entanto uma empresa que não efectue investimentos tende, por norma, a estagnar e a perder qualquer possibilidade de concorrer com as demais empresas do ramo, que mediante os investimentos se mantêm actualizadas e competitivas.

Quando pretendemos fazer uma análise de investimentos, temos que ter em conta os seguintes aspectos:

- A quantificação da rentabilidade do processo
- Definição dos níveis mínimos de viabilidade do processo
- A orientação e politica do investimento
- Análise do risco que representa para a empresa
- Período de vida útil previsto para o investimento, tendo em conta que este ponto é variável uma vez que pode ser alterado durante o processo.

A abordagem dos investimentos pode ter os mais variados aspectos, sejam eles de modernização ou inovação, expansão, reposição ou ainda estratégicos. Sendo que são também classificados segundo três tipos distintos: independentes, dependentes mutuamente exclusivos ou dependentes complementares.

Para concluir, temos três eixos segundo os quais podemos representar a análise de investimentos:

- Análise financeira
- Análise de risco
- Alinhamento estratégico

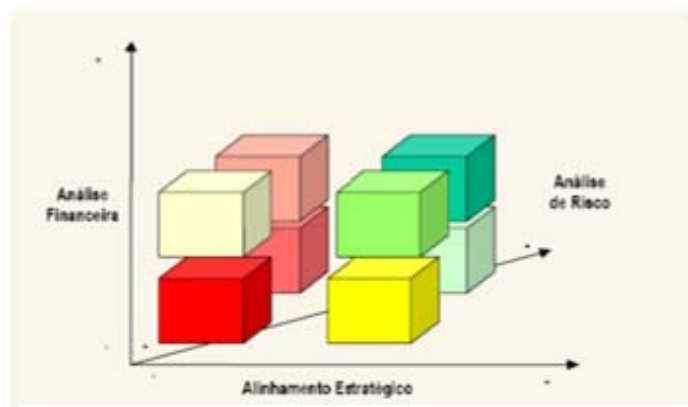


Fig. 1 – Eixos de uma análise de investimento

No caso específico desta tese, trata-se de análise de investimentos direccionada à substituição de equipamentos. Uma empresa que não faça este tipo de análise arrisca-se a grandes perdas tanto a nível financeiro como a nível de produção, uma vez que os equipamentos com o passar do tempo vão-se desgastando, gerando progressivamente maiores custos de manutenção, bem como originando quebras de produção pelo tempo cada vez maior perdido em reparações, devido a falhas funcionais ou pelo facto de se tornarem obsoletos, não permitindo produzir os produtos esperados, dentro dos padrões pretendidos.

Fazem parte de uma correcta análise de substituição de equipamentos os seguintes conceitos económicos:

- Valor presente
- Amortizações
- Custos Submersos
- Inflação
- Escalada de custos e receitas
- Moeda corrente e moeda constante
- Taxa de actualização da empresa
- Cash-flow
- Valor Actualizado Líquido (VAL)
- Custo Actualizado Líquido (CAL)

Valor presente, ou actual, é soma de um conjunto de fluxos presentes e futuros corrigidos mediante cálculos de inflação, escalada de custos e receitas.

A **amortização** está ligada ao valor da compra do equipamento, e trata-se de um processo de divisão dos custos dessa mesma compra ao longo da utilização do equipamento, e têm como objectivo recuperação parcial do investimento inicial. Existem vários métodos segundo os quais podemos efectuar as amortizações, sendo os mais conhecidos:

- Sistema de Amortização Constante (SAC)
- Sistema da Soma dos Dígitos dos Anos
- Sistema Price ou Francês (PRICE)

- Sistema de Amortização Misto (SAM) – Média entre PRICE e SAC
- Sistema de Amortização Variável
- Sistema de Amortização Americano

No sistema SAC são amortizadas sempre partes iguais do valor total do investimento. Os juros sendo aplicados ao saldo devedor, fazem com que prestações neste sistema apresentem um perfil decrescente. (Fiuza, 2002)

O método da Soma dos Dígitos dos Anos têm a particularidade de se aplicar um factor multiplicativo negativo, $y = -0,0182 * (\text{Investimento} - \text{Valor.Residual})$, ao valor total da amortização para se obter os valores da parcelas. O resultado da aplicação deste método é que a primeira parcela é a maior, e as seguintes vão sendo consecutivamente mais baixas. (Fiuza, 2002)

No sistema PRICE os pagamentos ou prestações são de igual valor ao longo de toda a amortização. O cálculo da tabela de PRICE é um processo iterativo, para se determinar o valor da prestação deve-se repetir o processo até que se obtenha um saldo devedor final de valor 0.

No caso do sistema variável, as parcelas de amortização são estabelecidas pelos intervenientes. Nestes casos podem ou não entrar formas de cálculo na determinação das parcelas.

Temos no entanto que ter em atenção que no final da utilização do equipamento podemos não ter efectuado a totalidade da amortização do investimento, uma vez que os índices de amortização podem não o permitir para o período escolhido, e chegamos então ao final com um fundo perdido, que pode sempre ser minimizado mediante a venda do equipamento, representando assim um conceito diferente de amortização (não trazendo os mesmo benefícios fiscais) mas permitindo à empresa um ajuste nas contas finais do equipamento. No decorrer desta tese, será utilizado o sistema de amortização constante (SAC), que se baseia em dividir o valor total da amortização por um número de períodos determinados pelo utilizador, em alternativa pode ser escolhido a amortização pelo método da soma dos dígitos dos anos, que têm a particularidade do valor da amortização ser muito superior no início, decrescendo com o passar do tempo. Para o efeito de comparações finais será introduzido o conceito de anulação da amortização, que corresponde ao valor que falta amortizar do equipamento antigo na altura da sua substituição.

Custos submersos, é um conceito que é muito importante quando é efectuado um mau investimento, ou então quando surge uma alternativa posterior, que o torne obsoleto. Entra no entanto em quase todas as substituições, sendo que na maior parte dos casos corresponde normalmente a um valor relativamente baixo.

Pode ocorrer quando, por exemplo, se compra um equipamento e se conclui posteriormente não ser o mais adequado para o trabalho em questão. Sendo a máquina vendida com o objectivo de se comprar uma mais adequada. A diferença entre o valor contabilístico e o valor de mercado, quando o primeiro é superior ao segundo, representa um custo submerso, ou seja uma perda de capital. (Fiuza, 2002)

Durante a elaboração desta tese, a **inflação** e **escalada de preços** são aplicadas como forma de ajustar os custos de manutenção, as amortizações e ainda os valores comerciais dos equipamentos até ao momento presente de forma a ser feita uma correcta análise dos dados.

No caso do equipamento antigo a inflação é aplicada para ajustar os dados dos custos operatórios passados, e após esse ajustamento estamos em condições de prever os custos futuros com o equipamento, sem que sejam necessários novos ajustes. Não é utilizada inflação nem escalada de preços para as amortizações ou valor comercial deste equipamento.

O equipamento novo é afectado de forma global por estas duas taxas. Os custos operatórios, amortização e valor comercial são afectados pela inflação e escalada de preços uma vez que como é permitido ao utilizador introduzir uma margem de tempo para decidir o melhor momento de troca, durante o estudo o equipamento novo pode ser adquirido em vários momentos diferentes, sendo associado a cada um desses momentos uma certa taxa de inflação e escalada de preços em relação ao presente.

Em **moeda constante**, **deflacionada** ou **real**, os estudos são efectuados como se todos os custos e receitas ocorressem num determinado momento, não considerando inflação e escaladas dos preços. No caso de análise de substituição o estudo é efectuado ao longo do tempo, ou seja é obrigatório o uso dos conceitos de inflação e escalada para obtermos valores em moeda constante, até porque estas taxas afectam significativamente os resultados (Ver à frente Cáp. 4.3), após estas actualizações aos valores de custos e receitas, o estudo a realizar é segundo **moeda corrente**, **inflacionada** ou **nominal**. (Fiuza, 2002)

O **cash-flow** é calculado com base em todos os conceitos descritos acima, por forma a obter valores dos custos totais com um equipamento relativos a um dado período. O método do cálculo do **cash-flow** é descrito abaixo.

—	Custo Operatórios
—	Amortização (Se for caso, + anulação da amortização)
=	Benefício antes de Impostos
+	Impostos (? %)
=	Benefício depois de Impostos
+	Amortização (Se for caso, + anulação da amortização)
=	Cash-flow

A **taxa de actualização da empresa** é um valor definido individualmente por cada empresa com o objectivo de determinar um tecto mínimo para que um investimento seja considerado aceitável. Esta taxa é utilizada para actualizar os valores de **cash-flow**, que são os valores usados para comparar os investimentos em questão.

O valor actualizado líquido (**VAL**) do total do investimento, é calculado mediante a soma do valor do inicial do investimento com o somatório dos valores actualizados dos **cash-flow**. O valor inicial do investimento no equipamento antigo é o valor comercial do mesmo, e no equipamento novo é diferença entre os valores comerciais (Novo-Antigo) somado ao valor do custo submerso envolvido na substituição.

O custo actualizado líquido (**CAL**) é o inverso do valor actualizado líquido (VAL).

O custo médio unitário líquido actualizado (**CMULA**) corresponde à simples operação de divisão entre o CAL do equipamento e a produção estimada total para o período de análise. É a partir deste valor que determinamos o melhor momento de substituição, uma vez que um equipamento pode ter um CAL maior do que o outro, mas tendo maior produtividade pode-se tornar mais vantajoso.

3 Algoritmo de cálculo

A análise de substituição iniciou-se pelo cálculo do cash-flow, o qual, para cada ano, foi calculado da seguinte forma:

$$CF_N = (R_N - CO_N - A_N)(1 - Tx_{imp}) + A_N$$

Em que:

CF_N - é o cash-flow do período N

R_N - são as receitas do período N

CO_N - os custos operatórios do período N

A_N - a amortização do período N

Tx_{imp} - a taxa de impostos do período N

Os custos operatórios futuros para o equipamento antigo foram calculados com base nos custos operatórios do histórico do equipamento, utilizando a seguinte fórmula ('PREVISÃO') do Excel:

$$y_N = a + bx_N$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (\bar{x} - x_i)(\bar{y} - y_i)}{\sum_{i=1}^{N-1} (\bar{x} - x_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (y_i - bx_i)}{N - 1}$$

Em que:

$\bar{x}$ e $\bar{y}$ - a média dos valores de base à previsão

x_i e y_i - representam cada um dos valores de base

x_N - a ordenada do valor a prever

y_N - o valor previsto

N - é o período em questão

Para o equipamento novo, os custos operatório foram calculados recorrendo a formulações com base nos limites definidos pelo utilizador.

➤ Peças de Desgaste

$$\left[[ALEATÓRIO() - 0,5] \times Erro + L_{min} + \left(\frac{L_{max} - L_{min}}{AA \times 4} \right) \times N \right] \times \frac{VE}{4}$$

Em que:

VE - é o valor comercial do equipamento

Erro - erro ou variação permitida no resultado

L_{max} - é a estimativa para o fim da avaliação (% do VE)

L_{min} - custos com este tipo de peças no início da avaliação (% do VE)

AA - o número de anos englobados na avaliação

N - período em questão

➤ Contratos de Manutenção (mão-de-obra)

$$\left[Mdo + ACC \times TRUNCAR \left(\frac{N}{4} - 0,25 \right) \right] \times \frac{VE}{4}$$

Em que:

VE - é o valor comercial do equipamento

Mdo - Valor anual dos contratos de manutenção (% VE)

ACC - Agravamento Anual do contrato (% VE)

N - é o período em questão

➤ Lubrificantes

$$\left[ALEATÓRIO() \times [(L_{max} - L_{min}) + L_{min}] + TRUNCAR \left(\frac{N}{4} - 0,25 \right) \times AgvA \right] \times \frac{VE}{4}$$

Em que:

VE - É o valor comercial do equipamento

L_{max} - é a estimativa para o fim da avaliação (% do VE)

L_{min} - custos com lubrificantes no início da avaliação (% do VE)

$AgvA$ - Agravamento Anual consumo lubrificantes

N - é o período em questão

➤ Pneus

$$\left[TRUNCAR \left(\frac{NHF}{4} \times \frac{N_x}{DPn} \right) - TRUNCAR \left(\frac{NHF}{4} \times \frac{N_{x-1}}{DPn} \right) \right] \times CPn$$

Em que:

NHF - é o nº horas estimadas de funcionamento p/ ano (H/ano)

CPn - corresponde ao custo de cada conjunto de pneus

N_x - é o período em questão

N_{x-1} - é o período anterior ao em questão

DPn - durabilidade média dos pneus (h)

➤ Consumo Combustíveis

$$\frac{NHF}{4} \times CCb \times PCb$$

Em que:

NHF - é o nº horas estimadas de funcionamento p/ ano (H/ano)

CCb - corresponde ao consumo médio do equipamento (UN/h)

PCb - preço médio do combustível (€/UN)

Uma vez que a comparação dos equipamentos é efectuada em moeda constante, o cálculo é, para cada período, formulado da seguinte forma:

$$CO_{MC} = CO \times (1 + Tx_{inf})^{-n} \times (1 + Tx_{esc})^n$$

Em que:

CO_{MC} - custo operatório em moeda corrente

n - nº total de períodos no tempo de avaliação

Tx_{inf} - é a taxa de inflação

Tx_{esc} - corresponde à taxa de escalada

A amortização linear foi calculada da seguinte forma:

$$VA = \frac{II - VR}{n}$$

Em que:

VA - corresponde ao valor das amortizações

II - valor do investimento inicial

VR - valor residual do equipamento no final da avaliação

n - nº total de períodos no tempo de avaliação

A amortização, obtida pelo método da soma dos dígitos dos anos:

$$VA_N = \frac{2 \times (n - N + 1)}{n \times (n + 1)} \times (II - VR)$$

Em que:

VA_N - corresponde ao valor da amortização no período N

N – é o período em questão

n – nº total de períodos no tempo de avaliação

II – é o valor do investimento inicial

VR - valor residual do equipamento no final da avaliação

Após o cálculo do Cash-flow para cada um dos n períodos, é necessária sua actualização individual de acordo com a taxa de actualização da empresa:

$$CF_{N_A} = CF_N \times (1 + Tx_{ae})^N$$

Em que:

CF_{N_A} - cash-flow actualizado do período N

Tx_{ae} - é a taxa de actualização da empresa

N – é o período em questão

Após todos os valores do cash-flow estarem em moeda constante foi calculado o VAL:

$$VAL = P + \sum_{N=1}^n CF_{N_A}$$

Em que:

CF_{N_A} - é o cash-flow actualizado de cada período N

P – é o valor do investimento para cada potencial momento de substituição

n – nº total de períodos no tempo de avaliação

4 Descrição do programa

4.1 Concepção textual

Este programa baseia-se em custos de aquisição e manutenção de dois equipamentos, um que está em utilização e outro que é a alternativa de substituição, com o objectivo de determinar o melhor momento para se efectuar a sua troca.

Na manutenção dos equipamentos são considerados cinco parâmetros distintos:

- Peças de desgaste;
- Mão-de-obra;
- Lubrificantes;
- Pneus ou outras peças de valor elevado e com vida útil estimada;
- Consumo de combustíveis.

É necessária a introdução dos custos registados ao longo do tempo com o equipamento em utilização para que o programa possa prever os custos futuros. Esses dados são os que vão ser utilizados para que o programa efectue comparações. Para o equipamento novo mais uma vez os dados são estimados com base em variáveis percentuais do custo de aquisição do equipamento para as peças de desgastes, mão-de-obra e lubrificantes, com estimativas do consumo médio de combustíveis e ainda durabilidade média dos pneus. Estas variáveis são normalmente indicadas pelos próprios fabricantes dos equipamentos, à excepção dos valores de pneus ou outras peças de custo elevado, que são, à partida, valores já conhecidos pelos gestores de equipamento e variam entre empresas porque depende do tipo de trabalho efectuado e dos diferentes solos sobre os quais se movem. A título de exemplo, uma retroescavadora a trabalhar num terreno friável têm um desgaste do balde muito inferior àquela que trabalha num terreno duro. Ou ainda, um dumper numa pedreira troca de pneus, em circunstâncias normais, mais frequentemente que um dumper utilizado num aterro.

4.2 Explicação detalhada do programa e código do Visual Basic

Como introdução ao programa temos a página 'Escolhas' (Fig. 2), na qual é decidido o tipo de inflação, escalada de preços e amortizações a ser usadas durante o processo de cálculo no programa.

Nesta página podemos decidir entre 3 tipos de inflação diferentes, uma sendo *inflação linear* (A), projectada pelo excel segundo a fórmula PREVISÃO, outra *inflação média* (C) determinada calculando a média da inflação passada, e por último uma *inflação intermédia* (B), que é a média entre as outras duas.

Para as amortizações o utilizador decide entre dois tipos de amortizações, o método SAC (Amortizações Constante) ou pelo método do soma dos dígitos dos anos. Dentro do assunto das amortizações podemos ainda escolher entre amortizações do ponto de vista de projecto ou contabilístico, tendo em conta que se for escolhido o primeiro teremos as amortizações divididas pelos trimestres, enquanto que no segundo caso temos as amortizações apenas entram no final de cada ano de estudo. Por lei é utilizado o método contabilístico, mas do ponto de vista de análise é mais interessante utilizar o método de projecto uma vez que teremos evoluções mais lineares, sem as grandes oscilações ao fim do ano.

O botão "Alterar os dados da Inflação e Escalada", ao ser accionado leva o utilizador para a página 'Inflação' para que este possa alterar as taxas utilizadas.

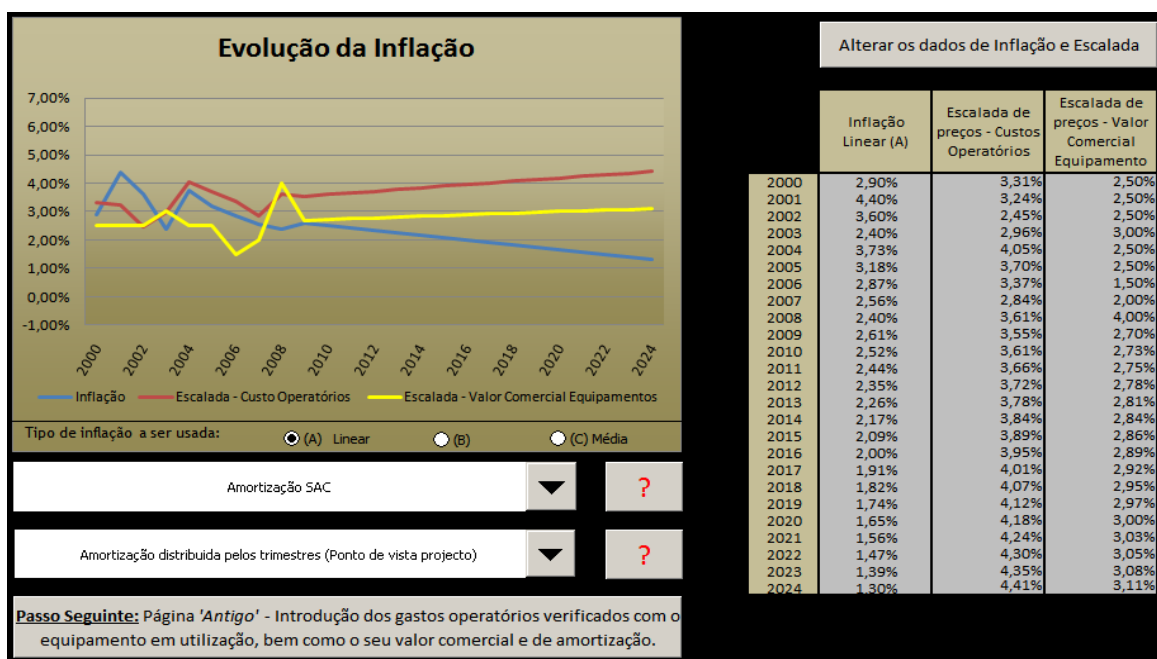


Fig. 2 - Página 'Escolhas' (Aspecto Geral)

Abaixo encontramos uma imagem (Fig. 3) da página 'Antigo' do livro de Excel. Encontra-se dividida em quatro partes distintas, na zona A temos os dados mais genéricos, na B a introdução dos custos verificados, na C os dados previstos e inflacionados, por último na D encontramos o gráfico correspondente aos dados do equipamento antigo.

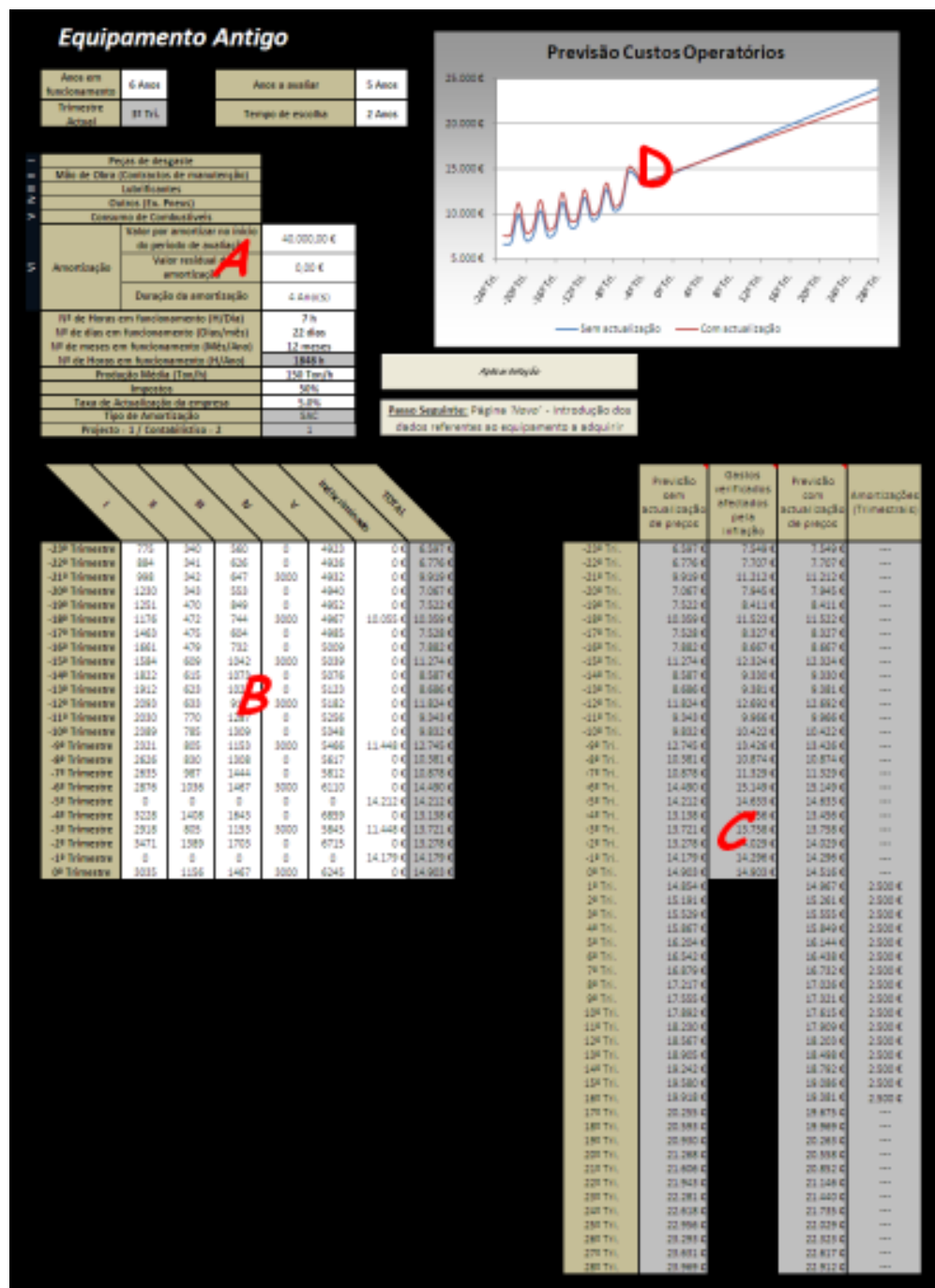


Fig. 3 - Página 'Antigo' (Aspecto Geral)

Na zona **'A'** (Fig. 4) encontramos as células para introdução dos dados mais genéricos relacionados com a análise em questão.

- Anos em funcionamento: Número de anos que o equipamento antigo trabalhou ao serviço da empresa e dos quais se têm os dados dos custos de manutenção verificados com o mesmo.
- Anos a avaliar - Número de anos durante os quais se vão comparar custos previstos entre o equipamento antigo e o novo.
- Tempo de escolha - Nº de períodos permitidos pelo utilizador, para que o programa efectue cálculos da substituição em diferentes momentos.
- Valor Comercial do Equipamento - No início do período de avaliação.
- Amortização - Valor por amortizar no início do período de avaliação.
- Amortização (Anos) - Introduce-se o período necessário para a amortização total, o Excel calcula o valor a amortizar no final do período de avaliação.
- Produção Média - efectuada pela máquina por cada hora de trabalho.
- Impostos - Valor percentual que se aplica aos equipamentos em questão.
- Taxa de actualização da empresa - Próprio de cada empresa.

Equipamento Antigo			
Anos em funcionamento	6 Anos	Anos a avaliar	5 Anos
Trimestre Actual	3º Tri.	Tempo de escolha	2 Anos
I	Peças de desgaste		
II	Mão de Obra (Contractos de manutenção)		
III	Lubrificantes		
IV	Outros (Ex. Pneus)		
V	Consumo de Combustíveis		
VI	Amortização	Valor por amortizar no início do período de avaliação	40.000,00 €
		Valor residual da amortização	0,00 €
		Duração da amortização	4 Ano(s)
Valor Comercial do Equipamento		35.000,00 €	
Nº de Horas em funcionamento (H/Dia)		7 h	
Nº de dias em funcionamento (Dias/mês)		22 dias	
Nº de meses em funcionamento (Mês/Ano)		12 meses	
Nº de Horas em funcionamento (H/Ano)		1848 h	
Produção Média (Ton/h)		150 Ton/h	
Impostos		50%	
Taxa de Actualização da empresa		5,0%	
Tipo de Amortização		SAC	
Projecto - 1 / Contabilístico - 2		1	

Fig. 4 - Página 'Antigo' (Zona A)

Na zona '**B**' (Fig. 5) procede-se à introdução dos dados relativos aos custos verificados com a máquina durante o período que esteve em funcionamento. A coluna "*Indiscriminado*" aparece para o caso de não se ter os dados discriminados para as outras colunas, e pode-se colocar um só valor referente ao trimestre em questão.

Esta tabela é dinâmica e aumenta ou diminui o número de linhas consoante o valor introduzido na célula "*Anos em Funcionamento*" (Zona '**A**').

Duas das colunas desta tabela efectuem cálculos automáticos:

1ª Coluna - Trimestres:

$$+SE[CA = " "; " "; SE (CA + 1 > AF \times 4; " "; CA + 1)]$$

CA - Célula acima // AF - Anos em funcionamento

Última Coluna - Total dos custos verificados ("TOTAL"):

$$+SE[TRI = " "; " "; SE (OT < SOMA (da. linha); SOMA(da. linha); OT)]$$

OT - Valor na coluna 'Indiscriminados' // SOMA(da.linha)=I+II+III+IV+V

	I	II	III	IV	V	Indiscriminado	TOTAL
-19º Trimestre	775	340	560	0	4923	0 €	6.597 €
-18º Trimestre	884	341	626	0	4926	0 €	6.776 €
-17º Trimestre	998	342	647	3000	4932	0 €	9.919 €
-16º Trimestre	1230	343	553	0	4940	0 €	7.067 €
-15º Trimestre	1251	470	849	0	4952	0 €	7.522 €
-14º Trimestre	1176	472	744	3000	4967	10.055 €	10.359 €
-13º Trimestre	1463	475	604	0	4985	0 €	7.528 €
-12º Trimestre	1661	479	732	0	5009	0 €	7.882 €
-11º Trimestre	1584	609	1042	3000	5039	0 €	11.274 €
-10º Trimestre	1822	615	1073	0	5076	0 €	8.587 €
-9º Trimestre	1912	623	1027	0	5123	0 €	8.686 €
-8º Trimestre	2093	633	916	3000	5182	0 €	11.824 €
-7º Trimestre	2030	770	1287	0	5256	0 €	9.343 €
-6º Trimestre	2389	785	1309	0	5348	0 €	9.832 €
-5º Trimestre	2321	805	1153	3000	5466	11.448 €	12.745 €
-4º Trimestre	2626	830	1308	0	5617	0 €	10.381 €
-3º Trimestre	2635	987	1444	0	5812	0 €	10.878 €
-2º Trimestre	2876	1036	1467	3000	6110	0 €	14.490 €
-1º Trimestre	0	0	0	0	0	14.212 €	14.212 €
0º Trimestre	3228	1408	1643	0	6859	0 €	13.138 €

Fig. 5 - Página 'Antigo' (Zona B)

Entre a zona A e B encontramos também o botão “*Aplicar inflação*” e “*Passo Seguinte*”. O primeiro botão activa uma macro do Visual Basic que efectua cálculos da moeda constante nos registos introduzidos na tabela acima. O segundo botão abre a página ‘Novo’ do Excel para introdução dos dados referentes ao equipamento novo.

Nesta zona (Fig. 6) encontramos uma tabela dinâmica, tal como a anterior, onde aparece mais uma vez a coluna dos trimestres, cuja fórmula da célula é semelhante à da tabela anterior, sendo que em vez de apenas “Anos em funcionamento” (AF), temos agora que somar também os “Anos a avaliar” e o “Tempo de escolha”.

	Previsão sem actualização de preços	Gastos verificados afectados pela inflação	Previsão com actualização de preços	Amortizações (Trimestrais)
-19º Tri.	6.597 €	7.370 €	7.370 €	---
-18º Tri.	6.776 €	7.524 €	7.524 €	---
-17º Tri.	9.919 €	10.947 €	10.947 €	---
-16º Tri.	7.067 €	7.757 €	7.757 €	---
-15º Tri.	7.522 €	8.212 €	8.212 €	---
-14º Tri.	10.359 €	11.249 €	11.249 €	---
-13º Tri.	7.528 €	8.130 €	8.130 €	---
-12º Tri.	7.882 €	8.462 €	8.462 €	---
-11º Tri.	11.274 €	12.032 €	12.032 €	---
-10º Tri.	8.587 €	9.110 €	9.110 €	---
-9º Tri.	8.686 €	9.159 €	9.159 €	---
-8º Tri.	11.824 €	12.392 €	12.392 €	---
-7º Tri.	9.343 €	9.731 €	9.731 €	---
-6º Tri.	9.832 €	10.176 €	10.176 €	---
-5º Tri.	12.745 €	13.109 €	13.109 €	---
-4º Tri.	10.381 €	10.617 €	10.617 €	---
-3º Tri.	10.878 €	11.061 €	11.061 €	---
-2º Tri.	14.490 €	14.650 €	14.650 €	---
-1º Tri.	14.212 €	14.287 €	14.287 €	---
0º Tri.	13.138 €	13.138 €	13.138 €	---
1º Tri.	13.480 €		13.519 €	2.500 €
2º Tri.	13.816 €		13.810 €	2.500 €
3º Tri.	14.152 €		14.102 €	2.500 €
4º Tri.	14.488 €		14.394 €	2.500 €
5º Tri.	14.824 €		14.686 €	2.500 €
6º Tri.	15.160 €		14.977 €	2.500 €
7º Tri.	15.496 €		15.269 €	2.500 €
8º Tri.	15.832 €		15.561 €	2.500 €
9º Tri.	16.168 €		15.853 €	2.500 €
10º Tri.	16.504 €		16.144 €	2.500 €
11º Tri.	16.840 €		16.436 €	2.500 €
12º Tri.	17.176 €		16.728 €	2.500 €
13º Tri.	17.512 €		17.019 €	2.500 €
14º Tri.	17.848 €		17.311 €	2.500 €
15º Tri.	18.184 €		17.603 €	2.500 €
16º Tri.	18.520 €		17.895 €	2.500 €
17º Tri.	18.856 €		18.186 €	---
18º Tri.	19.192 €		18.478 €	---
19º Tri.	19.528 €		18.770 €	---
20º Tri.	19.864 €		19.062 €	---
21º Tri.	20.200 €		19.353 €	---
22º Tri.	20.536 €		19.645 €	---
23º Tri.	20.872 €		19.937 €	---
24º Tri.	21.208 €		20.228 €	---
25º Tri.	21.544 €		20.520 €	---
26º Tri.	21.880 €		20.812 €	---

Fig. 6 - Página ‘Antigo’ (Zona C)

Passando à explicação das restantes colunas, temos:

- A coluna da previsão de custos sem inflação, que retira os dados existentes da coluna 'TOTAL' da tabela onde foram introduzidos os custos verificados, e prevê os custos a ser efectuados em trimestres futuros (os dados desta coluna não são utilizados em cálculos mais à frente, é apenas para ter um termo de comparação no gráfico).
- A segunda coluna é gerada por meio de uma macro (VBA), que aplica a inflação sobre os dados dos custos verificados com o equipamento no passado (no caso genérico, até ao 20º trimestre, ou seja 5 anos, o nº definido em "Anos em Funcionamento").
- Na terceira coluna encontramos a previsão de custos com inflação, o que do ponto de vista de fórmula de cálculo é igual à previsão de custos sem inflação, sendo que os dados utilizados para a previsão são os da 2ª coluna, gerados pelo VBA, que são os custos verificados ajustados à moeda constante.
- A última coluna é dos dados calculados para as amortizações, sendo que pode ser trimestral ou anual, dependendo da escolha feita no início.

A fórmula de cálculo usada para estimar os custos dos semestres seguintes é PREVISÃO (FORECAST em inglês). Esta fórmula é utilizada em ambas as colunas de previsão de custos (com inflação e sem inflação).

A macro utilizada para calcular os custos afectados pela inflação, escreve-os nas células do Excel (coluna do meio) e de forma imediata o Excel corrige as previsões da última coluna. Por essa razão é utilizada a mesma macro para lançar o gráfico com as previsões de custos, com e sem inflação (que corresponde à zona 'D' – Fig. 7).

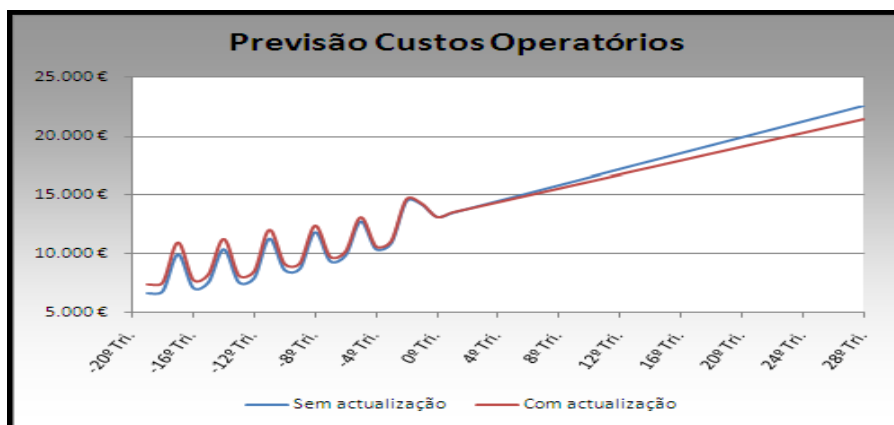


Fig. 7 - Página 'Antigo' (Zona D)

Macro usado para actualizar os custos verificados com o equipamento Antigo

"- Comando inicial com o nome da macro -"

Sub afectadoinflacaolinear()

"-Indicação para não actualizar o ecrã enquanto estiver a fazer cálculos -"

Application.ScreenUpdating = False

"- Desprotege a Folha que vai ser utilizada -"

Folha2.Unprotect Password:="analise"

'Declaração das variáveis que vão entrar no processo de cálculo'

Dim anosemfuncionamento

Dim tempoavaliacao

Dim tempoescolha

Dim dadosinflacao(80)

Dim contador

Dim inflacionado

Dim inflacionadot

'/Declaração das variáveis que vão entrar no processo de cálculo'

'Leitura e registo nas variáveis dos dados do quadro geral da página 'Antigo'

anosemfuncionamento = (Range("C3"))

tempoavaliacao = Range("H3")

tempoescolha = Range("H4")

'/Leitura e registo nas variáveis dos dados do quadro geral da página 'Antigo'

'Leitura dos dados da Inflação'

Worksheets("Inflação").Select

Worksheets("Inflação").Range("J6").Select

For contador = 1 To 120

 Selection.Offset(1, 0).Select

 If Selection.value = 0 Then

 contador = 120

 Else

 End If

Next

```
For contador = 1 To (anosemfuncionamento * 4)
    Selection.Offset(-1, 0).Select
    dadosinflacao(contador) = Selection.Offset(0, 1)
Next
'/Leitura dos dados da Inflação'
Worksheets("Antigo").Select

"- Limpa as células onde vão ser escritos os dados inflacionados -"
Range("N27:N89").ClearContents

Range("N27").Select

'Ciclo para seleccionar os custos verificados em cada trimestre com o equipamento'
For inflacionadot = 1 To (anosemfuncionamento * 4 - 1)
    inflacionado = Selection.Offset(0, -1)

    'Ciclo para calcular a inflação sobre os custos verificados num dado período'
    For contador = 1 To (anosemfuncionamento * 4 - inflacionadot)
        "-Aplicação da inflação-"
        inflacionado = inflacionado * (1 + dadosinflacao(inflacionadot - 1 + contador))
    Next
    Selection.value = inflacionado
    Selection.Offset(1, 0).Select
    '/Ciclo para calcular a inflação sobre os custos verificados num dado período'

Next

'/Ciclo para seleccionar os custos verificados em cada trimestre com o equipamento'

'Leitura e registo dos custos verificados no ultimo trimestre'

"- Para este trimestre não se aplica a inflação -"
Selection.value = Selection.Offset(0, -1).value
Selection.Offset(1, 0).Select
'/Leitura e registo dos custos verificados no ultimo trimestre'

Range("L3").Select
```

"- Determinação da extensão da tabela dos custos previstos -"

$xx = (\text{Range}("C3") + \text{Range}("H3") + \text{Range}("H4")) * 4 + 26$

'Leitura e registo nas variáveis das series a ser usadas no gráfico'

`dados1 = "Antigo!R27C13:R" & xx & "C13"`

`dados2 = "Antigo!R27C15:R" & xx & "C15"`

`eiox = "Antigo!R27C12:R" & xx & "C12"`

'/Leitura e registo nas variáveis das series a ser usadas no gráfico'

"- Selecciona o gráfico que se encontra na página 'Antigo' -"

`ActiveSheet.ChartObjects("Gráfico 7").Activate`

'Condição para apagar todos os dados do gráfico'

`With ActiveChart`

`Do Until .SeriesCollection.Count = 0`

`.SeriesCollection(1).Delete`

`Loop`

`End With`

'/Condição para apagar todos os dados do gráfico'

'Construção do gráfico'

'Introdução da primeira serie de dados (sem actualização de preços) '

`ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries`

`ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = dados1`

`ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = eiox`

`ActiveChart.SeriesCollection(1).Name = "Sem actualização"`

`ActiveChart.SeriesCollection(1).ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers`

'/Introdução da primeira serie de dados (sem actualização de preços) '

'Introdução da segunda serie de dados (com actualização de preços) '

`ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries`

`ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = dados2`

`ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = eiox`

`ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "Com actualização"`

`ActiveChart.SeriesCollection(2).ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers`

'/Introdução da segunda serie de dados (com actualização de preços) '

'Definições visuais do gráfico'

''- Determinação do intervalo no eixo Y -''

ActiveChart.Axes(xlValue).MajorUnit = 5000

''- Determinação do valor mínimo do eixo Y -''

ActiveChart.Axes(xlValue).MinimumScale = 5000

''- Determinação da rotação das etiquetas do eixo X -''

ActiveChart.Axes(xlCategory).TickLabels.Orientation = 55

''- Determinação do valor máximo do eixo X -''

ActiveChart.Axes(xlCategory).MaximumScale = (tempoavaliacao + tempoescolha) * 4

''- Determinação do valor mínimo do eixo X -''

ActiveChart.Axes(xlCategory).MinimumScale = -anosemfuncionamento * 4

''- Determinação do intervalo no eixo X -''

ActiveChart.Axes(xlCategory).MajorUnit = 4

''- Determinação do ponto em que o eixo Y cruza o eixo X -''

ActiveChart.Axes(xlCategory).CrossesAt = -anosemfuncionamento * 4

ActiveChart.HasTitle = True

''- Indicação do título do gráfico -''

ActiveChart.ChartTitle.Text = "Previsão Custos Operatórios"

''- Localização da legenda -''

ActiveChart.SetElement (msoElementLegendBottom)

'Cores do gráfico'

ActiveChart.ChartArea.Fill.Visible = True

ActiveChart.ChartArea.Fill.ForeColor.SchemeColor = 48

ActiveChart.ChartArea.Fill.TwoColorGradient msoGradientHorizontal, 1

'/Cores do gráfico'

'/Definições visuais do gráfico'

'/Construção do gráfico'

"- Protege a Folha que foi utilizada -"

Folha2.Protect Password:="analise"

End Sub

Na ilustração seguinte (Fig. 8) encontramos o aspecto geral da página 'Novo', onde encontramos os dados referentes ao equipamento de substituição. Esta página encontra-se dividida em quatro partes principais.

- Zona A: Introdução dos dados referentes aos custos com manutenção, amortizações e produção do equipamento novo.
- Zona B: Tabela onde o Excel regista os valores previstos para os custos de manutenção do equipamento.
- Zona C: Gráfico com dados gerados pelo Excel para a zona B
- Encontramos ainda 2 botões, um para lançar o gráfico da Zona C, e outro para se proceder ao passo seguinte, pagina 'Comparativo'.

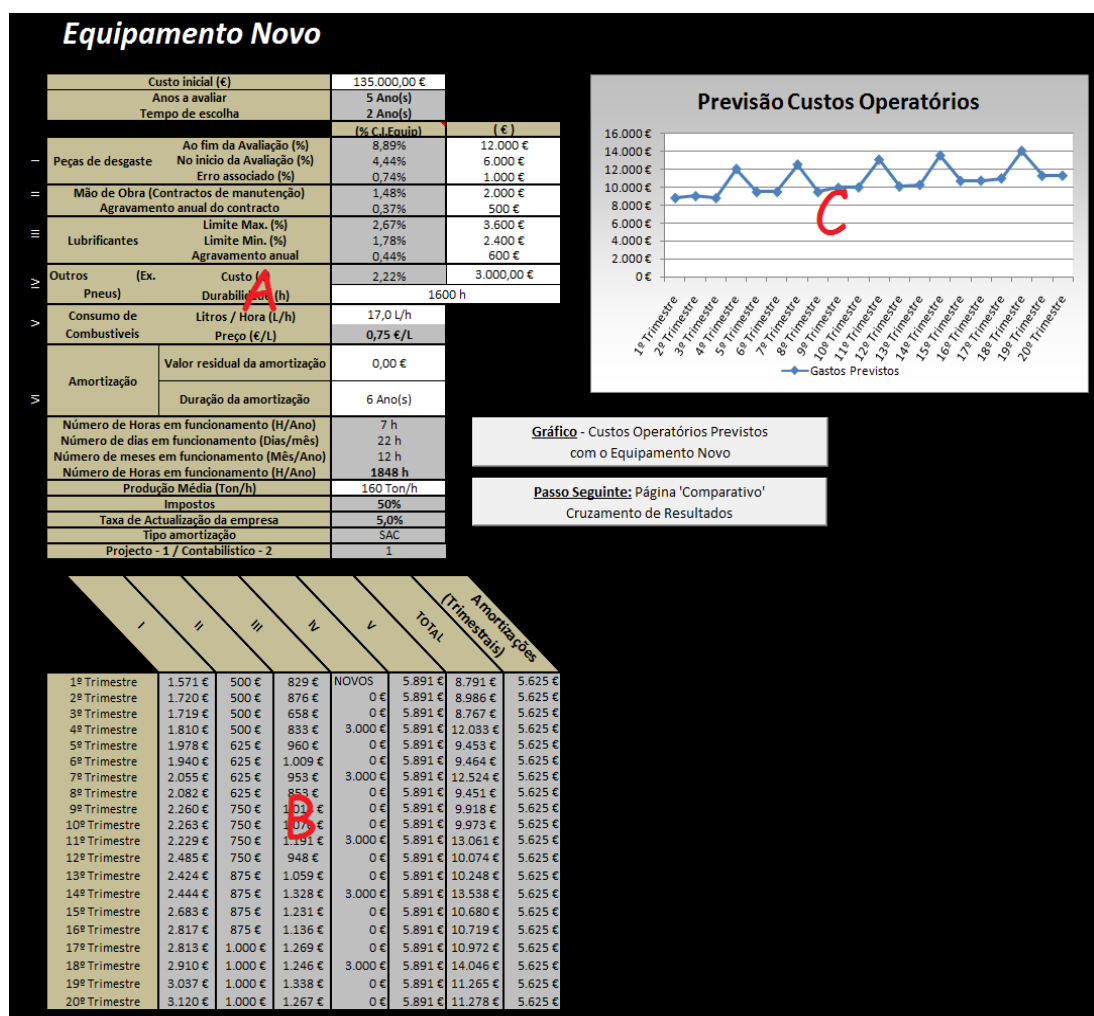


Fig. 8 - Página 'Novo' (Aspecto geral)

Na zona 'A' (Fig. 9) encontramos as células para introdução dos dados a serem utilizados para a previsão dos custos de manutenção que vamos ter com o equipamento novo. As células da com o fundo pintado, ou são dados retirados da página '*Antigo*' comuns a toda a análise, ou calculados pelo Excel (caso das %'s).

Equipamento Novo			
Custo inicial (€)		135.000,00 €	
Anos a avaliar		5 Ano(s)	
Tempo de escolha		2 Ano(s)	
		(% C.I.Equip)	(€)
-	Peças de desgaste	Ao fim da Avaliação (%)	8,89%
		No início da Avaliação (%)	4,44%
		Erro associado (%)	0,74%
=	Mão de Obra (Contractos de manutenção)	1,48%	2.000 €
	Agravamento anual do contracto	0,37%	500 €
≡	Lubrificantes	Limite Max. (%)	2,67%
		Limite Min. (%)	1,78%
		Agravamento anual	0,44%
≧	Outros (Ex. Pneus)	Custo (€)	2,22%
		Durabilidade (h)	1600 h
>	Consumo de Combustíveis	Litros / Hora (L/h)	17,0 L/h
		Preço (€/L)	0,75 €/L
≧	Amortização	Valor residual da amortização	0,00 €
		Duração da amortização	6 Ano(s)
Número de Horas em funcionamento (H/Ano)		7 h	
Número de dias em funcionamento (Dias/mês)		22 h	
Número de meses em funcionamento (Mês/Ano)		12 h	
Número de Horas em funcionamento (H/Ano)		1848 h	
Produção Média (Ton/h)		160 Ton/h	
Impostos		50%	
Taxa de Actualização da empresa		5,0%	
Tipo amortização		SAC	
Projecto - 1 / Contabilístico - 2		1	

Fig. 9 – Página 'Novo' (Zona A)

As variáveis que encontramos nesta tabela são:

- Custo inicial – Valor comercial da aquisição do equipamento novo.
- Parâmetros – limites relativos à manutenção do equipamento (Peças de desgaste, mão-de-obra e lubrificantes)
- Pneus – Custo dos pneus e a sua durabilidade estimada em horas.
- Consumo de combustíveis – Médio por hora de trabalho do equipamento.
- Amortização – Introduce-se o período necessário para a amortização total, o Excel calcula o valor a amortizar no final do período de avaliação.
- Período de funcionamento – médio por ano de trabalho.
- Produção Média – Efectuada por hora de trabalho do equipamento.

Na zona **'B'** (Fig. 10) encontramos a tabela de previsão de custos futuros e os valores das parcelas da amortização do equipamento novo, segundo os dados introduzidos na tabela anterior. Todos os dados são calculados automaticamente. Esta tabela é dinâmica e aumenta ou diminui o número de colunas consoante o valor da célula "Anos a Avaliar" (Zona **'A'**). Os valores comuns a todas as linhas de cálculo são o valor do equipamento (VE) e o nº de anos de avaliação (AA).

	I	II	III	IV	V	TOTAL	Amortizações (Trimestrais)
1º Trimestre	1.571 €	500 €	829 €	NOVOS	5.891 €	8.791 €	5.625 €
2º Trimestre	1.720 €	500 €	876 €	0 €	5.891 €	8.986 €	5.625 €
3º Trimestre	1.719 €	500 €	658 €	0 €	5.891 €	8.767 €	5.625 €
4º Trimestre	1.810 €	500 €	833 €	3.000 €	5.891 €	12.033 €	5.625 €
5º Trimestre	1.978 €	625 €	960 €	0 €	5.891 €	9.453 €	5.625 €
6º Trimestre	1.940 €	625 €	1.009 €	0 €	5.891 €	9.464 €	5.625 €
7º Trimestre	2.055 €	625 €	953 €	3.000 €	5.891 €	12.524 €	5.625 €
8º Trimestre	2.082 €	625 €	853 €	0 €	5.891 €	9.451 €	5.625 €
9º Trimestre	2.260 €	750 €	1.018 €	0 €	5.891 €	9.918 €	5.625 €
10º Trimestre	2.263 €	750 €	1.070 €	0 €	5.891 €	9.973 €	5.625 €
11º Trimestre	2.229 €	750 €	1.191 €	3.000 €	5.891 €	13.061 €	5.625 €
12º Trimestre	2.485 €	750 €	948 €	0 €	5.891 €	10.074 €	5.625 €
13º Trimestre	2.424 €	875 €	1.059 €	0 €	5.891 €	10.248 €	5.625 €
14º Trimestre	2.444 €	875 €	1.328 €	3.000 €	5.891 €	13.538 €	5.625 €
15º Trimestre	2.683 €	875 €	1.231 €	0 €	5.891 €	10.680 €	5.625 €
16º Trimestre	2.817 €	875 €	1.136 €	0 €	5.891 €	10.719 €	5.625 €
17º Trimestre	2.813 €	1.000 €	1.269 €	0 €	5.891 €	10.972 €	5.625 €
18º Trimestre	2.910 €	1.000 €	1.246 €	3.000 €	5.891 €	14.046 €	5.625 €
19º Trimestre	3.037 €	1.000 €	1.338 €	0 €	5.891 €	11.265 €	5.625 €
20º Trimestre	3.120 €	1.000 €	1.267 €	0 €	5.891 €	11.278 €	5.625 €

Fig. 10 – Página 'Novo' (Zona B)

Abaixo encontra-se descrito pormenorizadamente a forma como foi calculado cada um dos custos individualmente para cada trimestre (peças de desgaste, contratos de manutenção, lubrificantes, pneus e consumo de combustíveis).

Coluna I – Peças de Desgaste

Ao fim da avaliação	8,00 %	Lmax
Limite Mínimo	4,00 %	Lmin
Erro Associado	2,50 %	Erro

(TRI – Célula do trimestre em questão)

$$\left[[ALEATÓRIO() - 0,5] \times Erro + Lmin + \left(\frac{Lmax - Lmin}{AA \times 4} \right) \times TRI \right] \times \frac{VE}{4}$$

Coluna II – Contratos de Manutenção

Mão-de-obra (Contratos de manutenção)	2,50 %	MdO
Agravamento Anual do Contrato	0,25 %	AAC

(TRI – Célula do trimestre em questão)

$$\left[Mdo + ACC \times TRUNCAR \left(\frac{TRI}{4} - 0,25 \right) \right] \times \frac{VE}{4}$$

Coluna III – Lubrificantes

Ao fim da avaliação	3,00 %	Lmax
Limite Mínimo	2,00 %	Lmin
Agravamento Anual	0,00 %	AgvA

(TRI – Célula do trimestre em questão)

$$\left[ALEATÓRIO() \times [(Lmax - Lmin) + Lmin] + TRUNCAR \left(\frac{TRI}{4} - 0,25 \right) \times AgvA \right] \times \frac{VE}{4}$$

Coluna IV – Pneus

Custo (€)	3.000	CPn
Durabilidade (h)	850	DPn
Nº hora em funcionamento p/ ano (H/ano)	1260	NHF

(TRI – Célula do trimestre em questão)

$$\left[TRUNCAR \left(\frac{NHF}{4} \times \frac{TRI_x}{DPn} \right) - TRUNCAR \left(\frac{NHF}{4} \times \frac{TRI_{x-1}}{DPn} \right) \right] \times CPn$$

Coluna V – Consumo Combustíveis

(L/h) u (kW/h)	14 UN/h	CCb
(€/L) ou (€/kW)	0,35 €/UN	PCb
Nº hora em funcionamento p/ ano (H/ano)	1260	NHF

$$\frac{VE}{4} \times CCb \times PCb$$

Na página 'Comparativo' são efectuados os cálculos de cruzamento de dados e apresentados os resultados das comparações entre os equipamentos, a Fig. 11 representa o aspecto geral da página do Excel. Uma vez mais está dividida em quatro partes principais, na zona A encontra-se os dados dos tempos de estudo bem como amortizações, impostos e taxa de actualização, na zona B os custos estimados para os trimestres futuros, na zona C os dados resultantes do cruzamento dos dados, por fim, na zona D o quadro resumo do investimento/substituição.

Fig. 11- Página 'Comparativo' (Aspecto Geral)

Na zona 'A' (Fig. 12) encontramos as células dos dados a serem utilizados para os cálculos relativos às comparações entre os equipamentos, sendo que todos estes valores provêm das páginas anteriores ('Antigo' e 'Novo'), não há aqui nenhuma introdução de dados. É neste local que aparecem também os botões que accionam as macros de Visual Basic, relativas a este página.

Equipamento Novo	Tempo de escolha	2 Anos	Apagar Dados
	Anos a avaliar	5 Anos	
	Trabalho (h/Ano)	1848 h/Ano	
	Valor a amortizar no início do período de avaliação	135.000 €	
	Valor a amortizar no final do período de avaliação	0 €	
Equipamento Antigo	Período necessário para a amortização total	6 Ano(s)	Ler dados (c/ inflação)
	Produção Média (Ton/h)	160 m3/h	
	Valor a comercial no início do período de avaliação	30.000 €	
	Valor a amortizar no início do período de avaliação	40.000 €	
	Valor a amortizar no final do período de avaliação	0 €	
	Período necessário para a amortização total	4 Ano(s)	Calcular
	Produção Média (Ton/h)	150 Ton/h	
	Impostos	50%	
	Tx. Actualização Empresa	5,0%	
	Tipo de Amortização	SAC	
Projecto - 1 / Contabilístico - 2		1	Gráfico

Fig. 12 - Página 'Comparativo' (Zona A)

- Tempo de escolha - Variação permitida pelo utilizador, para que o programa determine qual o melhor momento para se efectuar a substituição de equipamentos.
- Anos a avaliar - Número de anos durante os quais se vão comparar dados entre o equipamento antigo e o novo.
- Amortização - Valor a amortizar no início do período de avaliação.
- Amortização (Anos) - Introduce-se o período necessário para a amortização total, o Excel calcula o valor a amortizar no final do período de avaliação.
- Valor comercial - No caso do equipamento antigo.
- Trabalho - Nº de horas de trabalho efectuado por ano.
- Impostos - Valor percentual que se aplica aos equipamentos em questão.
- Taxa de actualização da empresa - Próprio de cada empresa.

A zona 'B' (Fig. 13) é relativa à leitura dos dados dos custos estimados para os trimestres futuros para o equipamento antigo e novo, com vista ao seu processamento na página '*Comparativo*'.

	Custos Operatórios	
	Antigo	Novo
1º Trimestre	14.967 €	8.714 €
2º Trimestre	15.261 €	8.715 €
3º Trimestre	15.555 €	8.965 €
4º Trimestre	15.849 €	11.794 €
5º Trimestre	16.144 €	9.301 €
6º Trimestre	16.438 €	9.227 €
7º Trimestre	16.732 €	12.342 €
8º Trimestre	17.026 €	9.632 €
9º Trimestre	17.321 €	9.971 €
10º Trimestre	17.615 €	9.823 €
11º Trimestre	17.909 €	13.228 €
12º Trimestre	18.203 €	10.021 €
13º Trimestre	18.498 €	10.607 €
14º Trimestre	18.792 €	13.478 €
15º Trimestre	19.086 €	10.728 €
16º Trimestre	19.381 €	10.578 €
17º Trimestre	19.675 €	10.783 €
18º Trimestre	19.969 €	14.065 €
19º Trimestre	20.263 €	10.967 €
20º Trimestre	20.558 €	11.195 €
21º Trimestre	20.852 €	
22º Trimestre	21.146 €	
23º Trimestre	21.440 €	
24º Trimestre	21.735 €	
25º Trimestre	22.029 €	
26º Trimestre	22.323 €	
27º Trimestre	22.617 €	
28º Trimestre	22.912 €	

Fig. 13 - Página '*Comparativo*' (Zona B)

Por uma questão de facilidade, organização e boa disposição a transcrição destes dados é efectuada por uma macro de Visual Basic, que lê os dados dos equipamentos nas respectivas páginas e os escreve nesta página de uma forma organizada. A partir do momento que é feita a transcrição destes dados e atendendo aos dados que fazem parte da zona A, a página '*Comparativo*' têm todos os elementos necessários para efectuar o cruzamento de dados dos equipamentos, à excepção dos dados de inflação e escalada de preços e amortizações, que são posteriormente obtidos pela macro que efectua a comparação entre os equipamentos.

'Macro para transferir os custos de manutenção dos equipamentos'

"- Comando inicial com o nome da macro -"

Sub Ierdadoscominflacao()

"- Corre a macro apagar() -"

Call apagar

"- Desprotege a Folha que vai ser utilizada -"

Folha6.Unprotect Password:="analise"

"-Indicação para não actualizar o ecrã enquanto estiver a fazer cálculos -"

Application.ScreenUpdating = False

'Declaração das variáveis que vão entrar no processo'

Dim tempouso

Dim tempoescolhat

Dim tempoavaliacaot

Dim dadosnova(1000)

Dim dadosvelha(1000)

Dim counter1

'/Declaração das variáveis que vão entrar no processo'

'Leitura dos custos previstos com o equipamento antigo'

*tempouso = Worksheets("Antigo").Range("C3").value * 4*

*tempoescolhat = Range("E2") * 4*

*tempoavaliacaot = Range("E3") * 4*

Worksheets("Antigo").Select

Worksheets("Antigo").Range("O26").Select

For counter1 = 1 To (tempoescolhat + tempoavaliacaot)

dadosvelha(counter1) = Selection.Offset(counter1 + tempouso, 0)

Next

'/Leitura dos custos previstos com o equipamento antigo'

```
'Leitura dos custos previstos com o equipamento novo'  
Worksheets("Novo").Select  
Worksheets("Novo").Range("I31").Select  
  
For counter1 = 1 To (tempoavaliacaot)  
    dadosnova(counter1) = Selection.Offset(counter1, 0)  
Next  
'/Leitura dos custos previstos com o equipamento novo'  
  
'Escrita dos dados relativos aos custos previstos com os equipamentos'  
Worksheets("Comparativo").Select  
Worksheets("Comparativo").Range("D20").Select  
  
Selection.Offset(-1, 0) = "Custos Operatórios"  
Selection = "Antigo"  
Selection.Offset(0, 1) = "Novo"  
  
For counter1 = 1 To (tempoescolhat + tempoavaliacaot)  
    Selection.Offset(counter1, -1) = counter1  
    Selection.Offset(counter1, 0) = dadosvelha(counter1)  
    Selection.Offset(counter1, 1) = dadosnova(counter1)  
Next  
'/Escrita dos dados relativos aos custos previstos com os equipamentos'  
  
"- Protege a Folha que foi utilizada -"  
Folha6.Protect Password:="analise"  
  
End Sub
```

Por fim, na zona 'C', encontramos o núcleo da aplicação. É aqui que a aplicação regista os dados calculados e finais com vista à comparação para que se determine se é vantajosa ou não a substituição do equipamento antigo pelo novo. Estes cálculos são efectuados mediante uma macro de Visual Basic, que é accionada aquando do *clique* no botão "Calcular". Os dados utilizados para efectuar os cálculos são os que estão registados na página 'Comparativo' (Zona A e B).

'Macro para fazer o cruzamento dos dados dos equipamentos'

Sub comparacao()

Application.ScreenUpdating = False

'Executa as macros apagar() e lerdadoscominflacao()'

Call apagar

Call lerdadoscominflacao

'/Executa as macros apagar() e lerdadoscominflacao()'

Folha6.Unprotect Password:="analise"

'Declaração das variáveis que vão entrar no processo de cálculo'

Dim tempouso

Dim tempoescolha, tempoescolhat

Dim tempoavaliacao, tempoavaliacaot

Dim ajuda1, ajuda2

Dim dadosantigo(60)

Dim dadosnovo(40)

Dim tempototal

Dim custooperatorio1, preconovo, vendanovo, amort1, cashflow1, presente1, subtotal1, subtotal3, custooper1, benefantesimpost1, benefdepoisimpost1

Dim custooperatorio2, precovelho, vendavelho, amort2, cashflow2, presente2, subtotal2, subtotal4, custooper2, benefantesimpost2, benefdepoisimpost2

Dim imposto, txactempresa

Dim escalada(80)

Dim escalada1(80)

Dim inflacao(80)

Dim counter, counter2

Dim amortizacaonovo(80)

Dim amortizacaovelho(80)

'/Declaração das variáveis que vão entrar no processo de cálculo'

'Leitura e registo nas variáveis dos dados do quadro geral da página 'Comparativo'

tempouso = Worksheets("Antigo").Range("C3")

tempototal = (Range("E2") + Range("E3")) * 4

```

tempoescolhat = Range("E2") * 4
tempoavaliacaot = Range("E3") * 4
horasano = Range("E4")
amortnovo = Range("E5")
amortnovofim = Range("E6")
anosamortnovo = Range("E7")
trabalhonovo = Range("E8")
precovelho = Range("E9")
amortvelho = Range("E10")
amortvelhofim = Range("E11")
anosamortvelho = Range("E12")
trabalhovelho = Range("E13")
tximpostos = Range("E14")
txactempresa = Range("E15") / 4
tipoamort = Range("E16")
escolhaamort = Range("E17")

'/Leitura e registo nas variáveis dos dados do quadro geral da página 'Comparativo'

'Determinação do trimestre e ano corrente'
trimestreactual = Application.WorksheetFunction.RoundDown(Month(Now) / 3, 0)
ano = Year(Now)

'/Determinação do trimestre e ano corrente'

'Leitura das Amortizações do equipamento ANTIGO'
Worksheets("Antigo").Select
Worksheets("Antigo").Cells(27 + tempouso * 4, 16).Select

If (tempoavaliacaot + tempoescolhat) > anosamortvelho * 4 Then
    ultimaamort = (tempoavaliacaot + tempoescolhat)
Else
    ultimaamort = anosamortvelho * 4
End If

Xamortvelho = 0

For I = 1 To ultimaamort
    Xamortvelho = Xamortvelho + 1

```

```
If Selection = "---" Then
    'If testeprimeirovalor = 1 Then
        'Xamortvelho = Xamortvelho + 1
        amortizacaovelho(Xamortvelho) = 0
    'End If
Else
    'Xamortvelho = Xamortvelho + 1
    'testeprimeirovalor = 1
    amortizacaovelho(Xamortvelho) = Selection
End If
Selection.Offset(1, 0).Select
Next
'/Leitura das Amortizações do equipamento ANTIGO'

'/Leitura das Amortizações do equipamento NOVO'
Worksheets("Novo").Select

Worksheets("Novo").Cells(32, 10).Select

Xamortnovo = 0
testeprimeirovalor = 0

For I = 1 To (tempoavaliacaot)
    If Selection = "---" Then
        If testeprimeirovalor = 0 Then
            Else
                Xamortnovo = Xamortnovo + 1
                amortizacaonovo(Xamortnovo) = 0
            End If
        Else
            testeprimeirovalor = 1
            Xamortnovo = Xamortnovo + 1
            amortizacaonovo(Xamortnovo) = Selection
        End If
        Selection.Offset(1, 0).Select
    Next
'/Leitura das Amortizações do equipamento NOVO'
'/Leitura dos Custos Operatórios Previstos para os equipamentos'
```

```

Worksheets("Comparativo").Select
Worksheets("Comparativo").Range("D21").Select

For contador = 1 To tempototal
    dadosantigo(contador) = Selection.value
    If contador <= tempoavaliacaot Then
        dadosnovo(contador) = Selection.Offset(0, 1).value
    End If
    Selection.Offset(1, 0).Select
Next

'/Leitura dos Custos Operatórios Previstos para os equipamentos'

'Leitura dos dados da Inflação'
Worksheets("Inflação").Select 'ALTERADO'
Worksheets("Inflação").Range("O6").Select 'ALTERADO'
For counter = 1 To 60 'ALTERADO'
    If Selection.Offset(0, -1).value = 0 Then 'ALTERADO'
    Else 'ALTERADO'
        Selection.Offset(1, 0).Select 'ALTERADO'
    End If 'ALTERADO'
Next 'ALTERADO'
Selection.Offset(1, 0).Select

For counter = 1 To tempototal 'ALTERADO'
    inflacao(counter) = Selection.value 'ALTERADO'
    escalada(counter) = Selection.Offset(0, 1).value 'ALTERADO'
    escalada1(counter) = Selection.Offset(0, 2).value 'ALTERADO'
    Selection.Offset(1, 0).Select 'ALTERADO'
Next 'ALTERADO'

'/Leitura dos dados da Inflação'

subtotal1 = 0
subtotal2 = 0
contadoramortizacao2 = 0
primeirofinalanonovo = 0
dados = 0

'Construção da tabela principal'

```

```
Worksheets("Comparativo").Select
Worksheets("Comparativo").Range("k21").Select
```

'Registo do texto referente ao Quadro Resumo'

```
Selection.Offset(-17, -2) = "Quadro Resumo"
Selection.Offset(-15, -2) = "Somatório dos Cash-flow Futuros actualizados"
Selection.Offset(-14, -3) = "Dados para o Cash-flow do momento de substituição"
Selection.Offset(-14, -2) = "Valor Comercial"
Selection.Offset(-13, -2) = "Anulação Amortização"
Selection.Offset(-12, -2) = "Custo Submerso"
Selection.Offset(-11, -2) = "Valor Actualizado Líquido (VAL)"
Selection.Offset(-10, -2) = "Custo Actualizado Líquido (CAL)"
Selection.Offset(-9, -2) = "Novo Vs. Velho"
```

'/Registo do texto referente ao Quadro Resumo'

'Ciclo para calcular os dados referentes a cada um dos trimestres de escolha ou substituição'

```
For tempoescolha = 1 To tempoescolhat
```

'Determinação do trimestre de escolha em relação ao trimestre actual (Data)'

```
tempoescolhax = trimestreactual + 4 * (tempoescolha / 4 -
Application.WorksheetFunction.RoundDown(tempoescolha / 4, 0))
```

```
If (tempoescolhax) > 4 Then
    tempoescolhax = tempoescolhax - 4
Else
End If
```

```
If (tempoescolhax + 3) = 4 Then
    ano = ano + 1
Else
End If
```

"-Registo do trimestre de escolha ou substituição-"

```
Selection.Offset(-1, -4).value = tempoescolhax + ano / 10000
```

'/Determinação do trimestre de escolha em relação ao trimestre actual (Data)'

'Texto relativo à tabela dos Cash-flow'

```

Selection.Offset(-1, -2) = "Custos Op"
Selection.Offset(0, -2) = "Amortização"
Selection.Offset(1, -2) = "Beneficio antes de Impostos"
Selection.Offset(2, -2) = "Impostos"
Selection.Offset(3, -2) = "Beneficio depois de Impostos"
Selection.Offset(4, -2) = "Amortização"
Selection.Offset(5, -2) = "Cash-flow "
Selection.Offset(6, -2) = "Valor Actualizado do Cash-flow"
Selection.Offset(7, -4) = "Somatório dos valores actualizados dos Cash-flow"

```

'/Texto relativo à tabela dos Cash-flow'

'Ciclo para calcular os dados referentes a cada um dos trimestres de avaliação'

For tempoavaliacao = 1 To tempoavaliacaot

"-Registo do trimestre para o qual se vão efectuar os cálculos--"

Selection.Offset(-3, 0) = tempoavaliacao + tempoescolla - 1

Selection.Offset(-2, 0).value = "Antigo"

Selection.Offset(-2, 1).value = "Novo"

'Amortizações'

'Amortizações Equipamento Antigo'

If (tempoescolla + tempoavaliacao - 1) > anosamortvelho * 4 Then

amort3 = 0

Else

amort3 = amortizacaovelho(tempoavaliacao + tempoescolla - 1)

End If

'/Amortizações Equipamento Antigo'

'Amortizações Equipamento Novo'

If escolhaamort = 2 Then

'Cálculos de Amortização do ponto de vista de contabilístico (Anual)'

"- Condição para verificar quando se dá o final do primeiro ano -"

If (trimestreactual + tempoavaliacao + tempoescolla - 1) / 4 =
Application.WorksheetFunction.RoundDown((trimestreactual + tempoavaliacao
+ tempoescolla - 1) / 4, 0) Then

primeirofinalanonovo = 1

Else

```

    amort4 = 0
End If

'Se o tempoavaliacao for correspondente ao primeiro final de ano, dá inicio ao
registo dos dados de amortização do equipamento novo'
If primeirofinalanonovo = 1 Then
    dados = dados + 1
    If tempoavaliacao > anosamortnovo * 4 Then
        amort4 = 0
    Else
        amort4 = amortizacaonovo(dados)
        'Actualização do valor da amortização, para que coincida com o valor
        comercial actualizado do equipamento novo'
        If tempoescolha <> 1 Then
            'Aplicação da escalada e inflação'
            For counter = 1 To tempoescolha - 1
                amort4 = (amort4 * (1 + escalada(counter))) * ((1 +
                inflacao(counter)) ^ (-1))
            Next
            '/Aplicação da escalada e inflação'
        End If
        '/Actualização do valor da amortização, para que coincida com o valor
        comercial actualizado do equipamento novo'
    End If
End If

'/Se o tempoavaliacao for correspondente ao primeiro final de ano, dá inicio
ao registo dos dados de amortização do equipamento novo'
'/Cálculos de Amortização do ponto de vista contabilístico (Anual) '
Else
    'Cálculos de Amortização do ponto de vista de projecto (Trimestral) '
    If tempoavaliacao > anosamortnovo * 4 Then
        amort4 = 0
    Else
        amort4 = amortizacaonovo(tempoavaliacao)

        'Actualização do valor da amortização, para que coincida com o valor
        comercial actualizado do equipamento novo'
        If tempoescolha <> 1 Then
            'Aplicação da escalada e inflação'

```

```

For counter = 1 To tempoescolha - 1
    amort4 = (amort4 * (1 + escalada(counter))) * ((1 + inflacao(counter))
    ^ (-1))
Next
'/Aplicação da escalada e inflação'

End If
'/Actualização do valor da amortização, para que coincida com o valor
comercial actualizado do equipamento novo'

End If
'/Cálculos de Amortização do ponto de vista de projecto (Trimestral)'
End If
'/Amortizações Equipamento Novo'

'/Amortizações'

'/Aplicação dos cálculos para construção da tabela do Cash-flow do equipamento
antigo'
custooperatorio1 = dadosantigo(tempoescolha + tempoavaliacao - 1)
benefantesimpost1 = -custooperatorio1 - amort3
imposto1 = -benefantesimpost1 * tximpostos
benefdepoisimpost1 = benefantesimpost1 + imposto1
cashflow1 = benefdepoisimpost1 + amort3
presente1 = cashflow1 * ((1 + txactempresa) ^ (-tempoavaliacao))
'/Aplicação dos cálculos para construção da tabela do Cash-flow do equipamento
antigo'

'Registo dos dados na tabela do Cash-flow para o equipamento antigo'
Selection.Offset(-1, 0) = Format(-custooperatorio1, "## €")
Selection = Format(-amort3, "##0 €")
Selection.Offset(1, 0) = Format(benefantesimpost1, "## €")
Selection.Offset(2, 0) = Format(imposto1, "## €")
Selection.Offset(3, 0) = Format(benefdepoisimpost1, "## €")
Selection.Offset(4, 0) = Format(amort3, "##0 €")
Selection.Offset(5, 0) = Format(cashflow1, "## €")
"- Aplica a fórmula de actualização do cash-flow segundo a taxa de actualização
da empresa -"
Selection.Offset(6, 0).Formula = "=+R" & 14 + tempoescolha * 12 & "C" & 9 +

```

```
(tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & "*" & ((1+R15C5/4)^(-R" & 6 +
tempoescolha * 12 & "C" & 9 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & ")")"
```

```
'/Registo dos dados na tabela do Cash-flow para o equipamento antigo'
```

```
'Registo do somatório dos valores de cash-flow actualizados do equipamento
antigo'
```

```
If tempoavaliacao = 1 Then
```

```
Selection.Offset(7, 0).Formula = "=+R" & 15 + tempoescolha * 12 & "C" & 9 +
(tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & ""
```

```
Else
```

```
Selection.Offset(7, 0).Formula = "=+R" & 16 + tempoescolha * 12 & "C" & 7 +
(tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & "+R" & 15 + tempoescolha * 12 &
"C" & 9 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & ""
```

```
End If
```

```
'/Registo do somatório dos valores de cash-flow actualizados do equipamento
antigo'
```

```
'Aplicação da escalada e inflação nos custos operatórios do equipamento novo'
```

```
custooperatorio2 = dadosnovo(tempoavaliacao)
```

```
For counter = 1 To (tempoavaliacao + tempoescolha - 1)
```

```
custooperatorio2 = custooperatorio2 * (1 + escalada(counter))
```

```
custooperatorio2 = custooperatorio2 * ((1 + inflacao(counter)) ^ (-1))
```

```
Next
```

```
For counter2 = 1 To (tempoavaliacao + tempoescolha - 1)
```

```
Next
```

```
'/Aplicação da escalada e inflação nos custos operatórios do equipamento novo'
```

```
'Aplicação dos cálculos para construção da tabela do Cash-flow do equipamento
novo'
```

```
benefantesimpost2 = -custooperatorio2 - amort4
```

```
imposto2 = -benefantesimpost2 * tximpostos
```

```
benefdepoisimpost2 = benefantesimpost2 + imposto2
```

```
cashflow2 = benefdepoisimpost2 + amort4
```

```
presente2 = cashflow2 * ((1 + txactempresa) ^ (-tempoavaliacao))
```

```
'/Aplicação dos cálculos para construção da tabela do Cash-flow do equipamento
novo'
```

'/Registo dos dados na tabela do Cash-flow para o equipamento novo'

Selection.Offset(-1, 1) = Format(-custooperatorio2, "## €")

Selection.Offset(0, 1) = Format(-amort4, "##0 €")

Selection.Offset(1, 1) = Format(benefantesimpost2, "## €")

Selection.Offset(2, 1) = Format(imposto2, "## €")

Selection.Offset(3, 1) = Format(benefdepoisimpost2, "## €")

Selection.Offset(4, 1) = Format(amort4, "##0 €")

Selection.Offset(5, 1) = Format(cashflow2, "## €")

"- Aplica a fórmula de actualização do cash-flow segundo a taxa de actualização da empresa -"

Selection.Offset(6, 1).Formula = "=+R" & 14 + tempoescolha * 12 & "C" & 10 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & "*" & ((1+R15C5/4)^(-R" & 6 + tempoescolha * 12 & "C" & 9 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & "))"

'/Registo dos dados na tabela do Cash-flow para o equipamento novo'

'Registo do somatório dos valores de cash-flow actualizados do equipamento novo'

If tempoavaliacao = 1 Then

Selection.Offset(7, 1).Formula = "=+R" & 15 + tempoescolha * 12 & "C" & 10 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & ""

Else

Selection.Offset(7, 1).Formula = "=+R" & 16 + tempoescolha * 12 & "C" & 8 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & "+R" & 15 + tempoescolha * 12 & "C" & 10 + (tempoavaliacao + tempoescolha - 1) * 2 & ""

End If

/Registo do somatório dos valores de cash-flow actualizados do equipamento novo'

'No caso do ciclo estar a efectuar cálculos relativos ao último período de tempo de avaliação de um dado período de escolha, regista os valores totais genéricos para uma substituição num dado período'

If tempoavaliacao = tempoavaliacaot Then

"- Determina o trimestre no qual é feita a substituição -"

Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 5, -tempoavaliacao * 2 + 2) = tempoescolhax + ano / 10000

Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 4, -tempoavaliacao * 2 + 2).value = "Antigo"

"-Custos Operatórios Antigo-"

Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 3, -tempoavaliacao * 2 + 2).Formula =
 "=-R" & 16 + tempoescolha * 12 & "C" & 9 + (tempoavaliacao + tempoescolha -
 1) * 2 & ""

'Estimativa e registo do valor comercial do equipamento antigo para um dado trimestre de substituição'

precovelhoact = (precovelho / (anosamortvelho * 4)) * (anosamortvelho * 4 -
 tempoescolha + 1)

Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 2, -tempoavaliacao * 2 + 2) =
 precovelhoact 'Preço Actualizado Equipamento Antigo'

'/Estimativa e registo do valor comercial do equipamento antigo para um dado trimestre de substituição'**"-VAL Equipamento Antigo-"**

Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 1, -tempoavaliacao * 2 + 2).Formula =
 "="+R6C" & 9 + tempoescolha * 2 & " +R7C" & 9 + tempoescolha * 2 & ""

"-Formatação VAL Equipamento Antigo-"

Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 1, -tempoavaliacao * 2 +
 2).NumberFormat = "##0 €"

"-Custo Actualizado Líquido Antigo-"

Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 2, -tempoavaliacao * 2 + 2).Formula =
 "="+1000*R10C" & 9 + tempoescolha * 2 & "/(R4C5*R13C5*R3C5)"

'-Formatação Custo Actualizado Líquido Antigo-'

Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 2, -tempoavaliacao * 2 +
 2).NumberFormat = "#0.00"

Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 4, -tempoavaliacao * 2 + 3).value =
 "Novo"

"-Custos Operatórios Novo-"

Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 3, -tempoavaliacao * 2 + 3).Formula =
 "=-R" & 16 + tempoescolha * 12 & "C" & 10 + (tempoavaliacao + tempoescolha
 - 1) * 2 & ""

'Estimativa e registo do valor comercial do equipamento novo para um dado trimestre de substituição'

preconovoact = amortnovo

If tempoescolha <> 1 Then

For counter = 1 To (tempoescolha - 1)

preconovoact = (preconovoact * (1 + escalada1(counter))) * ((1 +

```
inflacao(counter)) ^ (-1))
```

```
Next
```

```
End If
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 2, -tempoavaliacao * 2 + 3) =  
preconovoact 'Preço Actualizado Equipamento Novo'
```

```
'/Estimativa e registo do valor comercial do equipamento novo para um dado  
trimestre de substituição'
```

```
'Verificação do que falta amortizar para o cálculo do custo submerso'
```

```
anulamort = amortvelho
```

```
For counter = 1 To tempoescolha - 1
```

```
    anulamort = anulamort - amortizacaovelho(counter)
```

```
Next
```

```
"-Anulação Amortização-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha - 1, -tempoavaliacao * 2 + 3) = anulamort
```

```
'/Verificação do que falta amortizar para o cálculo do custo submerso'
```

```
"- Custo submerso ao adquirir o equipamento novo-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha, -tempoavaliacao * 2 + 3).Formula =  
"=R8C" & 10 + tempoescolha * 2 & "-R7C" & 9 + tempoescolha * 2 & ""
```

```
"-VAL Equipamento Novo-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 1, -tempoavaliacao * 2 + 3).Formula =  
"=+R6C" & 10 + tempoescolha * 2 & "+R7C" & 10 + tempoescolha * 2 & "-(R8C"  
& 10 + tempoescolha * 2 & "-R9C" & 10 + tempoescolha * 2 & "(1-R14C5))"
```

```
"-Formatação VAL Equipamento Novo-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 1, -tempoavaliacao * 2 +  
3).NumberFormat = "##0 €"
```

```
"- Custo Actualizado Líquido Novo-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 2, -tempoavaliacao * 2 + 3).Formula =  
"=+1000*R10C" & 10 + tempoescolha * 2 & "/(R4C5*R8C5*R3C5)"
```

```
"-Formatação Custo Actualizado Líquido Novo-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 2, -tempoavaliacao * 2 +  
3).NumberFormat = "#0.00"
```

```
"-Relação Novo Vs. Velho em [€/1000Ton]-"
```

```
Selection.Offset(-12 * tempoescolha + 3, -tempoavaliacao * 2 + 2).Formula =  
"=+R11C" & 9 + tempoescolha * 2 & "-R11C" & 10 + tempoescolha * 2 & ""
```

Else

End If

Selection.Offset(0, 2).Select

Next

'/Ciclo para calcular os dados referentes a cada um dos trimestres de avaliação'

Selection.Offset(12, -(tempoavaliacao * 2 - 4)).Select

'Reinício de todos os contadores e/ou valores teste para que possam ser utilizados no seguinte trimestre de escolha'

subtotal1 = 0

subtotal2 = 0

contadoramortizacao2 = 0

primeirofinalanonovo = 0

dados = 0

'/Reinício de todos os contadores e/ou valores teste para que possam ser utilizados no seguinte trimestre de escolha'

Next

'/Ciclo para calcular os dados referentes a cada um dos trimestres de escolha ou substituição'

'/Construção da tabela principal'

Worksheets("Comparativo").Select

Range("A1").Activate

End Sub

Macro para lançamento dos gráficos da página 'Gráfico'

Sub grafico()

Application.ScreenUpdating = False

'Declaração das variáveis que vão entrar no processo de cálculo'

Dim tempoavaliacao

Dim tempoescolha

Dim consumoespecifico1(20)

Dim consumoespecifico2(20)

Dim custooperatorio1(20)

Dim custooperatorio2(20)

Dim counter

Dim maximo1, minimo1, maximo2, minimo2

Dim myrange1 As Range

Dim myrange2 As Range

'/Declaração das variáveis que vão entrar no processo de cálculo'

Worksheets("Comparativo").Activate

''- Leitura e escrita na variável do nº de trimestres definido como tempoescolha -''

tempoescolha = Range("E2") * 4

Range("K10").Select

'Leitura e escrita nas variáveis dos valores do VAL e consumo específico de cada trimestre, para cada um dos equipamentos'

For counter = 1 To tempoescolha

 custooperatorio1(counter) = Selection

 custooperatorio2(counter) = Selection.Offset(0, 1)

 consumoespecifico1(counter) = Selection.Offset(1, 0)

 consumoespecifico2(counter) = Selection.Offset(1, 1).value

 Selection.Offset(0, 2).Select

Next

'/Leitura e escrita nas variáveis dos valores do VAL e consumo específico de cada trimestre, para cada um dos equipamentos'

```
Worksheets("Grafico").Activate
```

```
' /Apaga todos os objectos da página'
```

```
Worksheets("Grafico").ChartObjects.Delete
```

```
'Apaga todos os objectos da página'
```

```
Worksheets("Grafico").Select
```

```
Worksheets("Grafico").Range("C4").Select
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
Worksheets("Grafico").Range("A1:D52").ClearContents
```

```
'Registo dos dados do VAL guardados acima para uma tabela na página 'Gráfico' '
```

```
Selection.Offset(-2, -1) = "Valor Actualizado Líquido (VAL) para todo o tempo de avaliação"
```

```
Selection.Offset(-1, 0) = "Antigo"
```

```
Selection.Offset(-1, 1) = "Novo"
```

```
For counter = 1 To tempoescolha
```

```
    Selection.Offset(0, -1) = counter
```

```
    Selection.value = custooperatorio1(counter) + 0
```

```
    Selection.Offset(0, 1).value = custooperatorio2(counter) + 0
```

```
    Selection.Offset(1, 0).Select
```

```
Next
```

```
' /Registo dos dados do VAL guardados acima para uma tabela na página 'Gráfico' '  
consumo específico
```

```
'Registo dos dados do consumo específico guardados acima para uma tabela na página  
'Gráfico' '
```

```
Worksheets("Grafico").Range("C27").Select
```

```
Selection.Offset(-2, -1) = "Razão entre o VAL e a produção do equipamento( €/ 1000 Ton )"
```

```
Selection.Offset(-1, 0) = "Antigo"
```

```
Selection.Offset(-1, 1) = "Novo"
```

```

For counter = 1 To tempoescolha
    Selection.Offset(0, -1) = counter
    Selection.value = consumoespecifico1(counter) + 0
    Selection.Offset(0, 1).value = consumoespecifico2(counter) + 0
    Selection.Offset(1, 0).Select
Next

'/Registo dos dados do consumo específico guardados acima para uma tabela na
página 'Gráfico' '

'Construção do gráfico do VAL'
''- Indicação ao programa da posição do último dado da tabela VAL -''
xx = tempoescolha + 3

'Leitura e registo nas variáveis das series a ser usadas no gráfico'
dados3 = "Grafico!R4C3:R" & xx & "C3"
dados4 = "Grafico!R4C4:R" & xx & "C4"
eixox = "Grafico!R4C2:R" & xx & "C2"
'/Leitura e registo nas variáveis das series a ser usadas no gráfico'

'Determinação dos valores máximo e mínimo da tabela'
Set myrange1 = Worksheets("Grafico").Range("C4:D21")
minimo1 = Application.WorksheetFunction.Min(myrange1)
maximo1 = Application.WorksheetFunction.Max(myrange1)
'/Determinação dos valores máximo e mínimo da tabela'

''- Determinação dos intervalos no eixo Y -''
unidadey1 = Application.WorksheetFunction.RoundDown((maximo1 - minimo1) /
10000, 0) * 10000 / 4

''- Determinação do valor mínimo do eixo Y -''
unidadeymin1 = Application.WorksheetFunction.RoundDown(minimo1 / 10000, 0) *
10000 - unidadey1 / 2

With ActiveSheet.ChartObjects.Add _
    ''- Posição e tamanho do gráfico -''
    (Left:=250, Width:=425, Top:=10, Height:=275)
    'Introdução da primeira serie de dados a ser usada no gráfico'
    .Chart.SeriesCollection.NewSeries

```

```
.Chart.SeriesCollection(1).Values = dados3
.Chart.SeriesCollection(1).XValues = eixox
.Chart.SeriesCollection(1).Name = "Antigo"
.Chart.SeriesCollection(1).ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers
```

'Introdução da primeira serie de dados a ser usada no gráfico'

'Introdução da segunda serie de dados a ser usada no gráfico'

```
.Chart.SeriesCollection.NewSeries
.Chart.SeriesCollection(2).Values = dados4
.Chart.SeriesCollection(2).Name = "Novo"
.Chart.SeriesCollection(2).ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers
```

'Introdução da segunda serie de dados a ser usada no gráfico'

'- Título do gráfico -'

```
.Chart.HasTitle = True
.Chart.ChartTitle.Text = "Valor Atualizado Líquido (VAL) para todo o tempo de
avaliação"
```

'- Título do eixo do X -'

```
.Chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True
.Chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Caption = "Momento de Substituição"
```

```
.Chart.Axes(xlValue).Crosses = xlMinimum 'Cruzamento eixos'
.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.Orientation = 55 'Rotação etiquetas eixo X'
.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = 1 'Valor minimo eixo X'
.Chart.Axes(xlCategory).MaximumScale = tempoescolha 'Valor minimo eixo X'
.Chart.Axes(xlCategory).MajorUnit = 1 'Escala eixo X'
.Chart.SetElement (msoElementLegendRight) 'Localização Legenda'
```

```
Chart.Axes(xlValue).MinimumScale = unidadeymin1
```

'Cores do gráfico'

```
.Chart.ChartArea.Fill.Visible = True
.Chart.ChartArea.Fill.TwoColorGradient Style:=msoGradientHorizontal, Variant:=1
.Chart.ChartArea.Fill.ForeColor.SchemeColor = 15
.Chart.ChartArea.Fill.BackColor.SchemeColor = 16
```

'/Cores do gráfico'

End With

'/Construção do gráfico do VAL'

‘Construção do gráfico do Consumo específico’

‘’- Indicação ao programa da posição do último dado da tabela VAL -‘‘

xx = temposcolha + 26

dados1 = "Gráfico!R27C3:R" & xx & "C3"

dados2 = "Gráfico!R27C4:R" & xx & "C4"

eixox = "Gráfico!R27C2:R" & xx & "C2"

Set myrange2 = Worksheets("Gráfico").Range("C27:D46")

minimo2 = Application.WorksheetFunction.Min(myrange2)

maximo2 = Application.WorksheetFunction.Max(myrange2)

unidadey2 = Application.WorksheetFunction.RoundDown((maximo2 - minimo2) / 10, 0) * 10 / 2.5

If unidadey2 = 0 Then

unidadey2 = 5

End If

unidadeymin2 = Application.WorksheetFunction.RoundDown(minimo2 / 10, 0) * 10 - unidadey2

With ActiveSheet.ChartObjects.Add _

(Left:=250, Width:=425, Top:=320, Height:=275)

.Chart.ChartType = xlLineMarkers

‘Introdução das series de dados’

.Chart.SeriesCollection.NewSeries

.Chart.SeriesCollection(1).Values = dados1

.Chart.SeriesCollection(1).XValues = eixox

.Chart.SeriesCollection(1).Name = "Antigo"

.Chart.SeriesCollection.NewSeries

.Chart.SeriesCollection(2).Values = dados2

.Chart.SeriesCollection(2).Name = "Novo"

‘/Introdução das Series de dados’

'Títulos gráfico e eixos'

```
.Chart.HasTitle = True
.Chart.ChartTitle.Text = "Razão entre o VAL e a produção do equipamento"
.Chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True
.Chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Caption = "Momento de Substituição"
.Chart.Axes(xlValue).HasTitle = True
.Chart.Axes(xlValue).AxisTitle.Caption = "€ / 1000 Ton"
```

' /Títulos gráfico e eixos'

```
.Chart.Axes(xlValue).Crosses = xlMinimum 'Cruzamento eixos'
```

```
.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.Orientation = 55 'Rotação etiquetas eixo X'
.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = 1 'Valor minimo eixo X'
.Chart.Axes(xlCategory).MaximumScale = tempoescolha 'Valor minimo eixo X'
.Chart.Axes(xlCategory).MajorUnit = 1 'Escala eixo X'
```

```
.Chart.SetElement (msoElementLegendRight) 'Localização Legenda'
```

'Cores do gráfico'

```
.Chart.ChartArea.Fill.Visible = True
.Chart.ChartArea.Fill.TwoColorGradient Style:=msoGradientHorizontal, Variant:=1
.Chart.ChartArea.Fill.ForeColor.SchemeColor = 15
.Chart.ChartArea.Fill.BackColor.SchemeColor = 16
```

' /Cores do gráfico'

```
End With
```

'Construção do gráfico do Consumo especifico'

```
Worksheets("Grafico").Range("A1").Activate
```

```
Folha6.Protect Password:="analise"
```

```
End Sub
```

4.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é feita com o intuito de testar o programa, fazendo variar todos os seus parâmetros para que posteriormente se possa fazer um estudo sobre a forma como a sua alteração faz alterar os resultados finais obtidos.

Esta análise vai ser feita em 4 partes distintas, na primeira parte fazendo variar os custos operatórios dos equipamentos, na segunda fazendo variar os parâmetros do estudo, como a taxa de actualização da empresa, inflação e escaladas de preços, na terceira parte são o objecto de perturbação são os valores comerciais dos equipamentos e o valor a amortizar no equipamento antigo, na última parte é feita uma análise de sensibilidade um pouco diferente uma vez que os parâmetros de estudo são o tipo de amortização a ser utilizadas e a maneira como são calculadas (do ponto de vista de projecto ou contabilístico), a comparação ou análise de sensibilidade é neste caso específico feito com os próprios gráficos lançados pelo programa na página 'Gráfico'.

Para cada parte da análise de substituição encontramos 3 gráficos, sendo que o primeiro é relativo à forma como o Custo Actualizado Líquido (CAL) ou o Custo Operatório Unitário (€/1000Ton) é afectado pelas variações nos parâmetros do equipamento antigo. Num segundo gráfico é feita a mesma verificação para o equipamento novo, e no último gráfico faz-se a análise marginal de como cada parâmetro afecta a substituição do equipamento antigo pelo novo ou seja o investimento, sendo que o método de cálculo é subtrair as percentagens de variação de CAL (Novo - Antigo) obtidas para a construção dos dois gráficos anteriores.

A variação que se vai impor a todos os parâmetros é de -60% até 60%, sendo que os intervalos são de 20%, dando origem a 6 resultados distintos do original a 0% de variação. São esses resultados que são utilizados na forma percentual para se efectuar as comparações de como cada parâmetro afecta individualmente o Custo Actualizado Líquido (CAL) para o equipamento, e por fim a maneira como afecta a relação entre os equipamentos, informação retirada da análise marginal.

Foram usados como base para esta análise de sensibilidade os dados das tabelas abaixo.

- Custos Operatórios verificados com o equipamento antigo:

	I	II	III	IV	V
-19º Trimestre	545	230	423	0	4013
-18º Trimestre	564	231	506	0	4038
-17º Trimestre	578	251	523	2000	4112
-16º Trimestre	640	280	553	0	4163
-15º Trimestre	773	430	649	0	4282
-14º Trimestre	876	402	644	2300	4314
-13º Trimestre	883	425	724	0	4372
-12º Trimestre	1046	440	742	0	4389
-11º Trimestre	1224	569	792	2600	4562
-10º Trimestre	1322	595	893	0	4596
-9º Trimestre	1488	678	927	0	4673
-8º Trimestre	1513	643	947	2800	4712
-7º Trimestre	1730	775	1287	0	4956
-6º Trimestre	1989	885	1139	0	5298
-5º Trimestre	1921	855	1153	3000	5330
-4º Trimestre	2186	891	1291	0	5666
-3º Trimestre	2457	1087	1294	0	5882
-2º Trimestre	2626	1116	1267	3200	6022
-1º Trimestre	2982	1468	1653	0	6377
0º Trimestre	2513	1206	1289	3000	6204

- Custos Operatórios estimados para o equipamento novo:

	I	II	III	IV	V
1º Trimestre	1.560 €	500 €	386 €	0 €	5.891 €
2º Trimestre	1.640 €	500 €	578 €	0 €	5.891 €
3º Trimestre	1.644 €	500 €	399 €	2.500 €	5.891 €
4º Trimestre	1.759 €	500 €	588 €	0 €	5.891 €
5º Trimestre	1.834 €	625 €	562 €	2.500 €	5.891 €
6º Trimestre	1.726 €	625 €	672 €	0 €	5.891 €
7º Trimestre	1.880 €	625 €	714 €	2.500 €	5.891 €
8º Trimestre	1.944 €	625 €	596 €	0 €	5.891 €
9º Trimestre	1.833 €	750 €	631 €	2.500 €	5.891 €
10º Trimestre	2.088 €	750 €	832 €	0 €	5.891 €
11º Trimestre	2.123 €	750 €	752 €	2.500 €	5.891 €
12º Trimestre	2.150 €	750 €	897 €	0 €	5.891 €
13º Trimestre	2.256 €	875 €	818 €	2.500 €	5.891 €
14º Trimestre	2.135 €	875 €	1.009 €	0 €	5.891 €
15º Trimestre	2.319 €	875 €	1.034 €	0 €	5.891 €
16º Trimestre	2.214 €	875 €	807 €	2.500 €	5.891 €
17º Trimestre	2.274 €	1.000 €	1.115 €	0 €	5.891 €
18º Trimestre	2.436 €	1.000 €	983 €	2.500 €	5.891 €
19º Trimestre	2.541 €	1.000 €	1.190 €	0 €	5.891 €
20º Trimestre	2.383 €	1.000 €	1.070 €	2.500 €	5.891 €

- Restantes dados utilizados para os cálculos:

Equipamento Novo	Tempo de escolha	2 Anos
	Anos a avaliar	5 Anos
	Trabalho (h/Ano)	1848 h/Ano
	Valor a amortizar no início do período de avaliação	130.000 €
	Valor a amortizar no final do período de avaliação	0 €
	Período necessário para a amortização total	6 Ano(s)
	Produção Média (Ton/h)	160 m3/h
Equipamento Antigo	Valor a comercial no início do período de avaliação	8.000 €
	Valor a amortizar no início do período de avaliação	25.000 €
	Valor a amortizar no final do período de avaliação	0 €
	Período necessário para a amortização total	4 Ano(s)
	Produção Média (Ton/h)	150 Ton/h
	Impostos	50%
	Tx. Actualização Empresa	5,0%
	Tipo de Amortização	SAC
	Projecto - 1 / Contabilístico - 2	1

Introduzidos estes dados no programa de análise de substituição o resultado é:

Razão entre o VAL e a produção do equipamento (€/ 1000 Ton)		
	Antigo	Novo
1º Trimestre	104,51 €	107,18 €
2º Trimestre	105,61 €	107,50 €
3º Trimestre	106,66 €	107,83 €
4º Trimestre	107,67 €	108,16 €
5º Trimestre	108,64 €	108,49 €
6º Trimestre	109,56 €	108,83 €
7º Trimestre	110,44 €	109,18 €
8º Trimestre	111,28 €	109,53 €

Toda a análise de substituição consiste em verificar como a variação dos parâmetros afecta o estudo no 5º trimestre, o 1º trimestre no qual o novo é vantajoso face ao antigo, usando como base os dados das tabelas acima.

1ª Parte - Perturbação dos parâmetros dos custos operatórios:

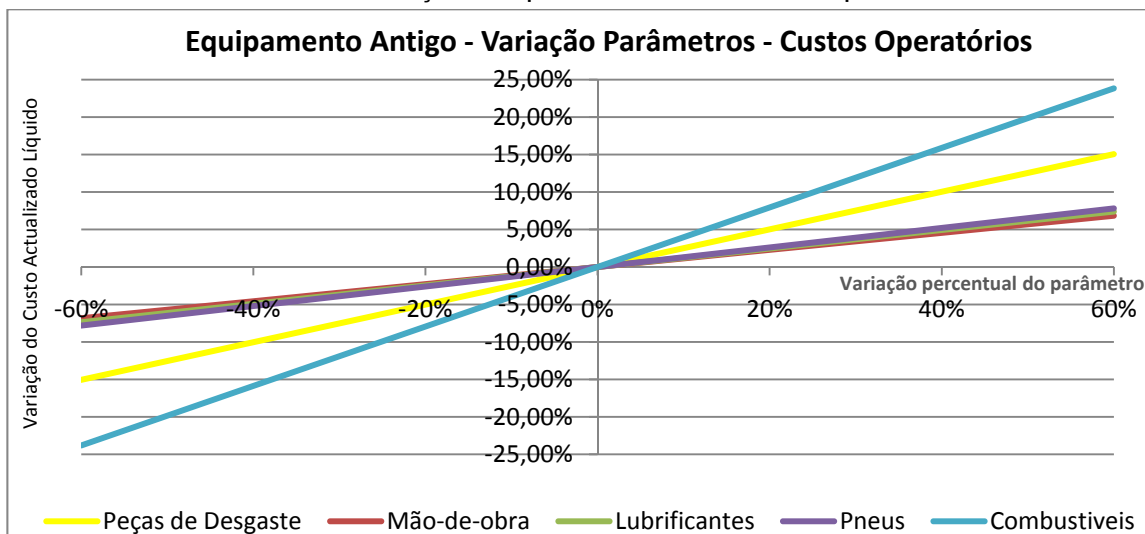


Gráfico 1- Equip. Antigo - Variação Parâmetros - Custos Operatórios

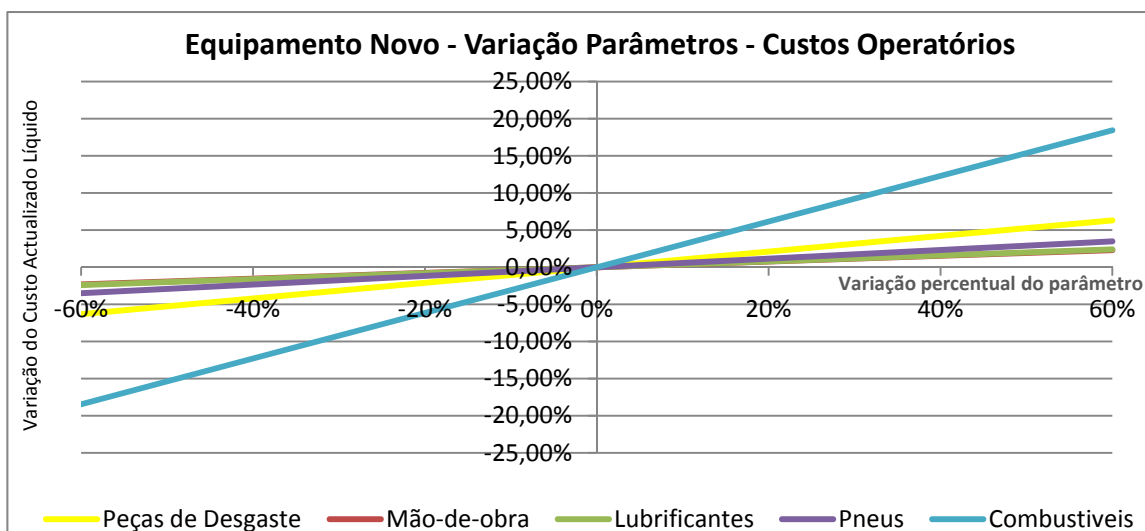


Gráfico 2 - Equip. Novo - Variação Parâmetros - Custos Operatórios

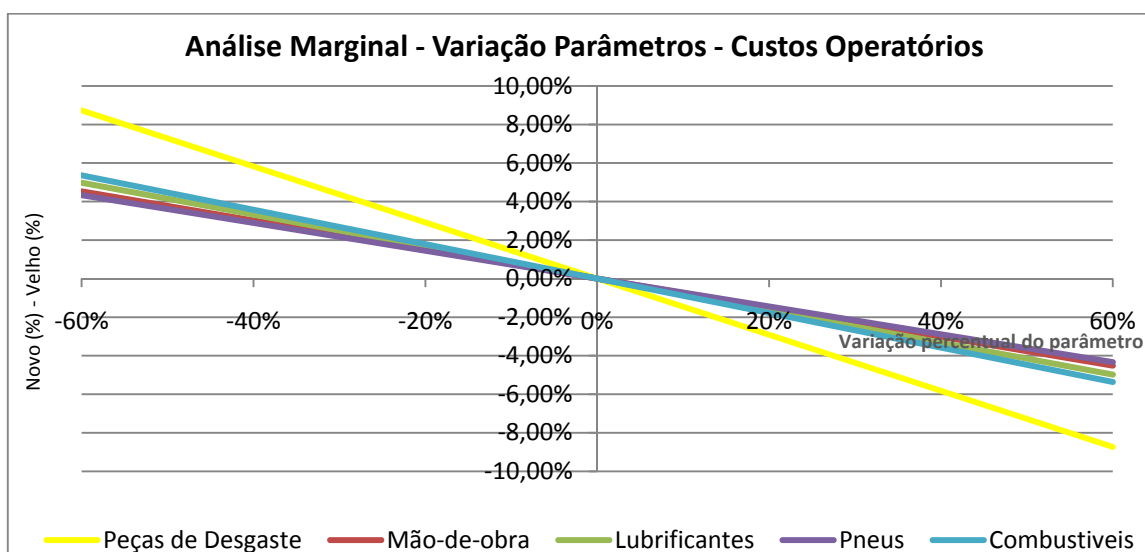


Gráfico 3 - Análise Marginal - Variação Parâmetros - Custos Operatórios

2ª Parte - Alteração das taxas inerentes ao estudo:

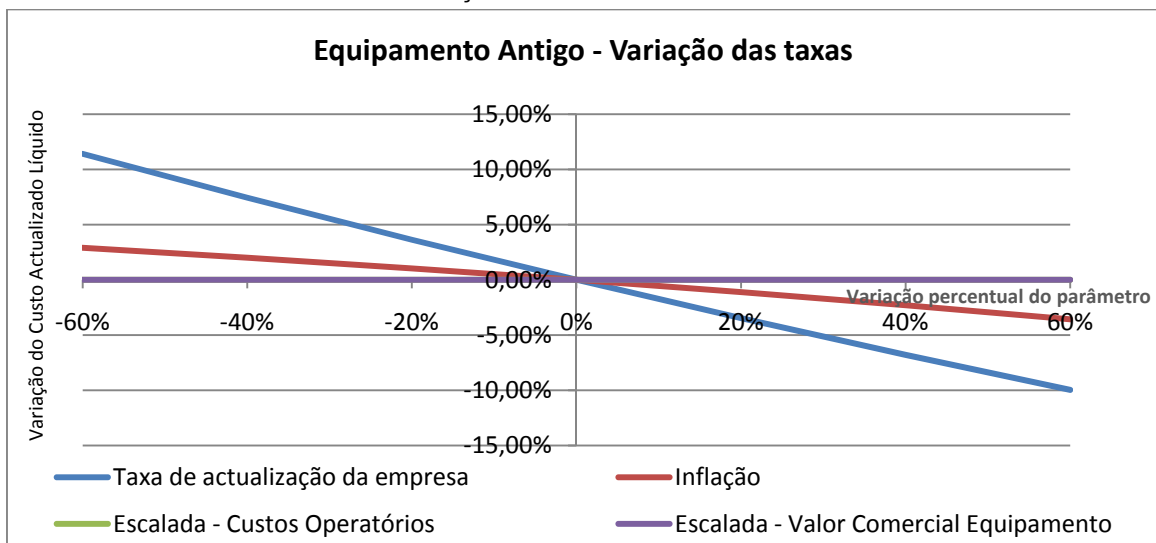


Gráfico 4 - Equipamento Antigo - Variação das taxas

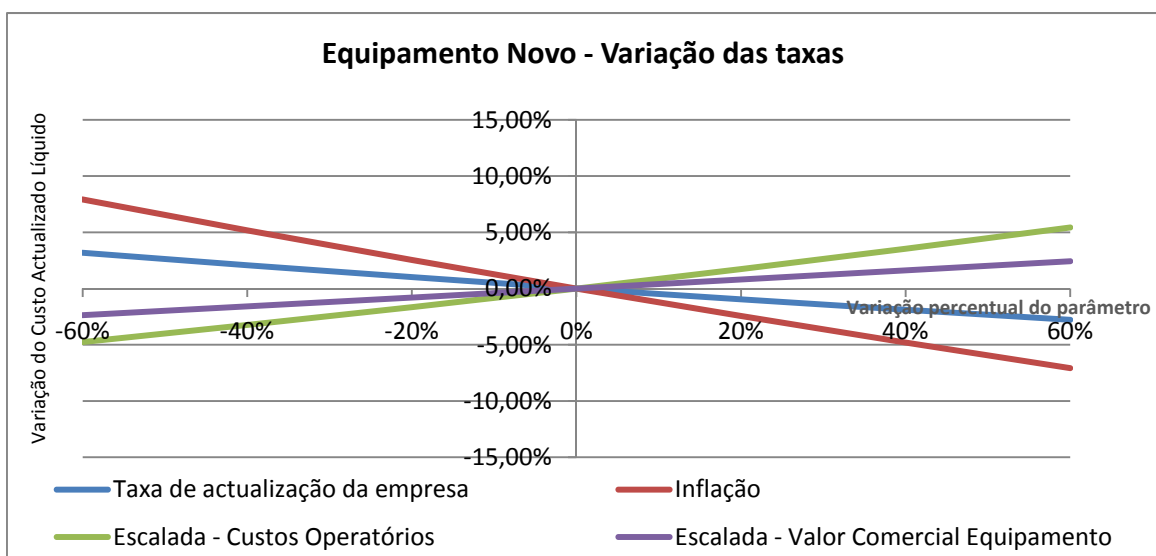


Gráfico 5 - Equipamento Novo - Variação das taxas

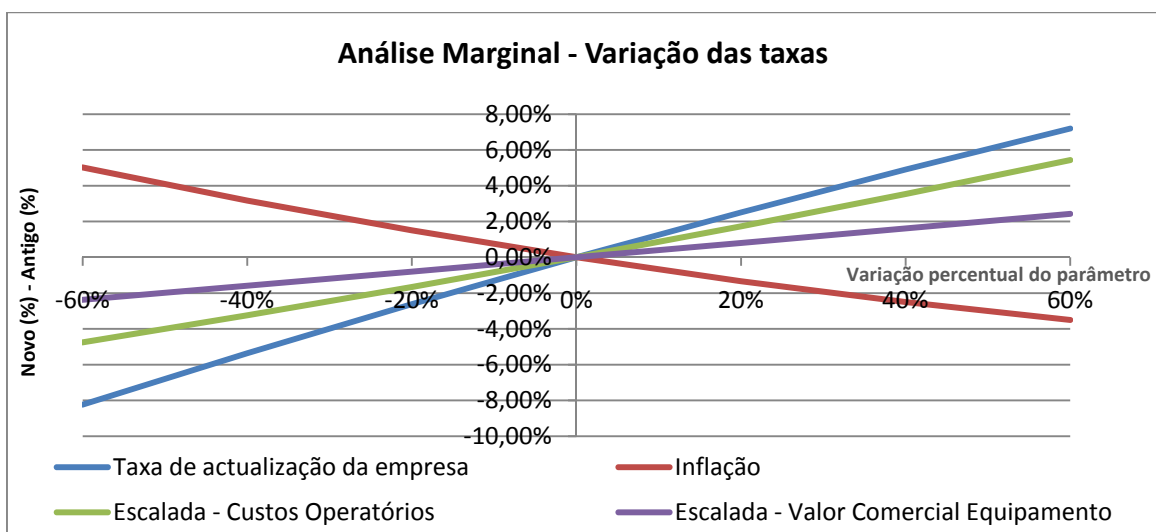


Gráfico 6 - Análise Marginal - Variação das taxas

3ª Parte - Alteração valores comerciais e valor a amortizar no antigo:

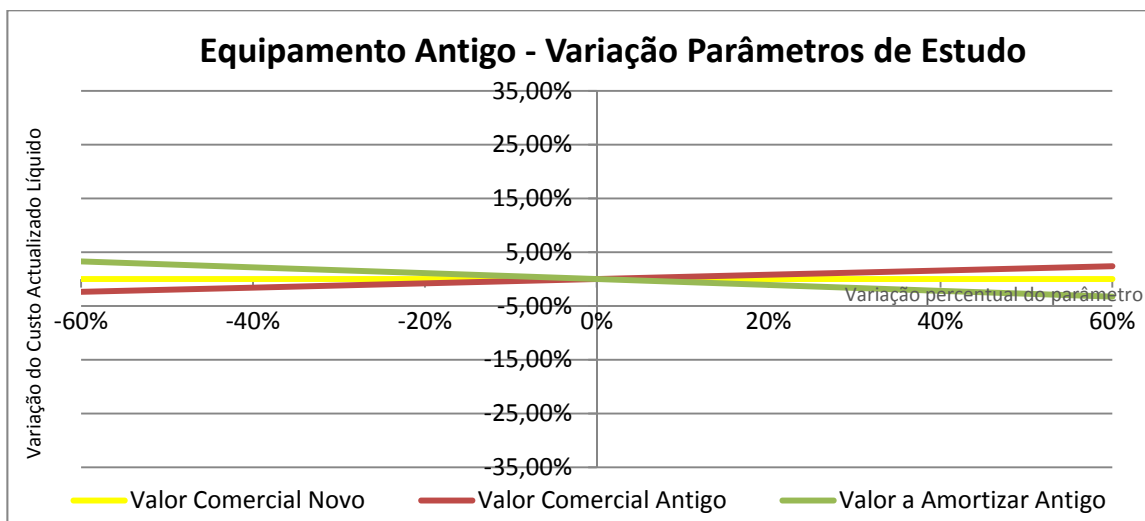


Gráfico 7 - Equip. Antigo - Variação Parâmetros de Estudo

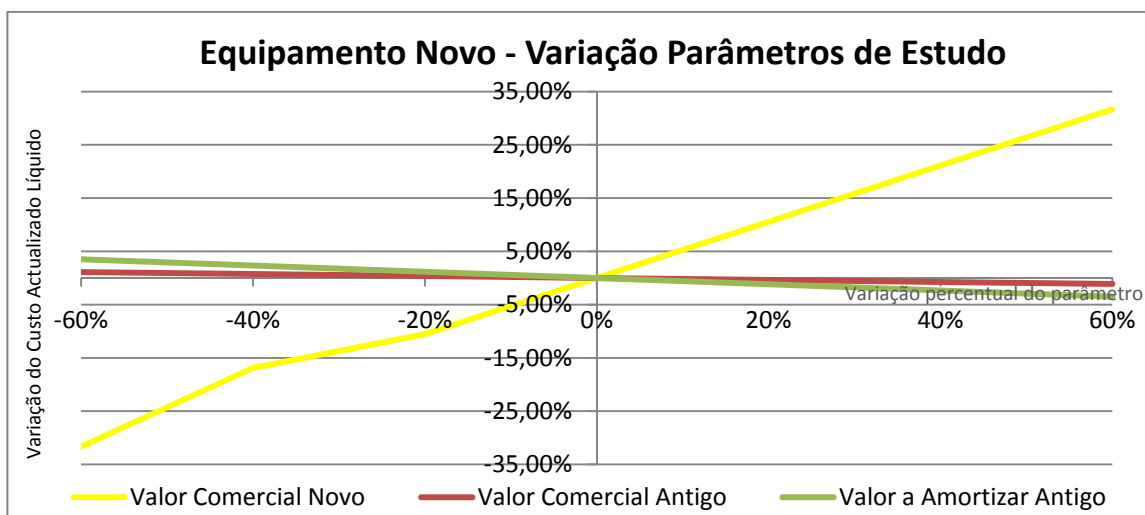


Gráfico 8 - Equip. Novo - Variação Parâmetros de Estudo

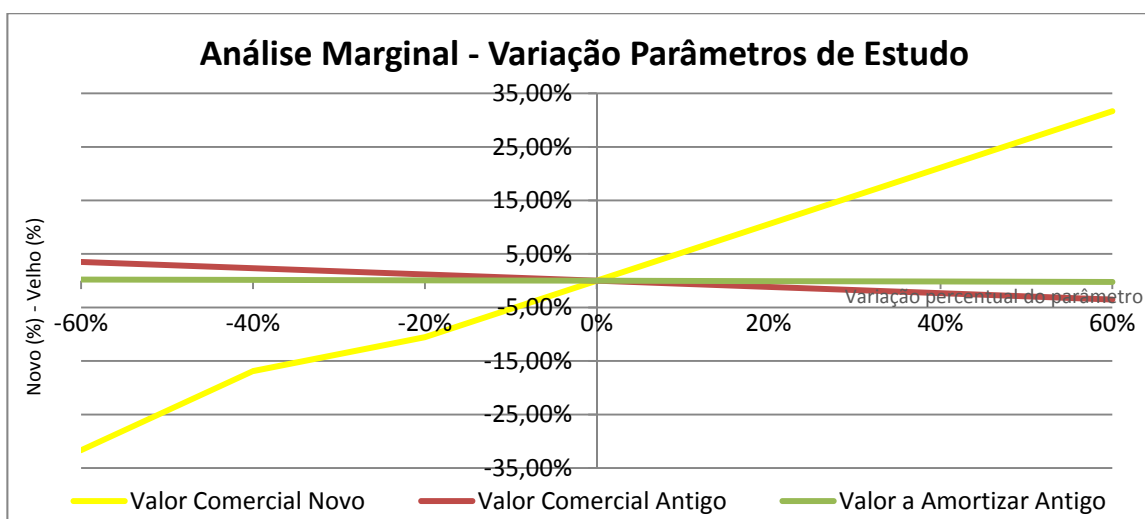
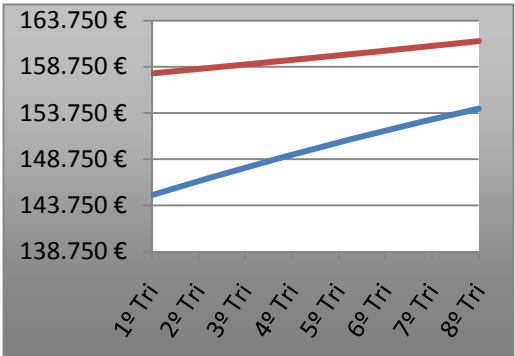
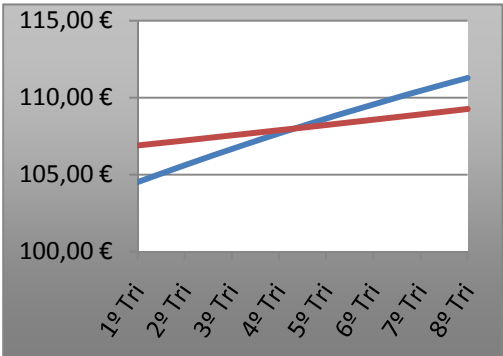
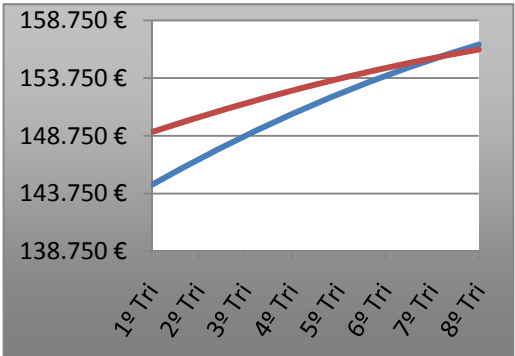
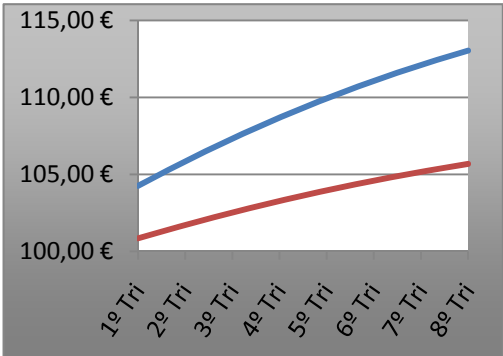
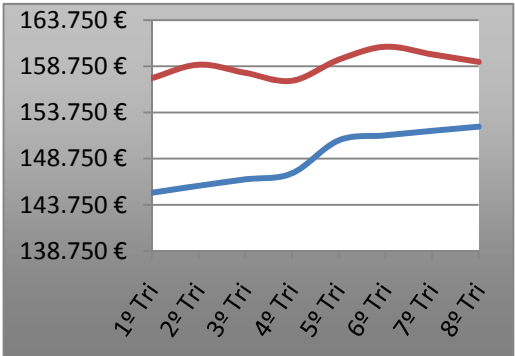
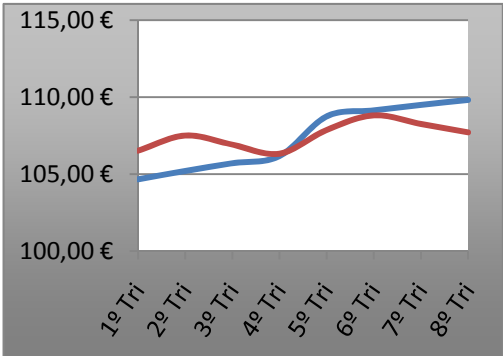
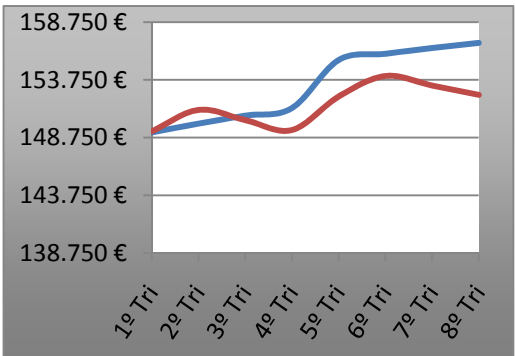
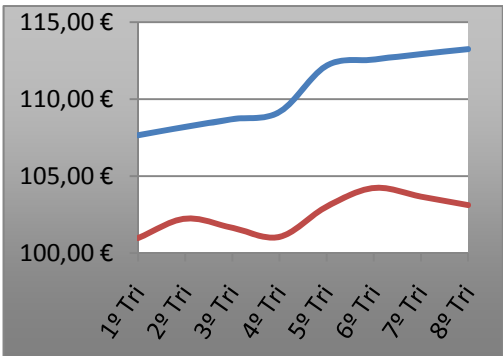


Gráfico 9 - Análise Marginal - Variação Parâmetros de Estudo

4ª Parte -Tipos de Amortização:

Antigo Novo	Razão entre o VAL e a produção do equipamento (€/ 1000 Ton)	Custo Operatórios totais para o tempo de avaliação
Original (SAC - Trimestral)	 Gráfico 10 - VAL - Trimestral SAC	 Gráfico 11 - CMULA - Trimestral SAC
Soma dos dígitos dos anos (SDA) - Trimestral	 Gráfico 12 - VAL - Trimestral SDA	 Gráfico 13 - CMULA - Trimestral SDA
SAC - Anual	 Gráfico 14 - VAL - Anual SAC	 Gráfico 15 - CMULA - Anual SAC
Somados dígitos dos anos (SDA) - Anual	 Gráfico 16 - VAL - Anual SDA	 Gráfico 17 - CMULA - Anual SDA

5 Discussão de Resultados e Conclusões

Devido a grande parte das operações matemáticas usadas pelo programa serem lineares, os resultados obtidos na primeira parte da análise de sensibilidade são muito aproximados daqueles que se poderia esperar.

1ª. Parte – Variação Parâmetros Custos Operatórios:

- a. Alteração dos dados referentes ao equipamento antigo:
 - A alteração de cada parâmetro tem um resultado final que é substancialmente diferente da configuração de base. O que provoca maior perturbação é o valor dos combustíveis. Isso seria, no entanto, de esperar, uma vez que o consumo de combustível corresponde, de longe, ao maior valor dos custos com o funcionamento do equipamento, representa quase dois terços dos custos totais. Estas perturbações são também muito notadas para o caso das peças de desgaste, que também representam uma grande fatia dos custos operatórios (Gráfico 1).
- b. Alteração dos dados referentes ao equipamento novo:
 - A diferença que se verificou nos resultados finais foi que, em relação à situação base apresentada, e tal como no caso do equipamento antigo, o parâmetro V (combustíveis) é, mais uma vez, o que maiores alterações provoca nos resultados. Neste equipamento a variação dos restantes parâmetros faz variar o resultado de maneira muito semelhante, sendo que é de notar que as peças de desgaste têm um peso, apenas ligeiramente superior ao dos restantes 3 parâmetros (Gráfico 2).
- c. Análise marginal:
 - O que se lê na análise marginal é quais os parâmetros que mais variam entre os dois projectos. Assim, feita a síntese e análise do Gráfico 3, facilmente se conclui que, por ordem de importância, os parâmetros que mais diferenciam os dois projectos são as peças de desgaste, seguido dos combustíveis, lubrificantes, mão-de-obra e pneus (ou outros). A razão pela qual não são os combustíveis que mais afectam a substituição, é porque as peças de desgaste afectam de maneira muito mais severa o CMULA (CAL/Produtividade) do equipamento antigo do que do novo, já nos combustíveis apresentam rectas de semelhante inclinação em ambos os gráficos (Antigo e Novo).

2ª. Parte – Variação taxas de inflação, escalada e actualização da empresa:

a. Alteração dos dados referentes ao equipamento antigo:

- Tal como explicado atrás (Algoritmo de cálculo), verifica-se que as escaladas dos custos não afectam o investimento, uma vez que ocorre nos anos de referência para o cálculo do respectivo CAL (-VAL). Facilmente se conclui que de entre as duas taxas que afectam o equipamento, a de actualização da empresa é a que maior variação provoca nos resultados, sendo que a explicação é o facto de a inflação ser apenas usada para corrigir os custos operatórios do histórico do equipamento, enquanto que a taxa de actualização da empresa é utilizada para actualizar os cash-flow durante o período de análise (Gráfico 4).

b. Alteração dos dados referentes ao equipamento novo:

- Neste caso a taxa que mais afecta o resultado é a da inflação uma vez que afecta os cálculos de custos operatórios e o valor comercial do equipamento, sendo que de seguida temos a escalada de preços de custos operatórios (com uma recta de inclinação inversa a da inflação), e por fim taxa de actualização da empresa e a escalada de preços do valor comercial do equipamento, que é a taxa que menos afecta o investimento no caso do equipamento novo (Gráfico 5)

c. Análise marginal:

- A taxa da actualização da empresa é a que mais diferencia os dois projectos. A explicação para este resultado, é que devido à actualização de preços, os elevados custos operatórios estimados para o futuro com o equipamento antigo são reduzidos de forma substancial, ao passo que no equipamento novo o investimento inicial (que corresponde à maior parte do investimento total) não sofre actualização. A inflação afecta o resultado num processo inverso ao da taxa de actualização da empresa (Algoritmo de cálculo), resultando em que quanto menor for esta taxa, mais vantajoso de torna a substituição. Por fim as taxas de escaladas de preços afectam os resultados no mesmo sentido que a taxas de actualização da empresa, mas de forma muito menos significativa, sendo a taxa de escalada de preços do valor comercial dos equipamentos a que menos afecta os resultados (Gráfico 6).

3ª. Parte – Variação do valor comercial dos equipamentos, e valor por amortizar no equipamento antigo:

a. Alteração dos dados referentes ao equipamento antigo:

- A alteração do valor comercial do equipamento novo não representa qualquer alteração nos resultados, como facilmente se entende. O valor por

amortizar no equipamento antigo altera os resultados de forma inversa e mais significativa que o valor comercial do mesmo, a leitura que se faz é que quanto menor for o valor por amortizar maior é o **CMULA** associado (Gráfico 7).

b. Alteração dos dados referentes ao equipamento novo:

- Neste caso o valor comercial e por amortizar do equipamento antigo afecta com significâncias diferentes mas do mesmo modo o investimento, sendo que quanto menores forem estes valores mais dispendioso se torna o processo. O valor comercial do equipamento novo afecta os resultados de maneira inversa à explicação anterior e de um modo muito mais severo (Gráfico 8).

c. Análise marginal:

- Os resultados obtidos são de fácil leitura e compreensão. Quanto aos valores comerciais, tal como seria de esperar quanto mais caro se torna o equipamento novo menos proveitosa é a substituição, já quanto ao equipamento antigo é exactamente o inverso. Por último a variação que foi induzida ao valor por amortizar no equipamento antigo é de baixa significância (devido a serem valores muito pequenos quando comparado com o CAL), daí que os resultados obtidos sejam apenas marginalmente alterados, no entanto é possível fazer a leitura que quanto maior for o valor por amortizar, maiores benefícios traz a substituição por um novo equipamento (Gráfico 9).

4ª. Parte – Tipos de amortização:

a. Trimestral:

- No caso da aplicação do método dos dígitos dos anos, o equipamento novo tornou-se ainda mais vantajoso do que no caso original. Mais uma vez por causa da actualização dos preços, isto devido ao facto de como segundo este método de amortização, temos amortizações de maior valor no início do período de estudo e menores no final. As amortizações são feitas sem sofrerem actualizações de valor, originando portanto benefícios mais altos com o equipamento novo, tornando a substituição ainda mais vantajosa (Gráfico 11 e Gráfico 13).

b. Anual:

- Nos dois últimos casos foram usados os dois tipos de amortização (SAC e soma dos dígitos dos anos) sob o ponto de vista contabilístico, ou seja, as amortizações entram apenas para o cálculo dos cash-flow no final do ano. Os resultados obtidos pela análise de sensibilidade, do ponto de vista da decisão do equipamento mais vantajoso, são sensivelmente parecidos com

os originais do tipo da amortização em questão, com a diferença de sofrer elevadas perturbações de 4 em 4 trimestre (Gráfico 15 e Gráfico 17) devido ao facto dos cálculos serem efectuados numa base trimestral e o desconto da amortização se fazer anualmente.

6 Avaliação do trabalho realizado

6.1 Objectivos Realizados

Foi desenvolvida uma aplicação que dentro dos parâmetros permitidos por estimativas, serve como apoio para que os gestores de equipamentos possam decidir qual o momento mais adequado para se efectuar a sua substituição. Trata-se de uma aplicação bastante prática e fácil de usar com resultados muito conclusivos e de fácil leitura. Não se pode no entanto deixar de ter em conta que quase todos os valores são estimativas calculados pelas ferramentas, logo é preciso ter sempre em conta que, numa situação real, a evolução do mercado pode ser diferente do previsto, tornando os resultados desadequados. Por isso a importância da análise de sensibilidade, no sentido de prever as consequências dos vários cenários em caso de mudança das condições de mercado.

6.2 Outros Trabalhos Realizados

Faz parte deste tema a aprendizagem e aprofundamento dos conhecimentos da linguagem de Visual Basic que apesar de se considerar que todas as programações têm pontos em comum em termos de raciocínio lógico, as instruções usadas em cada linguagem são distintas e, no caso específico da elaboração desta tese, introduz conceitos novos de interacção com o Excel, como por exemplo a utilização de células e o lançamento de gráficos em Excel por parte do Visual Basic, o que introduz todo um novo leque de distintos comandos face a programação habitual.

6.3 Limitações e Trabalho Futuro

As limitações desta tese prendem-se ao facto de praticamente todos os valores utilizados na elaboração serem valores estimados e portanto não se tratarem de valores reais. E como se trata de um programa para determinar a substituição de um equipamento, a decisão têm que ser tomada a certa altura, não havendo a

possibilidade de voltar atrás após compra do novo equipamento, devemos ter por isso consciência que o programa serve apenas como apoio para a decisão, nunca deve ser o único responsável pela mesma.

6.4 Apreciação final

É minha opinião pessoal que a elaboração da aplicação foi um sucesso, uma vez que permite a obtenção de valores concretos a partir dos quais os decisores, de uma forma simples e rápida, podem criar uma base para a decisão da altura mais viável para se efectuar a substituição dos equipamentos. Permite também um estudo muito rápido mediante a mudança de um qualquer parâmetro, uma vez que uma qualquer mudança que afecte de maneira global todos os cálculos é rapidamente recalculada pela aplicação.

7 Perspectivas de Desenvolvimento

O principal desenvolvimento que se poderia fazer nesta aplicação seria dar ao utilizador a possibilidade de decidir entre mais variados tipos de amortização a ser usado nos cálculos, ao invés de forçar a utilização permanente do Sistema de Amortização Constante e Método da Soma do Dígitos do Anos. Tornando-a mais abrangente no que respeita às políticas empresarias ou mesmo leis e regras de cada país.

Apesar de ser fácil adicionar custos unitários como, por exemplo os de homologação aos valores finais obtidos pelo programa, este poderia prever a introdução desses custos.

Podia ser muito interessante, para alguns casos, usar valores de escalada diferentes para cada um dos parâmetros utilizados (Peças de desgaste, lubrificantes, mão-de-obra, pneus ou outros do género e combustíveis), uma vez que é conhecido que os valores de escalada são ligeiramente distintos para cada um deles. Aplicando este método de cálculo seria obtido valores estimados de custos operatórios diferentes daqueles que a aplicação calcula, afectando desta maneira todo o investimento.

8 Bibliografia

António, Luís Roberto, Muller, Aderbal Nicolas e Junior, Vital Ferreira. 2007. *Cálculos Periciais - Efeitos Inflacionários, Número, Índices, Indexadores e sistemas de amortização*. Curitiba, Brasil : Jurua, 2007. ISBN: 978-85-362-1769-7.

Araújo, António José Maia. 1999. *Manual de Analise de Projectos de Investimento*. Lisboa : Rei dos Livros, 1999. ISBN: 972-51-0818-3.

Araújo, Marcos Poggi e Roxo, Alfredo Américo. 1985. *Planejamento e gestão empresarial sob inflação: um método geral para tratamento das projeções financeiras*. Universidade do Texas, USA : Editora Campus, 1985. ISBN: 8570012594.

Balarine, Oscar Fernando. 2005. *Tópicos de Matemática Financeira e Engenharia Económica*. s.l. : Edipucrs, 2005. ISBN: 8574304204.

Case, Kenneth E., Pratt, David B. e White, John A. 2009. *Principles of Engineering Economic Analysis*. s.l. : University of Arkansas, 2009. Vol. 5. ISBN: 978-0-470-11396-7.

Computer aided project decision making. **Alarcon, Luis F., et al. 1995.** Atlanta, GA, USA : ASCE, New York, NY, United States, 1995, Vol. 2. 1995342765083.

Eschenbach, Ted G. 2003. *Engineering Economy: Applying Theory to Practice, 2.^a ed.* Nova Iorque : Oxford University Press, 2003. ISBN 978-0195161526.

Figueira, José, Greco, Salvatore e Ehr Gott, Matthias. 2005. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. NY, USA : Springer Science + Business Media, 2005. ISBN: 0-387-23081-5.

Fiuza, António. 2002. *Teoria da Decisão do Projecto*. Porto : FEUP, 2002.

Ford, Jerry Lee. 2006. *Microsoft Visual Basic 2005 Express Edition Programming For The Absolute Beginner*. s.l. : Course Technology, 2006. ISBN: 9781592008148.

Goodwin, Paul. 1991. *Prediction, projection and forecasting*. Norwell, MA, USA : Elsevier, 1991.

Halvorson, Michael. 2008. *Microsoft Visual Basic 2008 Step by Step*. s.l. : Microsoft Press, 2008. ISBN: 978-07-356-2537-2.

Park, Chan. 2005. *Fundamentals of Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 2005. ISBN: 978-0130307910.

Vick, Paul. 2004. *Programming Microsoft Visual Basic 2005 - The Language*. s.l. : Pearson Education, 2004. ISBN: 0-321-16951-4.

Wright, Peter. 2006. *Visual Basic 2005 Express Edition: from Novice to Professional* . USA : Springer, 2006. ISBN: 978-15-905-9622-7.