

# Participantes

Rafael Alves Cardoso - RM 360124

Silvio Cezer Saczuck - RM 360204

Luciano Giles Soares - RM 359834

William Judice Yizima - RM 360214

Luiz Ricardo Zinsly Calmon - RM359894

## Escopo

Você é um(a) profissional encarregado(a) de desenvolver um modelo preditivo de regressão para prever o valor dos custos médicos individuais cobrados pelo seguro de saúde.

## Dataset

<https://osf.io/7u5gy>

## Variáveis

Variáveis do dataset:

- 'idade'= Idade do segurado
- 'sexo'= Sexo do segurado (Feminino ou Masculino)
- 'imc'= Índice de Massa Corporal - Pela OMS -> 18.5 até 24.9
- 'filhos'= Quantidade de filhos (5 ou + = 5)
- 'fumante'= Se é fumante. Não possui tempo de consumo nem quantidade.
- 'regiao'= Como o atendimento era central, foi dividido em 5 regiões.
- 'encargos'= Valor, em dólares americanos dos encargos anuais
- 'amigos'= Número de pessoas com as quais se relaciona amistosamente.
- 'inimigos'= Número de pessoas do convívio geradoras de stress
- 'chips'= Consumo de produtos industrializados
- 'fritas'= Consumo de frituras e saturados
- 'miojo'= Consumos de refeições rápidas
- 'comportamento'= Modelo adotado de vida (stress, sono, excesso, etc)

esse dataset tem 1338 linhas e 13 colunas

## Exploração de Dados

- Carramento da base de dados
- Exploração das características;
- Analise estatísticas descritivas e visualize distribuições relevantes.

### Amostra inicial dos dados

```
Out[2]:
```

	<b>idade</b>	<b>sexo</b>	<b>imc</b>	<b>filhos</b>	<b>fumante</b>	<b>regiao</b>	<b>encargos</b>	<b>amigos</b>	<b>in</b>
<b>0</b>	19	feminino	NaN	0	sim	sudoeste	16884.92400	5	
<b>1</b>	18	masculino	33.770	1	nao	sudeste	1725.55230	0	
<b>2</b>	28	masculino	33.000	3	nao	sudeste	4449.46200	9	
<b>3</b>	33	masculino	22.705	0	nao	noroeste	21984.47061	5	
<b>4</b>	32	masculino	28.880	0	nao	noroeste	3866.85520	4	

### Informação sobre o dataset

esse dataset tem 1338 linhas e 13 colunas

Na imagem abaixo é possível visualizar as colunas e quais são os tipos de dados armazenados.

Um comentário interessante é que temos algumas variáveis categóricas que possivelmente deverão ser transformada para que as 'features'(x) sejam aceitas pelos modelos escolhidos.

Por exemplo, região(localidade) e fumante(possivelmente será transformado em 0 e 1).

```

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1338 entries, 0 to 1337
Data columns (total 13 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   idade                 1338 non-null   int64
1   sexo                 1338 non-null   object
2   imc                  1327 non-null   float64
3   filhos              1338 non-null   int64
4   fumante              1338 non-null   object
5   regioao             1338 non-null   object
6   encargos            1338 non-null   float64
7   amigos              1338 non-null   int64
8   inimigos            1338 non-null   int64
9   chips               1338 non-null   int64
10  fritas              1338 non-null   int64
11  miojo              1338 non-null   int64
12  comportamento       1338 non-null   int64
dtypes: float64(2), int64(8), object(3)
memory usage: 136.0+ KB

```

Abaixo é possível visualizar as análises descritivas estatísticas do conjunto.

Essa visão overview é interessante, pois é possível visualizar alguns pontos de atenção, como:

- idade menor que negativo (uma idade menor que 0 é um absurdo para nosso contexto)
- idade maior que 110 anos(pode ser considerado um erro de preenchimento ou um absurdo para nosso contexto)
- IMC é 0 (um cálculo de altura e peso que traz o valor 0, não existe)

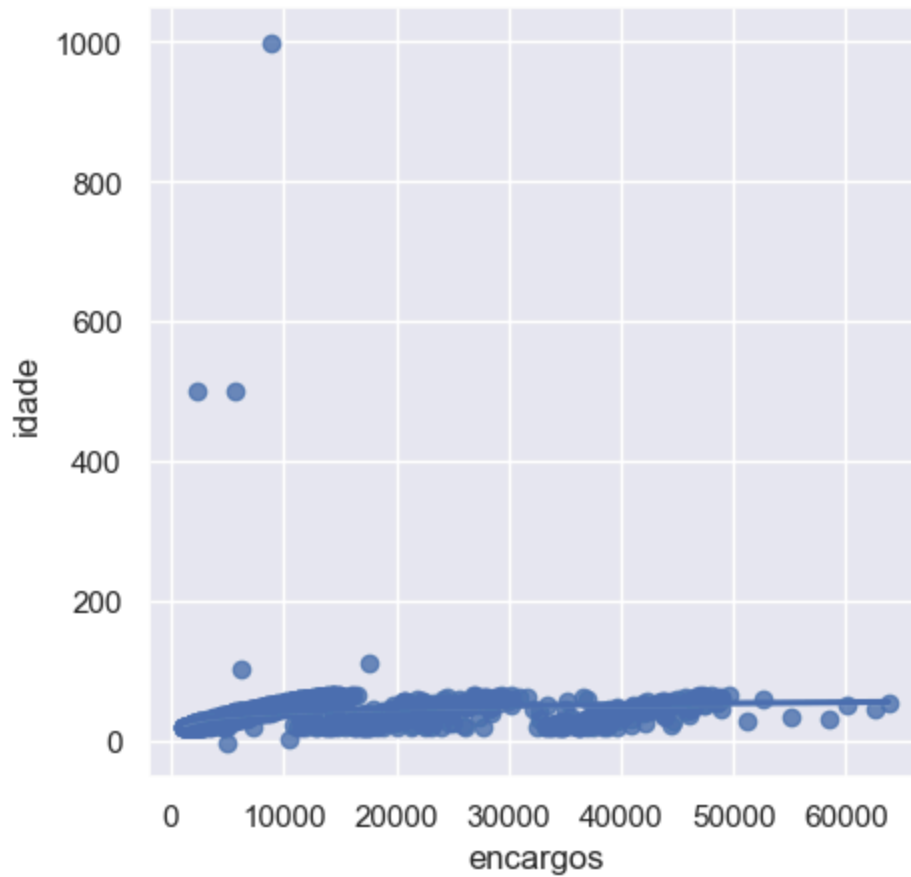
Out[5]:

	idade	imc	filhos	encargos	amigos	i
<b>count</b>	1338.000000	1327.000000	1338.000000	1338.000000	1338.000000	1338
<b>mean</b>	40.670404	30.667841	1.094918	13270.422265	4.933483	4
<b>std</b>	34.784427	6.103216	1.205493	12110.011237	3.198855	3
<b>min</b>	-3.000000	15.960000	0.000000	1121.873900	0.000000	0
<b>25%</b>	26.250000	26.302500	0.000000	4740.287150	2.000000	2
<b>50%</b>	39.000000	30.400000	1.000000	9382.033000	5.000000	5
<b>75%</b>	51.000000	34.687500	2.000000	16639.912515	8.000000	8
<b>max</b>	999.000000	53.130000	5.000000	63770.428010	10.000000	10

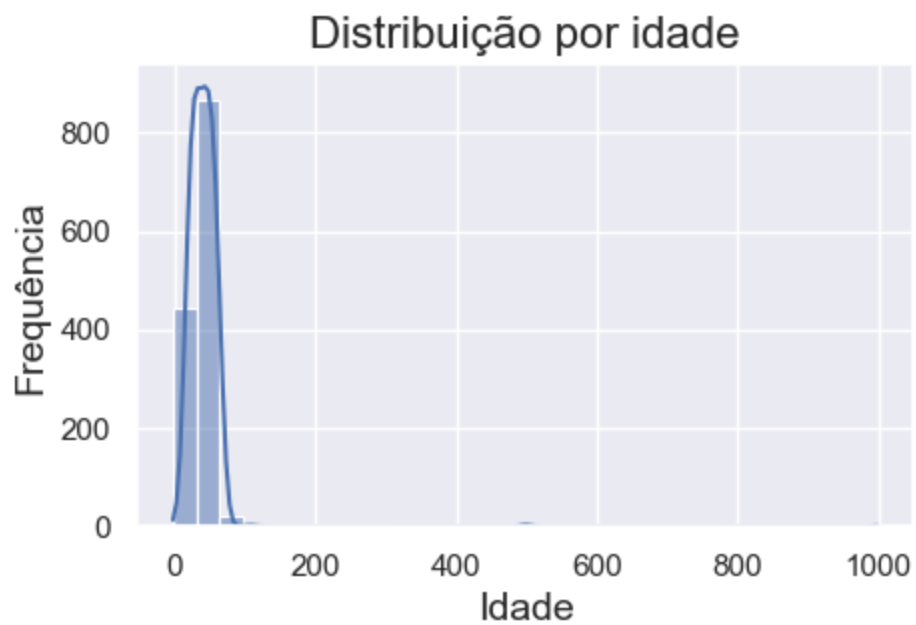
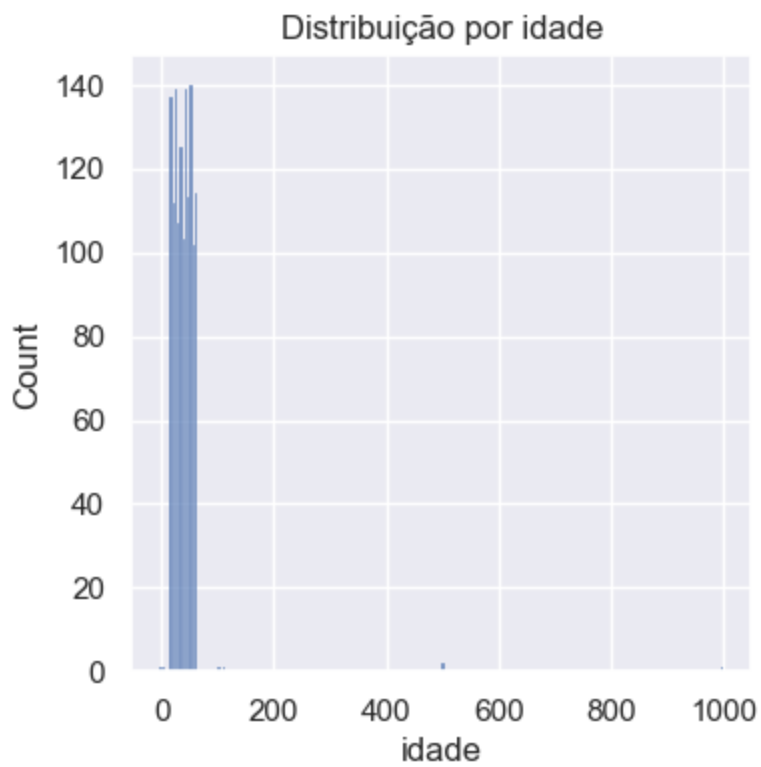
## Visualização de dados

Abaixo a visualização gráfica de dados inicial conjunto (posteriormente iremos tratar os dados e ajustando alguns pontos)

## Encargos x Idade

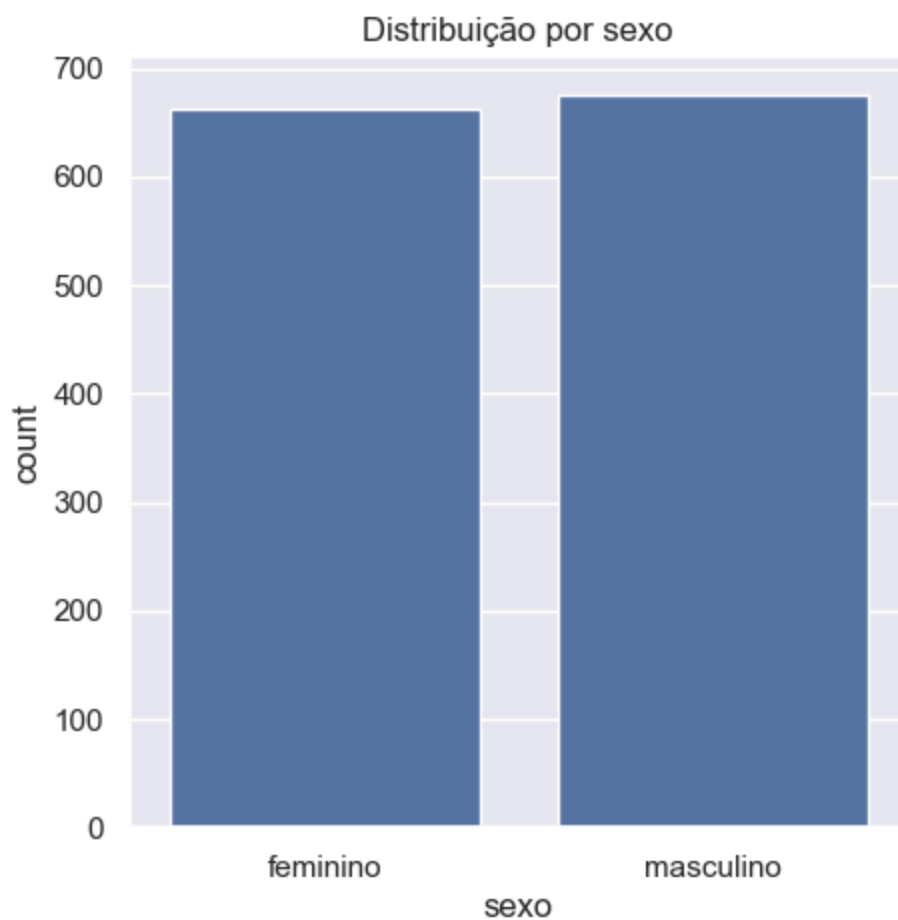


Idade

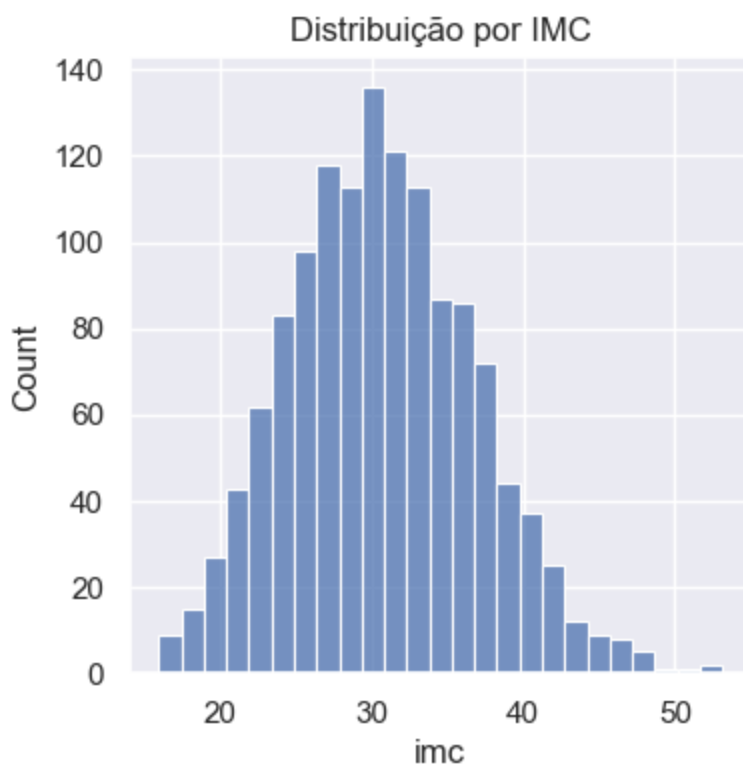


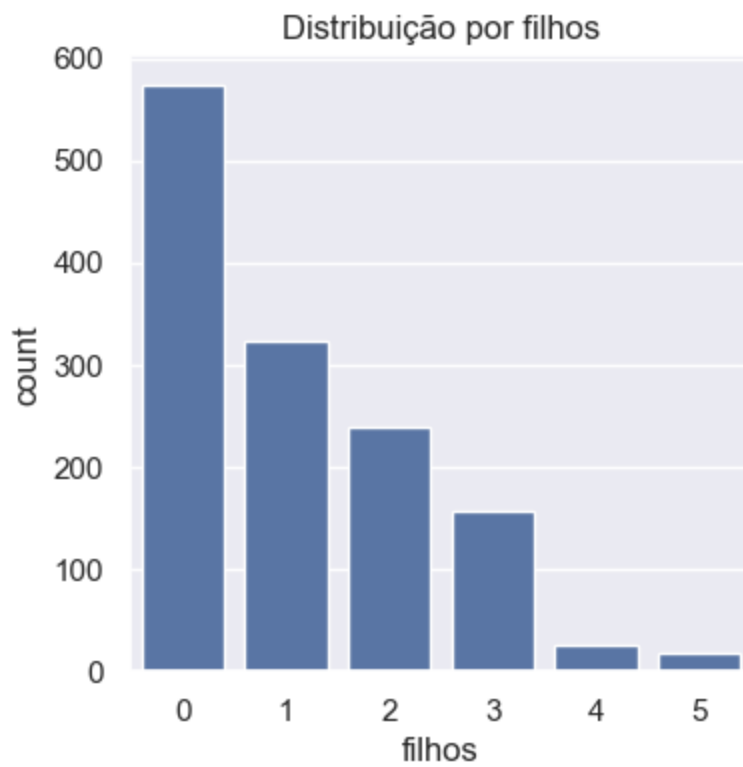
sexo

```
Out[9]: masculino    676  
        feminino     662  
        Name: sexo, dtype: int64
```



IMC



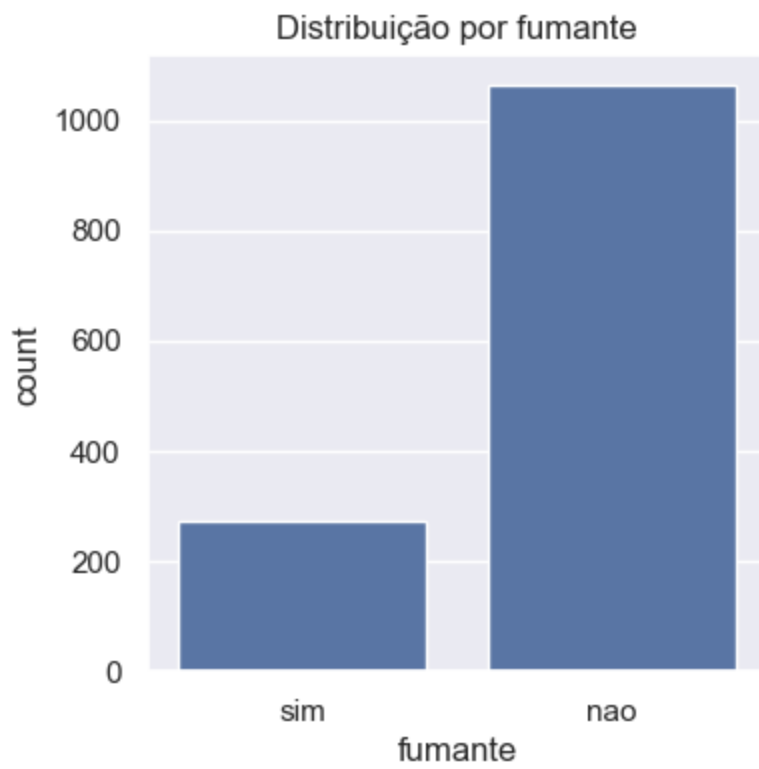


## Filhos

```
Out[13]: 0    574
         1    324
         2    240
         3    157
         4     25
         5     18
         Name: filhos, dtype: int64
```

## Fumantes

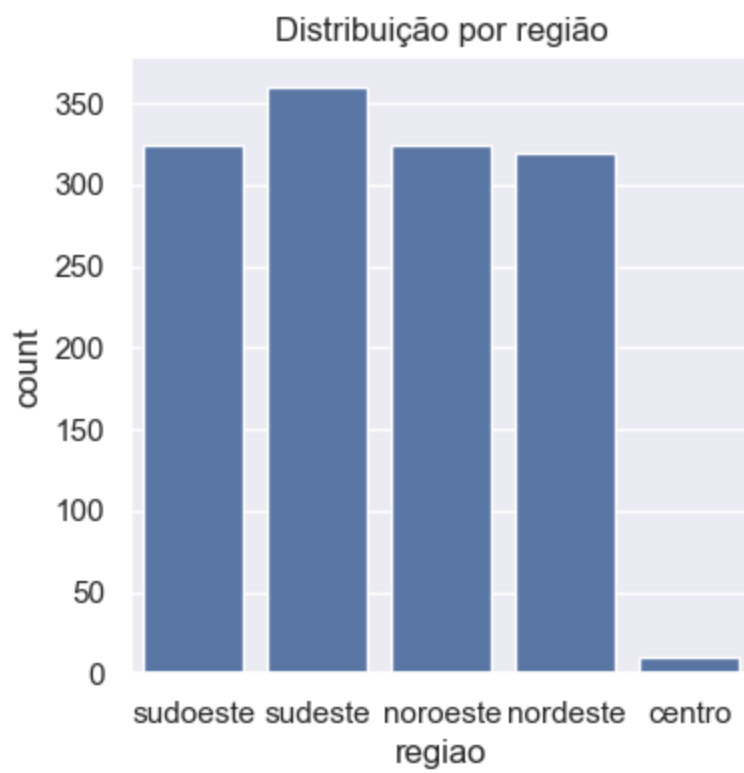
```
Out[14]: nao    1064
         sim     274
         Name: fumante, dtype: int64
```



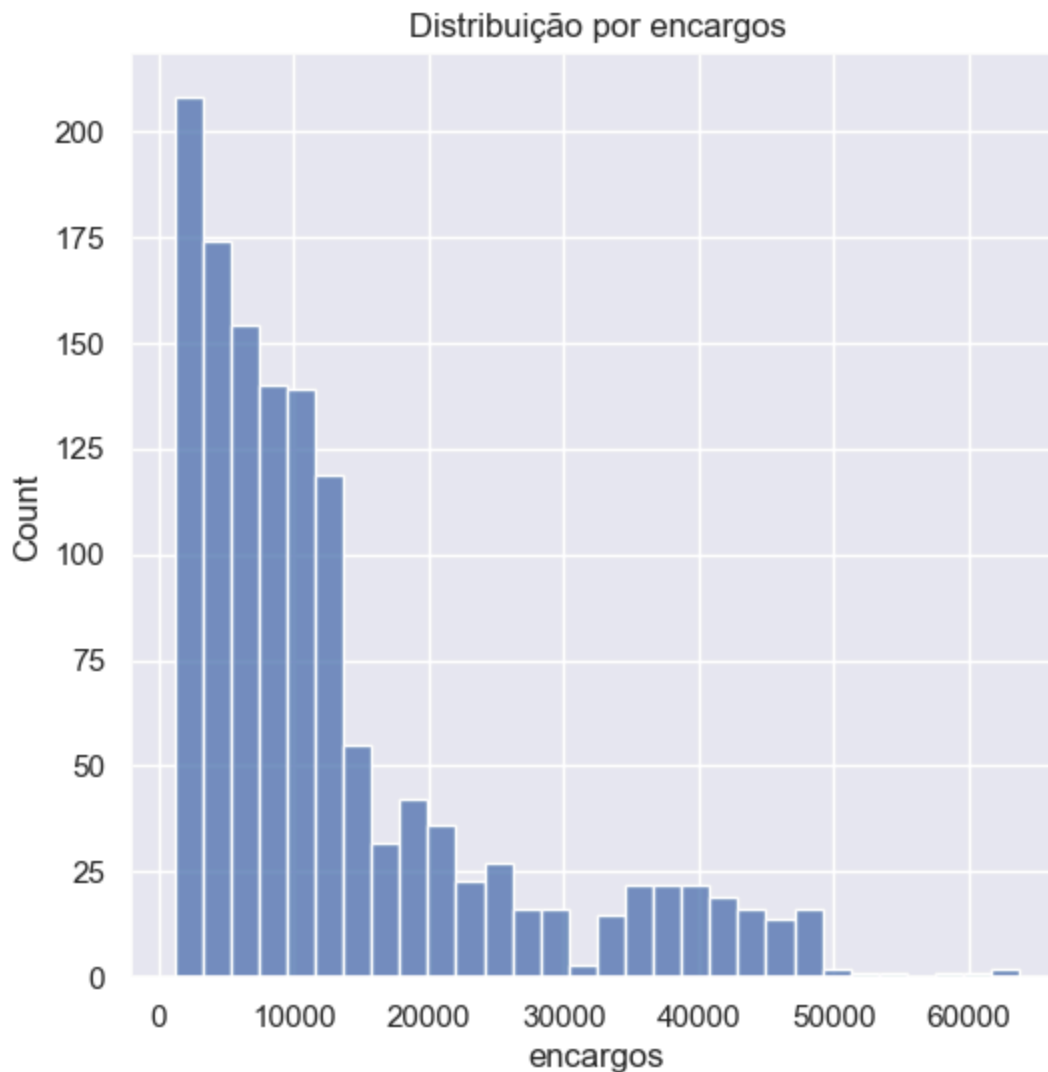
## Região

```
Out[16]:  sudoeste    360  
         sudoeste    324  
         sudoeste    324  
         sudoeste    320  
         sudoeste     10  
         Name: regioao, dtype: int64
```





Encargos



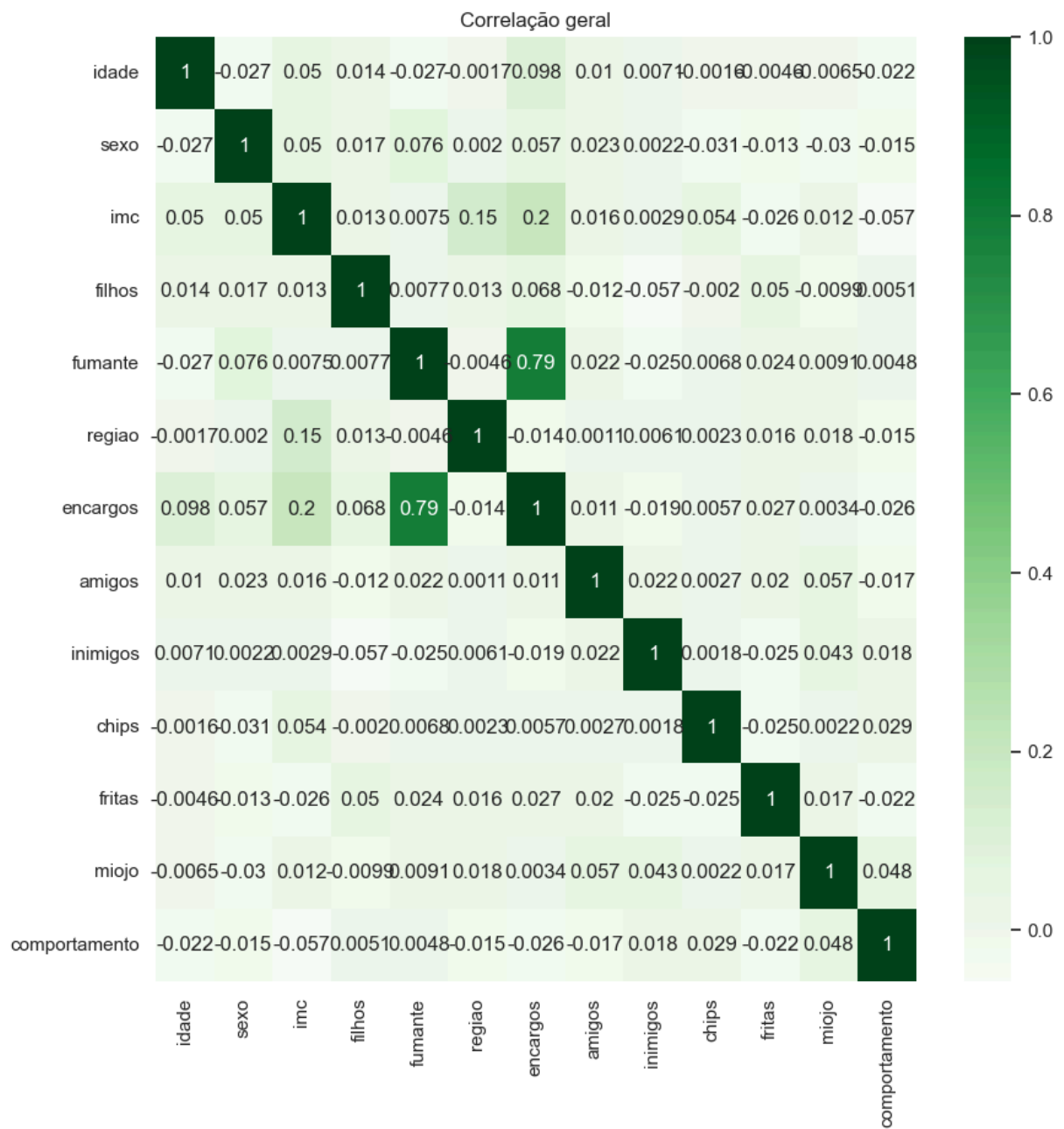
## Pré-Processamento de dados

- Realização de limpeza
- Visualização da correlação
- Transformação de variáveis categóricas em formatos para a modelagem

### Correlação

mapa de correlação inicial(sem tratamento de dados) Nossa variável target(y) são os Encargos, portanto queremos quais variáveis do nosso dataset(x) trazem maior mudança para os Encargos. Visualizando o gráfico de correlação abaixo, podemos dizer que:

- fumante-> 0.79
- imc ->0.2 Essas variáveis são as que mais alteram com uma relação positiva os Encargos (quanto mais fumante e maior o IMC, maior o encargo)



## Limpeza e tratamento de dados

Como visto anteriormente, existem dados nulos em IMC que não fazem sentido para nós. Existem dados em idades que também não fazem sentido. Existem algumas variáveis categóricas que não serão possíveis inserir no modelo (ele não aceita 'strings' para fazer o cálculo). Portanto será necessário:

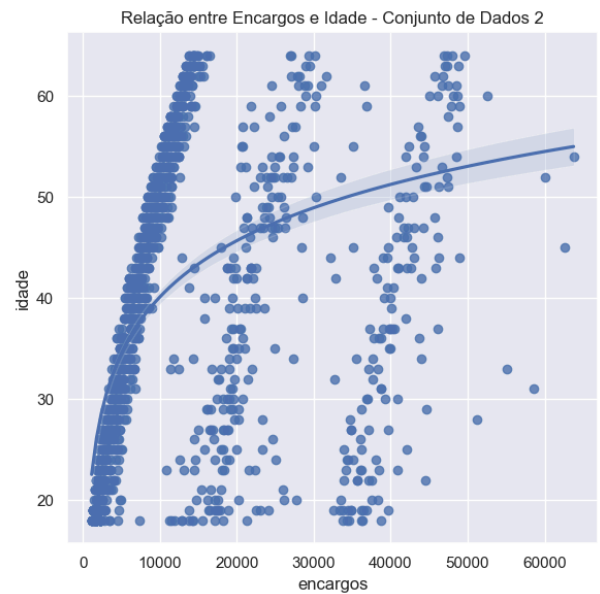
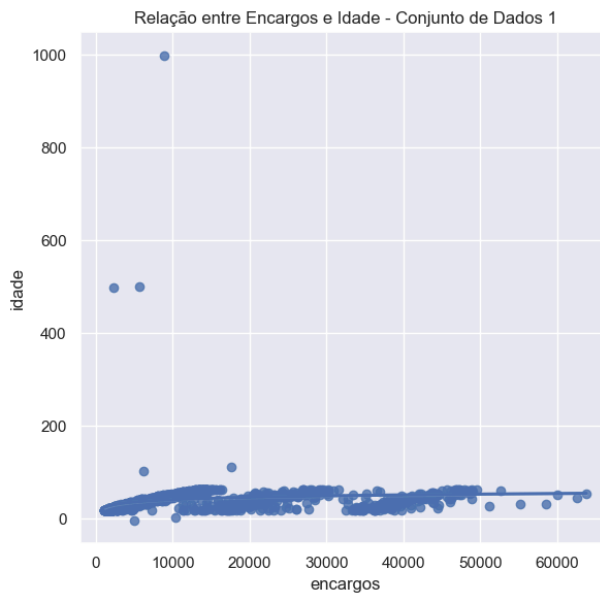
- retirar valores nulos
- retirar 'outliers'
- transformar algumas variáveis categóricas importantes (como região, conforme visto acima) para que seja possível inserir no modelo

Para facilitar a visualização, será mostrado os dados antes e depois dessa transformação.

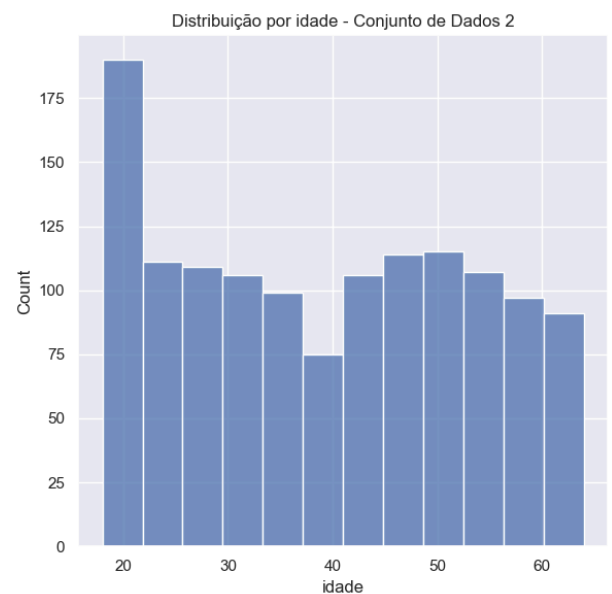
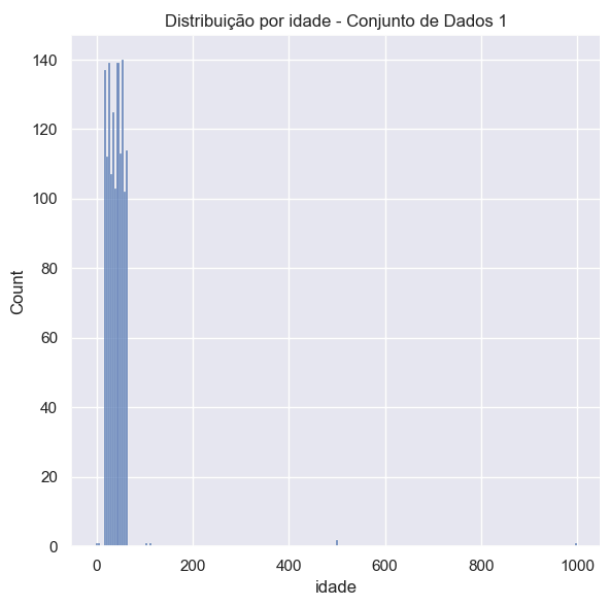
A idéia dessa etapa é que o modelo consiga explicar nossa base de dados de forma mais genérica, e não se baseando em outliers

## Encargos x Idade

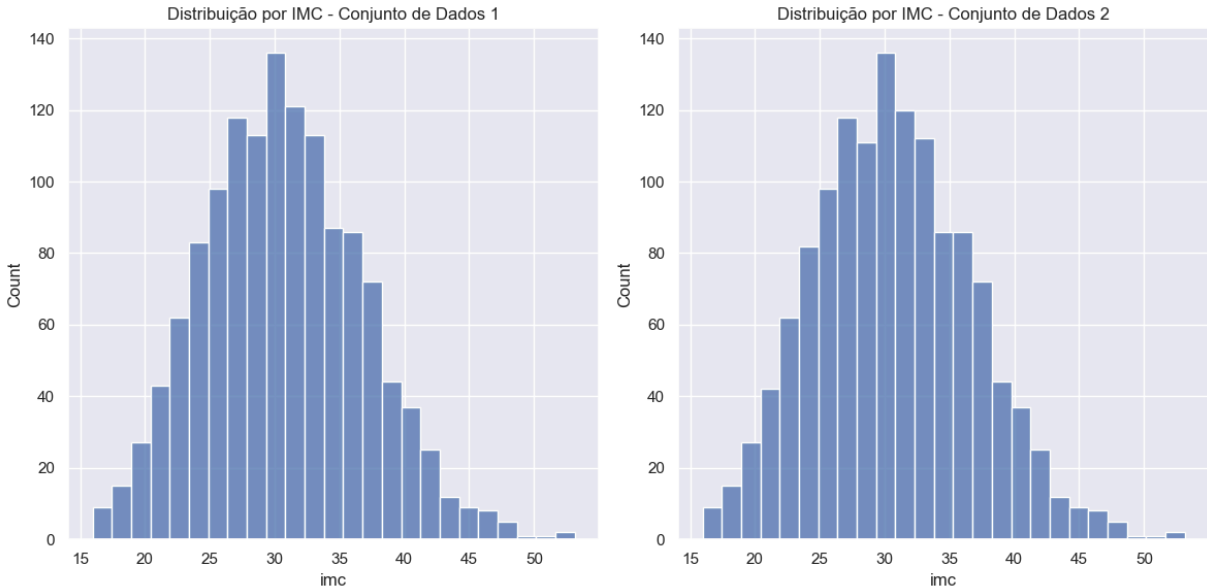
É possível ver a diferença do 'esticamento' de dados e sua distribuição.



## Idade



## IMC

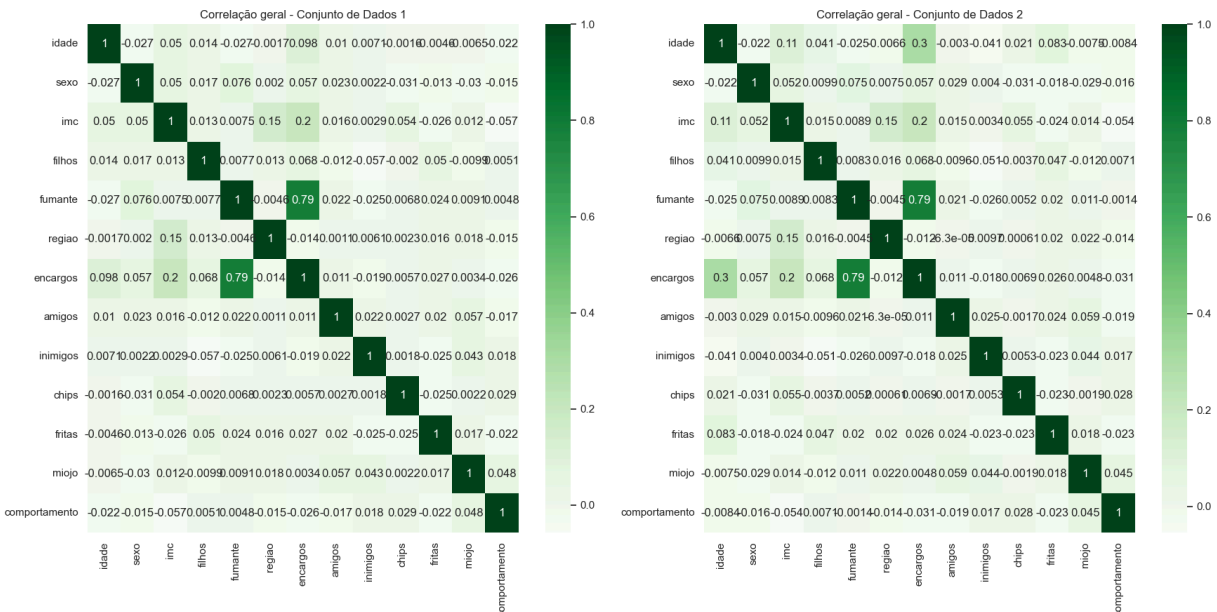


Utilizando LabelEncoder para transformar as variáveis categóricas em "números aceito pelo modelo", legenda:

# Mapa de Correlação

Com a limpeza e tratamento de dados já feito, podemos validar novamente o mapa de correlação.

Veja que foi alterado uma feature (idade), que é de extrema importância. Assim como Região e Fumante, a idade impacta de forma positiva com um peso alto (0.3) em relação aos encargos



# Modelagem

- Crie um modelo preditivo de regressão utilizando uma técnica à sua escolha (por exemplo: Regressão Linear, Árvores de Decisão etc);
- Divida o conjunto de dados em conjuntos de treinamento e teste.

y -> target, o que queremos buscar = Encargos

x -> features, outras variáveis

## Modelo Regressão Linear

Trecho de código que separa treino e teste

```
#separa para treino 80% e teste 20%  
X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(X, Y,  
test_size=0.2, random_state=2)
```

```
R**2 treino : 0.7635651088920332
```

```
R^2 teste : 0.7067024745910114
```

Resultados iniciais:

```
Out[31]: 'Dados de teste tiveram uma acerto de 71.0% e os dados de treino tiveram 7  
6.0%'
```

## MAE, MSE, RMSE

---

MAE (Erro Médio Absoluto - Mean Absolute Error)

O Erro Médio Absoluto (MAE) mede a média dos valores absolutos das diferenças entre os valores reais (Y) e os valores previstos (y\_pred). Um MAE mais baixo indica que o modelo está fazendo previsões mais próximas dos valores reais.

---

MSE (Erro Quadrático Médio - Mean Squared Error)

O Erro Quadrático Médio (MSE) calcula a média dos quadrados dos erros (diferenças entre valores reais e previstos). Penaliza erros maiores de forma mais significativa por elevar as diferenças ao quadrado.

---

RMSE (Raiz do Erro Quadrático Médio - Root Mean Squared Error)

O RMSE é simplesmente a raiz quadrada do MSE. Ele traz o erro para a mesma escala dos valores de Y. Assim como o MSE, mas em uma escala mais fácil de interpretar.

Essas métricas são usadas para avaliar a performance de modelos de regressão. Quanto menores esses valores, melhor o modelo está prevendo os resultados.

```
Out[33]: 'REGRESSAO LINEAR-> MAE: 4023.41'
```

```
Out[34]: 'REGRESSAO LINEAR-> MSE: 34487296.24'
```

```
Out[35]: 'REGRESSAO LINEAR-> RMSE: 5872.59 '
```

## Modelo Regressão(Ordinary Least Squares)

Visualização de modelo

Out[39]:

# OLS Regression Results

<b>Dep. Variable:</b>	encargos	<b>R-squared:</b>	0.752
<b>Model:</b>	OLS	<b>Adj. R-squared:</b>	0.750
<b>Method:</b>	Least Squares	<b>F-statistic:</b>	330.6
<b>Date:</b>	Mon, 20 Jan 2025	<b>Prob (F-statistic):</b>	0.00
<b>Time:</b>	23:29:17	<b>Log-Likelihood:</b>	-13367.
<b>No. Observations:</b>	1320	<b>AIC:</b>	2.676e+04
<b>Df Residuals:</b>	1307	<b>BIC:</b>	2.683e+04
<b>Df Model:</b>	12		
<b>Covariance Type:</b>	nonrobust		
	<b>coef</b>	<b>std err</b>	<b>t P&gt; t  [0.025 0.975]</b>
<b>Intercepto</b>	-1.043e+04	1239.936	-8.409 0.000 -1.29e+04 -7994.114
<b>idade</b>	258.2526	12.064	21.407 0.000 234.585 281.920
<b>imc</b>	328.2205	28.038	11.706 0.000 273.215 383.226
<b>sexo</b>	-148.1266	336.842	-0.440 0.660 -808.936 512.683
<b>filhos</b>	492.4399	139.345	3.534 0.000 219.076 765.804
<b>fumante</b>	2.393e+04	416.048	57.523 0.000 2.31e+04 2.47e+04
<b>regiao</b>	-347.7333	151.044	-2.302 0.021 -644.048 -51.419
<b>amigos</b>	-25.3049	52.558	-0.481 0.630 -128.412 77.802
<b>inimigos</b>	65.2124	53.527	1.218 0.223 -39.795 170.220
<b>chips</b>	-76.4843	84.604	-0.904 0.366 -242.459 89.490
<b>fritas</b>	-80.2982	85.397	-0.940 0.347 -247.828 87.231
<b>miojo</b>	-11.3392	85.943	-0.132 0.895 -179.941 157.262
<b>comportamento</b>	-118.1083	84.460	-1.398 0.162 -283.800 47.584
<b>Omnibus:</b>	281.659	<b>Durbin-Watson:</b>	2.103
<b>Prob(Omnibus):</b>	0.000	<b>Jarque-Bera (JB):</b>	648.666
<b>Skew:</b>	1.169	<b>Prob(JB):</b>	1.39e-141
<b>Kurtosis:</b>	5.516	<b>Cond. No.</b>	389.

Notes:

[1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.



```
Out[42]: 'Ordinary Least Squares -> MAE: 4187.230790681157'
```

```
Out[43]: 'Ordinary Least Squares -> MSE: 36608518.18116458'
```

```
Out[44]: 'Ordinary Least Squares -> RMSE: 6050.497349901459'
```

### MAE

Em média, o modelo erra cerca de 4187.23 unidades em cada previsão. O MAE mede o erro de forma linear, considerando a média dos erros absolutos, o que significa que cada erro tem o mesmo peso.

MSE indica que existem erros grandes no modelo, pois penaliza erros maiores de forma mais severa. RMSE

O RMSE é a raiz do MSE e indica que, em média, o erro do modelo é de aproximadamente 6050.50 unidades

## SVR (Support Vector Regressor)

Utilizando 'cross\_val score':

Scores em cada fold: [-0.11623809 -0.10865375 -0.08022862 -0.10961705 -0.10569786]

A média

Média do Score: -0.104087071920266

O dataset é o já ajustado(retirado outliers, etc)

Foi visualizado que o score é negativo, portanto o modelo não conseguiu prever realmente(abaixo da média)

```
Out[48]: 'SVR -> MAE: 7700.5256717802085'
```

```
Out[49]: 'SVR -> MSE: 151348820.90702936'
```

```
Out[50]: 'SVR -> RMSE: 12302.390861415084'
```

## Observações e validação estatística

Observação dos resultados:

O Erro Médio Absoluto (MAE) mede a média dos valores absolutos das diferenças entre os valores reais (Y) e os valores previstos (y\_pred).

Um MAE mais baixo indica que o modelo está fazendo previsões mais próximas dos valores reais.

O menor valor é da regressão linear

```
Out[51]: 'REGRESSAO LINEAR-> MAE: 4023.41'
```

```
Out[52]: 'Ordinary Least Squares -> MAE: 4187.230790681157'
```

```
Out[53]: 'SVR -> MAE: 7700.5256717802085'
```

MSE indica que existem erros grandes no modelo, pois penaliza erros maiores de forma mais severa.

```
Out[54]: 'REGRESSAO LINEAR-> MSE: 34487296.24'
```

```
Out[55]: 'Ordinary Least Squares -> MSE: 36608518.18116458'
```

```
Out[56]: 'SVR -> MSE: 151348820.90702936'
```

O RMSE é a raiz do MSE e indica que, em média, o erro do modelo.

```
Out[57]: 'REGRESSAO LINEAR-> RMSE: 5872.59 '
```

```
Out[58]: 'Ordinary Least Squares -> RMSE: 6050.497349901459'
```

```
Out[59]: 'SVR -> RMSE: 12302.390861415084'
```

Se baseando nessas métricas, o modelo de regressão linear se saiu melhor