

Projeto #1

Projeto: Preço de mercado

Bob Esponja decidiu que precisa vender seu carro, um Chevrolet Onix 1.0 4P Hatch LT (flex), modelo 2022, com 48 000 km rodados. Seu vizinho, Patrick Estrela, fez uma proposta. Bob, que não acompanha a dinâmica do mercado automotivo, não sabe se a oferta de Patrick é justa. Como é versado em Métodos Computacionais, Bob resolveu estimar o valor de mercado de seu veículo. O roteiro seguido por Bob foi o seguinte:

1. Pesquisou em sites de anúncios de carros usados por ofertas do mesmo modelo, com até 10 anos de uso, na sua região;
2. Montou uma tabela contendo o ano do modelo, a quilometragem e o preço anunciado de cada veículo. Para aumentar a confiabilidade da estimativa, coletou pelo menos 60 anúncios variados;
3. Utilizando seus conhecimentos de Métodos Computacionais, propôs um ajuste linear por quadrados mínimos, estimando os coeficientes c_0, c_1, c_2 da função

$$P = c_0 + c_1 A + c_2 K,$$

onde P é o preço anunciado, A é o ano do modelo e K é a quilometragem, sendo todas as variáveis **previamente normalizadas e adimensionalizadas**. Bob também considerou a versão quadrática, estimando os coeficientes c_0, \dots, c_5 da função

$$P = c_0 + c_1 A + c_2 K + c_3 A^2 + c_4 AK + c_5 K^2,$$

com o objetivo de explorar ajustes mais sofisticados, ao capturar interações não lineares entre ano e quilometragem.

Com base nesses ajustes, Bob estimou o valor de mercado de seu veículo. Patrick, que não cursou Métodos Computacionais, aceitou a estimativa e a negociação foi concluída.

Roteiro da atividade

Siga o roteiro de Bob Esponja e estime o valor de mercado deste veículo:

1. Pesquise nos sites webmotors.com.br, icarros.com.br e autoline.com.br (ou em outras fontes) por pelo menos 60 anúncios de veículos em condições similares. Observe que um número maior de anúncios tende a fornecer maior confiabilidade às suas estimativas;
2. Adimensionalize e normalize os dados de preço, ano e quilometragem coletados. Ou seja, se p_i, a_i e k_i representam, respectivamente, essas três quantidades para o anúncio i , defina

$$P_i = \frac{p_i - \bar{p}}{p_{\max} - p_{\min}}, \quad A_i = \frac{a_i - \bar{a}}{a_{\max} - a_{\min}}, \quad K_i = \frac{k_i - \bar{k}}{k_{\max} - k_{\min}},$$

onde \bar{p} é o valor médio do preço dos veículos anunciados, p_{\max} e p_{\min} são, respectivamente, os preços máximo e mínimo observados, e o mesmo vale para $\bar{a}, a_{\max}, a_{\min}$ e $\bar{k}, k_{\max}, k_{\min}$;

3. Formule o problema de ajuste e estime os coeficientes do modelo (linear e quadrático). Apresente o sistema linear a ser resolvido, a solução obtida e um gráfico mostrando a superfície ajustada juntamente com os pontos coletados;
4. Com base nos coeficientes estimados, determine a raiz do erro quadrático médio entre a previsão do valor de mercado e os valores anunciados dos veículos, isto é,

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - p(a_i, k_i))^2}$$

Compare o REQM obtido pelo ajuste linear e pelo ajuste quadrático. Sabe-se que o modelo com menor REQM tende a reproduzir melhor os dados observados.

5. Calcule o ágio percentual de cada anúncio, definido por

$$h_i = 100 \cdot \frac{p_i - p(a_i, k_i)}{p(a_i, k_i)},$$

onde $p(a, k)$ é o preço de mercado estimado para um carro com modelo do ano a e quilometragem k . Considerando que um preço anunciado é justo quando $|h_i| < 10\%$, determine quantos anúncios têm preço justo, quantos apresentam preços muito acima do valor estimado ($h_i \geq 10\%$), e quantos representam boas oportunidades de compra ($h_i \leq -10\%$). Apresente um gráfico que mostre, para cada anúncio, o ágio computado. Indique também qual dos anúncios coletados representa a melhor barganha.

6. Usando o modelo ajustado, qual é o valor estimado do veículo em 2025?
7. Supondo que até o final de 2025, o veículo rodou mais 8 000 km. Qual a depreciação esperada no valor do carro? O que deprecia mais o valor de mercado deste carro, 10 000 km rodados ou ser um ano mais velho?
8. Comente as limitações do modelo linear e quadrático utilizado. Por exemplo, fatores como estado de conservação, cor, opcionais, histórico de acidentes, garantia, manutenção, região de venda e outras variáveis não capturadas pelo modelo podem afetar o preço real do veículo;
9. Crie um ajuste linear para um **veículo elétrico** popular (de sua escolha), seguindo o mesmo procedimento (coleta de ao menos 30 anúncios, normalização, ajuste, cálculo de erros e ágio). Compare a depreciação prevista entre o veículo a combustão e o veículo elétrico escolhido. Discuta:
- (a) Diferenças nos coeficientes do ajuste (por exemplo, sensibilidade ao ano e à quilometragem);
 - (b) Qual veículo deprecia relativamente mais quando somados 10.000 km ou um ano a mais de idade;
 - (c) Implicações do mercado (oferta/demand) e fatores não capturados pelo modelo (autonomia da bateria, garantia da bateria, custos de manutenção específicos).
10. Crie um programa em Octave/Matlab/Python que, fornecido apenas uma matriz de dados, gere todas as informações e gráficos necessários para a confecção do relatório deste projeto.