Análise de Projetos de Investimento: conceitos fundamentais

Prof. João Oliveira Soares
Departamento de Engenharia e Gestão, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

1. A dimensão temporal e o cálculo financeiro

1.1 Investimento e despesa corrente. Ativos financeiros e reais. Investimentos nas ótica da rentabilidade empresarial, social e pública

Um investimento é uma aplicação de recursos feita com vista a obter retorno(s) no futuro, por contraposição a uma despesa corrente que se confina ao momento em que ocorre. Pode-se investir, por exemplo, comprando ações de uma empresa para vir a receber dividendos — lucros distribuídos aos acionistas — e mais-valias de valorização da cotação. Um investimento deste tipo é um investimento financeiro, em ativos financeiros. Pode-se investir, por outro lado, em ativos reais — novas empresas, fábricas, equipamentos, edifícios, inventário, etc. — os quais são normalmente objeto de um planeamento e estudo prévio na forma de projeto de investimento. É este o foco da nossa atenção aqui, a análise de projetos de investimento, que é vista tradicionalmente como uma das áreas das Finanças Empresariais (*Corporate Finance*), embora o seu âmbito se socorra de matérias que extravasam o estrito conteúdo das mesmas.

Na análise de projetos procura-se avaliar genericamente se uma afetação de recursos (R), feita inicialmente, é capaz de vir a gerar uma sucessão de benefícios líquidos (B) que excedam esse investimento inicial:

$$- R - R - R + B + B + B + \dots + B \qquad (1)$$

Para tal, põe-se a questão de saber como obter esses recursos, ou seja, como financiar o projeto, e de saber como prever os benefícios e custos futuros, estimando até que ponto o projeto parece alinhado com as competências da empresa e qual a sua capacidade competitiva no quadro do mercado ou mercados em que se insere. Estes aspetos são essencialmente do domínio da gestão estratégica e da previsão da procura. Para além disso, a incerteza das previsões e a escolha entre alternativas de investimento são aspetos que suscitam o recurso a diversos modelos da análise de decisão e risco, outra área da Gestão. Então, mesmo numa ótica estritamente empresarial os conhecimentos de que nos socorremos para a análise de projetos de investimento extravasam os aspetos meramente financeiros e obrigam a entrar noutros domínios da Gestão.

Pode-se também querer analisar projetos da iniciativa do Estado ou que, sendo privados, produzem benefícios e custos que extravasam a própria empresa e os seus consumidores, contribuindo para o bem-estar económico da região ou do país onde se inserem. Nesse caso, os benefícios (B) poderão ser marcadamente não monetários. Por exemplo, nos domínios da qualidade de vida — investimentos em acessibilidades, infraestruturas e cultura; do ambiente — investimentos em despoluição ou redução da poluição; ou social — investimentos de apoio social como lares para idosos e cantinas sociais.

1.2 O valor temporal do dinheiro e os juros

Voltemos agora à equação (1) e deixemos de lado a análise económico-social, para nos concentrarmos no domínio financeiro, em que os recursos R e os benefícios B representam dinheiro, fluxos financeiros (FF), negativos ou positivos, que tradicionalmente designamos em inglês por *cash flows* (negativos, CF-, ou positivos, CF+).

Idealmente estaremos interessados em investir em projetos em que a soma dos CF- seja inferior à soma dos CF+. O problema é que não se podem adicionar fluxos financeiros ou monetários em diferentes momentos de tempo, porque, por exemplo, não é indiferente dispor hoje de 1 000 € ou somente daqui a um ano.

Na verdade, mesmo que os preços não se alterassem no futuro (nomeadamente por subida generalizada dos preços, a inflação), o facto de não se poder dispor do dinheiro no imediato leva a que as opções de consumo fiquem diminuídas. Para além disso, poder-se-ia sempre aplicar os 1 000€ num depósito bancário ou noutra aplicação financeira, arrecadando juros desse investimento. Ora, para saber como lidar com juros e somar ou comparar fluxos financeiros em diferentes momentos de tempo, temos que atender a alguns princípios do chamado Cálculo Financeiro.

1.3 Capitalização e atualização. Juros simples e compostos

Comecemos por supor que temos os 1 000€ hoje, no ano 0, e vamos a um banco depositá-los podendo auferir de um juro de 5% ao ano. Ao fim de 1 ano temos o valor C_1:

$$C_1 = 1\,000 \text{ €} \times (1+ 0.05)^1 = 1\,050 \text{ €}$$

Por sua vez, se os juros continuarem na conta a prazo e também capitalizarem, temos :

$$C_2 = 1\,000 \text{ €} \times (1+ 0.05) \times (1+ 0.05) = 1\,000 \times 1.05^2 = 1\,102.5 \text{ €}$$

Este é um esquema de capitalização e o regime de juros respetivo designa-se por regime de juros compostos. Caso os juros não acumulassem ao capital mas fossem levantados todos os anos da conta a prazo, estaríamos perante um esquema de juros simples (Fig. 1):

Juros compostos :

Período	0		2	3	…	n
Fluxos	-1 000 €	0	0	0	…	1 000 $(1+0.05)^n$
Fórmula	$-C_0$	0	0	0	…	$C_0\ (1+j)^n$

Juros simples :

Período	0		2	3	…	n
Fluxos	-1 000 €	+50 €	+50 €	+50 €	…	+ 1 050 €
Fórmula	$-C_0$	$j \times C_0$	$j \times C_0$	$j \times C_0$	…	$j\ C_0 + C_0 = (1+j)\ C_0$

Figura 1. Juros simples e compostos

O processo de capitalização permite chegar, de forma inversa, à noção de **atualização**, em que se faz o cálculo do valor atual ou presente de dinheiro a receber no futuro, sendo a respetiva taxa designada por taxa de atualização.

Por exemplo, o **valor atual** (VA) de 1 100 € recebidos um ano depois, supondo uma taxa de juro para aplicações semelhantes de 10% ao ano, é igual a 1 100 € / (1+.1) = 1 000 €.

E o VA de 1 210 € a receber ao fim de 2 anos é igual a 1 210 € / $(1+.1)^2$ = 1 000 €.

Podem-se então observar, na fig. 2, os esquemas de capitalização e atualização dos diversos fluxos financeiros (*cash flows* C_j), que permitem operar em bases comparáveis, somando ou subtraindo *cash flow*s após conversão para o mesmo período de tempo. Estas fórmulas pressupõem que a taxa de juro usada como taxa de atualização se mantém ao longo do tempo. Se, por exemplo, a taxa de atualização variar entre o ano 1 e o ano 2, sendo r_1= 10% e r_2= 5%, então o VA de 1 210 € recebidos no fim do ano 2 será dado por:

VA= 1 210/ [(1 + .1) x (1 + .05)] = 1 047.62 .

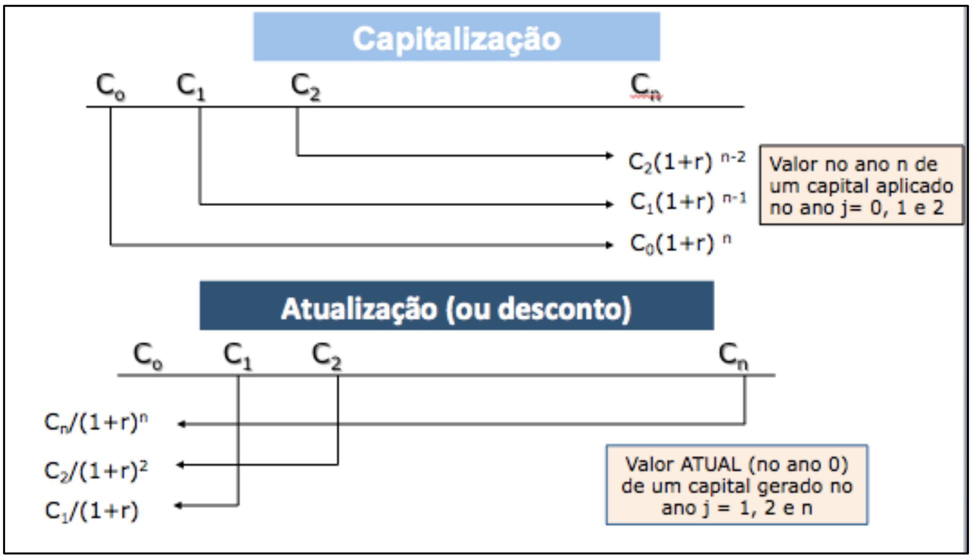


Figura 2. Capitalização e atualização

1.4 Inflação. Preços constantes e correntes. Taxas nominais e reais

No exemplo anterior, a variação das taxas de juro e de atualização ao longo do tempo poderia ter várias razões. Alterações da política monetária, por exemplo, com o banco central a baixar a taxa com que empresta dinheiro aos outros bancos, o que se repercute a jusante ao resto da economia; uma maior ou menor concorrência no sector bancário, com os bancos a disputarem clientes com alterações de taxas; e alterações na taxa de variação geral dos preços de bens e serviços, a designada taxa de inflação, com repercussão nas taxas praticadas.

Suponhamos que se perspetiva um aumento de preços e que daqui a um ano não se poderá comprar o mesmo que se compra hoje com, por exemplo, 1 000€. Se a taxa anual de inflação for de 1.5%, qual o valor real desses 1 000€ daqui a 1 ano?

Dito de outra forma, qual o valor desse dinheiro a preços constantes (1 000€ é o valor a preços correntes, do ano)?

A resposta é: 1 000 euros/ (1 + 0.015) = 985.22 euros, já que uma coisa que custe hoje 985.22 €, custa daqui a um ano 985.22 x 1,015 = 1 000 €.

Em termos de taxas de juro e de atualização, temos então que:

1+ taxa nominal = (1 + taxa real) x (1 + taxa inflação) (2)

Se, por exemplo, 2% for a taxa de juro **nominal (tn),** a preços correntes, a taxa de juro **real (tr),** dada uma inflação anual **(ti)** de 1.5 %, será dada por:

(1+0.02) = (1+0.015) x (1+tr) => tr = (1+tn)/(1+ti)-1 = 1.02/1.015-1= 0.492%.

Como fórmula aproximada usa-se ainda tr = tn – ti, que daria: 2% - 1.5% = 0.5%.

Passando à análise de um investimento, tem-se que fluxos financeiros, provenientes por exemplo de receitas de vendas ou custos operacionais, expressos a preços constantes, atualizam-se com taxas reais, e fluxos financeiros a preços correntes atualizam-se com taxas nominais. Mas atenção que deflacionar é diferente de atualizar, como se vê no exemplo da Tabela 1 referente às vendas de um projeto de investimento . Por sua vez, quando nada é dito em contrário, é assumido por defeito que se trabalha a preços correntes e consequentemente com *cash flows* e taxa de atualização em valores nominais.

Tabela 1. Exemplo de atualização e passagem a preços constantes

I	Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020
II	Vendas a preços correntes	1000	1200	1500	1800	2000	3000
III	ti -Tx. Anual Inflação Prevista		2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
IV	Índice de preços de base 1 em 2015 I(t) = I(t-1) x (1+ ti)	1	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10
V	Vendas deflacionadas – a preços de 2015 (II / IV)		1176	1442	1696	1848	2717
VI	tn – Taxa de atualização nominal (preços correntes)		4%	4%	4%	4%	4%
VII=(1+VI)/(1+III)-1	Taxa de atualização real		1.96%	1.96%	1.96%	1.96%	1.96%
VIII=IAN(t-1)x(1+VI)	IAN –Índice de atualização nominal -	1	1.04	1.08	1.12	1.17	1.22
IX = IAR(t-1) x (1+VII)	IAR – Índice de atualização real -	1	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10
X = II / VIII	Vendas atualizadas a preços correntes	1000	1154	1387	1600	1710	2466
XI = V / IX	Vendas atualizadas a preços constantes	1000	1154	1387	1600	1710	2466

1.5 Taxas equivalentes, efetivas, nominais e proporcionais

Até aqui temos vindo a considerar sempre períodos anuais para os *cash flows* e para a taxa de atualização. Esta é a prática comum. Mesmo que receitas ou custos tenham lugar ao longo do ano, considera-se usualmente que ocorrem de forma concentrada no final de cada ano. Por exemplo, se vendermos 10 000 € todos os meses assumimos que recebemos 120 000 € no final o ano (12 x 10 000€). Contudo, é também possível trabalhar com períodos infra-anuais, usando na atualização uma **taxa** de juro **equivalente**, isto é, uma **taxa <u>efetiva</u>** que aplicada ao mesmo capital inicial conduz ao mesmo capital final.

Considerando 1 ano e k subperíodos, a equivalência de taxas é dada pela seguinte igualdade:

$$(1+j_k)^k=1+j_a \qquad (2)$$

com

j_a , a taxa de juro anual,

k , o numero de subperíodos no ano,

j_k , taxa efetiva para o subperíodo k

Ex: k=12 e taxa mensal j_{12} ou j_m

k=4 e taxa trimestral j_4 ou j_t

k=2 e taxa semestral j_2 ou j_s

Problema 1:

Um empréstimo bancário paga juros à taxa de 3% ao trimestre, qual é a taxa de juro efetiva anual $\mathbf{j_a}$?

Resposta:

Um ano tem 4 trimestres, logo k=4 e j_4 = 3% e se $(1+j_4)^4=1+j_e$, então $j_e = (1+j_4)^4-1 = (1+0.03)^4-1 = 0.1255$ (12.55%).

Assim, se o empréstimo for de 1 000 €, pagar 3% x 1 000€ = 30 € todos os 3 meses é equivalente a pagar 12.55 % x 1 000 € = 125.5 € no fim do ano, no pressuposto que os 1 030 € obtidos no fim do 1º trimestre podiam ser aplicados a 3% ao trimestre e assim sucessivamente até ao final do ano.

Não considerando aqui outros encargos ao banco para além dos juros, esta taxa de 12.55% é a **taxa anual efetiva** equivalente à taxa trimestral de 3%. No entanto, os bancos utilizam também a designação de **taxa anual nominal**, em que eventuais pagamentos ou recebimentos infra-anuais são calculados de forma proporcional, mas não equivalente do ponto de vista financeiro. A **taxa** trimestral **proporcional** a uma taxa anual nominal de 12% é a mesma taxa de 3% (ou seja, 12%/4). Outro exemplo, neste caso com juros vencidos ao semestre, pode ser encontrado na fig. 3 abaixo.

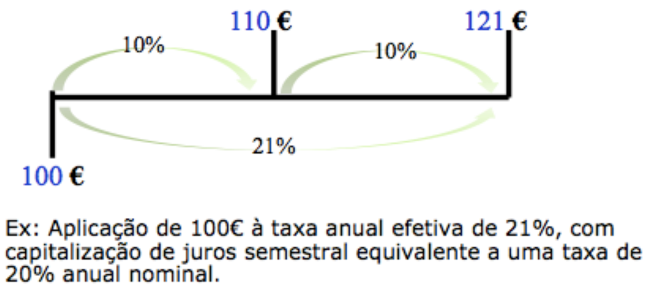


Figura 3. Capitalização e atualização

1.6 Anuidades e perpetuidades

Importa também falar de dois conceitos úteis quando os valores dos *cash flows* se repetem iguais ao longo do tempo. Trata-se das **anuidades** e **perpetuidades**, que diferem, como o nome indica, pelo facto de a sequência de *cash flows* ser limitada no tempo, durar só um certo período, ou ser infinita. Acresce que anuidade é uma designação genérica que se aplica mesmo que a frequência dos *cash flows*, positivos ou negativos, não seja anual, mas possa ser, por exemplo, mensal ou semestral. É o caso da renda mensal devida como pagamento de um empréstimo à habitação, ou de outro tipo de empréstimo. Como perpetuidades refiram-se algumas emissões perpétuas de dívida do Estado (Obrigações do tesouro) ou até de empresas. Na Figura 4, que mostra uma lista parcial de obrigações cotadas na Bolsa Euronext de Lisboa em abril de 2015, pode-se observar que as duas últimas obrigações não têm data de maturidade, são perpétuas, tendo sido emitidas a seguir à II Guerra Mundial. Exemplos no campo dos rendimentos pessoais são as pensões de reforma ou subsídios de caráter vitalício. Park[1] dá-nos outros exemplos no domínio das obras públicas, como sejam pontes, sistemas de irrigação ou barragens, cujos benefícios são considerados por aproximação durar indefinidamente, embora tal não ocorra, obviamente, o que também se passa com as pensões de reforma que caducam com o falecimento do próprio, ou quando muito, e de forma parcial, com o do seu cônjuge.

Obrigações Lisboa

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R

101-120 of **189** items displayed

NOME	ISIN	LOCATION	MATURITY
CML FRN30JUN19	PTCMLAOE0007	Euronext Lisbon	2019-06-30
CONTINENT7%25JUL15	PTSONGOE0009	Euronext Lisbon	2015-07-25
CP 4,17%16OCT19	PTCFPAOM0002	Euronext Lisbon	2019-10-16
DOURO 2FRN21DEC39	PTSSCMOM0000	Euronext Lisbon	2039-12-21
DOURO 5 FRN21JUL64	PTSSCEOM0000	Euronext Lisbon	2064-07-21
EDIA FRN11AUG30	PTEIECOM0008	Euronext Lisbon	2030-08-11
EDIA FRN30JAN27	PTEIEAOE0000	Euronext Lisbon	2027-01-30
EDP 6%4MAY15	PTEDPTOM0035	Euronext Lisbon	2015-05-04
EDP FRN NOV18D	PTEDPZOM0003	Euronext Lisbon	2018-05-21
EGREP FRN6AUG28	PTEGPAOM0017	Euronext Lisbon	2028-08-06
ESTADO 2,75%PL	PTCON3OE0006	Euronext Lisbon	-
ESTADO 3%PL	PTCON2OE0007	Euronext Lisbon	-

Figura 4. Obrigações da Euronext Lisboa

[1] Park, Chan S., 2009, "Fundamentals of Engineering Economics", Pearson International Edition, 2nd. Edition.

Mas vejamos como calcular o valor de anuidades e perpetuidades. Comecemos por uma anuidade sem crescimento, com valores constantes durante n períodos, de montante A:

Tabela 2. Representação genérica de uma anuidade

Período	0	1	2	…	n
Cash Flows		A	A		A
Cash Flows Atualizados		A /(1+r)	A /(1+r)^2		A / (1+r)^n

A última linha da tabela 2 representa os *cash flows* devidamente atualizados. Podemos constatar que os valores correspondem a uma progressão geométrica. Pondo A em evidência, essa progressão geométrica tem 1/(1+r) como primeiro termo e 1/(1+r) como a razão. Ora, a soma de uma progressão geométrica pode ser obtida pela fórmula (3) abaixo,

$$\text{Soma}=\frac{1^{\text{o}}\text{termo-último termo} \times \text{razão}}{1\text{-razão}} \qquad (3)$$

conduzindo ao Valor Atual da anuidade sem crescimento,

$$VA = A\frac{\frac{1}{1+r}-\frac{1}{(1+r)^n}\frac{1}{1+r}}{1-\frac{1}{1+r}}=A\frac{(1+r)^n-1}{(1+r)^n r} \qquad (4)$$

e por sua vez, por substituição de n por ∞ , tem-se a fórmula do Valor Atual da Perpetuidade sem crescimento:

$$VA = A\frac{\frac{1}{1+r}-\frac{1}{\infty}\times\frac{1}{1+r}}{1-\frac{1}{1+r}} = A\frac{1}{1+r}\times\frac{1+r}{r} = A\times\frac{1}{r} \qquad (5)$$

Pode ainda demonstrar-se que se os *cash flow* A crescerem a uma taxa de crescimento constante g (sucessivamente A, A (1+g), $A(1+g)^2$ ...), menor do que r, as fórmulas são respetivamente

<u>Valor Atual da Anuidade com crescimento g:</u>

$$VA = A\left(\frac{1}{r-g} - \frac{(1+g)^n}{(1+r)^n (r-g)}\right) \tag{6}$$

<u>Valor Atual da Perpetuidade com crescimento g:</u>

$$VA = A \times \frac{1}{r-g} \tag{7}$$

Vejam-se dois problemas de aplicação de anuidades e perpetuidades:

Problema 2:

Para um trabalho que se prevê durar 4 anos, uma empresa pode adquirir uma máquina a pronto pagamento, o que lhe custará 10 000 euros, vendendo-a ao fim desses 4 anos por 4 000 euros.

a) Qual o valor atual correspondente, se a taxa de atualização anual for de 5%?

b) Se, em contrapartida, a alugar por 1 500 euros anuais pagos no fim de cada ano, isso seria mais vantajoso?

Resposta:

a) Na primeira hipótese, de comprar a pronto e revender depois de usar, temos $VA = -10\,000 + 4\,000 / (1+ 0.05)^4 = -\,6\,709.19$ € (Nota: na verdade trata-se do Valor Atual Líquido, pois estou a subtrair o investimento em 10 000 €).

b) Na segunda hipótese, de aluguer, o valor vai ser mais baixo, pelo que é esta a opção preferível. Temos, neste caso,

$$VA = -1\,500 /(1+0.05) -1\,500 /(1.05)^2 -1\,500 /(1.05)^3 - 1\,500 /(1.05)^4 = -5318.93\ €$$

ou, usando a fórmula da anuidade sem crescimento,

$$VA = - 1\,500 \times [\ (1.05^4-1) / (1.05^4 \times 0.05)\ ] = - 5\,318.93 \text{ euros.}$$

Obviamente que o resultado neste caso é igual e, como se pode imaginar, caso o número de períodos seja extenso e não só estes quatro anos, o seu cálculo é bem mais rápido. No Excel, a função financeira do Valor Atual seria =PV(0.05,4,-1500,0).

Problema 3:

Vamos agora supor que a máquina iria trabalhar por tempo ilimitado, gerando um *cash flow* anual de 1 000 € .

a) Qual o valor da máquina para a empresa supondo uma taxa de juro para a atualização dos *cash flows* futuros de 5, 10 e 15% respetivamente?

b) Se a máquina só durar, por exemplo, 20 ou 35 anos, a diferença no valor atual será muito grande?

c) E qual o impacto de um crescimento nos *cash flows* futuros de, por exemplo, 1% ao ano, assumindo a taxa de atualização de 5%?

Resposta:

a) Podemos ver na tabela seguinte, nas três últimas colunas, que o valor dessas perpetuidades variaria entre 20 000 € (20, equivalente a 1/0.05, x 1 000 €) e 6 667 €, dependendo do valor da taxa. Quanto maior a taxa, menor o valor atual de recebimentos futuros e consequentemente menor o valor atual da soma de todos os fluxos financeiros.

b) Quanto à questão do valor ao fim de 20 ou 35 anos, por exemplo, em comparação com o da perpetuidade, vê-se também na tabela que o valor atual variaria entre 12462.2 € e 6259.3 €, no caso dos 20 anos, e entre 16 374 € e 6616.6, no caso dos 35 anos. Conclusão: os valores atuais de uma anuidade com 35 anos de duração começam a ser muito semelhantes aos da perpetuidade, devido à desvalorização temporal dos fluxos financeiros mais longínquos. Essa semelhança é tanto maior quanto maior for a taxa de juro usada na atualização. Isso faz com que, mesmo que saibamos que os fluxos financeiros não vão durar indefinidamente, para durações incertas mas relativamente longas o cálculo de uma perpetuidade pode dar-nos um valor suficientemente aproximado para os nossos cálculos.

c) Caso haja crescimento, a perpetuidade com r=5% passará a 1/(0.05 – 0.01) = 25, o que corresponde a 25 000 € para a máquina.

Period N	A	Fator de Desconto 1/(1+i)^N i=5%	1/(1+i)^N i=10%	1/(1+i)^N i=15%	Valor Atual da Anuidade/Perpetuidade (P/A,i,n) i=5%	(P/A,i,n) i=10%	(P/A,i,n) i=15%
1	1	0.9524	0.9091	0.8696	0.9524	0.9091	0.8696
2	1	0.9070	0.8264	0.7561	1.8594	1.7355	1.6257
3	1	0.8638	0.7513	0.6575	2.7232	2.4869	2.2832
4	1	0.8227	0.6830	0.5718	3.5460	3.1699	2.8550
5	1	0.7835	0.6209	0.4972	4.3295	3.7908	3.3522
6	1	0.7462	0.5645	0.4323	5.0757	4.3553	3.7845
7	1	0.7107	0.5132	0.3759	5.7864	4.8684	4.1604
8	1	0.6768	0.4665	0.3269	6.4632	5.3349	4.4873
9	1	0.6446	0.4241	0.2843	7.1078	5.7590	4.7716
10	1	0.6139	0.3855	0.2472	7.7217	6.1446	5.0188
11	1	0.5847	0.3505	0.2149	8.3064	6.4951	5.2337
12	1	0.5568	0.3186	0.1869	8.8633	6.8137	5.4206
13	1	0.5303	0.2897	0.1625	9.3936	7.1034	5.5831
14	1	0.5051	0.2633	0.1413	9.8986	7.3667	5.7245
15	1	0.4810	0.2394	0.1229	10.3797	7.6061	5.8474
16	1	0.4581	0.2176	0.1069	10.8378	7.8237	5.9542
17	1	0.4363	0.1978	0.0929	11.2741	8.0216	6.0472
18	1	0.4155	0.1799	0.0808	11.6896	8.2014	6.1280
19	1	0.3957	0.1635	0.0703	12.0853	8.3649	6.1982
20	1	0.3769	0.1486	0.0611	12.4622	8.5136	6.2593
...	...	...	...	...	...	...	...
35	1	0.1813	0.0356	0.0075	16.3742	9.6442	6.6166
∞	1	0.0000	0.0000	0.0000	20.0000	10.0000	6.6667

2. Análise da rentabilidade de projetos de investimento

2.1 *Cash Flows*

Como vimos anteriormente, um projeto de investimento pode ser representado como uma sequência de fluxos financeiros (*cash flows*) usualmente anuais, sendo o primeiro período o período atual, período 0:

Período	**0**	**1**	**2**	**3**	**…**	**n**
Cash Flows	CF_0	CF_1	CF_2	**…**	**…**	CF_n

Estes *cash flows*, ditos totais, correspondem a dois grandes grupos:

***Cash flows* de investimento (CFI)**

Constituídos por:

a) **Investimento em capital fixo**

Gastos normalmente concentrados no início, no ano 0 ou nos primeiros anos, em ativos fixos tangíveis (p. ex., terrenos, edifícios, equipamentos) e intangíveis (p. ex., software, licenças e patentes). Registam-se pelas variações brutas dos ativos fixos previstas nos balanços previsionais do projeto, pelo custo de aquisição e montagem. Nesse custo, tal como nos balanços contabilísticos, não entra o IVA, já que este imposto é objeto de uma conta corrente com o Estado e não deverá ser suportado pela empresa mas pelo consumidor final;

b) Investimento em fundo de maneio de exploração

É calculado como **a** diferença nas variações de ativos e passivos circulantes, de curto prazo (Δ [inventário + clientes – fornecedores]) . Trata-se de fundos necessários para, p. ex., constituir ou reforçar o inventário de produtos, peças ou matérias-primas, ou para financiar os custos com os produtos vendidos a crédito num dado ano, deduzidos do montante obtido por crédito dos fornecedores.

Tratando-se de saídas de dinheiro, os *cash flows* das alíneas a) e b) são precedidos de sinal negativo.

c) Valor residual do investimento

No final do projeto, a parte destas despesas de investimento que seja recuperável constitui um *cash flow* positivo conhecido como valor residual do investimento. Se, por exemplo, houver venda no último ano (ano n) de um dado ativo fixo, este originará geralmente um ganho ou perda extraordinária. Se a **empresa for lucrativa,** este valor vai ter impacto fiscal sobre a diferença entre o Valor de Venda e o Valor Contabilístico, fazendo com que a empresa só recupere o montante líquido de imposto:

Valor Residual (VR) = **Valor Mercado $_n$** (VM_n) **-**
- (VM_n – Valor Contabilístico $_n$) * Taxa imposto (3)

em que:

Valor Mercado $_n$ = Valor esperado de venda do ativo no ano n
Valor Contabilístico $_n$ = Valor de compra – Amortizações Acumuladas no ano n.

***Cash flows* de exploração (CFE)**

Para além dos *cash flows* de investimento, a empresa gera fundos provenientes da sua exploração, os quais serão habitualmente positivos se o projeto for lucrativo. Estes *cash flows* calculam-se através das contas de exploração ou demonstrações de resultados previsionais, correspondendo a resultados antes de juros de financiamento e impostos (*EBIT, Earnings Before Interests and Taxes*), a que se deduzem os impostos multiplicando por (1 – taxa de imposto), adicionando-se depois os custos reconhecidos fiscalmente mas que não implicam saídas de caixa (custos que não são despesas, como as depreciações e amortizações):

Cash flows de exploração = Resultados Antes de Juros e Impostos (EBIT) x
x (1- tx. Imposto) + Amortizações e Depreciações (4)

É de sublinhar que se considera o EBIT x (1-t) e não integralmente os Resultados Líquidos do Período, correspondentes a EBT x (1-t)[2] , não se subtraindo ao resultado os encargos financeiros de financiamento. O custo correspondente a esses encargos é considerado por outra via na taxa de atualização, na proporção do financiamento ao investimento realizado com recurso a empréstimo bancário ou obrigacionista.

Por sua vez, quando temos um EBIT negativo, nem sempre se multiplica o valor por (1-t). Quando o projeto se integrar numa empresa já existente que apresenta prejuízos, ou no caso de um projeto desenvolvido por uma empresa a criar, não há lugar a dedução fiscal dos prejuízos do projeto e o valor do *cash flow* de exploração será dado por EBIT + Amortizações e Depreciações. Se o projeto se inserir numa empresa maior, lucrativa, os prejuízos correspondentes ao valor negativo do EBIT serão deduzidos aos lucros e haverá lugar a um benefício fiscal igual a t x EBIT, na medida em que os lucros antes de imposto se reduzem no montante do EBIT, mas os impostos sobre lucros a pagar pela empresa se reduzem em EBIT x (1-t). Nesse caso, usa-se a fórmula normal, independentemente do valor nesse ano ser negativo.

Vejamos um exemplo de aplicação sobre o cálculo dos *cash flows* de um projeto :

Problema 4:

Considere-se que:

1.Uma empresa investiu 100 000 euros numa nova máquina.

[2] EBT significa *Earnings Before Taxes*, ou seja, Resultado Antes de Impostos, em Português.

2. Esta é depreciável em 5 anos, findos os quais pode ainda ser vendida por 10 000 euros (valor de mercado no ano 5).

3. Haverá necessidade de aumentar o nível de segurança do inventário de matérias- primas em 5 000 €, antes da máquina entrar em laboração, sendo esse valor recuperado por menos aquisições de m.p.'s no último ano.

4. Sabe-se que a sua produção vai ser vendida por 150 000 euros no 1º ano.

5. Os custos operacionais (pessoal, fornecimentos e serviços externos, matérias primas) serão nesse ano de 100 000 euros sem incluir as depreciações.

6. Proveitos e custos sobem 10% ao ano.

7. A taxa de imposto a pagar pela empresa é de 25% **.**

Resolução

Calcula-se previamente o Valor Residual do capital fixo = Valor de mercado + (Valor de mercado – valor contabilístico) x taxa de imposto = 10 000 € - (10 000 € - 0) x 0.25 = 7 500 €.

Seguidamente, preenche-se o Mapa de Cash Flows com a organização abaixo. O que poderá variar noutros casos é a discriminação de rubricas de custos.

Rubrica\Período	0	1	2	3	4	5
– Inv. C. Fixo	-100 000					
Val. Resid. C.F.						7 500
- Inv. F. Maneio	-5000					
Val. Res. F. Man.						5 000
CF Investimento	-105 000					12 500
Vendas		150 000	165 000	181 500	199 650	219 615
- C. Operacionais (pessoal, fse, mat. primas)		-100 000	-110 000	-121 000	-133 100	-146 410
- Depreciações		-20 000	-20 000	-20 000	-20 000	-20 000

Resultado Operacional (EBIT)		30 000	35 000	40 500	46 550	53 205
EBIT x (1 – 0.25)		22 500	26 250	30 375	34 913	39 904
CFE = EBIT (1-t) + Dep		42 500	46 250	50 375	54 913	59 904
CF Total = CFI + CFE	-105 000	42 500	46 250	50 375	54 913	72 404

2.2 Taxa de atualização

Sabemos como calcular os *cash flows* de um projeto, sendo agora necessário, para os podermos adicionar, calcular os seus valores no momento atual — ano 0[3] — utilizando uma taxa de atualização r:

$$-105\,000 + 42\,500 / (1+r) + 46250 / (1+r)^2 + 50\,375 / (1+r)^3 + 54\,913 / (1+r)^4 + 72\,404 / (1+r)^5 .$$

Qual deverá ser essa taxa?

Em primeiro lugar, importa verificar se os *cash flows* estão expressos em termos nominais, a preços correntes, ou reais, a preços constantes. Se estiverem a preços correntes, a taxa de atualização r deverá ser uma taxa nominal, se estiverem a preços constantes, r deve ser uma taxa real, obtida a partir da equação (2) acima.

Para além disso, vimos anteriormente que a lógica para a atualização de fluxos financeiros advém de ser possível obter uma remuneração em juros caso o dinheiro esteja disponível de imediato, facto que não acontece quando só se dispõe do mesmo em momentos (anos) posteriores. Assim, a taxa de atualização aparece como um **custo de oportunidade do capital**, exprimindo a remuneração potencialmente perdida quando os fluxos financeiros só estão disponíveis no futuro. Em análise de projetos considera-se que a taxa de atualização deve igualar a melhor remuneração

[3] Poder-se-ia fazer conversão para qualquer outro período, desde que fosse o mesmo para todos os *cash flows*, no entanto, a prática habitual é fazer a conversão para o momento atual ou presente, dado que é obviamente nesse momento que nos encontramos.

que se conseguiria obter numa aplicação alternativa, considerado um nível de risco semelhante. De facto, um depósito a prazo com juros previamente conhecidos apresenta, por norma, um risco bastante inferior a um investimento em ativos reais cujos resultados futuros, e consequentemente os *cash flows* de exploração, sejam relativamente incertos[4]. Mesmo entre títulos financeiros, o retorno a prazo obtido em ações (*Stocks*) é normalmente maior do que o obtido em Obrigações do Tesouro (*Government Bonds* — dívida do Estado a mais de um ano) e Bilhetes do tesouro (*Treasury Bills* — dívida da Estado a menos de um ano), como se comprova para a longa série de dados do mercado norte-americano entre 1926 a 2012, com valores a rondar os 11%, 5.7% e 3.5% respetivamente (Fig. 5). A razão prende-se com a menor probabilidade de falência do Estado, e com o caráter previsível dos juros a receber pela dívida pública em comparação com a maior variabilidade da rentabilidade das ações das empresas, a qual é evidente na oscilação das séries respetivas no gráfico.

Em conclusão, as taxas de atualização devem estar associadas ao risco do investimento. Se o risco é mais elevado, os acionistas querem maior remuneração das suas ações. Caso contrário desinvestem e vão comprar ações de outras empresas. Assim, a taxa de atualização para um investimento financiado só com capital próprio deve corresponder à soma do rendimento esperado de ativos sem risco (como a remuneração dos títulos de dívida do Estado, geralmente mais elevada que a dos depósitos bancários) com um prémio (taxa adicional) de risco inerente à atividade económica em causa e ao risco financeiro da empresa:

Taxa de atualização para um investimento financiado com capital próprio =
= taxa de remuneração de um ativo sem risco + prémio de risco (5)

[4] A menos que o banco vá à falência — o chamado risco de *default* — e o montante do depósito exceda o valor garantido pelo sistema bancário.

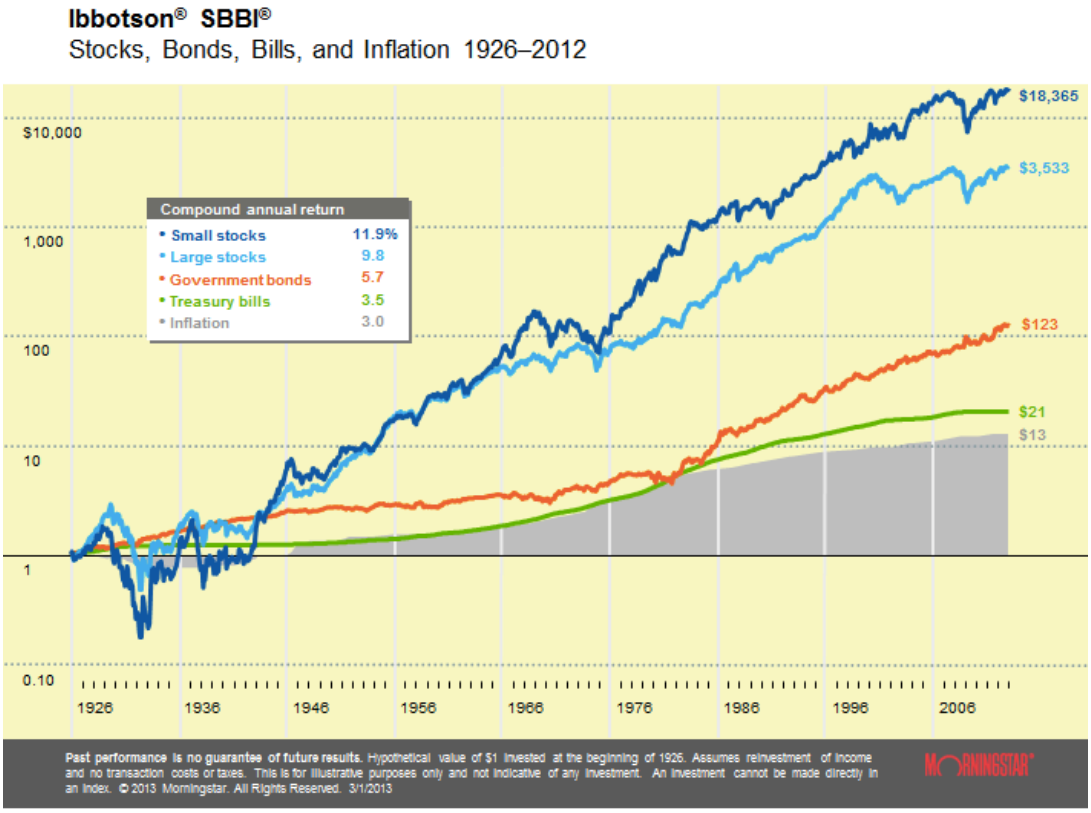


Figura 5. Rentabilidades de ações, Títulos do Tesouro e inflação nos Estados Unidos da América (Fonte: 2013 Classic Yearbook Market Results for Stocks, Bonds, Bills, and Inflation 1926-2012, Morningstar, 2013)

Nos primeiros meses de 2015, fruto da grande injeção de liquidez por parte do Banco Central Europeu, com compra maciça de dívida pública e de títulos detidos pelos bancos comerciais, a taxa de remuneração dos ativos do Estado atingiu valores negativos, situação totalmente excecional e contrária ao racional exposto anteriormente. A própria taxa de juros de empréstimos interbancários, Euribor, atingiu valores também negativos. É claro que com uma taxa de remuneração do ativo sem risco em valores negativos leva a uma descida do custo de capital a usar na análise de projetos, tendo como consequência viabilizar projetos que até aí mostravam uma rentabilidade inferior à da taxa de atualização.

Quando, como é comum, os projetos de investimento e as empresas que os promovem são financiados com capital próprio e alheio, nomeadamente dívida bancária ou obrigacionista, o custo de capital passa a englobar nas respetivas proporções o custo do capital próprio $\mathbf{r_{CP}}$ (remuneração a pagar a sócios ou acionistas para investirem no projeto) e o custo da dívida líquido de impostos $\mathbf{r_D}$ **(1-t)**, já que como sabemos os juros da dívida podem ser considerados como custo nas demonstrações de resultados e, sendo assim, a empresa pagará menos impostos sobre os lucros . A fórmula designa-se, neste caso por Custo Médio Ponderado do Capital:

Taxa de atualização com financiamento misto (Capital Próprio **CP** e Dívida **D**) =
= custo do capital próprio $\mathbf{r_{CP}}$ x % capital próprio
+
custo do capital alheio líquido de impostos $\mathbf{r_D}$ x (1-t) x % capital alheio (6)

Para o investimento de uma empresa financiado de acordo com a sua estrutura financeira habitual, as proporções dos capitais próprio e alheio devem ser avaliadas a valor de mercado e não contabilístico, o que significa, p. ex., que numa empresa cotada o valor do capital próprio é igual ao número de ações a multiplicar pelo valor da cotação bolsista de cada ação e não o valor nominal que consta do balanço contabilístico da empresa. Veja-se o exemplo seguinte.

Problema 5:

Uma empresa tem um Capital Social composto por 10 000 ações, com um valor nominal 1 € cada. O valor do capital próprio em balanço é de 70 000 € e cada ação está cotada em 10 €. O financiamento com recurso a terceiros é constituído por um empréstimo bancário no valor de 50 000 € e 5 000 obrigações com um valor nominal de 1 € e cotação de 0.8 .

i) Qual o valor de capital próprio relevante para cálculo do CMPC (Custo Médio Ponderado do Capital)?

ii) Qual o valor da dívida relevante para cálculo do CMPC (Custo Médio Ponderado do Capital)?

iii) Qual o valor das percentagens de capital próprio e alheio para cálculo do CMPC (Custo Médio Ponderado do Capital)?

iv) Se a taxa de impostos sobre lucros for de 25%, o custo médio da dívida (r_D) for de 5% e a remuneração requerida pelos acionistas (r_{CP}) for igual à dos títulos do Estado de curto prazo (1.5%) + o prémio de risco de 6.5%, qual será o CMPC?

Resposta:

i) O que importa não é o valor contabilístico (7 000 €), nem o valor do capital social realizado (10 000 x 1 € = 10 000 €), mas o valor de mercado pelo qual seria possível comprar a empresa (10 000 x 10 € = 100 000 €).

ii) O que importa não é o valor contabilístico (do balanço), que seria de 55 000 € (50000 + 5 000 x 1 €), mas sim o valor de mercado que é igual a 54 000 € (50 000 + 0.8 € x 5 000).

iii) V = CP + D = 100 000 € + 54 000 € = 154 000 €

% CP = CP/V = 100 000 € / 154 000 € = 65%

% D = D/V = 54 000 € / 154 000 € = 35%

iv) CMPC = r_{CP} x % CP + r_D x %D x (1-t) = 8% x 65% + 5% x 35% x (1-25%) = 6.5%

2.3 O Valor Atual Líquido (VAL)

O cerne dos critérios de análise de rendibilidade assenta na determinação do Valor Atual Líquido (VAL), correspondente a *Net Present Value* (NPV) em língua inglesa. O cálculo do VAL consiste simplesmente na soma de todos os *cash flows* CF_k do projeto devidamente atualizados:

$$VAL = \sum_{k=0}^{n} \frac{CF^k}{(1+r)^k} \tag{7}$$

Na expressão (7), o período a que se refere o índice k corresponde habitualmente a um ano, embora seja possível adoptar outra periodicidade coerente com a duração implícita na taxa de atualização do denominador. O período inicial é usualmente 0, o período atual, o que não acontece, contudo, na fórmula financeira do Excel, em que o período inicial é o 1, obrigando à sua translação para o período 0 através da multiplicação do resultado por (1 + r), sendo r a taxa de atualização[5]. Baseadas no VAL podem-se enunciar duas regras de decisão:

1. Um só projeto — se **VAL > 0** então os *Cash Flows* de Exploração atualizados excedem os Cash Flows de Investimento atualizados e o projeto é rentável, i.e., tem uma rentabilidade maior que o custo do capital;

2. Dois ou mais projetos — Se VAL(P2) > VAL(P1) então o projeto P2 é preferível ao projeto P1, a menos que haja condições especiais a considerar, como seja a duração de ambos ser diferente ou o montante investido ser consideravelmente distinto e haver um orçamento fixo de capital para investir.

Vejamos agora alguns exemplos práticos de cálculo do VAL:

Problema 6:
Um investidor comprou 100 ações de uma empresa, tendo pago 7€ por ação na expectativa de receber dividendos de 1€ x 100 nos anos 1 e 2, e de vender os títulos no ano 3 por 10€ cada. Sabendo que ações de empresas com idêntico grau de risco oferecem uma rentabilidade anual de 5%, calcule o VAL e diga se aconselha o investimento.

R: VAL (5%) = $-700/(1+0.05)^0 + 100/(1+0.05)^1 + 100/(1+0.05)^2 + 1\,000/(1+0.05)^3 =$

$= 349.78$ €.

Sim, o VAL é positivo, o investimento é rentável.

Problema 7:
Uma empresa projeta construir um edifício em 2 anos, com custos de 900 000 € no 1º ano e de 950 000 € no 2º. É de admitir que o edifício possa ser vendido em bloco

[5] Veja-se adiante o exemplo de aplicação em Excel da secção 6.2.7.

passados mais dois anos pelo valor de 2 150 000€. Sabendo que a empresa se financia habitualmente em partes iguais (dívida e capital próprio), que o juro da dívida bancária é de 8%, que a taxa de imposto é de 25%, e que empresas similares cotadas em Bolsa oferecem uma rentabilidade de 10% ao ano, diga se aconselha ou não o investimento.

R: Em primeiro lugar vamos calcular o custo médio ponderado de capita:

cmpc = 0.5 x 0.1 + 0.5 x 0.08 x (1-0.25) = 0.08 = 8%

Depois, calculamos o VAL:

$VAL(8\%) = -900\,000 / 1 – 950\,000 /1.08 + 0 / 1.08^2 + 2\,150\,000/1.08^3 = - 72\,890.31$ €

O VAL é negativo, não vale a pena investir.

<u>Taxa de atualização — limiar de rentabilidade</u>

Observe-se agora a tabela 3. Na primeira linha de dados, vemos os *cash flows* correspondentes a um depósito bancário de 1 000€, pagando juros de 100€ durante os 3 ano seguintes, os quais não capitalizam, levantando-se o dinheiro todo no período 3. Trata-se de um esquema de juros simples, como vimos anteriormente, e um investimento deste tipo oferece uma rentabilidade de 10% (100/1 000). Ora, atualizando a série de *cash flows* com três taxas distintas, igual, abaixo e acima de 10%, verificamos que o respetivo VAL é nulo, positivo e negativo. Assim, a taxa de atualização assume o papel de limiar de rentabilidade para aceitação do investimento. Sempre que a rentabilidade do investimento é idêntica ao custo de capital do denominador, o VAL é nulo, significando que o investimento não acrescenta valor face ao custo de capital em causa. Quando o VAL é positivo, há um acréscimo de valor para a empresa ou para os investidores individuai, face ao custo dos recursos financeiros envolvidos ou, numa ótica de comparação com eventuais alternativas, face ao custo de oportunidade do capital. Nesse caso aceita-se o projeto, caso contrário rejeita-se

Tabela 3. A taxa de atualização como limiar de rentabilidade: exemplo de cálculo do VAL com três taxas diferentes

Taxa e período	r	0	1	2	3	Σ = VAL
CF's		-1000	100	100	1100	
$CF's/(1+r)^j$	10%	-1000	90.91	82.64	826.45	**0.00**
$CF's/(1+r)^j$	5%	-1000	95.24	90.70	950.22	**136.16**
$CF's/(1+r)^j$	15%	-1000	86.96	75.61	723.27	**-114.16**

Ordenação de projetos pelo VAL e taxa de atualização

Importa, por outro lado, ter em atenção que se o VAL de um projeto varia com a taxa de atualização, qualquer comparação entre projetos dependerá da taxa escolhida, como se vê no exemplo da figura 6. A ordenação dos projetos de acordo com a rentabilidade varia aí consideravelmente com as taxas, fruto da distribuição temporal dos *cash flows* em cada projeto. Se um projeto tem uma concentração de *cash flows* elevados em períodos mais distantes, esse projeto é mais sensível a uma variação das taxa (quanto maior a taxa, menor o VAL). Se estes forem mais uniformes ao longo do tempo, a variação do VAL será menor. No primeiro caso temos os projetos A, C e D; no último caso temos o projeto B.

Projecto	Ano					VAL(5%)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	
A	-1000	300	320	500	550	460,3689
B	-800	350	350	350	350	441,0827
C	-750	240	300	320	340	306,8271
D	-1200	400	420	550	580	514,1829

	Ano					VAL(10%)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	
A	-1000	300	320	500	550	288,5049
B	-800	350	350	350	350	309,4529
C	-750	240	300	320	340	188,761
D	-1200	400	420	550	580	320,1147

	Ano					VAL(15%)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	
A	-1000	300	320	500	550	146,0579
B	-800	350	350	350	350	199,2424
C	-750	240	300	320	340	90,34005
D	-1200	400	420	550	580	158,6572

	Ano					VAL(20%)
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	
A	-1000	300	320	500	550	26,81327
B	-800	350	350	350	350	106,0571
C	-750	240	300	320	340	7,484568
D	-1200	400	420	550	580	22,99383

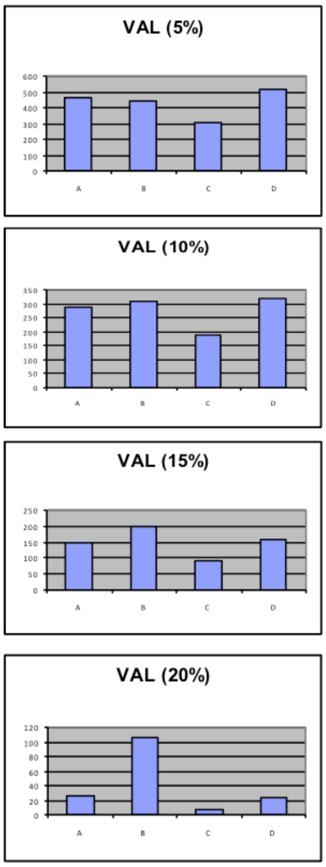


Figura 6. Comparação do VAL de quatro projetos com variação da taxa de atualização

E é claro, por fim, que os projetos com inícios desfasados no tempo devem ser comparados consistentemente, atualizando nesse sentido os diferentes fluxos financeiros. Veja-se, por exemplo, os projetos A, B e C da Tabela 4, cujos respetivos VAL são corretamente calculados como se segue:

$VAL_A\ (10\%) = -1\,000+300/(1+0.1)+420/(1+0.1)^2+500/(1+0.1)^3 = -4.51$

$VAL\ B\ (10\%)=-500/(1+0.1)+250/(1+0.1)^2+300/(1+0.1)^3 = -210.43$

$VAL\ C\ (10\%)=-600/(1+0.1)^2+340/(1+0.1)^3+420/(1+0.1)^4 = 46.44$

Tabela 4. Projetos com início desfasado

Ano	2010	2011	2012	2013	2014
Projeto A	-1 000	300	420	500	
Projeto B		-500	250	300	
Projeto C			-600	340	420

2.4 A Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

A taxa interna de rendibilidade (TIR) é outro indicador de rentabilidade usualmente calculado a par do VAL. Corresponde à taxa de taxa de atualização para a qual este se anula e dá-nos uma informação sobre a rentabilidade média[6] do projeto de investimento na lógica da capitalização que tem sido usada:

$$VAL=\sum_{k=0}^{n}\frac{CF_k}{(1+r)^k}=0 \quad \text{, com } r = TIR \tag{8}$$

Sendo a raiz de um polinómio de grau n+1, como resulta da formulação acima, pode–se calcular r iterativamente aproveitando o facto de a função VAL(r) ser monótona decrescente — quanto maior a taxa, menor o VAL, até que se este anula e passa a negativo (Fig. 7). No Excel existe uma função específica IRR para calcular a TIR, podendo-se ainda usar a função *Goal Seek* [7].

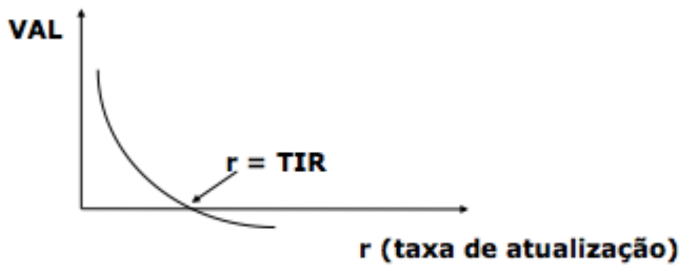


Figura 7. VAL e TIR

É claro que a regra de aceitação de projetos de investimento :

1. **aceitar projeto com VAL > 0, dada a taxa de atualização r,**

corresponde com a TIR a,

[6] Anual, se for este o período a que se referem os *cash flows*.

[7] Designações na versão em língua inglesa. No caso da função IRR, o valor pedido GUESS visa iniciar o processo iterativo de tentativa e erro mais próximo da raiz, poupando tempo de cálculo. Com os computadores hoje disponíveis isso é irrelevante, bastando assumir 0 como o valor inicial da taxa.

2. **aceitar projeto com TIR > r .**

A escolha da TIR em detrimento do VAL pode, contudo, trazer problemas. Pode, por exemplo, não existir TIR, quando nenhuma taxa anula o VAL.

Ex:

C_0	C_1	C_2
1 000	-3 000	2 500

Pode também existir mais do que uma TIR, em casos de projetos com alternância de *cash flows* negativos e positivos (projetos não convencionais), causada nomeadamente por necessidades de reinvestimento ao longo do projeto — *vide* a remodelação de hotéis e a reparação de navios — ou por gastos de desativação e limpeza no fim da vida útil — *vide* centrais nucleares e pedreiras . Este fato ocorre no exemplo abaixo, representado graficamente na Fig. 8:

C_0	C_1	C_2	TIR's
-4 000	25 000	-25 000	25 e 400%

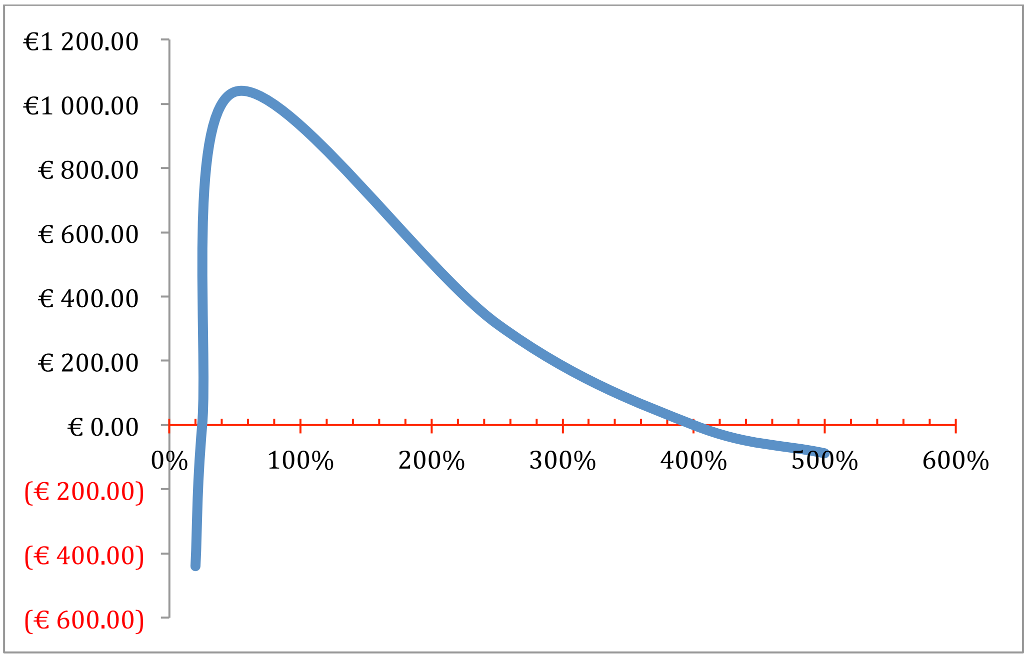


Figura 8. Projeto com múltiplas TIR

Os projetos podem ainda ser mutuamente exclusivos, não se podendo realizar as várias alternativas por limitações imperiosa de recursos financeiros ou por impossibilidade física (caso típico dos projetos em Engenharia Civil). Nesse caso, e para mais se as dimensões do investimento diferirem, a seleção de projetos com base na TIR é uma escolha muitas vezes errónea. Veja-se o caso da Tabela 4, com um investimento A de 10 000€ e outro B de 5 000 €. O investimento mais pequeno apresenta maior TIR, contudo o investimento maior gera mais dinheiro, apresenta um maior VAL. Ora, a menos que se possam aplicar os 5 000 € de diferença num pretenso projeto B’ com uma TIR superior a 15% e um VAL(5%) superior a 991.15 € (ver na tabela 5 a linha do projeto fictício A-B), é preferível o projeto A à soma B + B’.

Tabela 5. Projetos mutuamente exclusivos

	C0	C1	C2	C3	VAL (5%)	TIR
CF_A	-10 000	5 000	5 000	5 000	3 616.24	23%
CF_B	-5 000	2 800	2 800	2 800	2 625.09	31%
CF_{A-B}	-5 000	2 200	2 200	2 200	991.15	15%

Em alternativa, e como se comprova na Fig. 9, só para uma taxa de atualização superior a cerca de 15% é que o projeto B supera o A. Para o custo de oportunidade de capital considerado (5%), A é claramente uma opção superior.

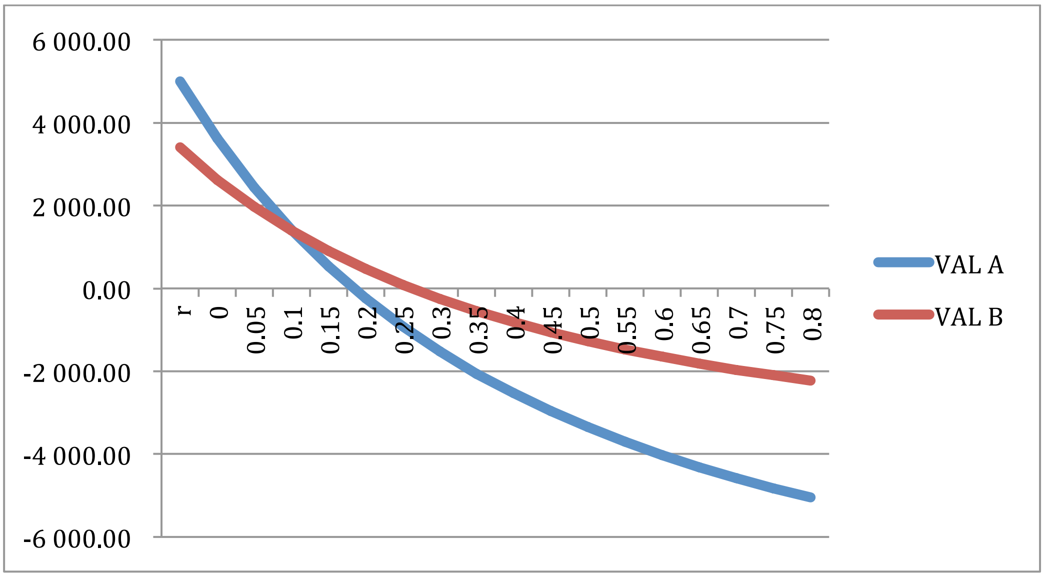


Figura 9. TIR e funções do VAL para dois projetos mutuamente exclusivos A e B

2.5 Período de Recuperação do Investimento (PRI) — Payback Period

Outro critério de rentabilidade conhecido é o Período de Recuperação do Investimento (*Payback Period*). Corresponde ao tempo necessário para que os *cash flows* atualizados gerados pelo projeto igualem (recuperem) o capital investido inicialmente:

$$\boxed{\sum_{i=0}^{PB} CF_i/(1+r)^i = 0} \qquad (9)$$

com CF_i = cash-flow do período i
PB = nº de períodos do *Payback*
r = taxa de atualização

No exemplo da Tabela 6 vemos um investimento com os respetivos *cash flows* atualizados e acumulados no fim de cada período. Constata-se que o valor acumulado passa de negativo para positivo do ano 3 para o ano 4. Nesse ano, o valor do *cash flow* é de 420, sendo que se para se calcular a fracção do ano que anularia os *cash flows* acumulados se procede a uma interpolação linear. Assim, o PRI é dado por:

PRI = 3 + 100/[320-(-100)] = 3 + 100/420 = 3.238 Anos ≈ 3 anos e 3 (.238x12) meses

Tabela 6. *Cash Flows* cumulativos para cálculo do *Payback*

Período (anos)	0	1	2	3	4	5	6
CF’s atualizados	-1 000	200	300	400	420	500	700
∑ CF	-1 000	-800	-500	-100	320	820	1 520

Claro que se os *cash flows* acumulados nunca passarem a positivos o projeto não é rentável, sendo o PRI superior à vida útil do investimento. Contudo, o PRI é mais um critério de risco do que de rentabilidade, uma vez que mede a rapidez de recuperação do capital inicial investido, desprezando o valor dos restantes *cash flows* após se atingir o valor do investimento.

2.6 Índice de Rendibilidade (IR)

Finalmente, há que referir um critério de análise da rentabilidade cuja origem é ainda o VAL (ou o VA numa outra versão também conhecida como Rácio Benefício--Custo) que é dividido pelo investimento inicial:

$$\mathbf{IR} = \frac{\mathbf{VA}}{\mathbf{Inv\ Inicial}} = \frac{\mathbf{VAL - Inv.Inicial}}{\mathbf{Inv\ Inicial}} \qquad (10)$$

O critério para aceitação de um projeto de investimento é de que o valor do índice seja >1.

Este critério baseia-se na ideia de medir o valor (VA) por unidade monetária investida, e pode ser útil na escolha entre projetos de investimento na hipótese de escassez de capitais para investir, havendo que verificar adicionalmente a rentabilidade de possíveis combinações de vários projetos dentro do limite orçamental considerado. Para além dessa precaução, aplica-se ao Índice de Rendibilidade a observação que fizemos no caso da comparação através da TIR em casos de investimentos mutuamente exclusivos. É o caso do exemplo com dois projetos, A e B, que consta da Tabela 7. O projeto A tem uma maior rentabilidade por euro investido para a taxa de atualização em causa (IR(A)=3 > IR(B)=2), mas será preciso ponderar na rentabilidade que se consegue obter com os recursos B-A para ver se poderão eventualmente proporcionar um IR>1.89.

Tabela 7. Comparação de projetos com base no Índice de Rendibilidade

Investimento	C0	C1	r	VAL(10%)	IR
A	-1	3.3	10%	2 (=3.3/1.1-1)	3
B	-10	22	10%	10(=22/1.1-10)	2
B-A	-9	18.7	10%	8 (=18.7/1.1-9)	1.89

ANEXO

Exercício de aplicação em Excel

1. Inicialize o Excel;

2. Abra uma folha de cálculo nova;

3. Na primeira linha escreva “taxa de atualização” e na célula seguinte o valor ilustrativo 0.1;

4. Numa linha abaixo escreva “Período” e nas células seguintes introduza os valores 0 a 9;

5. Novamente abaixo porá os *Cash Flows*, com valores de -10000, 1400, 1650, e 7 vezes 1800;

6. Por baixo introduza os fatores de desconto, a partir das referências às células dos períodos e à da taxa de atualização;

7. Crie uma linha com o produto dos *cash flows* pelos fatores de desconto ;

8. Calcule abaixo o VAL como somatório dessa linha;

9. Calcule abaixo o VAL empregando a fórmula financeira equivalente (NPV());

10. Verifique se os valores são iguais e, caso não o sejam, diga como os igualar;

11. Calcule VAL’s sucessivos com taxas de atualização entre 0 e 0.5, com acréscimos sucessivos de 0.05;

12. Faça o gráfico daqueles valores (VAL=f(r)) e tire conclusões do mesmo;

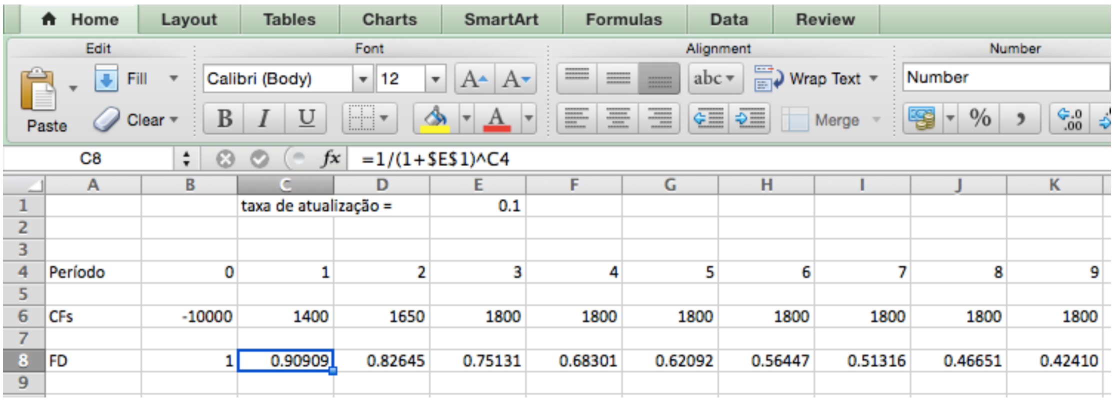
13. Calcule a TIR da sucessão de *cash flows* referida em 5 usando para tal a função financeira IRR (TIR);

14. Calcule a mesma TIR usando a função GOAL SEEK (ATINGIR META);

15. Conclua quanto ao valor do VAL para taxas de atualização respectivamente inferiores e superiores à TIR.

Resolução :

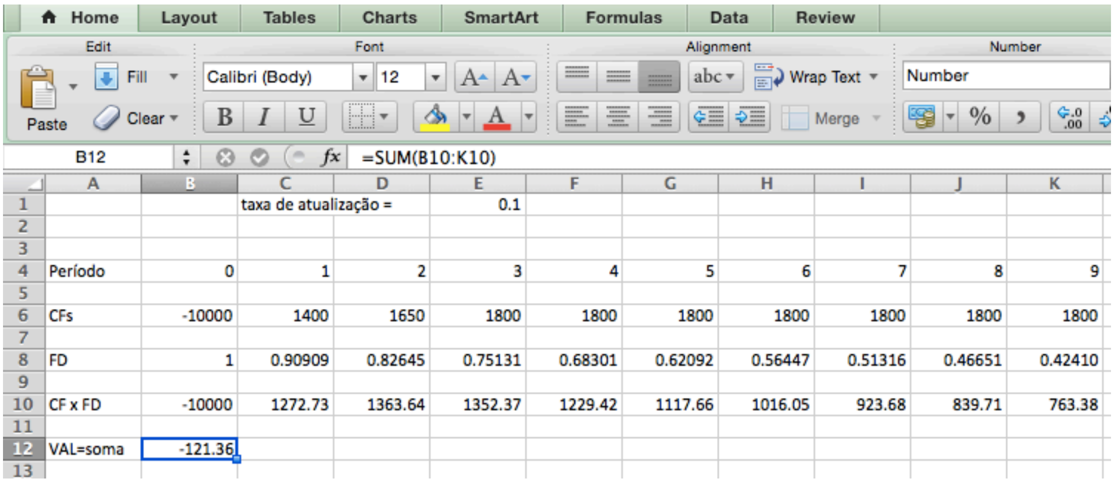
Começa-se pela tabela do Microsoft Excel correspondente às alíneas 1 a 6, tendo em atenção a formulação usada na célula C8, que foi depois copiada até K8:



C8 =1/(1+E1)^C4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			taxa de atualização =		0.1						
2											
3											
4	Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5											
6	CFs	-10000	1400	1650	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
7											
8	FD	1	0.90909	0.82645	0.75131	0.68301	0.62092	0.56447	0.51316	0.46651	0.42410
9											

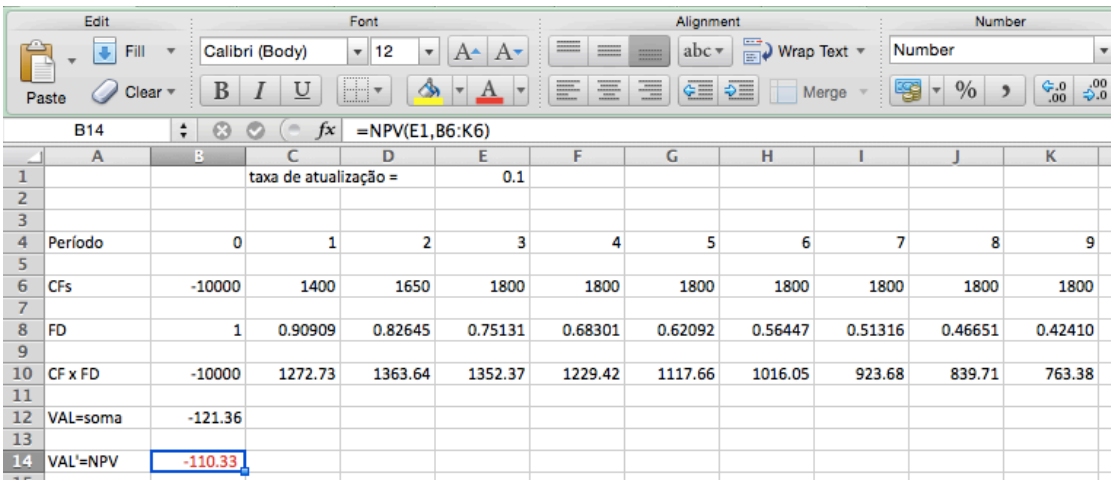
De seguida, introduziu-se a linha com os produtos mencionada na alínea 7 e o cálculo do VAL como somatório dessa linha (alínea 8):



B12 =SUM(B10:K10)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			taxa de atualização =		0.1						
2											
3											
4	Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5											
6	CFs	-10000	1400	1650	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
7											
8	FD	1	0.90909	0.82645	0.75131	0.68301	0.62092	0.56447	0.51316	0.46651	0.42410
9											
10	CF x FD	-10000	1272.73	1363.64	1352.37	1229.42	1117.66	1016.05	923.68	839.71	763.38
11											
12	VAL=soma	-121.36									
13											

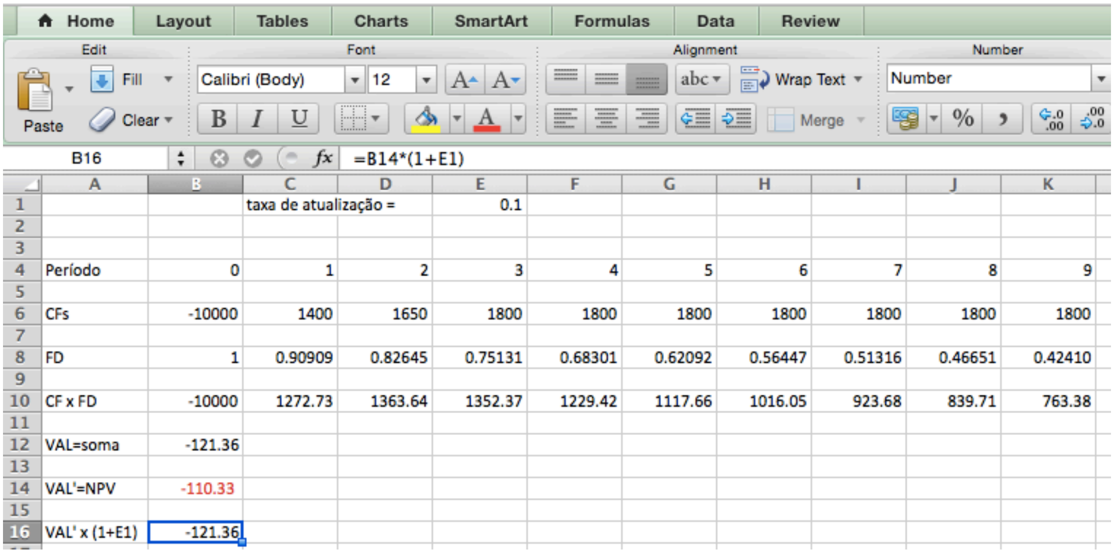
A seguir, o cálculo do VAL empregando a fórmula financeira equivalente (NPV()) (alínea 9):



B14 =NPV(E1,B6:K6)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			taxa de atualização =		0.1						
2											
3											
4	Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5											
6	CFs	-10000	1400	1650	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
7											
8	FD	1	0.90909	0.82645	0.75131	0.68301	0.62092	0.56447	0.51316	0.46651	0.42410
9											
10	CF x FD	-10000	1272.73	1363.64	1352.37	1229.42	1117.66	1016.05	923.68	839.71	763.38
11											
12	VAL=soma	-121.36									
13											
14	VAL'=NPV	-110.33									

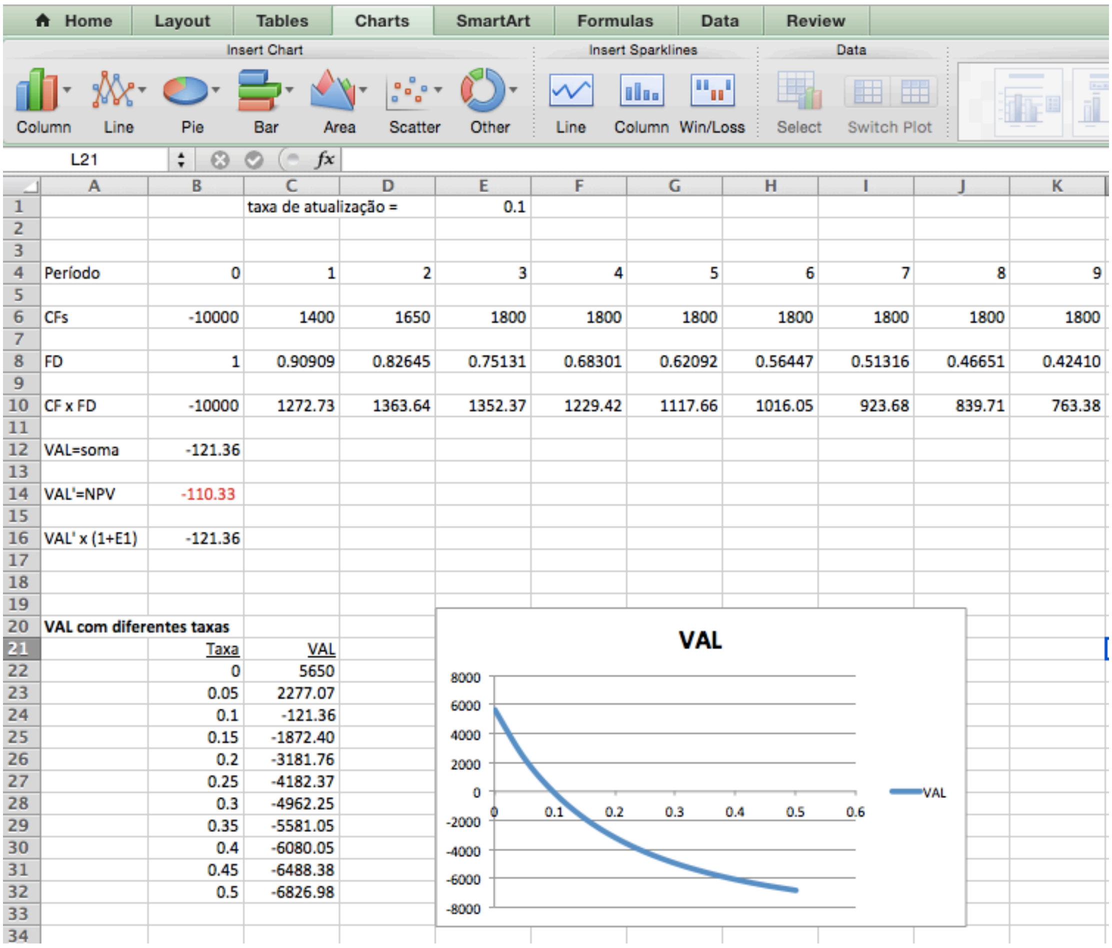
Constata-se que o valor não é igual. Para igualar o VAL' ao VAL calculado pela soma de *Cash Flows* é necessário multiplicar o VAL' por (1+taxa) (alínea 10):



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			taxa de atualização =		0.1						
2											
3											
4	Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5											
6	CFs	-10000	1400	1650	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
7											
8	FD	1	0.90909	0.82645	0.75131	0.68301	0.62092	0.56447	0.51316	0.46651	0.42410
9											
10	CF x FD	-10000	1272.73	1363.64	1352.37	1229.42	1117.66	1016.05	923.68	839.71	763.38
11											
12	VAL=soma	-121.36									
13											
14	VAL'=NPV	-110.33									
15											
16	VAL' x (1+E1)	-121.36									

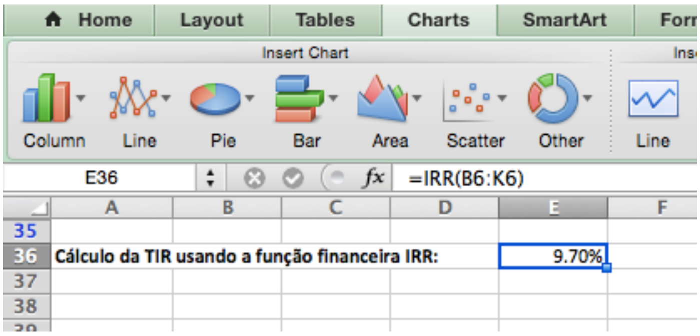
Alternativamente, poder-se-ia ter inserido na fórmula só as células equivalentes a $CF_1...CF_9$, adicionando-lhe autonomamente o CF_0 (CF_0 + NPV(0.1, $CF_1...CF_9$).

Usando a mesma formulação, calculámos de seguida VAL's sucessivos com taxas de atualização entre 0 e 0.5 e acréscimos sucessivos de 0.05 (alínea 11). Seguidamente fizemos o gráfico dos VAL's em função da taxa – gráfico XY ou Charts -> Scatter Plot. Verifica-se que, como esperado, a função é monótona decrescente com o aumento da taxa e que o zero da mesma é próximo de 0.1 (taxa de 10%), que corresponderá assim à TIR (alínea 12):



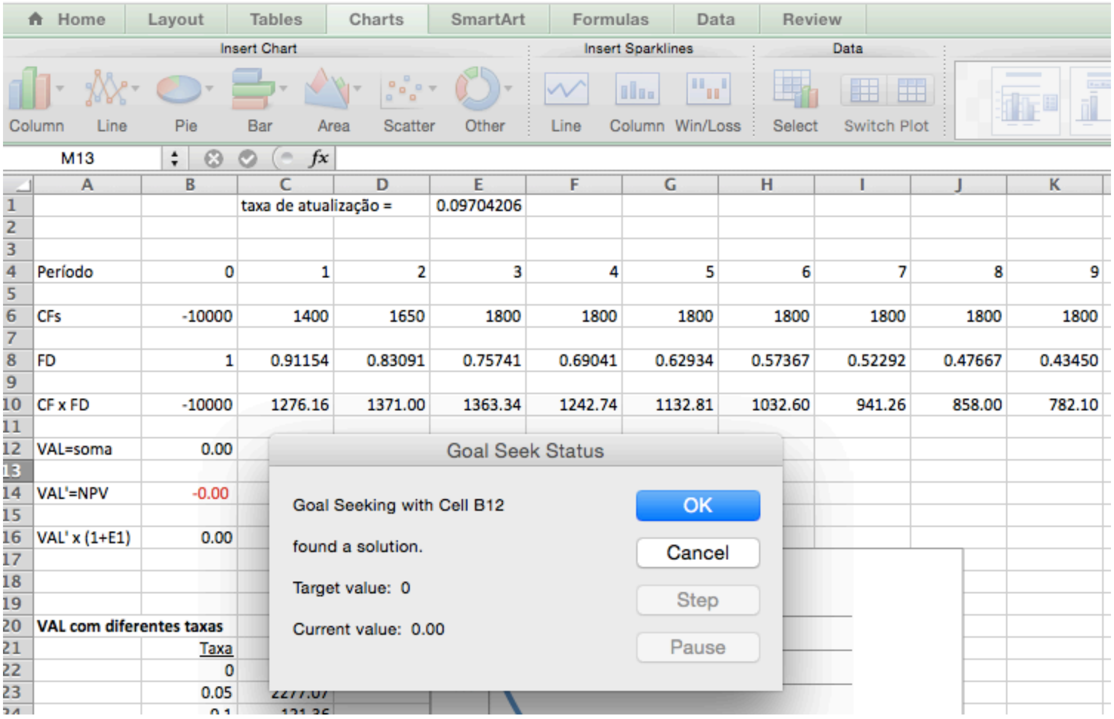
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			taxa de atualização =		0.1						
4	Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	CFs	-10000	1400	1650	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
8	FD	1	0.90909	0.82645	0.75131	0.68301	0.62092	0.56447	0.51316	0.46651	0.42410
10	CF x FD	-10000	1272.73	1363.64	1352.37	1229.42	1117.66	1016.05	923.68	839.71	763.38
12	VAL=soma	-121.36									
14	VAL'=NPV	-110.33									
16	VAL' x (1+E1)	-121.36									
20	VAL com diferentes taxas										
21		Taxa	VAL								
22		0	5650								
23		0.05	2277.07								
24		0.1	-121.36								
25		0.15	-1872.40								
26		0.2	-3181.76								
27		0.25	-4182.37								
28		0.3	-4962.25								
29		0.35	-5581.05								
30		0.4	-6080.05								
31		0.45	-6488.38								
32		0.5	-6826.98								

Finalmente, procedemos ao cálculo da TIR com a função financeira IRR (alínea 13):



	A	B	C	D	E	F
36	Cálculo da TIR usando a função financeira IRR:				9.70%	

E utilizando a função GOAL SEEK (em Português, 'Dados →Teste de Hipóteses →Atingir Meta'), definimos como meta a célula B12, o VAL, ser igual a 0, por iteração sucessiva dos valores da taxa de atualização da célula E1. Obviamente o valor encontrado é equivalente ao anterior – 0.097 , ou seja 9.7% - como se vê na figura abaixo (alínea 14):



Concluindo quanto ao valor do VAL para taxas de atualização respectivamente inferiores e superiores à TIR (alínea 15):

Para uma taxa de atualização inferior à TIR o valor do VAL será positivo, enquanto que para uma taxa superior à TIR, o VAL será negativo.