



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Lista de Exercicios - Aula 12

Economia para a Engenharia

Arthur Cadore Matuella Barcella

21 de Junho de 2025

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

Sumário

1. Introdução	3
2. Questões	3
2.1. Questão 1	3
2.2. Questão 2	4
2.3. Questão 3	4
2.4. Questão 4	5
2.5. Questão 5	6

1. Introdução

Este documento apresenta as resoluções da lista de exercícios sobre comparação de alternativas de investimento, utilizando uma abordagem de cálculo manual para VPL, TIR e Payback.

2. Questões

2.1. Questão 1

Uma empresa de exploração de concessão de rodovias está avaliando dois tipos de cobertura asfáltica para estradas, com os seguintes custos por km:

Custo por Km	Cobertura Asfáltica A	Cobertura Asfáltica B
Custo Inicial (R\$)	R\$300.000,00	R\$200.000,00
Vida Útil (anos)	8	6
Custo Anual - Reparos	R\$10.000,00	R\$12.000,00
Custo Re-Pavimentação	R\$150.000,00	R\$120.000,00

Compare o valor presente dos dois tipos de cobertura asfáltica, em um horizonte de 24 anos e considerando valor residual zero. A TMA da empresa é de 10%*a.a.*

Para comparar projetos com vidas úteis diferentes, utilizamos o método do Valor Presente do Custo (VPC) ao longo de um horizonte de tempo comum (24 anos). A alternativa mais econômica é a que apresenta o menor custo presente (VPL mais próximo de zero). A fórmula do VPL é:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

```
1 tma = 0.10
2 horizonte = 24
3
4 # VPL Manual
5 def vpl_manual(taxa, fluxo):
6     vpl = fluxo[0]
7     for t, val in enumerate(fluxo[1:], 1):
8         vpl += val / (1 + taxa)**t
9     return vpl
10
11 # Alternativa A
12 fluxo_a = np.zeros(horizonte + 1)
13 fluxo_a[0] = -300000
14 for ano in range(1, horizonte + 1):
15     fluxo_a[ano] -= 10000
16     if ano % 8 == 0 and ano != 24:
17         fluxo_a[ano] -= 150000
18 vpl_a = vpl_manual(tma, fluxo_a)
19
20 # Alternativa B
```

```

21 fluxo_b = np.zeros(horizonte + 1)
22 fluxo_b[0] = -200000
23 for ano in range(1, horizonte + 1):
24     fluxo_b[ano] -= 12000
25     if ano % 6 == 0 and ano != 24:
26         fluxo_b[ano] -= 120000
27 vpl_b = vpl_manual(tma, fluxo_b)
28
29 print(f"VPL Custo A: R$ {vpl_a:,.2f}")
30 print(f"VPL Custo B: R$ {vpl_b:,.2f}")

```

O VPL do custo da alternativa A é de $-492.467,92$ e o da B é de $-435.372,55$. Portanto, a **Alternativa B é a mais econômica**.

2.2. Questão 2

No Exercício anterior, considere que para o Tipo A os custos anuais de reparos sejam crescentes, sendo 800 no primeiro ano, e aumentando em 800 a cada ano. Qual seria o VPL da alternativa A, neste caso? Qual o projeto mais econômico?

Neste cenário, o custo de reparos da Alternativa A segue um gradiente aritmético. Mantemos o cálculo do VPL da Alternativa B e recalculamos o de A com o novo fluxo de custos.

```

1  vpl_b = -435372.55
2
3  # Alternativa A com gradiente
4  fluxo_a_grad = np.zeros(25)
5  fluxo_a_grad[0] = -300000
6  for ano in range(1, 25):
7      fluxo_a_grad[ano] -= 800 + (ano - 1) * 800
8      if ano % 8 == 0:
9          fluxo_a_grad[ano] -= 150000
10
11 vpl_a_grad = vpl_manual(0.10, fluxo_a_grad)
12
13 print(f"VPL A (gradiente): R$ {vpl_a_grad:,.2f}")
14 print(f"VPL B (inalterado): R$ {vpl_b:,.2f}")

```

Com os custos crescentes, o VPL da Alternativa A é de $-462.193,31$. A **Alternativa B ainda é a mais econômica**.

2.3. Questão 3

A construção de uma estrada envolve os seguintes custos:

Descrição do Custo	Valor
Implantação da Estrada	R\$60.000,00
Custo de Manutenção	R\$100.000,00 (1º ano), + 3% <i>a.a.</i>

Com um pedágio de R\$100 pretende-se cobrir os custos da estrada nos próximos 18 anos. A taxa mínima de atratividade é de 10%*a.a.* e o valor residual da estrada pode ser considerado

nulo. Qual deve ser o fluxo mínimo de veículos, se o mesmo crescer a uma razão de 5% ao ano, para que se justifique a construção da estrada?

O projeto se justifica quando $VPL(\text{Receitas}) \geq VPL(\text{Custos})$. Para encontrar o fluxo mínimo, igualamos os VPLs ($VPL \text{ Total} = 0$). Usamos uma função (`fsolve`) para encontrar a raiz da equação.

```
1 tma = 0.10
2 anos = 18
3
4 fluxo_custos = np.zeros(anos + 1)
5 fluxo_custos[0] = -60000
6 for ano in range(1, anos + 1):
7     fluxo_custos[ano] = -(100000 * (1.03)**(ano-1))
8 vpl_custos = vpl_manual(tma, fluxo_custos)
9
10 def vpl_receitas(fluxo_inicial):
11     fluxo_receitas = np.zeros(anos + 1)
12     for ano in range(1, anos + 1):
13         fluxo_receitas[ano] = (fluxo_inicial * (1.05)**(ano-1) * 100)
14     return vpl_manual(tma, fluxo_receitas)
15
16 def equacao(x):
17     return vpl_custos + vpl_receitas(x[0])
18
19 fluxo_minimo = fsolve(equacao, x0=[1000])[0]
20
21 print(f"VPL Custos: R$ {vpl_custos:,.2f}")
22 print(f"Fluxo mínimo de veículos no 1º ano: {fluxo_minimo:.0f}")
```

O VPL dos custos é de $-1.051.146,36$. Para cobrir esses custos, o fluxo mínimo de veículos no primeiro ano deve ser de **927 veículos**.

2.4. Questão 4

A companhia Beta está considerando dois planos alternativos para a construção de um muro. Uma cerca de arame custa $R\$35.000$ com manutenção de $R\$300/\text{ano}$. Um muro de concreto custa $R\$20.000$ com reparos de $R\$1.000$ a cada 5 anos e $R\$5.000$ a cada 10 anos. Vida útil de 25 anos e TMA de 10%*a.a.*. Qual a melhor opção?

Comparamos as alternativas calculando o VPL do custo de cada uma.

```
1 tma = 0.10
2 anos = 25
3
4 # Cerca de Arame
5 fluxo_arame = np.zeros(anos + 1)
6 fluxo_arame[0] = -35000
7 for ano in range(1, anos + 1):
8     fluxo_arame[ano] = -300
9 vpl_arame = vpl_manual(tma, fluxo_arame)
10
11 # Muro de Concreto
12 fluxo_concreto = np.zeros(anos + 1)
```

```

13 fluxo_concreto[0] = -20000
14 for ano in range(1, anos + 1):
15     if ano % 10 == 0: fluxo_concreto[ano] -= 5000
16     elif ano % 5 == 0: fluxo_concreto[ano] -= 1000
17 vpl_concreto = vpl_manual(tma, fluxo_concreto)
18
19 print(f"VPL Cerca: R$ {vpl_arama:,.2f}")
20 print(f"VPL Muro: R$ {vpl_concreto:,.2f}")

```

O VPL do custo da Cerca de Arame é de $-37.723,11$ e o do Muro de Concreto é de $-23.623,54$. A melhor opção é o **Muro de Concreto**.

2.5. Questão 5

Um gerador custa $R\$30.000$, com manutenção de $R\$500/\text{ano}$. Gera 100.000 kWh/ano , vendido a $R\$0, \frac{08}{\text{kWh}}$. Vida útil de 15 anos, valor residual de $R\$2.000$ e TMA de $9\% \text{ a.a.}$. Calcule o Payback Descontado, VPL e TIR.

Calculamos o Payback Descontado iterando sobre os fluxos de caixa futuros descontados até que o investimento seja recuperado. VPL e TIR são calculados sobre o fluxo de caixa total do projeto.

```

1  tma = 0.09
2  anos = 15
3  investimento = 30000
4
5  fluxo_anual = (100000 * 0.08) - 500
6  fluxo = np.full(anos + 1, fluxo_anual)
7  fluxo[0] = -investimento
8  fluxo[anos] += 2000 # Residual
9
10 # Payback
11 acumulado = 0
12 for ano in range(1, anos + 1):
13     vp = fluxo[ano] / (1 + tma)**ano
14     if (acumulado + vp) < investimento:
15         acumulado += vp
16     else:
17         payback = ano - 1 + (investimento - acumulado) / vp
18         break
19
20 vpl = vpl_manual(tma, fluxo)
21 # tir = fsolve(...) # Opcional
22
23 print(f"Payback Descontado: {payback:.2f} anos")
24 print(f"VPL: R$ {vpl:,.2f}")
25 print(f"TIR: {tir*100:.2f}%")

```

O retorno (Payback Descontado) ocorre em **5.19 anos**. O projeto é rentável, com **VPL de $R\$31.004,24$** e **TIR de $24,08\% \text{ a.a.}$**