



N3 - Pesquisa Operacional

Análise de Promoção de Pizza com Simulação de Monte Carlo

Professor: Jaison

Alunos: Alberto Zilio e Roni Pereira



Objetivo do estudo

- Avaliar o impacto de uma promoção aplicada à pizza big_meat_s sobre o faturamento da pizzeria.
- Considerar explicitamente a incerteza na demanda usando simulação de Monte Carlo.
- Comparar o cenário com promoção com o cenário base (sem promoção).

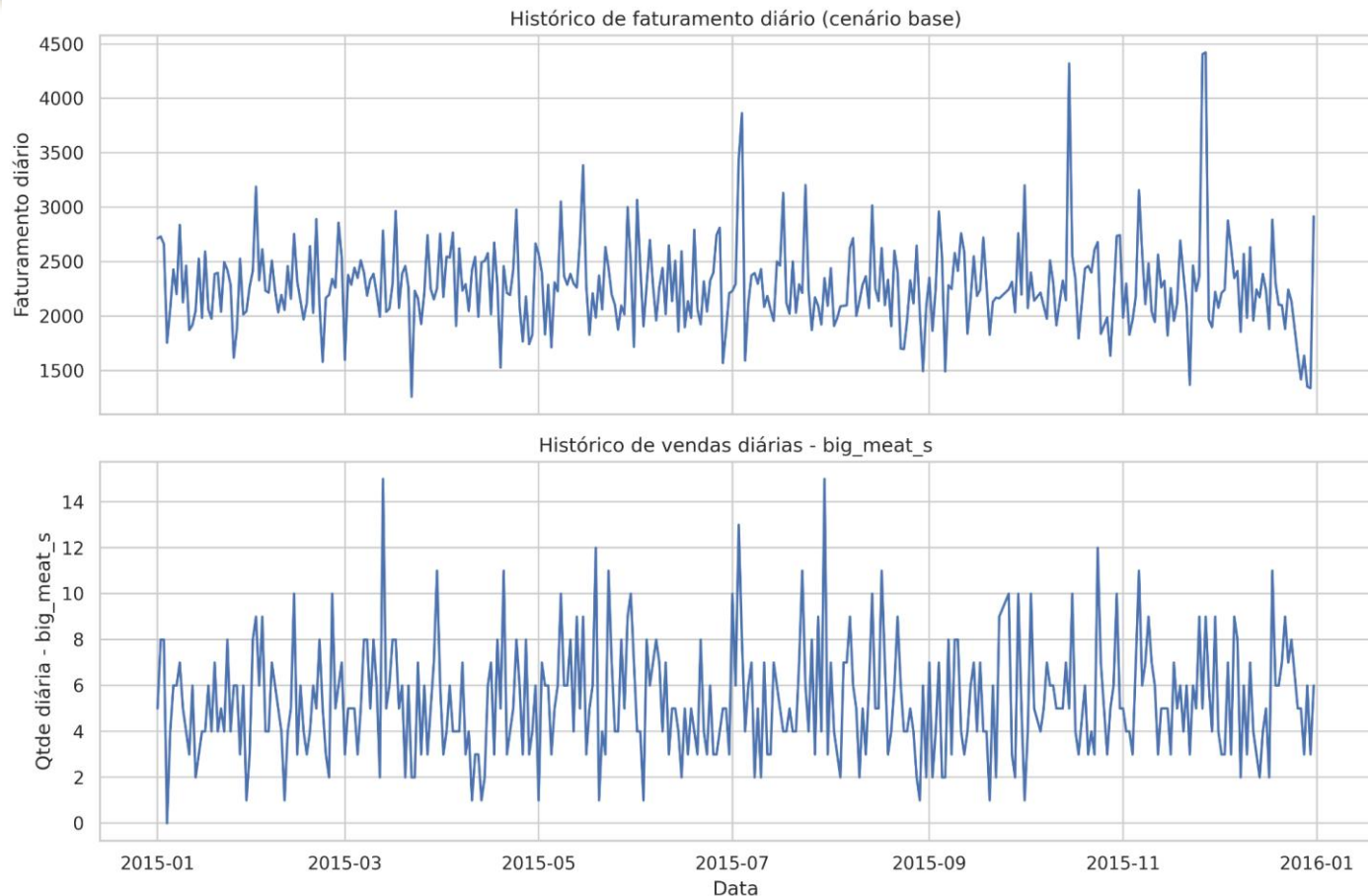


Dataset e preparação

- Fonte: um ano de vendas de uma pizzeria (pedidos e detalhes de pedidos).
- Tabelas originais: orders, order_details, pizzas e pizza_types.
- Criação de um dataset unificado com data, hora, pizza, quantidade, preço, tipo e categoria.
- Construção da série histórica diária de faturamento total e das vendas da pizza alvo big_meat_s.
- Série base exportada em: outputs/base_series.csv.

Histórico de faturamento diário e vendas da pizza alvo

- Gráfico superior: faturamento diário do cenário base ao longo do ano.
- Gráfico inferior: quantidade diária vendida da pizza big_meat_s.
- Essas séries servem como base para o sorteio de dias na simulação de Monte Carlo.



Metodologia de simulação de Monte Carlo

Usamos o histórico diário de faturamento e da quantidade vendida da pizza big_meat_s.

Para cada dia simulado, sorteamos aleatoriamente um dia histórico (amostragem com reposição).

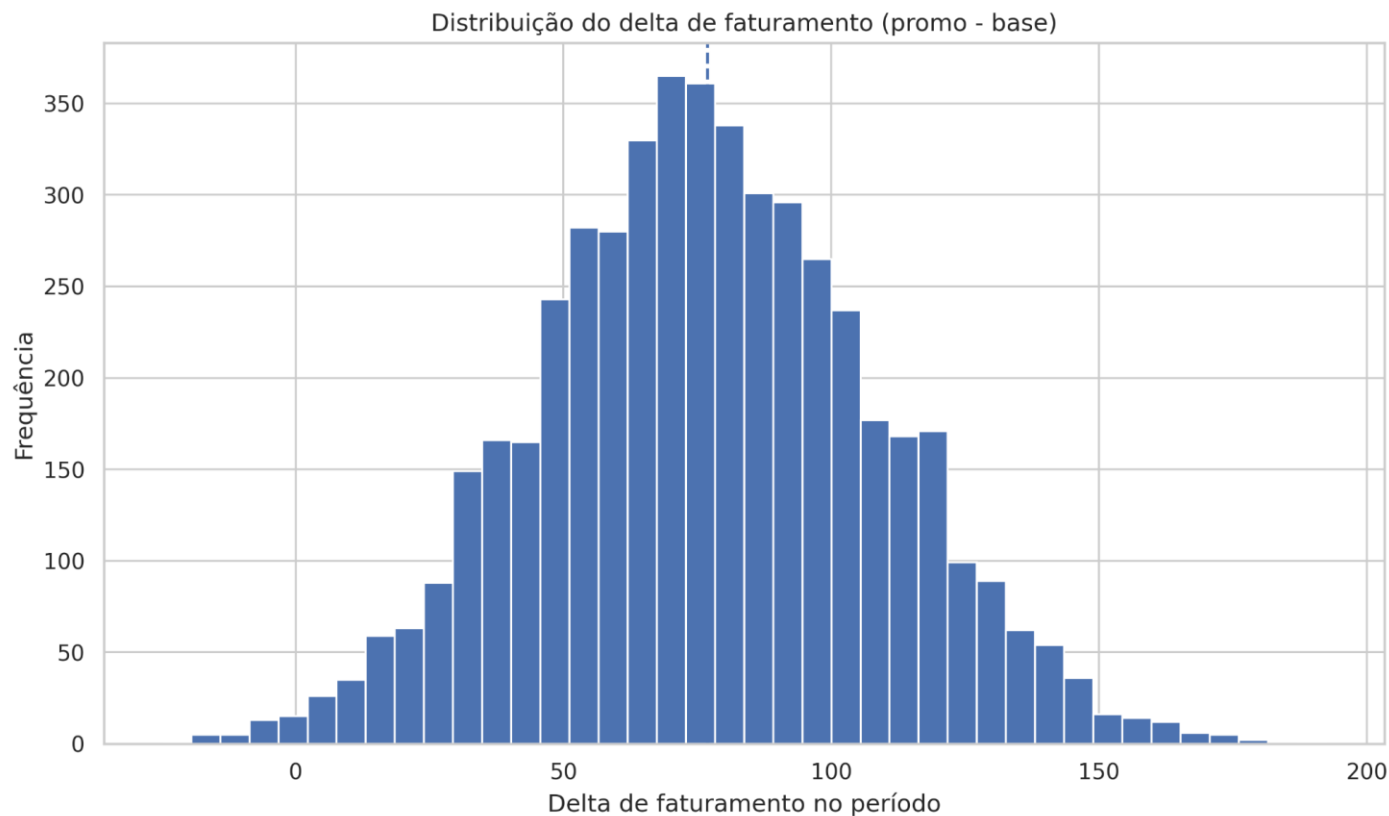
Separamos a receita da pizza alvo das demais pizzas.

Aplicamos um desconto na pizza alvo e modelamos o aumento de demanda via uplift $\sim \text{Normal}(\mu, \sigma)$.

Recalculamos o faturamento diário com promoção e repetimos para 30 dias e milhares de simulações.

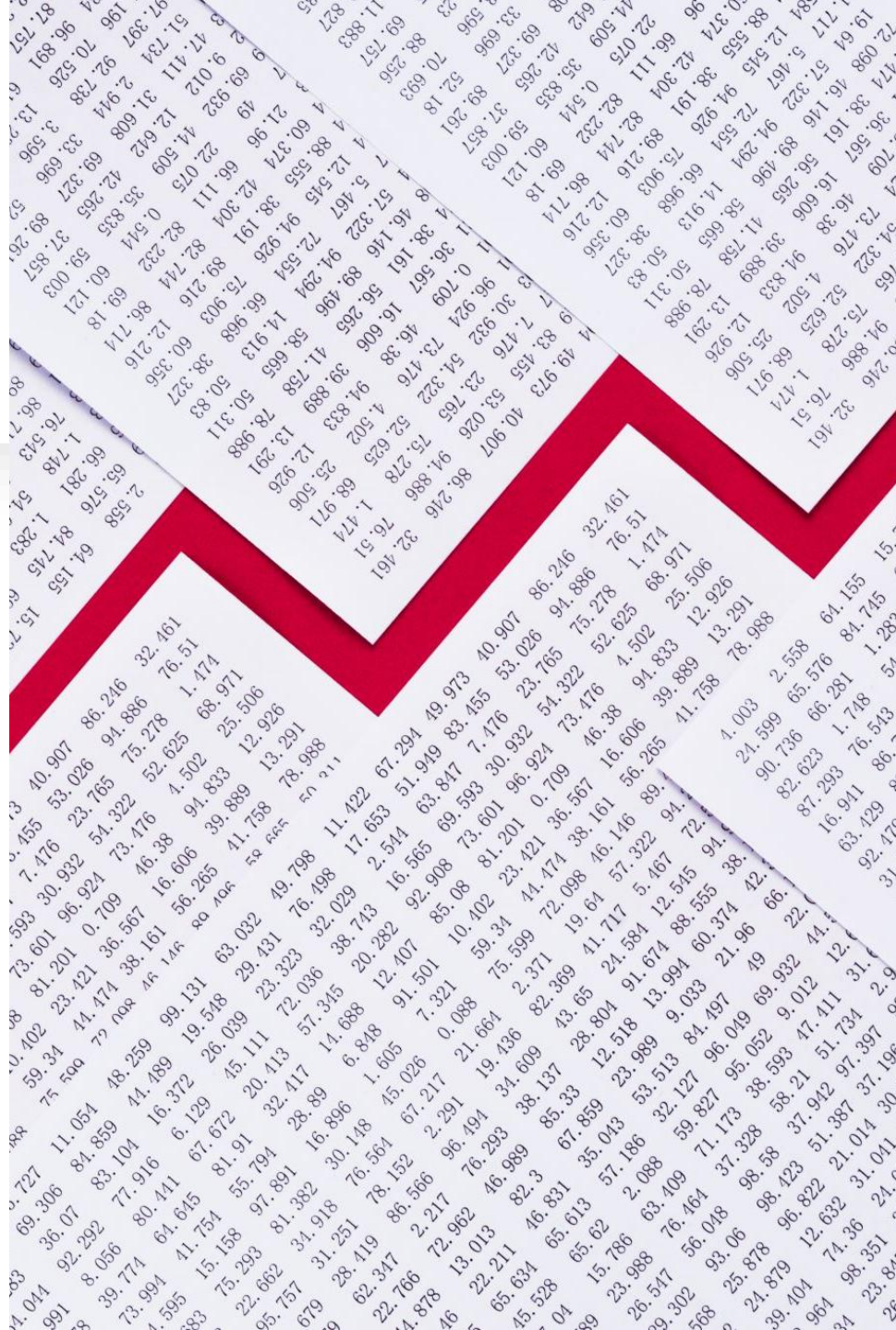
Distribuição do delta de faturamento (promo - base)

- Histograma do delta de faturamento entre o cenário com promoção e o cenário base.
- A distribuição é aproximadamente simétrica em torno de um valor médio positivo.
- Mostra a variabilidade esperada do ganho de faturamento ao aplicar a promoção.



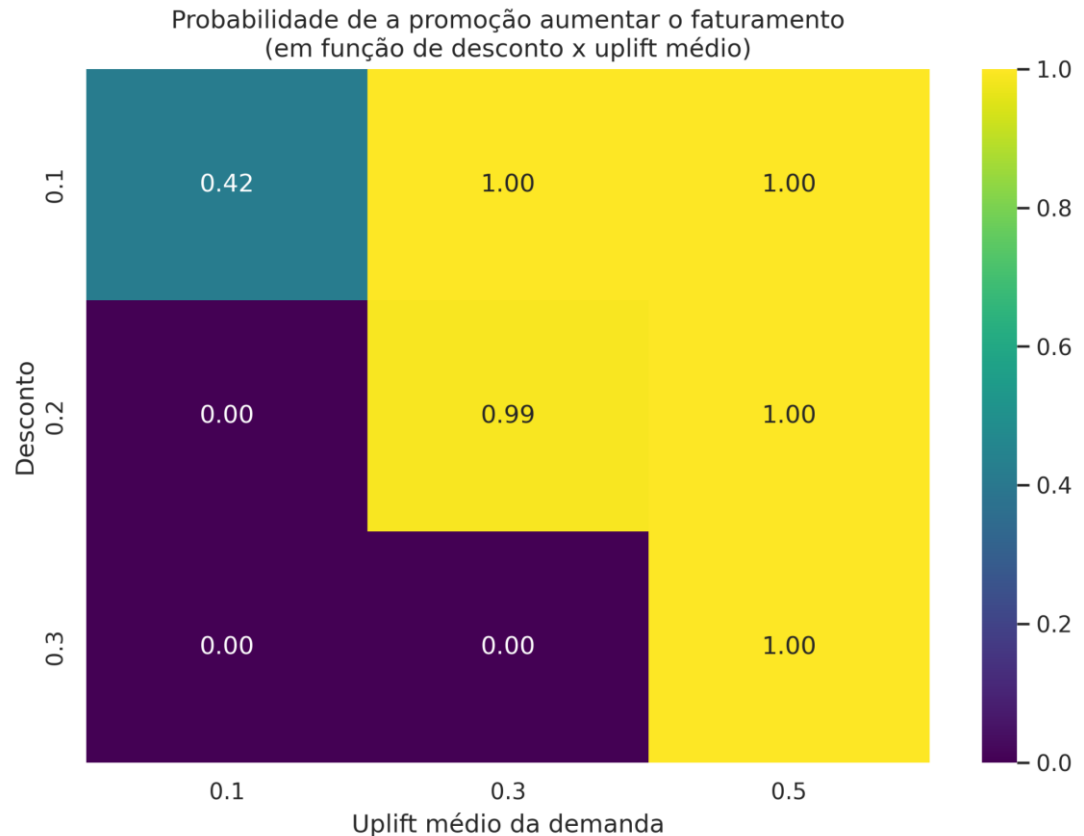
Análise de sensibilidade: desconto × aumento de demanda

- Foram avaliados cenários combinando descontos de 10%, 20% e 30%.
- Para cada desconto, consideramos aumentos médios de demanda (uplift) de 10%, 30% e 50%.
- Para cada cenário calculamos: faturamento médio base, faturamento médio com promoção e delta médio.
- Também estimamos a probabilidade de a promoção aumentar o faturamento (prob_melhora).
- Resultados completos na tabela `cenarios_promocao_completo.csv`.



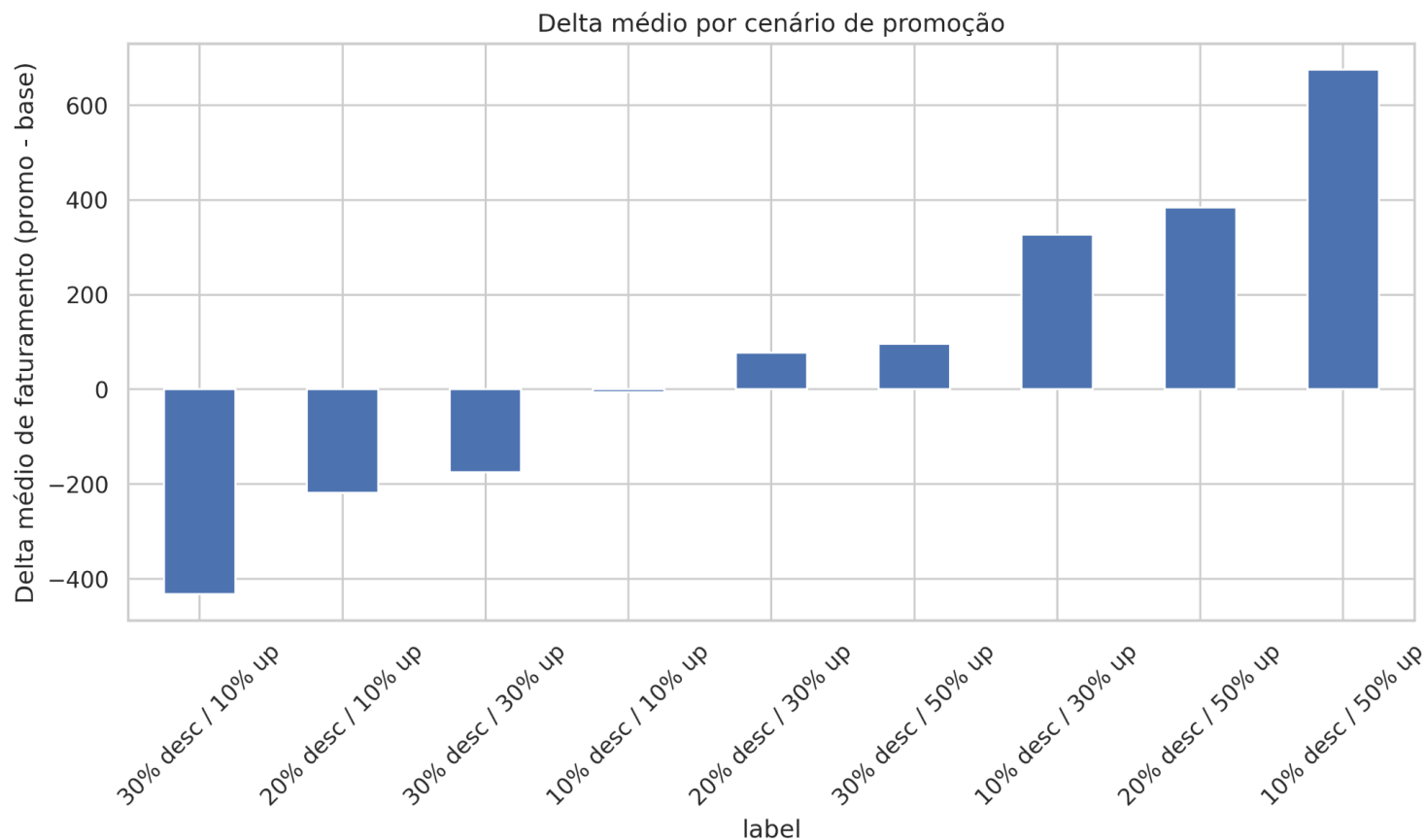
Probabilidade de a promoção aumentar o faturamento

- Heatmap relacionando o nível de desconto (eixo Y) com o uplift médio da demanda (eixo X).
- Células mostram a probabilidade de o faturamento com promoção superar o cenário base.
- Descontos de 10% ou 20% com uplift de 30% ou 50% apresentam probabilidade muito alta de ganho.
- Com descontos de 30% e baixo uplift, o risco de perda de faturamento é elevado.



Delta médio de faturamento por cenário de promoção

- Eixo X: combinação de desconto / uplift médio de demanda.
- Eixo Y: delta médio de faturamento (promo - base) no período simulado.
- Cenários com desconto moderado (10% ou 20%) e forte aumento de demanda geram os maiores ganhos.
- Cenários com desconto alto (30%) e uplift baixo produzem deltas médios negativos (perda).



Conclusões

- A simulação de Monte Carlo permite incorporar a variabilidade da demanda e da resposta à promoção.
- Cenários com desconto moderado e aumento de demanda significativo apresentam alta probabilidade de ganho.
- Descontos agressivos exigem um uplift muito alto; caso contrário, tendem a reduzir o faturamento.
- O método apoia decisões de marketing e precificação baseadas em distribuições de resultados, não apenas em médias.
- A abordagem pode ser estendida para outras pizzas, períodos e estruturas de promoção.

