**Teoria de Black-Scholes e os *Greeks***

Tutorial Laboratorial

### 📚 **Parte 1: Introdução à Teoria de Black-Scholes**

#### **O que é o Modelo de Black-Scholes?**

* É uma fórmula matemática desenvolvida em 1973 para calcular o preço teórico de **opções europeias** (que só podem ser exercidas na data de vencimento).
* **Objetivo**: Determinar o valor justo de uma opção, considerando fatores como preço do ativo, volatilidade, tempo e taxas de juro.

#### **Pressupostos do Modelo**:

1. O preço do ativo segue um **movimento browniano geométrico** (variações contínuas, sem saltos bruscos).
2. Volatilidade e taxa de juro são constantes.
3. Não há custos de transação ou impostos.
4. O mercado permite arbitragem perfeita.

#### **Fórmula para Opção de Compra (Call)**:

#### **O que são os *Greeks*?**

São medidas de sensibilidade do preço da opção a diferentes fatores:

* **Delta (Δ)**: Variação do preço da opção por €1 de mudança no ativo subjacente.
* **Gamma (Γ)**: Variação do *Delta* por €1 de mudança no ativo.
* **Theta (Θ)**: Perda de valor da opção com o passar de 1 dia (*time decay*).
* **Vega (ν)**: Impacto de 1% de aumento na volatilidade.
* **Rho (ρ)**: Impacto de 1% de aumento na taxa de juro.

### 💻 **Parte 2: Experimentar o Modelo na Prática**

#### **Passo 1: Configurar o Ambiente**

1. Instale as dependências:

* pip install streamlit numpy scipy matplotlib

1. Copie o [código do app interativo](https://chat.openai.com/c/1863e566-8d8c-4f3f-9b8a-0f9b4d1b9e9d) para um ficheiro black\_scholes\_greeks.py.

#### **Passo 2: Executar o App**

streamlit run black\_scholes\_greeks.py

Uma janela do navegador abrirá com a interface:



#### **Passo 3: Explorar os Parâmetros**

Use os **sliders na barra lateral** para ajustar:

* **Preço do Ativo (S)**: Simule subidas/descidas do preço da ação.
* **Preço de Exercício (K)**: Veja como opções "in the money" (ITM) ou "out of the money" (OTM) se comportam.
* **Tempo até Vencimento (T)**: Observe o efeito do *time decay*.
* **Volatilidade (σ)**: Teste cenários de alta/baixa incerteza.

#### **Passo 4: Observar os *Greeks* em Tempo Real**

Na coluna à esquerda:

* **Preço da Opção**: Valor calculado instantaneamente.
* **Tabela de *Greeks***:
  + Exemplo: Se **Delta = 0.7**, a opção ganha €0.70 por cada €1 que o ativo sobe.
  + Se **Theta = -0.05**, a opção perde €0.05 de valor por dia.

### 🎯 **Parte 3: Exercícios para Compreender os Conceitos**

#### **Exercício 1: Efeito do Preço do Ativo (S)**

1. Fixe , , , .
2. Mova o slider de de 80 para 120.
3. **Observe**:
   * Como o **Delta** se aproxima de 1 (call) ou -1 (put) quando a opção está ITM.
   * Porque o **Gamma** é máximo quando .

#### **Exercício 2: Impacto da Volatilidade (σ)**

1. Aumente a volatilidade de 0.2 para 0.8.
2. **Observe**:
   * O **preço da opção** aumenta (mais incerteza = mais valor).
   * O **Vega** é sempre positivo: maior volatilidade beneficia tanto calls como puts.

#### **Exercício 3: Time Decay (Theta)**

1. Reduza o tempo de 2 anos para 0.1 anos.
2. **Observe**:
   * O **Theta** torna-se mais negativo próximo do vencimento: o tempo "corrói" o valor da opção.
   * Opções OTM perdem valor mais rapidamente.

### 📉 **Parte 4: Interpretação de Cenários Reais**

#### **Cenário 1: Mercado em Alta (Bull Market)**

* **Ação**: Aumente para 120 (call ITM).
* **Resultado**:
  + **Delta ≈ 0.9**: A opção ganha valor quase 1:1 com o ativo.
  + **Theta ≈ -0.02**: Pouca erosão temporal (ainda há tempo até ao vencimento).

#### **Cenário 2: Crise com Alta Volatilidade**

* **Ação**: Defina , , (put OTM).
* **Resultado**:
  + **Vega ≈ 25**: Alta volatilidade aumenta o valor mesmo para puts OTM.
  + **Delta ≈ -0.3**: A opção ganha valor se o ativo cair.

### 🧠 **Parte 5: Dicas para Evitar Erros Comuns**

1. **Black-Scholes não prevê crashes**: Assume variações suaves – não funciona bem em crises com quedas abruptas.
2. **Opções americanas**: O modelo não considera exercício antecipado (use Binomial para isso).
3. **Volatilidade implícita**: A volatilidade real do mercado pode divergir da usada no modelo.

### 🏁 **Conclusão**

Com esta ferramenta, você pode:

1. **Visualizar** relações matemáticas abstratas de forma concreta.
2. **Testar hipóteses** em tempo real (ex: "O que acontece se a taxa de juro subir?").
3. **Internalizar** o significado prático dos *Greeks*.

Experimente modificar parâmetros extremos (ex: , ) para ver comportamentos não lineares! 😊