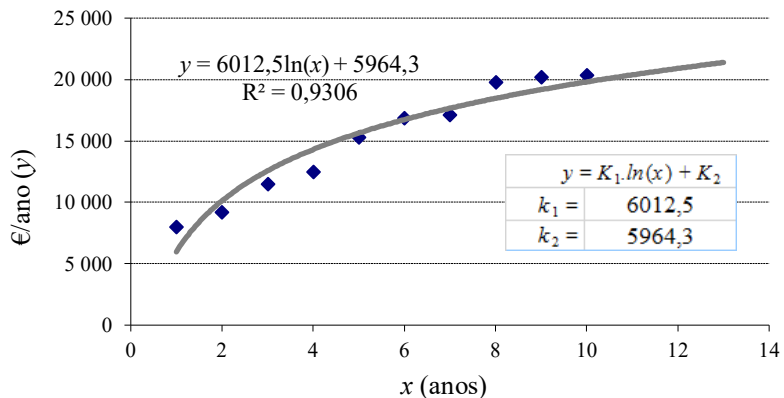
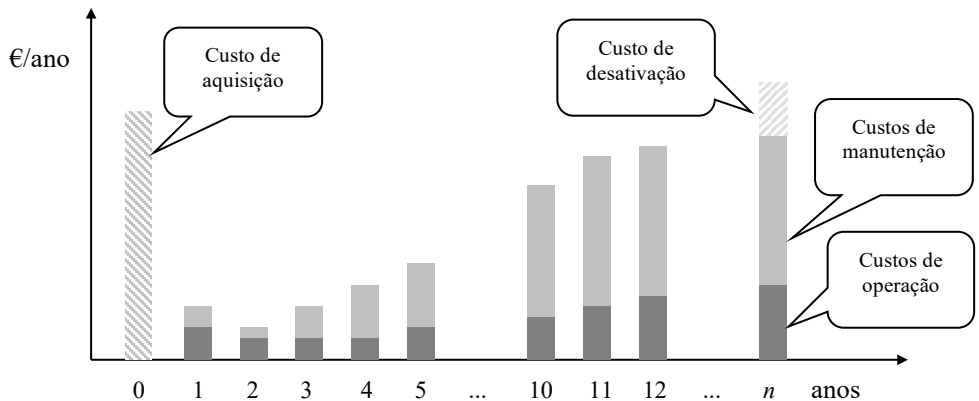


# Casos de Apoio à Decisão em Engenharia Económica com o *EXCEL*®

Rui Assis



## **ÍNDICE**

(Os Capítulos 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem a 30% das folhas da obra e os Capítulos 6 e 7 com Casos correspondem aos restantes 70%)

Do autor.....	.....
Nota Introdutória.....	.....

### **Capítulo 1**

#### **Conceitos na Avaliação de Projectos de Investimento**

1.1 Taxa nominal e taxa efectiva.....	.....
1.2 Inflação .....	.....
1.3 Preços correntes e preços constantes.....	.....
1.4 Taxa de referência (ou de actualização).....	.....
1.5 Fases da análise de viabilidade .....	.....
1.6 Amortizações e reintegrações.....	.....
1.7 Encargos financeiros.....	.....
1.8 <i>Cash-flow</i> de exploração e de investimento .....	.....
1.8.1 Valor residual.....	.....
1.8.2 Provisões do exercício.....	.....
1.8.3 Fundo de maneo.....	.....
1.8.4 Análise com ou sem efeito fiscal.....	.....
1.8.5 <i>Cash-flow</i> de custos e impacto fiscal.....	.....
1.9 Rentabilidade de um projecto de investimento .....	.....
1.9.1 Valor Actualizado Líquido (VAL) .....	.....
1.9.2 Valor da Anuidade (VA) .....	.....
1.9.3 Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) .....	.....
1.9.4 Período de Retorno (PR) ou <i>Payback</i> .....	.....
1.9.5 Efeito da sazonalidade sobre a rentabilidade .....	.....
1.9.6 Análise de Sensibilidade.....	.....
1.10 Comparação entre projectos alternativos .....	.....
1.10.1 Receitas e despesas.....	.....
1.10.2 Degradação dos proveitos.....	.....
1.10.3 Custos irrelevantes .....	.....
1.10.4 Comparação em termos relativos e em termos absolutos.....	.....
1.10.5 Custos de oportunidade e margens de contribuição.....	.....
1.10.6 Custos irrecuperáveis.....	.....
1.10.7 Projectos dependentes e independentes .....	.....
1.10.8 Projectos mutuamente exclusivos.....	.....
1.10.9 Projectos com vidas diferentes.....	.....
1.10.10 Projectos com dimensões diferentes.....	.....
1.10.11 Projectos de substituição.....	.....
1.10.12 Razões para substituir um equipamento.....	.....

---

## Capítulo 2

### Factores de Conversão Financeira

- 2.1 Simbologia adoptada.....
- 2.2 Valor futuro de um capital presente.....
- 2.3 Valor presente de um capital futuro.....
- 2.4 Valor futuro de um conjunto de rendas iguais.....
- 2.5 Rendas iguais equivalentes a um capital futuro.....
- 2.6 Rendas iguais equivalentes a um capital presente.....
- 2.7 Valor presente de um conjunto de rendas iguais.....
- 2.8 Rendas iguais equivalentes a rendas variáveis em progressão aritmética
- 2.9 Valor presente de rendas variáveis em progressão geométrica

## Capítulo 3

### Simulação de Monte Carlo

- 3.1 Conceitos gerais.....
- 3.2 Método de simulação de Monte Carlo .....
- 3.3 Processos geradores de funções de variáveis aleatórias .....
- 3.3.1 Variáveis contínuas.....
- 3.3.1.1 – Distribuição Uniforme .....
- 3.3.1.2 – Distribuição Exponencial negativa .....
- 3.3.1.3 – Distribuição Triangular .....
- 3.3.1.4 – Distribuição Normal .....
- 3.3.1.5 – Distribuição LogNormal .....
- 3.3.2 Variáveis discretas .....
- 3.3.3 Teste de ajustamento de *Kolmogorov-Smirnov* (KS).....
- 3.4 Complementos das técnicas de simulação.....

## Capítulo 4

### Métodos de amortização

- 4.1 Introdução .....
- 4.2 Métodos de amortização rígidos.....
- 4.2.1 Método da linha recta ou da depreciação constante .....
- 4.2.2 Método das quotas degressivas ou da depreciação acelerada.....
- 4.2.3 Método da soma dos dígitos anuais.....
- 4.2.4 Método da depreciação desacelerada .....
- 4.2.5 Comparação entre os métodos de depreciação rígidos .....
- 4.3 Métodos de amortização elásticos .....
- 4.3.1 Método do desgaste funcional.....
- 4.3.2 Método da base dupla.....
- 4.4 Efeito fiscal das amortizações .....

## **Capítulo 5**

### **Formas de Custeio Industrial**

- 5.1 Classificação e caracterização
- 5.2 Custos directos e custos indirectos
  - 5.2.1 Custos directos dos materiais
  - 5.2.2 Custos directos de mão-de-obra
  - 5.2.3 Custos de energia
  - 5.2.4 Custos especiais diversos
  - 5.2.5 Custos indirectos
- 5.3 As várias configurações dos custos
- 5.4 Custos fixos, semifixos e variáveis
  - 5.4.1 Custos variáveis
  - 5.4.2 Custos fixos
  - 5.4.3 Custos semifixos
- 5.5 Limiar de rentabilidade – ponto crítico das vendas
  - 5.5.1 Método algébrico
  - 5.5.2 Método gráfico
  - 5.5.3 Margem de absorção (ou de contribuição)
  - 5.5.4 Margem de segurança
- 5.6 Outros tipos de custos em análise económica
  - 5.6.1 Custo e proveito marginais
  - 5.6.2 Custos irrecuperáveis
  - 5.6.3 Custos de armazenagem
  - 5.6.4 Custos de oportunidade
  - 5.6.5 Custos de paragens não programadas
  - 5.6.6 Custos de actividades
  - 5.6.7 Custos completos e Apoio à decisão

## **Capítulo 6**

### **Casos de Comparação Económica de Alternativas**

- 6.1 Caso “Previsão de Custos”** (calculamos os custos previstos de 20&M no próximo futuro, extrapolando os custos passados)
- 6.2 Caso “Custos de Oportunidade”** (calculamos os custos de oportunidade de um equipamento de produção nas circunstâncias possíveis mais comuns)
- 6.3 Caso “Reparar ou Substituir”** (determinamos se será mais económico reparar neste momento um equipamento de produção ou substituí-lo já por um novo)
- 6.4 Caso “Restauro de um equipamento”** (determinamos se será mais económico restaurar um equipamento de produção dentro de alguns anos, o qual lhe poderá prolongar a sua vida útil)
- 6.5 Caso “Payback”** (calculamos o período de retorno do capital investido na automatização de um posto de trabalho)

---

**6.6 Caso “Sanitário”** (calculamos a vida económica de um equipamento de produção existente ou quando este deve ser alienado)

**6.7 Caso “Empilhador”** (calculamos o prazo ao fim do qual um equipamento auxiliar de produção existente deve previsionalmente ser substituído por outro novo)

**6.8 Caso “Perfuradora”** (seleccionamos um equipamento entre vários, considerando o efeito fiscal diferente, consoante a modalidade seja de compra ou de arrendamento)

**6.9 Caso “Fabricar ou Subcontratar?”** (determinamos se será mais económico fabricar ou subcontratar um determinado produto)

**6.10 Caso “Tanque de decapagem”** (determinamos quando deixará de ser mais económico continuar a recuperar um tanque para decapagem química)

**6.11 Caso “Grupo electrobomba”** (determinamos qual a potência do grupo motobomba mais económico entre 5 alternativas para satisfazer um determinado caudal a uma determinada pressão)

**6.12 Caso “Motorização de uma bomba”** (calculamos o ponto de indiferença económica entre dois tipos de motorização de uma bomba hidráulica e o intervalo de regime de funcionamento mais económico de cada um deles)

**6.13 Caso “Motor térmico”** (calculamos os pontos de indiferença económica entre três tipos de motor para equipar um empilhador e o regime de funcionamento mais económico de cada um deles)

**6.14 Caso “Subdimensionamento”** (avaliamos se será mais económico substituir uma electrobomba subdimensionada por outra mais potente ou montar em paralelo outra electrobomba igual à existente)

**6.15 Caso “Linhas de transporte de energia eléctrica”** (determinamos a melhor alternativa de entre três possíveis para satisfazer o aumento do consumo de energia eléctrica de uma população)

**6.16 Caso “Sobras em armazém”** (calculamos a quantidade óptima económica de um material existente em armazém para ser vendido por um preço inferior para uma aplicação alternativa)

**6.17 Caso “Cais de carga”** (analisamos se será mais económico construir um novo cais de carga numa fábrica para o carregamento de camiões com produtos acabados)

**6.18 Caso “Cash-flow”** (calculamos os indicadores de rentabilidade de um projecto de investimento a partir de uma conta de exploração)

## Capítulo 7

### Casos de Optimização Económica

**7.1 Caso “Rendimento de uma bomba hidráulica”** (calculamos a função descritora do rendimento de uma bomba hidráulica e o caudal para o qual aquele é máximo)

**7.2 Caso “GRG Solver”** (investigamos a opção *Multistart* do algoritmo GRG do SOLVER)

**7.3 Caso “Regressão linear e não-linear”** (linearizamos as funções potência, exponencial natural e logarítmica e revertemos posteriormente com o objectivo de determinar os seus coeficientes)

**7.4 Caso “Isolamento térmico”** (calculamos a espessura óptima económica – ou de menor custo – de uma chapa de material isolante)

**7.5 Caso “Breakeven-1”** (calculamos pontos notáveis da interligação entre as funções de vendas acumuladas e custos totais acumulados ao longo do período de 1 ano no caso de uma linha de produção de transformadores de potência)

**7.6 Caso “Breakeven-2”** (calculamos todos os custos relevantes da produção de um produto industrial em função do volume da actividade ao longo de 1 ano, bem como pontos notáveis de *breakeven*, de margem bruta máxima e de custo unitário mínimo, no caso de uma linha de produção de tintas)

**7.7 Caso “Molde de injeção”** (calculamos a quantidade óptima económica de cavidades num molde de injeção de matéria plástica numa abordagem de *concurrent/simultaneous engineering*)

**7.8 Caso “Curvas de Experiência”** (deduzimos as consequências operacionais e económicas da degressividade dos tempos de realização de um processo fabril, em resultado da experiência que se vai acumulando)

**7.9 Caso “Cabo eléctrico”** (calculamos a secção óptima económica de um cabo eléctrico nas versões alumínio e cobre)

**7.10 Caso “Parque de estacionamento”** (calculamos a capacidade óptima económica de um parque de estacionamento de viaturas)

**7.11 Caso “Tratamento de um efluente”** (calcular a concentração óptima económica dos aditivos de tratamento)

**7.12 Caso “Plano de transportes”** (determinar o plano mensal de transportes de uma mercadoria que parte de 3 portos marítimos rumo a 3 empresas industriais)

**7.13 Caso “Permutador de calor”** (calculamos a periodicidade económica de desincrustação dos tubos circulados com água de um permutador de calor de uma instalação de processo)

---

## NOTA INTRODUTÓRIA

“Gerir de forma eficaz não basta,  
é necessário que seja também eficiente...”

É novamente com esta frase, à qual atribuo um enorme significado, que inicio com esta obra o primeiro número de um total de quatro, às quais chamei “Casos” com o propósito de enfatizar a componente prática dos temas desenvolvidos no âmbito da Gestão Operacional de recursos de Produção ou da Engenharia Industrial. Assim, nestas obras, depois de um resumo sobre os principais conceitos e técnicas aplicáveis, descrevo casos reais com os quais me vi confrontado no decurso da minha já longa vida profissional como Quadro e, nas duas últimas décadas, como Consultor de empresas, tendo-lhes dedicado reflexão e estudo antes de os solucionar. Apenas os dados e, por vezes, algumas circunstâncias foram modificados. Alguns dos casos foram objecto de testes no âmbito de aulas na Universidade ou de cursos de formação no ISQ ou na APMI. Alguns outros encontram-se residentes no meu *website*.

Estes “Casos” intitulam-se:

- Casos de Apoio à Decisão em Engenharia Económica com o EXCEL;
- Casos de Apoio à Decisão em Gestão da Produção com o EXCEL;
- Casos de Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção com o EXCEL;
- Casos de Avaliação do Desempenho com o apoio do EXCEL.

Estes Casos destinam-se assim a completar a formação de estudantes ou de apoiar profissionais de Engenharia que exerçam a sua actividade nestas áreas, começando com uma curta descrição de conceitos e técnicas de análise aplicáveis e passando depois à descrição de muitos casos resolvidos com recurso ao MS-EXCEL.

Os casos resolvidos e descritos nesta obra foram-no com a versão *Microsoft Office Professional 2016* e no idioma inglês.

O MS-EXCEL é uma ferramenta extraordinária que proporciona capacidades de análise e tratamento estatístico de dados e a programação de algoritmos para apoio à decisão usando pura lógica. Em alternativa ao *software* existente no mercado, muitas vezes dedicado e difícil ou impossível de configurar, o leitor poderá adaptar (reprogramar) cada caso aqui descrito aos seus casos particulares.

Muitos dos casos aqui tratados são propositadamente de natureza estocástica, obrigando ao recurso de técnicas estatísticas e à modelação de Monte-Carlo. Com efeito, muitos temas em Engenharia são tratados ainda hoje de uma forma determinística em grande parte dos estabelecimentos de Ensino Superior, quando isso constitui uma aproximação aos ambientes reais onde a incerteza sempre está presente em maior ou menor grau. Muitas variáveis apresentam

um comportamento aleatório e como tal devem ser consideradas, interagindo e correlacionando-se por vezes. O cálculo do risco de uma qualquer decisão se revelar ruínoza torna-se assim facilmente realizável.

Por outro lado, muitas das variáveis que interagem num modelo, representam actividades que são realizadas por recursos, os quais custam dinheiro, razão pela qual devemos considerar o custo deste dinheiro através da taxa de juro negociada com a entidade financiadora (instituição financeira, bolsa, accionistas ou sócios). Com efeito, “o dinheiro custa dinheiro”. Em consequência, o cálculo financeiro torna-se obrigatório. Ou seja, um determinado projecto de investimento proporcionador de um aumento significativo da produtividade ou da qualidade de um produto fabricado, pode merecer muito mérito, mas de nada servem os argumentos técnicos junto da Administração da empresa, a qual espera ver um estudo de viabilidade económica devidamente fundamentado. O Engenheiro tem assim de possuir competências em cálculo financeiro para completar o seu estudo e traduzir as vantagens técnicas em vantagens económicas.

Complementarmente, descrevo alguns conceitos básicos de contabilidade necessários quando comparamos alternativas de investimento e de aluguer (*leasing*) devido ao efeito fiscal e à sua repercussão no cálculo do *cash-flow* líquido.

Consolidei muito do que aprendi com o apoio de casos proporcionados por muitos colegas com quem tive a oportunidade de interagir, quer nas empresas como Quadro, Consultor ou Formador, quer no Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) e na Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (APMI) em acções de Formação inter e intra-empresas e pós-graduações em especialidades de Engenharia. O mesmo aconteceu com muitos dos meus ex-alunos das licenciaturas e mestrados das Engenharias (Industrial, Biomédica, Informática, Civil e Mecânica) da FE da UCP, de Engenharia e Gestão Industrial da ULHT e de Engenharia Industrial da FCT da UNL. A uns e outros agradeço o prazer intelectual que me proporcionaram ao longo de muitos anos.

Deixo os meus votos para que esta obra proporcione aos seus leitores vantagens nas suas actividades académicas e/ou profissionais – única razão pela qual a escrevi.

Abril de 2020

Rui Assis