

Análise de Risco

Risco de Mercado

Aula 6

Carlos R. Godoy



Agenda Aula 6

1. Introdução ao Risco de Mercado (RM)
2. Importância da Mensuração do RM
3. RiskMetrics J. P. Morgan (JPM)
4. DEAR - *daily earnings at risk*
5. VAR - *value at risk*
6. Renda Fixa, Moedas Estrangeiras e Ações
7. Risco na Carteira



Questões Norteadoras

1. Qual o significado do termo *value at risk* ou **VAR**? O que ele representa?



2. Qual o significado do termo *daily earnings at risk* ou **DEAR**? O que ele representa?



Questões Norteadoras



Sob as mesmas circunstâncias, qual ativo deve apresentar maior VAR?

1. Ativo de Renda Fixa com DM de 7.
2. Ativo de Renda Fixa com DM de 3.
3. Ativo de Renda Fixa com DM de 2.

E quanto a DEAR?



Introdução ao Risco de Mercado

✓ Aumento do risco nas I Financeiras

1. Redução da atividade tradicional das IFs
2. Aumento das operações em bolsa e balcão: ações e títulos de renda fixa, mercados desenvolvidos e mercados emergentes, e complexos instrumentos derivativos.
3. Ameaças a solvência das IFs

✓ Risco

1. Flutuações do valor dos ativos e passivos da carteira
2. Solvência: 1 dia ou para 1 ano
3. Incerteza nos lucros das empresas, originados de mudanças das condições de mercado: preço dos ativos, taxas de juros ou de câmbio.



Mensuração do Risco de Mercado

✓ Importância em 5 motivos:

1. **Informação gerencial:** exposição ao risco assumido pelos operadores, comparada com o "capital" da empresa.
2. **Fixação de limites:** aos operadores de cada área.
3. **Alocação de recursos:** permite a comparação dos resultados aos riscos de mercado em diferentes áreas, identificação de áreas potenciais.
4. **Avaliação de desempenho:** sistema mais racional de premiação.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Retorno}}{\text{Risco}}$$

5. **Regulação:** modelos da empresa podem ser comparados aos modelos dos reguladores – exigência de capital.



RiskMetrics J P Morgan

- ✓ Uma única medida (valor) que representa todos os riscos de mercado em todas as operações e locais.
1. Exposição diária a risco de mercado: renda fixa, ações, câmbio, commodities ...
 2. Quanto poderia perder se as condições de mercado piorassem?
- **Risco de Mercado:** perda potencial estimada em circunstâncias adversas
 - **Resultado diário sujeito a risco** = valor monetário da posição x volatilidade do preço
 - **Volatilidade do preço** = sensibilidade do preço x variação desfavorável possível.



Significado das Durations

- ✓ Medida direta de sensibilidade de um ativo ou passivo de renda fixa em relação às variações na taxa de juros.
- Quanto maior é duration (D): mais sensível é o preço do ativo ou passivo a mudanças nas taxas de juros
- ❖ Os juros de um título de dívida de 6 anos que pagam juros anualmente (eurobonds) é 8%, o seu valor de face é \$1.000 e a taxa de mercado (R) é 8% (N), calcule a duration.

$$\Delta \% P = -D \left(\frac{\Delta R}{1 + R} \right)$$

$$\Delta \% P = -4,993 \left(\frac{0,0001}{1 + 0,08} \right) = -0,0462\%$$

| Anos | FCx | VP FCx | VP x t |
|------|----------|----------|----------|
| 1 | 80,00 | 74,07 | 74,07 |
| 2 | 80,00 | 68,59 | 137,17 |
| 3 | 80,00 | 63,51 | 190,52 |
| 4 | 80,00 | 58,80 | 235,21 |
| 5 | 80,00 | 54,45 | 272,23 |
| 6 | 1.080,00 | 680,58 | 4.083,50 |
| | | 1.000,00 | 4.992,71 |

| | | | |
|----------|----------|-------|------|
| Cupom | 8% | | |
| Mercado | 8% | | |
| VN | 1.000,00 | | |
| Duration | 4,992,71 | 4,993 | Anos |
| | 1.000,00 | | |

Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ Um título de dívida de 4 anos que não paga juros (LTN) tem seu valor de face de \$1.000 e valor de mercado de \$683,01, a uma taxa de mercado (R) de 10% sua duration é 4.

| Anos | FCx | VP FCx | VP x t |
|------|----------|--------|----------|
| 1 | - | 0,00 | - |
| 2 | - | 0,00 | - |
| 3 | - | 0,00 | - |
| 4 | 1.000,00 | 683,01 | 2.732,05 |
| | | 683,01 | 2.732,05 |

| | | | |
|----------|----------|-------|------|
| Cupom | 0% | | |
| Mercado | 10% | | |
| VN | 1.000,00 | | |
| Duration | 2.732,05 | 4,000 | Anos |
| | 683,01 | | |



Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ Um título de dívida de 4 anos que não paga juros (LTN) tem seu valor de face de \$1.000 e valor de mercado de \$683,01, a uma taxa de mercado (R) de 10% sua duration é 4.

- ❖ Qual o valor monetário da posição?

Valor monetário da posição = \$683,01

- ❖ Qual a exposição da empresa em um cenário onde haja uma variação desfavorável na posição (taxa de juros)?

Resultados Diários Sujeitos a Risco =

Valor monetário da posição x Volatilidade diária de preços



Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ Qual a volatilidade do preço da obrigação (TRF)?

Volatilidade Diária de Preços =

Sensibilidade do preço a uma pequena variação na taxa de juros
x Variação diária desfavorável da taxa de juros

Volatilidade Diária de Preços =

- Duration Modificada (DM) x variação diária desfavorável da taxa de juros

$$-DM = \frac{D}{1 + R} = \frac{4}{1,10} = -3,636$$



Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ Qual a exposição da empresa a uma variação desfavorável na taxa de juros?

Resultados Diários Sujeitos a Risco =

Valor monetário da posição x Volatilidade diária de preços

Volatilidade Diária de Preços =

Sensibilidade do preço a uma pequena variação na taxa de juros
X Variação diária desfavorável da taxa de juros

- Duration Modificada (DM) x variação diária desfavorável dos juros

$$-DM = \frac{D}{1 + R} = \frac{4}{1,10} = -3,636$$

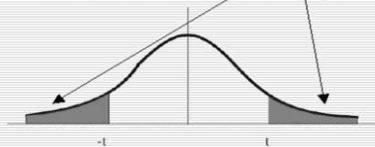


Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

❖ Estatística:

- 90% da área sob a curva de uma distribuição normal fica entre $\pm 1,65$ desvios-padrão da média, ou seja, $1,65\sigma$.

Probabilidade de um valor menor ou maior que z



| Nível de Confiança | Z |
|--------------------|----------|
| 90% | + - 1,65 |
| 95% | + - 1,96 |
| 99% | + - 2,58 |



13

Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

❖ Volatilidade e Resultados:

- Para um variação histórica das taxas diárias destes TRF (zero cupom e 4 anos) de 0% e desvio-padrão de 10 pontos-base (0,1% ou 0,001)

- $1,65\sigma = 1,65 \times 10 \text{ pb} = 16,5 \text{ pontos base ou } 0,165\%$



Volatilidade do Preço =

- Duration Modificada (DM) x variação diária desfavorável dos juros

Volatilidade do Preço =

- $3,636 \times 0,00165 = -0,0060$ ou $-0,60\%$

Resultados Diários Sujeitos a Risco =

Valor monetário da posição x Volatilidade do preço

$\$683,01 \times 0,0060 = \$4,10$



14

Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

❖ Resultado Diário sujeito a Risco

- A perda diária possível (1/20 ou 5%) na posição seria: **\$4,10**



Resultados Diários Sujeitos a Risco (DEAR) =

Valor monetário da posição x Volatilidade do preço

$\$683,01 \times 0,0060 = \$4,10$

❖ Mas como ficaria para mais dias: 5, 10 e N dias?

- Valor de Mercado sujeito a risco em N dias (VAR, value at risk), depende dos resultados diários sujeitos a risco (DEAR, daily earnings at risk):

$$\sigma_5^2 = \sigma_1^2 \times 5 \quad \sigma_5 = \sigma_1 \times \sqrt{5}$$

$$VAR(1) = DEAR$$

$$VAR(5) = \$4,10 \times \sqrt{5} = \$9,17$$

$$VAR = DEAR \times \sqrt{N}$$

$$VAR(10) = \$4,10 \times \sqrt{10} = \$12,97$$



15

Interpretação do DEAR e VAR

- Qual o significado de um ativo com VAR de \$1.000 em 1 dia com 95% de confiança:

- Há 95% de confiança de que a perda máxima no próximo dia será de \$1.000.
- Existe 5% de probabilidade de o ativo perder mais de \$1.000 em 1 dia.
- A perda no próximo dia não será superior a \$1.000 com 95% de confiança.
- Em média, em 1 dia a cada 20 dias poderá perder mais do que \$1.000.



16

Risco de Mercado em Moedas Estrangeiras

❖ Resultado Diário sujeito a Risco - DEAR

- DEAR: Daily earnings at risk

Resultados diários sujeitos a risco (DEAR) =

(Valor monetário da posição x Volatilidade do preço)

- Empresa tem posição de 1,6 milhões em euros, quais os resultados desta exposição ao risco para uma taxa de câmbio de 1€ = R\$4,50?

1. Calcular o valor monetário da posição.

Valor monetário da posição =

(Posição em moeda estrangeira x taxa de câmbio)

(€ 1,6 milhões x R\$4,50) = R\$7,2 milhões



17

Risco de Mercado em Moedas Estrangeiras

❖ Resultado diário sujeito a risco - DEAR

- Valor monetário da posição: R\$7,2 milhões



2. Calcular a volatilidade do preço

- Analisando as variações diárias da taxa de câmbio Euro/Reais durante o ano anterior, notamos que:
 - σ da taxa de câmbio = 56,5 pontos base
 - Variações desfavoráveis que não sejam superadas mais do que 5% das vezes, ou $1,65\sigma$.

Volatilidade da taxa de câmbio =

$1,65 \times 56,5 \text{ pb} = 93,2 \text{ pontos base, ou } 0,932\%$



18

Risco de Mercado em Moedas Estrangeiras

❖ Resultado diário sujeito a risco - DEAR

- Valor monetário da posição: R\$7,2 milhões
- Volatilidade da taxa de câmbio: 0,932%



2. Calcular o resultado diário sujeito a risco - DEAR

- Exposição a perdas diárias da empresa pela posição em euros no mercado a vista, no valor de €1,6 milhões.

$$\text{Resultados diários sujeitos a risco (DEAR)} =$$

$$(\text{Valor monetário da posição} \times \text{Volatilidade do preço})$$

$$\$7,2 \text{ milhões} \times 0,00932 = \$67.104$$



Risco de Mercado em Moedas Estrangeiras

❖ Resultado Diário sujeito a Risco

- A perda diária possível (1/20 ou 5%) na posição seria: \$4,10

$$\text{Resultados Diários Sujeitos a Risco (DEAR)} =$$

$$\text{Valor monetário da posição} \times \text{Volatilidade do preço}$$

$$\$7,2 \text{ milhões} \times 0,00932 = \$67.140$$



❖ Mas como ficaria para mais dias: 5, 10 e N dias?

- Valor de Mercado sujeito a risco em N dias (VAR, value at risk), depende dos resultados diários sujeitos a risco (DEAR, daily earnings at risk):

$$\sigma_s^2 = \sigma_d^2 \times 5 \quad \sigma_s = \sigma_d \times \sqrt{5}$$

$$\text{VAR}(1) = \text{DEAR}$$

$$\text{VAR}(5) = \$67.140 \times \sqrt{5} = \$150.130$$

$$\text{VAR} = \text{DEAR} \times \sqrt{N}$$

$$\text{VAR}(10) = \$67.140 \times \sqrt{10} = \$212.315$$



Risco de Mercado em Ações

❖ Resultado diário sujeito a risco - DEAR

- CAPM: 2 tipos de riscos numa ação
- Risco total = Risco sistemático + Risco não sistemático

$$\sigma_{it}^2 = \beta_{it}^2 \sigma_m^2 + \sigma_{eit}^2$$

- ❖ Empresa tem carteira de ações de \$1 milhão.

- Desvio histórico das taxas diárias de mercado: 2%
- 90% de nível de confiança.

$$\text{Resultados diários sujeitos a risco (DEAR)} =$$

$$(\text{Valor monetário da posição} \times \text{Volatilidade taxa de retorno m ações})$$

$$\$1 \text{ milhão} \times 1,65 \sigma_m = \$1 \text{ milhão} \times 0,033 = \$33.000$$



Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ A variação média diária da taxa de juros de mercado de uma obrigação com prazo de 15 anos e cupom igual a zero foi de 5 pontos base no último ano, com desvio-padrão de 15 pontos base. Usando esses dados e supondo que as variações de taxa tenham distribuição normal:

- Qual é a variação da taxa esperada, caso seja usado um limite de confiança de 90%?
- Qual é a variação da taxa esperada, caso seja usado um limite de confiança de 95%?

| Nível de Confiança | Z |
|--------------------|----------|
| 90% | + - 1,65 |
| 95% | + - 1,96 |
| 99% | + - 2,58 |



Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ Uma IF possui títulos de renda fixa com prazo de 15 anos, sem cupom, com rating AAA, e cujo valor de face é de \$400 milhões. Atualmente, a taxa de mercado está em 9,5%:

- Qual é a duração modificada dos TRFs?
- Qual é o valor de sua volatilidade de preço caso a variação desfavorável possível de taxa seja de 25 pontos de base?
- Qual é o valor dos resultados diários sujeitos a risco (DEAR)?
- Qual o resultado exposto a risco (VAR) no prazo de 10 dias?



Risco de Mercado em Títulos de Renda Fixa

- ❖ Uma IF possui títulos de renda fixa com valor de mercado de \$200 milhões. A volatilidade de preço dessas obrigações foi estimada em 0,0095.

- Qual é o valor do resultado diário sujeito a risco (DEAR)?
- Qual é o resultado exposto a risco no prazo de 10 dias (VAR)?



Risco de Mercado em Moedas

- ❖ O estoque de €20 milhões e de US\$25 milhões está sujeito a risco de mercado. As taxas de câmbio a vista são R\$1,40/€ e R\$1,28/US\$. Os desvios-padrão das taxas de câmbio do US\$ e do €, com base em variações diárias dos últimos seis meses, são iguais a 65 pb e 45 pb, respectivamente.
- a) Com um limite de confiança de 90%, determine o valor sujeito a risco (VAR) no prazo de 10 dias para cada uma das moedas.



25

Risco de Mercado em Ações

- ❖ Uma IF possui uma carteira de ações avaliada a \$10 milhões. O beta da carteira é muito próximo ao beta da carteira de mercado, cujo desvio-padrão, σ_m , foi estimado em 1,5%.
- a) Qual o resultado exposto a risco (VAR) de 5 dias dessa carteira, usando um nível de confiança de 99%?

| Nível de Confiança | Z |
|--------------------|----------|
| 90% | + - 1,65 |
| 95% | + - 1,96 |
| 99% | + - 2,58 |



Resultados Diários Sujeitos a Risco =
 Valor monetário da posição x Volatilidade diária de preços



26

Risco de Mercado em Carteiras

- ✓ Não pode ser a simples soma individual dos DEARs.
 - Agregar os DEARs individuais e suas correlações – **matrix de correlação**.
 - Caso de 3 ativos:

DEAR Portfolio 3 =

$$\left(\begin{aligned} & \text{DEAR}_a^2 + \text{DEAR}_b^2 + \text{DEAR}_c^2 \\ & + 2r_{ab} \times \text{DEAR}_a \times \text{DEAR}_b \\ & + 2r_{ac} \times \text{DEAR}_a \times \text{DEAR}_c \\ & + 2r_{bc} \times \text{DEAR}_b \times \text{DEAR}_c \end{aligned} \right)^{1/2}$$



27

Risco de Mercado em Carteiras

- ❖ O vice-presidente de operações do Max Bank, está estimando o DEAR agregado da carteira de ativos do banco, compreendendo empréstimos, moedas estrangeiras e ações ordinárias.
- a) Qual é o valor do DEAR da carteira agregada?
- b) resultado exposto a risco (VAR) de 5 dias dessa carteira, usando um nível de confiança de 99%?

| | Empréstimos | Moedas | Ações |
|--------------|-------------|-----------|-----------|
| DEARs | \$300.700 | \$274.000 | \$126.700 |
| Correlação E | 1 | 0,3 | 0,7 |
| Correlação M | 0,3 | 1 | 0 |



28

Síntese do Risco de Mercado – VAR ou DEAR

- ✓ Uma única medida (valor) que representa todos os riscos de mercado em todas as operações e locais.
 - Exposição diária a risco de mercado: renda fixa, ações e câmbio
 - Quanto poderia perder se as condições de Mercado piorassem?
- I. **Risco de Mercado** = perda potencial estimada em circunstâncias adversas.
- II. **Perda Potencial (Resultado diário sujeito a risco)** = valor monetário da posição x Volatilidade do preço.
- III. **Volatilidade do Preço** = sensibilidade do preço x variação desfavorável possível.



29