



Engenharia Econômica

Aplicada a Transporte Marítimo

PNV 2450

Prof. Rui Carlos Botter

Março/2016



Referências

- Apostila de Eng. Econômica – Prof. Fadigas
- Notas de Aula de PNV 5014 – Prof. Marcelo Martins
- Capítulo 6 – Ship Design & Construction – Volume 1 – Thomas Lamb, Ed.



Introdução

- Engenharia Econômica = é a ciência ligada ao processo de tomada de decisão que atenda às necessidades da sociedade, fazendo o melhor uso possível de recursos escassos
- Avaliação de alternativas
- Viabilidade técnica, operacional e econômica

Avaliação Econômica de Projetos de Transporte

- Investimentos
- Financiamentos
 - Amortização da Dívida
 - Pagamento Juros
- Receitas
- Depreciação
- Custos Operacionais
- Custos Variáveis
- Valor Residual

Definição, mensuração e avaliação da influência destes itens no resultado econômico de uma operação



Revisão de Matemática Financeira

Valor Temporal do Dinheiro

- Valor temporal transcende o aspecto inflacionário
- Exemplo: *o que é melhor? \$ 1.000 hoje ou \$ 1.000 + inflação daqui um ano?*
 - Mesmas quantias
 - Alternativas não equivalentes
 - \$ 1.000,00 recebido hoje pode ser aplicado
 - O futuro é incerto... há riscos...
 - Necessidade de uso imediato
 - Por quanto você abriria mão de receber esta quantia hoje, para receber após um ano?

Valor Temporal do Dinheiro

- O valor no tempo difere da variação de valor (poder aquisitivo) causada pela inflação ou deflação
- Juro
 - Adiamento do uso da riqueza
 - Risco de perda
- O valor do juro em um período base \Rightarrow taxa atrativa mínima (taxa mínima de atratividade, custo do capital, custo de oportunidade, ...)

Valor Temporal do Dinheiro

- ...taxa de atualização, taxa de desconto)
- Taxa juros é a taxa de atratividade quando há transferência de capital entre duas partes (investidor e tomador)
 - Taxa - É usualmente expressa como uma porcentagem do valor negociado
 - Tempo - Toda transação financeira prevê quando e por quanto tempo se dará a cessão do capital
 - Montante - É o valor total da transação financeira. Corresponde à soma do capital aplicado com o juro

Regimes Financeiros de Capitalização

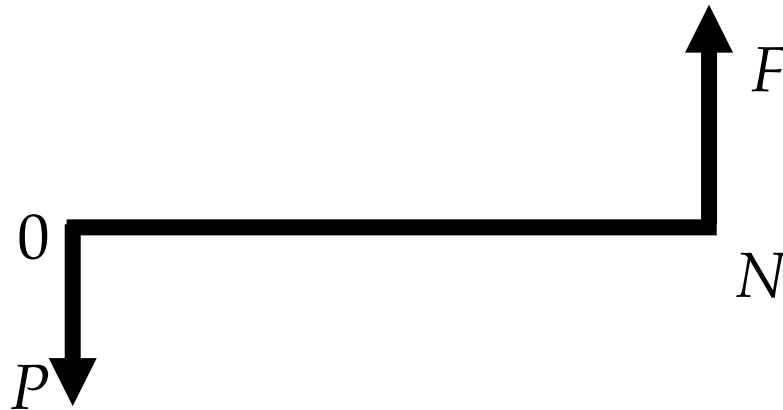
- *Capitalização Simples*: Regime financeiro que prevê o pagamento dos juros produzidos ao final de cada período. Não há incorporação dos juros ao capital no final de cada período.
- *Capitalização Composta*: Os juros por período são incorporados ao capital e devidos só no final do prazo. A cada novo período se toma um novo capital para cálculo dos juros à mesma taxa. Com isso, cobra-se juro sobre o juro não amortizado.

Diagramas de Fluxo de Caixa

- É um modelo de representação de um problema em engenharia econômica, visando facilitar sua interpretação e solução.
- Adota-se a seguinte convenção :
 - Modelo sob a perspectiva do investidor ou tomador
 - Seta para baixo: saídas
 - Seta para cima: entradas
 - Receitas e despesas: considera-se como ocorridas no fim do período

Único Investimento; Único Pagamento

- Dado um valor P investido na data 0, com taxa de atratividade i , qual será o valor equivalente após N períodos?



$$F = P + iP = P(1+i)$$

para 1 período

$$F = P(1+i)^N$$

para N períodos

Único Investimento; Único Pagamento

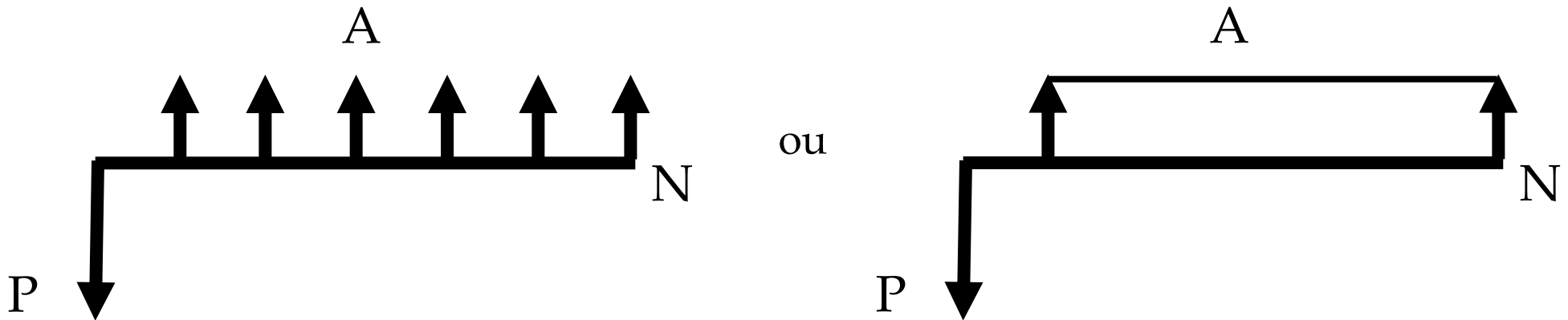
- $(1+i)$: fator de acúmulo do capital; sigla CA (*compound amount factor*)
 - Uso: $(CA - i - N)$, indica o fator de acúmulo de capital com a taxa de juros i por N períodos
 - Exemplo:
 - Qual será o montante de um capital de \$100, aplicado a 7% a.a., por 2 anos ? (j. compostos)
- $$F = P(CA - 7\% - 2) = \$100(1+i)^2 = \$100(1,07)^2 = \$114,49$$

Único Investimento; Único Pagamento

- Procedimento inverso: $P = F/(1+i)^N$
- $1/(1+i)^N$: fator de valor presente, sigla PW (*present worth factor*)
- Uso: (PW – i – N), indica o fator de valor presente com a taxa de juros i por N períodos
- Exemplo:
 - Um investidor espera receber \$1.000,00 após 5 anos em uma aplicação que rende 12% a.a. Quanto ele deverá investir? $P = F(\text{PW} - 12\% - 5) = \$1.000/(1+i)^5 = \$1.000(1,12)^5 = \$567,40$

Único Investimento, Série Anual de Pagamentos

- Dado um valor P investido na data 0, com taxa de atratividade i , qual deve ser a receita anual A durante os N períodos, que equivale a (ou, que paga) este investimento?



$$P = A * \left[(1 + i)^N - 1 \right] / (i * (1 + i)^N)$$

Único Investimento, Série Anual de Pagamentos

- $[(1+i)^N - 1] / (i * (1+i)^N)$: fator de série de valor presente, sigla SPW (*series present worth factor*)
- Uso: (SPW – i – N), indica o valor da série uniforme de pagamentos de um investimento feito à taxa de atratividade i por N anos
- Exemplo:
 - Um armador pretende comprar uma embarcação com vida útil remanescente de 5 anos, sabendo que poderá receber \$750.000,00 por ano. Sendo a taxa de desconto

Único Investimento, Série Anual de Pagamentos

- ...igual a 10% a.a., determine o máximo valor que este armador poderá pagar pela embarcação.

$$P = A(\text{SPW} - i - N) = 750.000 * (\text{SPW} - 10\% - 5) = \$2.843.000,00$$

- Procedimento inverso: $A = P * i(1+i)^N / [(1+i)^N - 1]$
- $i(1+i)^N / [(1+i)^N - 1]$: fator de recuperação de capital, sigla CR (*capital recovery factor*)
- Uso: (CR - i - N), indica o fator que, aplicado a uma série uniforme, recompõe o capital

Único Investimento, Série Anual de Pagamentos

- Errata.. Ship Design, cap 6, pág 7

- Substituir $A = P * i(1+i)^N / [i(1+i)^N - 1]$ por

$$A = P * i(1+i)^N / [(1+i)^N - 1]$$

- e $i(1+i)^N / [i(1+i)^N - 1]$ por

$$i(1+i)^N / [(1+i)^N - 1]$$

Único Investimento, Série Anual de Pagamentos

■ Exemplo:

- Um navio pesqueiro tem um valor avaliado em \$2.500.000,00 e uma vida útil estimada em 20 anos. Sendo a taxa de atratividade igual a 12% a.a., para que o investimento seja justificado, qual é a receita mínima que este navio deverá gerar por ano?

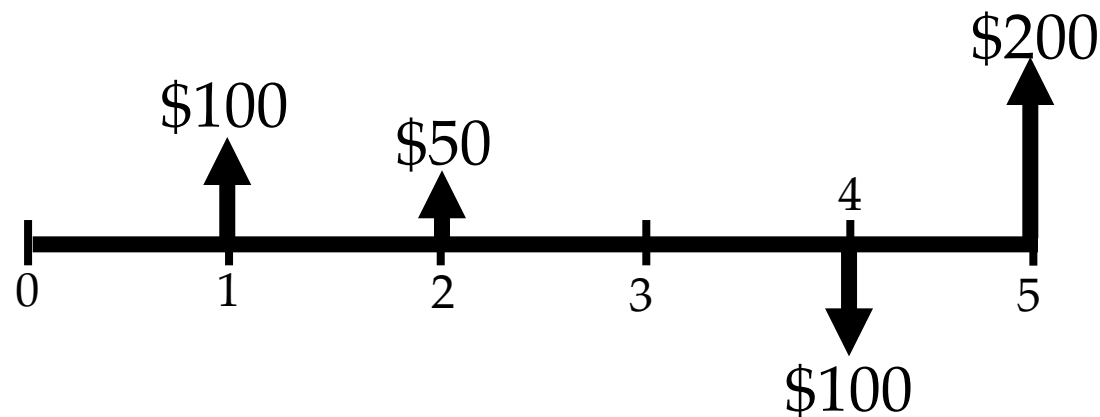
$$A = P(CR - i - N) = \$2.500.000 (CR - 12\% - 20) = \$334.700$$

Exercício 1

- Um armador está considerando instalar um piloto automático em uma embarcação de carga geral de 10 anos. As economias advindas desta instalação são os salários de três marinheiros e outros custos associados que somam \$20.000,00 por ano. A economia no gasto de combustível deverá ser equivalente aos custos adicionais de manutenção. Dado que o navio tem uma vida útil adicional de 6 anos e o custo do capital do armador é de 10%, calcule o máximo preço que o armador deverá pagar para ter este equipamento instalado.

Fluxos de Caixa Não Uniformes

- Considere o seguinte fluxo de caixa:



- Se a taxa de atratividade for 10%, qual o valor presente deste fluxo de caixa?

Fluxos de Caixa Não Uniformes

- Trazendo cada parcela para a data 0:

Ano	Valor	Valor Presente	
0	0,00	0	0,0
1	100,00	\$100(PW - 10% - 1)	90,9
2	50,00	\$50 (PW - 10% - 2)	41,3
3	0,00	\$0 (PW - 10% - 3)	0,0
4	-100,00	(\$100)(PW - 10% - 4)	-68,3
5	200,00	\$200(PW - 10% - 5)	124,2

Soma = 188,1

Exercício 2

1. Um capital A de R\$ 1.000,00 é aplicado a juros simples, à taxa de 12% a.a., ao passo que um outro capital B, também de R\$ 1.000,00, é aplicado a juros compostos à taxa de 10% a.a.. A partir de quantos anos de aplicação o montante produzido por B será superior ao produzido por A?
2. Se um comerciante pode pagar \$ 15.000,00 daqui a 2 anos, qual a quantidade que ele pode solicitar emprestado agora se a taxa de juros mensal do mercado é de 1 % ?

Fonte de Financiamento: Fundo da Marinha Mercante

■ <http://www.bndes.gov.br/programas/outros/naval.asp>

■ Taxa de juros = custo financeiro + remuneração BNDES

■ Custo financeiro = taxa de juros de longo prazo (TJLP)

A TJLP é fixada pelo Conselho Monetário Nacional e divulgada até o último dia útil do trimestre imediatamente anterior ao de sua vigência. Em [moedas contratuais](#), a TJLP, expressa em percentual ao ano, tem o código 311.

Evolução (% a.a.)

2007	
JANEIRO a MARÇO	6,5%

2006	
OUTUBRO a DEZEMBRO	6,85%
JULHO a SETEMBRO	7,5%
ABRIL a JUNHO	8,15%
JANEIRO a MARÇO	9%

Fonte de Financiamento: Fundo da Marinha Mercante

■ Remuneração BNDES

Embarcações Não Registradas no REB (Registro Especial Brasileiro)

Finalidade	Prazo de Carência	Prazo de Amortização	Participação Máxima	Remuneração do BNDES (% a.a.)
Empresa Brasileira de Navegação				
Construção de embarcação	Até 4 anos	Até 20 anos	Até 90%	2,5 a 5
Jumborização, conversão ou modernização de embarcação própria	Até 4 anos	Até 15 anos	Até 90%	3 a 6
Aquisição e instalações de equipamentos	Até 2 anos	Até 5 anos	Até 90%	3 a 6 se o conteúdo nacional for maior 60% = 3 a 4
Reparo de embarcação própria	Até 1 ano	Até 2 anos	Até 90%	3 a 6



Impostos & Depreciação

Impostos & Depreciação

- Impostos: despesas que entram no fluxo de caixa
- 3 tipos:
 - Não dependem da produção (IPTU)
 - Dependem diretamente da produção (IPI, ICM)
 - Imposto de renda – baseado no lucro
- Depreciação: ativo fixo - perda de valor com uso e passar do tempo
- Depreciação real: perda de valor não recuperada por manutenção
- Causas: desgaste, obsolescência, inadequação, acidentes
- Depreciação contábil: de acordo com legislação e práticas aprovadas pelo Fisco (Imposto de Renda)

Impostos & Depreciação

- **Imposto de Renda:**

- Baseado no lucro tributável no exercício (LT)

- $\text{Lucro tributável} = \text{receitas} - \text{despesas} - \text{deduções}$

- **Dedução permitida:**

- depreciação do ativo imobilizado (compra de um equipamento que vai durar alguns anos é contabilizada como um investimento que será recuperado ao longo da vida útil – depreciação contábil)

- O Fisco estabelece prazos mínimos para a depreciação

- No Brasil não se aceitam métodos de depreciação que levem a deduções maiores que a obtida por depreciação linear

Impostos & Depreciação

- Exemplos de vida útil legal admitidos no Brasil
 - Computadores (hardware e software) – 5 anos; edifícios e construções – 25 anos; máquinas – 10 anos; móveis e utensílios – 10 anos; veículos – 5 anos; terrenos – não depreciáveis
- Equipamentos utilizados intensivamente: depreciação acelerada – taxa anual (= inverso da vida útil) multiplicada por 1,5 para 2 turnos de 8 h e por 2,0 para 3 turnos
- Diferença entre o valor da venda de um ativo tributável e o valor contábil: lucro tributável

Impostos & Depreciação

- **Depreciação linear:**
porcentagem constante
do valor inicial do ativo

$$D = \frac{(P - L)}{N}$$

$$VC_t = VC_{t-1} - D$$

$$VC_t = VC_0 - D * t$$

- **Depreciação exponencial:**
fração constante d do valor
contábil no início do
período

$$DExp_t = d \cdot VC_{t-1}$$

$$VC_t = VC_{t-1} - DExp_t = (1 - d)VC_{t-1}$$

$$VC_t = (1 - d)^t VC_0$$

D – Depreciação Linear; DExp – Depreciação Exponencial; P – Valor de Aquisição; L – Valor de Revenda; VC – Valor Contábil

Depreciação Linear

- Exemplo: um veículo foi adquirido por \$ 20.000,00; o valor residual, após 5 anos é de \$ 2.000,00. Determine o valor contábil a cada ano.

t	Deprec.	Valor Contábil
0		20.000,00
1	3.600,00	16.400,00
2	3.600,00	12.800,00
3	3.600,00	9.200,00
4	3.600,00	5.600,00
5	3.600,00	2.000,00



Critérios para Avaliação de um Fluxo de Caixa

Avaliação de um Fluxo de Caixa

■ 1) Valor Presente Líquido (VPL)

- Cada parcela V_k (saldo anual do período k) é trazida a valor presente, descontando-se pela taxa de atratividade do empreendimento.
- $VPL(i) \geq 0$, então o projeto é economicamente viável

$$VPL(i) = \sum_{k=0}^{k=N} \frac{V_k}{(1+i)^k}$$

Avaliação de um Fluxo de Caixa

■ 2) Valor Futuro (VF)

- Cada parcela V_k (saldo anual do período k) é levada ao período N , capitalizando-a com a taxa de atratividade do empreendimento.
- $VF(i) \geq 0$, então o projeto é economicamente viável

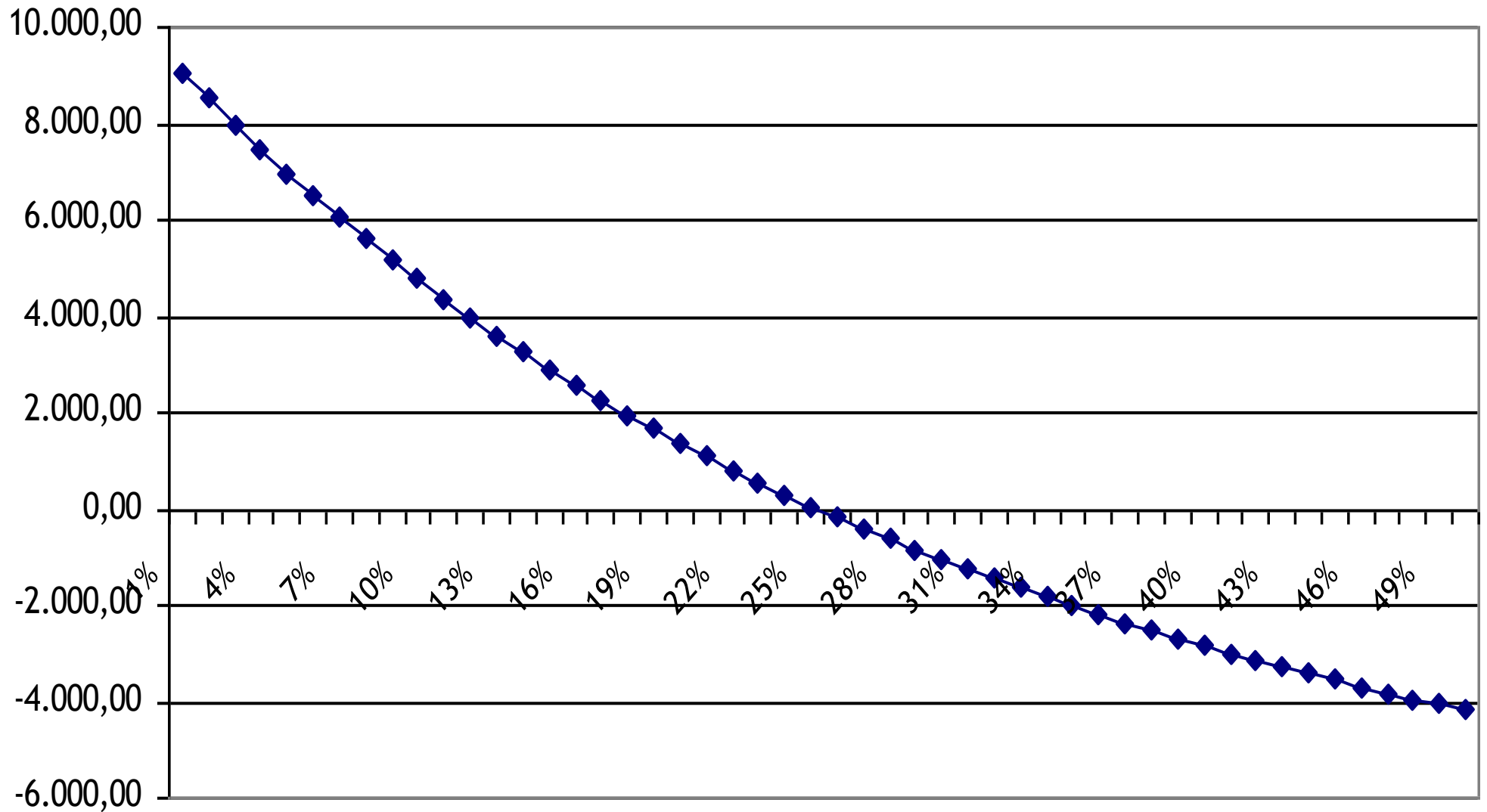
$$VF(i) = \sum_{k=0}^{k=N} V_k * (1+i)^{N-k} = VPL(i) * (1+i)^N$$

Avaliação de um Fluxo de Caixa

■ 3) Taxa Interna de Retorno (TIR)

- Cada empreendimento é avaliado segundo a taxa de atratividade fixada pelo investidor
- O método TIR permite determinar a taxa de desconto i^* que zera o fluxo de caixa, ou seja, é a taxa que iguala o VPL dos investimentos com o VPL do restante do fluxo de caixa: $VPL(i^*)=0$
- Interpretação econômica: Taxa de remuneração do capital aplicado
- Interpretação geométrica: ...próximo slide

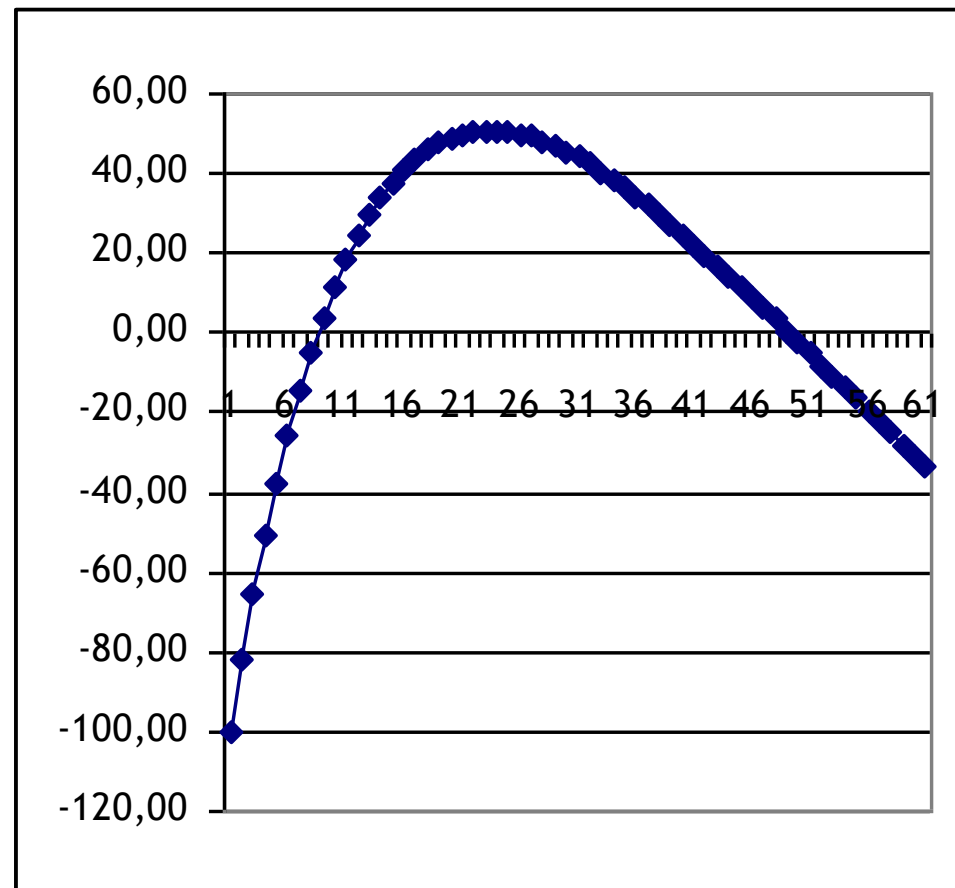
VPL x i%



Avaliação de um Fluxo de Caixa

■ 3) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Período	Fluxo Caixa
0	-350,00
1	100,00
2	500,00
3	600,00
4	50,00
5	-1.000,00



Avaliação de um Fluxo de Caixa

- 3) Taxa Interna de Retorno (TIR)
 - Número de raízes reais positivas de uma equação com coeficientes reais é no máximo igual ao número de variações de sinal dos coeficientes
 - Identificar faixa de viabilidade na curva $VPL(i) \times i$

Avaliação de um Fluxo de Caixa

- 4) Custo Médio Anual (AAC – *Average Annual Cost*)
 - Aplica-se a projetos que não são esperados retorno econômico. Exemplo: embarcações militares, embarcações de pesquisa
 - O custo médio é calculado somando-se aos custos operacionais e variáveis a parcela de investimento, diluída na vida útil do projeto

$$AAC = P(CR - i - N) + (CF + CV)$$

Avaliação de um Fluxo de Caixa

- 5) Taxa de Frete Requerida (RFR – *Required Freight Rate*)
 - É a taxa de frete que, multiplicada pelo valor médio transportado em um período (C), se iguala ao custo anual médio (AAC)

$$RFR = AAC/C = [P(CR - i - N) + (CF + CV)]/C$$

Avaliação de um Fluxo de Caixa

- 5) Taxa de Frete Requerida (RFR – *Required Freight Rate*)
 - Incorporando o financiamento, e o imposto de renda, RFR será a receita que anula FCd
 - Validade.. todos valores anualizados

$$FCd = R + VR - D - I - A - J - \rho(R + VR - D - J - Depr) = 0$$

$$R = \frac{I + A - \rho Depr}{(1 - \rho)} - VR + CF + CV + J$$



Comparação Entre Alternativas de Investimento

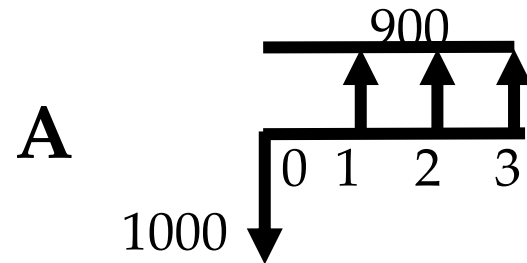


Comparação de Alternativas

- Mutuamente excludentes
 - Visam o mesmo objetivo técnico
- Não excludentes
 - Alocação de capital
 - Campo de finanças
- Podemos desconsiderar valores comuns entre as alternativas
 - Cuidado: não permite avaliar a viabilidade

Necessidade de Mesmo Horizonte

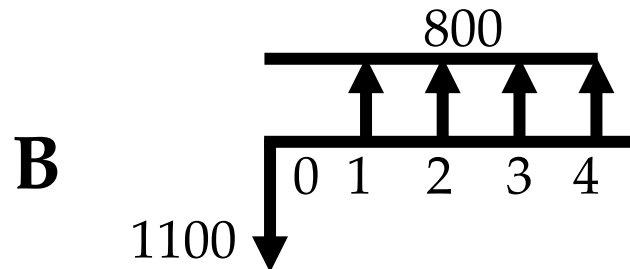
$i=15\%$



$$\text{VPL A}(i) = 1.054,90$$

$$\text{VF A}(i) = 1.604,38$$

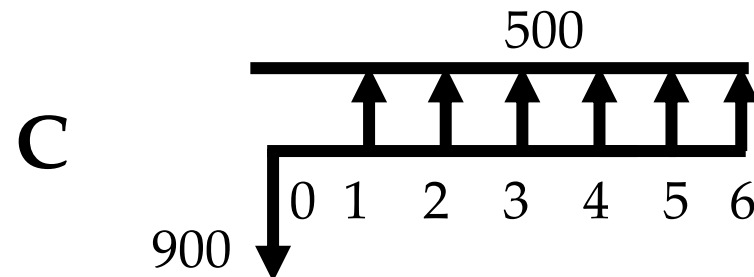
$$\text{BUE A}(i) = 462,02$$



$$\text{VPL B}(i) = 1.183,98$$

$$\text{VF B}(i) = 2.070,79$$

$$\text{BUE B}(i) = 414,71$$



$$\text{VPL C}(i) = 992,24$$

$$\text{VF C}(i) = 2.295,11$$

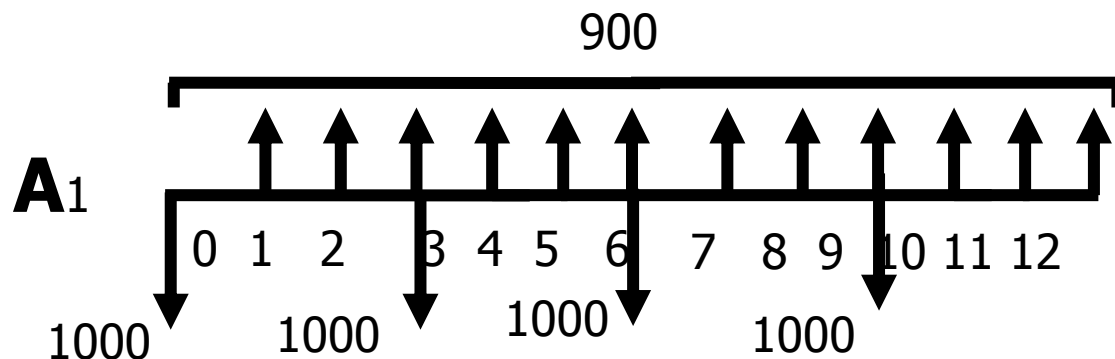
$$\text{BUE C}(i) = 262,19$$

Modelo I – Atividade Permanente

- Horizonte do empreendimento é muito maior que o do projeto
- Investimentos deverão ser renovados para manter a atividade
- Horizonte comum
 - Múltiplo comum dos horizontes de cada projeto
- BUE dos projetos ampliados é o mesmo dos projetos originais

Modelo I – Atividade Permanente

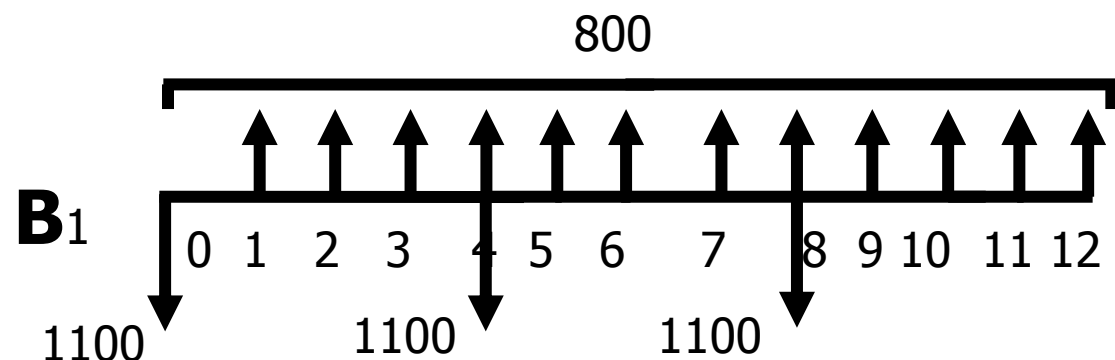
$i=15\%$



VPL $A_1(i) = 2.504,45$

VF $A_1(i) = 13.399,44$

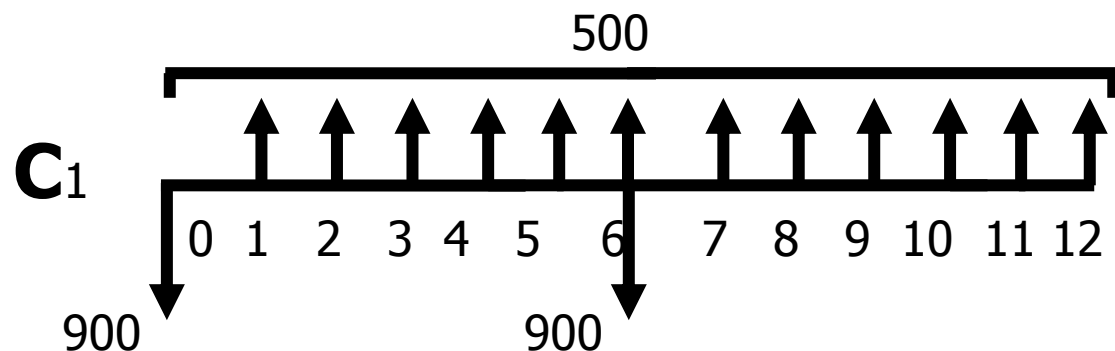
BUE $A_1(i) = 462,02$



VPL $B_1(i) = 2.247,97$

VF $B_1(i) = 12.027,23$

BUE $B_1(i) = 414,71$



VPL $C_1(i) = 1.421,21$

VF $C_1(i) = 7.603,85$

BUE $C_1(i) = 262,19$



Estimativas de Custos de Viagem

Voyage Calculation

Voyage Calculation

VESSEL

<i>Vessel Name</i>	MV "EST SP"
<i>Dwt</i>	59.460,00
<i>Draft (m)</i>	12,40
<i>Speed ballast (knots)</i>	13,00
<i>Speed loaded (knots)</i>	12,50

Consumption	Fuel	Diesel
<i>Ballast (t/day)</i>	30,00	
<i>Loaded (t/day)</i>	32,00	
<i>In Port/Idle (t/day)</i>		2,50
<i>Canal</i>		
<i>Current Price (US\$/t)</i>	70,00	160,00

Voyage Calculation

VOYAGE

<i>Owners</i>	Primse Shipping AS, Monrovia
<i>Voyage</i>	Paranaguá / Rotterdam
<i>Cargo quantity (t)</i>	51.700,00
<i>Freight rate (US\$/t)</i>	14,00
<i>Comission</i>	5%

leg	from	to	ballast (m)	days	laden (m)	days
1	Vitória	Paranaguá	572,00	1,83		
2	Paranaguá	Rotterdam			5.552,00	18,51
3	Rotterdam	Paranaguá	5.552,00	17,79		
			6.124,00	19,63	5.552,00	18,51

LOAD/DISCHARGE TERMS

<i>Load rate</i>	7 days
<i>Discharge rate</i>	10.000,00 t/day

Voyage Calculation

BUNKER CALCULATION

Days voyage		Fuel (t/day)	Cost	Diesel (t/day)	Cost
19,63	ballast	30,00	41.219,23	0,00	0,00
18,51	loaded	32,00	41.454,93	0,00	0,00

Days in port		Fuel (t/day)	Cost	Diesel (t/day)	Cost
7,00	loading	0,00	0,00	2,50	2.800,00
5,17	discharging	0,00	0,00	2,50	2.068,00

Idle		Fuel (t/day)	Cost	Diesel (t/day)	Cost
2,00	loading	0,00	0,00	2,50	800,00

82.674,16

5.668,00

Voyage Calculation

TIME

<i>Days ballast</i>	19,63
<i>Days loaded</i>	18,50
<i>Port load</i>	7,00
<i>Port discharge</i>	5,17
<i>Idle</i>	2,00
<i>Voyage total</i>	52,30

COSTS

<i>Freight tax</i>	
<i>D/A load port</i>	45.000,00
<i>D/A discharging port</i>	65.000,00
<i>Canal dues</i>	
<i>Bunkers</i>	88.342,16
<i>Extra insurance</i>	
<i>Despatch</i>	
<i>Extra costs</i>	5.000,00
<i>Total</i>	-203.342,16

Voyage Calculation

REVENUE

<i>Gross freight</i>	723.800,00
<i>Demurrage</i>	
<i>Comission</i>	-36.190,00
<i>Net revenue</i>	687.610,00
<i>Extra income</i>	
<i>Total Revenue</i>	687.610,00

RETURN

<i>Voyage Surplus</i>	484.267,84
<i># Days</i>	52,30
<i>Time Charter Equivalent</i>	9.259,42
<i>Daily Cost</i>	10.536,20

RESULT

<i>Daily margin</i>	-1.276,78
---------------------	-----------

Um armador encomendou uma embarcação com as seguintes características:

Velocidade de Serviço	=	25 nós
DWT	=	20,000 t
Net Tonnage	=	30000 m3
Tripulação	=	25 homens

Os consumos nesta embarcação são os seguintes:

Consumo de óleo pesado no mar	=70	t/dia
Consumo de óleo diesel no mar	=3	t/dia
Consumo de lubrificantes no mar	=0.2	t/dia
Consumo de óleo diesel no porto	=7	t/dia

O preço da embarcação é de 60 milhões a ser pago em 15 anos, tendo como valor residual 6 milhões ao final deste período e juros de 10 % a.a

Os outros custos envolvidos são:

Manutenção	=>	1,500,000	\$/ano
Seguro	=>	1,000,000	\$/ano
Administração	=>	7,000	\$/dia
Praticagem	=>	1,000	\$/atracação ou desatracação
Acostagem	=>	500	\$/dia
Movimentação de cargas	=>	150	\$/t
Custo do óleo diesel	=>	240	\$/t
Custo do óleo pesado	=>	120	\$/t
Custo do lubrificante	=>	360	\$/t
Custo por tripulante	=>	1,500	\$/mês

Esta embarcação operará 350 dias por ano em rotas ligando sempre dois portos. Sabe-se que navios semelhantes que já estão operando nesta rota têm os seguintes índices de produtividade médios:

210,000,000 milhões de toneladas X milhas por viagem
35,000 toneladas de carga transportadas por viagem nos dois sentidos

A taxa de carga e descarga nos portos é de 1000 t/dia

(Dias operando por ano 350)

Pede-se:

A) Indicar o valor dos custos diários de capital (incluir a depreciação), operação e viagem. (só aplique a taxa de juros para custos anuais).

B) Sendo o frete médio das cargas de 263 \$ por tonelada, calcule a ocupação mínima do navio para cobrir o custo total e o índice de rotatividade nesse ponto.