



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR
www.rapvenacor.com.br



25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

ESTIMATIVA DE CUSTOS DOS SINISTROS DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS FEDERAIS DO PARANÁ EM 2022: UMA ABORDAGEM COM PYTHON E METODOLOGIA DO IPEA

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

Jefferson Artigas Guerra¹

RESUMO

A segurança viária é uma preocupação global, e o estudo dos custos associados aos sinistros de trânsito desempenha um papel fundamental na conscientização e implementação de medidas preventivas. Neste estudo, foram estimados os custos dos sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná em 2022. Foi utilizada a metodologia do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a análise em Python, foram coletados e analisados os dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF). Através da limpeza dos dados e da aplicação das categorias estabelecidas pelo IPEA, obteve-se uma estimativa detalhada dos custos envolvidos nos sinistros de trânsito. O objetivo deste estudo foi fornecer informações relevantes para a implementação de políticas públicas efetivas na redução de sinistros de trânsito e seus impactos negativos. Além disso, buscou-se disponibilizar o código em Python desenvolvido durante a análise, permitindo a replicação e adaptação deste estudo em outros contextos, locais e épocas. Os resultados revelaram a magnitude dos custos associados aos sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná em 2022. Destacaram-se os gastos relacionados a feridos graves e óbitos como os mais significativos. O custo total estimado alcançou o valor de R\$ 1.270.333.740,37. Esses resultados reforçam a importância de investir em políticas públicas e conscientização para a redução de acidentes e seus custos associados. A disponibilização do código em Python permite que outros pesquisadores e profissionais reproduzam e adaptem este estudo em diferentes regiões, contribuindo para a compreensão e prevenção dos sinistros de trânsito.

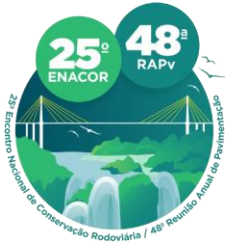
PALAVRAS-CHAVE: Segurança viária; Visão zero; Rodovias; Python; Análise de dados

ABSTRACT

Road safety is a global concern, and the study of costs associated with traffic accidents plays a crucial role in raising awareness and implementing preventive measures. In this study, the costs of traffic accidents on the federal highways in Paraná in 2022 were estimated. The methodology of the Institute of Applied Economic Research (IPEA) and Python analysis were employed, with data collected and analyzed from the Federal Highway Police (PRF). Through data cleansing and the application of categories established by the IPEA, a detailed estimate of the costs involved in traffic accidents was obtained. The objective of this study was to provide relevant information for the implementation of effective public policies in reducing traffic accidents and their negative impacts. Additionally, efforts were made to provide the Python code developed during the analysis, enabling replication and adaptation of this study in other contexts, locations, and time periods. The results revealed the magnitude of the costs associated with traffic accidents on the federal highways in Paraná in 2022. Costs related to severe injuries and fatalities were particularly significant. The total estimated cost amounted to R\$ 1,270,333,740.37. These findings underscore the importance of investing in public policies and raising awareness to reduce accidents and their associated costs. The availability of the Python code allows other researchers and professionals to reproduce and adapt this study in different regions, contributing to the understanding and prevention of traffic accidents.

KEY WORDS: Road safety; Vision zero; Highways; Python; Data analysis

¹Departamento de Estradas de Rodagem - DER, Avenida Iguaçu, 420 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP: 80230-020, E-mail: jeffersonag@der.pr.gov.br



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

A segurança no trânsito é uma preocupação global com impacto significativo na saúde pública. Anualmente, milhões de pessoas em todo o mundo sofrem lesões não fatais devido a acidentes de trânsito. As fatalidades resultantes desses incidentes ocorrem principalmente entre usuários vulneráveis da estrada, como pedestres, ciclistas e motociclistas, e têm um custo econômico elevado, chegando a representar até 3% do PIB de um país (OMS, 2021). No contexto brasileiro, o aumento do número de veículos e a expansão das rodovias intensificaram as preocupações com a segurança no trânsito, sendo que o Brasil ocupa o quarto lugar mundial em taxas de fatalidade no trânsito (World Highways, 2020), o que reforça a importância de estudos e ações voltados para a segurança viária. Os sinistros de trânsito no Brasil, especialmente nas rodovias, apresentam um desafio para a gestão pública e a sociedade. O Paraná, por exemplo, possui uma extensa malha rodoviária que atravessa áreas urbanas e rurais, conectando diferentes regiões do país e servindo como rota crucial para o escoamento da produção agrícola e industrial (CREA-PR, 2012). Neste estudo, propõe-se a estimativa dos custos dos sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná, aplicando-se a metodologia do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e utilizando a linguagem de programação Python para a análise dos dados. Python, uma linguagem de programação de alto nível, interpreta, roteiriza e orienta objetos, tendo-se destacado como uma ferramenta excelente para a análise de dados, oferecendo uma gama de bibliotecas que facilitam a manipulação, análise e visualização de dados. Esta é a primeira vez que uma análise desse tipo, com essa metodologia e ferramenta, é apresentada de forma aberta e com todos os passos, representando uma contribuição significativa para a área. Com a facilidade de acesso público aos dados utilizados neste estudo, que também estão disponíveis para outros estados e para o país como um todo, torna-se possível realizar comparações e análises semelhantes. O objetivo deste estudo é fornecer informações detalhadas sobre a criação de um código em Python, de modo que outras pessoas possam replicá-lo para diversos outros locais e épocas, facilitando, assim, o estudo dos custos associados aos sinistros. Além disso, espera-se incentivar outros pesquisadores e profissionais da área a utilizarem o código disponibilizado e a realizarem estimativas semelhantes para seus estados ou para o país. Este estudo também busca incentivar o uso de técnicas e ferramentas de análise de dados na tomada de decisão e na elaboração de estratégias voltadas à melhoria da segurança nas rodovias.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para estimar os custos dos sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná envolve a aplicação de Python em cinco etapas principais: coleta de dados, limpeza e tratamento dos dados, atualização dos custos do IPEA, aplicação de funções e apresentação dos resultados.

Coleta de dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos a partir dos dados abertos no sítio eletrônico da Polícia Rodoviária Federal (PRF), que registra os sinistros de trânsito ocorridos nas rodovias federais. Essas planilhas contêm informações detalhadas sobre os sinistros, incluindo localização, data, tipo de acidente, veículos envolvidos e vítimas. Para analisar esses dados e estimar os custos dos sinistros, foi necessário importar as tabelas para a linguagem de programação Python (Figura



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



1). Utilizando bibliotecas específicas para manipulação e análise de dados, como Pandas e NumPy, foi possível carregar as planilhas em estruturas de dados chamadas DataFrames, facilitando o processamento e a análise das informações. A importação das tabelas em Python e a utilização de bibliotecas específicas para manipulação e análise de dados permitiram uma abordagem mais ágil e eficiente no tratamento dos dados.

Importando Tabelas

Planilhas de 2007 a 2015

```
# Números dos arquivos que você deseja carregar
anos = range(7, 15)

# Lista para armazenar os DataFrames
dfs = []

# Loop para carregar os arquivos
for ano in anos:
    # Gera o nome do arquivo
    nome_arquivo = f"Dados/Dados Federais/acidentes20{ano:02}.csv"
    # Carrega o arquivo e adiciona à lista de DataFrames
    df = pd.read_csv(nome_arquivo, usecols=['id', 'pesid', 'uf', 'classificacao_acidente',
                                             'estado_fisico', 'data_inversa', 'tipo_veiculo'],
                    sep=',', encoding="latin-1", encoding_errors='ignore', low_memory=False)
    # Adiciona uma coluna com o ano do arquivo correspondente
    df['ano'] = f"20{ano:02}"
    # Adiciona o DataFrame modificado à lista
    dfs.append(df)

# Concatena todos os DataFrames em um único DataFrame
df_completo_2007_2015 = pd.concat(dfs, ignore_index=True)
```

Planilhas de 2016 a 2022

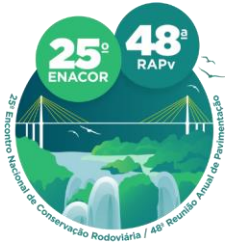
```
# Números dos arquivos que você deseja carregar
anos = range(16, 23)

# Lista para armazenar os DataFrames
dfs = []

# Loop para carregar os arquivos
for ano in anos:
    # Gera o nome do arquivo
    nome_arquivo = f"Dados/Dados Federais/acidentes20{ano:02}.csv"
    # Carrega o arquivo e adiciona à lista de DataFrames
    df = pd.read_csv(nome_arquivo, usecols=['id', 'pesid', 'uf', 'classificacao_acidente',
                                             'estado_fisico', 'data_inversa', 'tipo_veiculo'],
                    sep=';', encoding="latin-1", encoding_errors='ignore', low_memory=False)
    # Adiciona uma coluna com o ano do arquivo correspondente
    df['ano'] = f"20{ano:02}"
    # Adiciona o DataFrame modificado à lista
    dfs.append(df)

# Concatena todos os DataFrames em um único DataFrame
df_completo_2016_2022 = pd.concat(dfs, ignore_index=True)
```

Figura 1 - Captura de tela do Jupyter Notebook mostrando o código em Python para importação de dados da tabela de sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná. (Autor, 2023)



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Limpeza e tratamento de dados

Nesta etapa, processam-se os dados brutos coletados e realiza-se a limpeza e tratamento das informações, fundamentais para a confiabilidade da análise realizada neste artigo. Utiliza-se a linguagem de programação Python e suas bibliotecas, como Pandas e NumPy, para manipular os dados e gerar um dataframe estruturado e limpo (Figura 2). A limpeza dos dados envolveu a remoção de espaços em branco e a padronização da nomenclatura das categorias, seguindo os critérios estabelecidos pela metodologia do IPEA. Não foram identificados valores ausentes, inconsistências ou erros de digitação, o que simplificou o processo de limpeza e tratamento dos dados.

Exploração de Dados

Concatenando Planilhas

```
#concatenar em uma tabela de 2007 até 2022
df_completo = pd.concat([df_completo_2007_2015,df_completo_2016_2022], ignore_index=True)
```

Limpeza

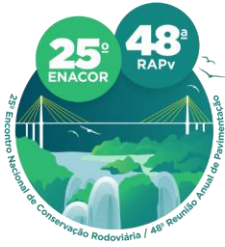
```
#retira espaços em branco das colunas
df_completo['estado_fisico'] = df_completo['estado_fisico'].str.strip()
df_completo['classificacao_acidente'] = df_completo['classificacao_acidente'].str.strip()
```

Alterações de Termos

```
#substitui os nomes dentro das colunas
df_completo['estado_fisico'] = df_completo['estado_fisico'].replace(['Lesões Graves',
                                                                    'Lesões Leves',
                                                                    'Ferido Grave',
                                                                    'Ferido Leve'])
df_completo['estado_fisico'] = df_completo['estado_fisico'].replace(['Morto'], ['Óbito'])
df_completo['estado_fisico'] = df_completo['estado_fisico'].replace(['Não Informado'],
                                                                    ['Ileso'])
```

Figura 2 - Exemplo de trecho de código no Jupyter Notebook para realizar a limpeza e tratamento dos dados, aplicando as técnicas mencionadas no artigo, utilizando a biblioteca Pandas em Python. (Autor, 2023)

Após a limpeza dos dados, aplica-se um filtro para selecionar apenas os dados referentes ao estado do Paraná. Para isso, utiliza-se a coluna de localização dos sinistros e seleciona-se somente aqueles que ocorreram nas rodovias federais do Paraná. Em seguida, aplica-se outro filtro para considerar apenas os sinistros ocorridos no ano de 2022, permitindo uma análise mais específica e atualizada da situação das rodovias no estado (Figura 3).



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Filtros

2022 e Paraná

```
#filtro para o ano de 2022
```

```
df_completo_2022 = df_completo.loc[df_completo['ano'] == '2022']
```

```
#filtro para sinistros ocorridos no Paraná
```

```
sinistros_PR_2022 = df_completo_2022.loc[df_completo_2022['uf'] == 'PR']
```

```
#filtro para tirar pessoas duplicadas
```

```
sinistros_PR_2022 = sinistros_PR_2022.drop_duplicates(subset=("pesid"), keep="first")
```

```
sinistros_PR_2022
```

	id	pesid	data_inversa	uf	classificacao_acidente	tipo_veiculo	estado_fisico	ano
3930834	405158.0	906468.0	2022-01-01	PR	Com Vítimas Fatais	Caminhão-tractor	Óbito	2022
3930835	405158.0	912108.0	2022-01-01	PR	Com Vítimas Fatais	Caminhão-tractor	Ferido Leve	2022
3930864	405395.0	906908.0	2022-01-02	PR	Com Vítimas Feridas	Caminhão-tractor	Ferido Leve	2022
3930865	405395.0	906909.0	2022-01-02	PR	Com Vítimas Feridas	Caminhão-tractor	Ferido Leve	2022
3930880	405524.0	907200.0	2022-01-02	PR	Com Vítimas Feridas	Caminhão	Ferido Leve	2022
...
4085845	501292.0	1094833.0	2022-11-12	PR	Com Vítimas Feridas	Motocicleta	Ferido Leve	2022
4085851	501316.0	1094869.0	2022-10-02	PR	Com Vítimas Feridas	Motocicleta	Ferido Leve	2022
4085852	501316.0	1094868.0	2022-10-02	PR	Com Vítimas Feridas	Motocicleta	Ferido Grave	2022
4085878	501895.0	1096301.0	2022-11-20	PR	Com Vítimas Feridas	Motocicleta	Ferido Leve	2022
4085879	501895.0	1096300.0	2022-11-20	PR	Com Vítimas Feridas	Motocicleta	Ferido Grave	2022

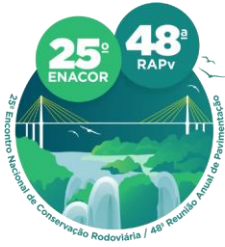
17394 rows × 8 columns

Figura 3 – Captura de tela do Jupyter Notebook ilustrando o processo de filtragem dos dados com base no ano e na localização dos sinistros. (Autor, 2023)

Após a conclusão da limpeza e do tratamento dos dados, obteve-se um *dataframe* estruturado e limpo, que continha informações relevantes sobre os sinistros de trânsito nas Rodovias Federais do Paraná no ano de 2022. Isso garantiu a qualidade e a confiabilidade dos resultados obtidos na subsequente análise.

Atualização dos custos do IPEA

Os custos levantados pelo IPEA em 2014 foram atualizados de acordo com a metodologia do instituto, levando-se em consideração a inflação acumulada desde então. Utiliza-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para calcular a taxa de inflação acumulada, que atingiu 60,71% até dezembro de 2022. Com base nessa taxa, atualizam-se os valores dos custos do IPEA, garantindo que a análise reflita a realidade econômica atual e possibilite uma comparação mais precisa entre os dados históricos e os resultados obtidos no estudo (Figura 4). Com os custos atualizados, aplicam-se as categorias de análise propostas pelo IPEA (custos por pessoa, por veículo e por administração) no conjunto de dados tratado e filtrado. Utiliza-se o código em Python para realizar essa análise de forma eficiente e obter resultados precisos sobre os custos associados aos sinistros de trânsito nas Rodovias Federais do Paraná (Figura 5).



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Correção pelo IPCA

```
In [44]: #Correção pelo IPCA (o custo do IPEA foi realizado em 12/2014)
#(12/2022)
i = 0.60709570

In [45]: #Multiplica as planilhas de quantidade pelos custos do IPEA 2014
colunas_numericas = por_pessoa_2014.select_dtypes(include=['float', 'int']).columns
por_pessoa_2014[colunas_numericas] = por_pessoa_2014[colunas_numericas]\
.apply(lambda x: ((x * i) + x))
por_pessoa = por_pessoa_2014

colunas_numericas = por_veiculo_2014.select_dtypes(include=['float', 'int']).columns
por_veiculo_2014[colunas_numericas] = por_veiculo_2014[colunas_numericas]\
.apply(lambda x: ((x * i) + x))
por_veiculo = por_veiculo_2014

colunas_numericas = adm_2014.select_dtypes(include=['float', 'int']).columns
adm_2014[colunas_numericas] = adm_2014[colunas_numericas]\
.apply(lambda x: ((x * i) + x))
por_adm = adm_2014
```

Figura 4 - Captura de tela do Jupyter Notebook ilustrando a atualização dos custos do IPEA utilizando a taxa de inflação acumulada com base no IPCA. (Autor, 2023)

```
In [54]: for col in por_pessoa.columns[1:]:
por_pessoa[col] = por_pessoa[col].apply(format_currency)
por_pessoa
```

	estado_fisico	Sem Vítimas	Com Vítimas Feridas	Com Vítimas Fatais
0	lleso	R\$ 1.745,53	R\$ 6.606,13	R\$ 2.956,96
1	Ferido Leve	R\$ 10.375,94	R\$ 13.611,20	R\$ 13.878,51
2	Ferido Grave	R\$ 36.032,79	R\$ 201.102,17	R\$ 226.851,14
3	Óbito	R\$ 320,26	R\$ 538.653,80	R\$ 696.333,18

```
In [55]: for col in por_veiculo.columns[1:]:
por_veiculo[col] = por_veiculo[col].apply(format_currency)
por_veiculo
```

	tipo_veiculo	Sem Vítimas	Com Vítimas Feridas	Com Vítimas Fatais
0	Automóveis	R\$ 11.500,57	R\$ 19.488,96	R\$ 31.055,37
1	Motocicletas	R\$ 3.974,69	R\$ 4.405,08	R\$ 6.862,03
2	Bicicletas	R\$ 0,00	R\$ 271,18	R\$ 199,44
3	Utilitarios	R\$ 16.986,62	R\$ 32.528,23	R\$ 56.395,35
4	Caminhão	R\$ 35.860,60	R\$ 105.515,48	R\$ 76.860,08
5	Onibus	R\$ 25.824,90	R\$ 16.933,74	R\$ 33.244,53
6	Outros	R\$ 16.564,91	R\$ 128.742,23	R\$ 130.511,10

```
In [56]: for col in por_adm.columns[1:]:
por_adm[col] = por_adm[col].apply(format_currency)
por_adm
```

	Tipo de Dano	Sem Vítimas	Com Vítimas Feridas	Com Vítimas Fatais
0	Atendimento	R\$ 728,58	R\$ 543,73	R\$ 1.049,53
1	Dano à propriedade	R\$ 728,58	R\$ 543,73	R\$ 1.049,53

Figura 5 - Captura de tela do Jupyter Notebook mostrando o código em Python para a aplicação das categorias de análise propostas pelo IPEA (custos por pessoa, por veículo e por administração). (Autor, 2023)



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Aplicação de funções

Na análise dos dados, após tratar as informações e ajustar os custos considerando a inflação acumulada, seguem-se as categorias propostas pelo IPEA: custos por pessoa, por veículo e por administração. Para otimizar esse processo, utilizam-se funções específicas em Python, facilitando a multiplicação das tabelas de quantidade com os valores atualizados obtidos no levantamento (Figura 6).

```
In [5]: #define as funções para multiplicação das matrizes

def multiplica_dataframes(A, B, coluna):
    # definir coluna como index em A
    A = A.set_index(coluna)

    # definir estado_fisico como index em B
    B = B.set_index(coluna)

    # multiplicar os dataframes
    C = A.mul(B)

    # reverter os índices
    C = C.reset_index()

    # selecionar as colunas desejadas
    C = C[[coluna, 'Sem Vítimas', 'Com Vítimas Feridas', 'Com Vítimas Fatais']]

    # Adicionar coluna de totais
    C['Total'] = C.sum(axis=1)

    # calcular a porcentagem
    total_geral = C['Total'].sum()
    C['%'] = C['Total'].apply(lambda x: "{:.2f}%".format(x/total_geral*100))

    # calcular os totais
    C.loc['Total'] = C.select_dtypes(pd.np.number).sum()

    # aplica a função format_currency nas colunas numéricas do DataFrame
    df_numeric = C.iloc[:, 1:5]
    df_numeric = df_numeric.applymap(format_currency)
    C.iloc[:, 1:5] = df_numeric

    return C

def multiplica_dataframes2(A, B):
    # Selecionar as colunas numéricas
    cols = ['Sem Vítimas', 'Com Vítimas Feridas', 'Com Vítimas Fatais']
    A_num = A.loc[:, cols]
    B_num = B.loc[:, cols]

    # Multiplicar as linhas de B em A
    C = A_num.multiply(B_num.iloc[0])

    # Adicionar coluna de totais
    C['Total'] = C.sum(axis=1)

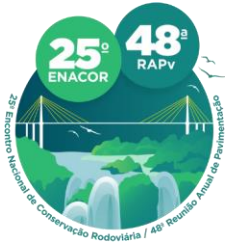
    # Calcular porcentagem em relação ao total geral
    total_geral = C['Total'].sum()
    C['%'] = C['Total'].apply(lambda x: "{:.2f}%".format(x/total_geral*100))

    # Formatar colunas como moeda
    df_numeric = C.iloc[:, 0:4]
    df_numeric = df_numeric.applymap(format_currency)
    C.iloc[:, 0:4] = df_numeric

    # Concatenar colunas de tipo de dano e valores formatados
    C = pd.concat([A['Tipo de Dano'], C], axis=1)

    return C
```

Figura 6 - Captura de tela do Jupyter Notebook ilustrando as funções personalizadas desenvolvidas em Python para agilizar o processo de análise dos custos nas categorias propostas pelo IPEA. (Autor, 2023)



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se os resultados e as discussões decorrentes da análise dos custos estimados dos sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná em 2022. Os resultados são divididos em três categorias principais: custos por pessoa, por veículo e por administração.

Custos por Pessoa

Os custos relacionados às vítimas dos acidentes são calculados considerando diferentes estados físicos, como ilesos, feridos leves, feridos graves e óbitos (Figura 7). A análise revela que os feridos graves e óbitos exercem um impacto considerável, correspondendo a 86,54% do total. Isso ressalta a importância de políticas públicas e ações voltadas à redução de lesões e mortes no trânsito, em consonância com a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito, que busca reduzir em, no mínimo, 50% as lesões e mortes no trânsito em todo o mundo.

Aplicação da Função de Multiplicação das Tabelas de Quantidade com os Custos do Levantamento do IPEA
por Pessoa

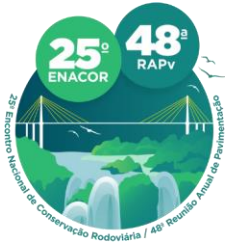
```
In [49]: #Tabela dos custos por pessoa atualizado pelo IPCA
custo_pessoa = multiplica_dataframes(por_pessoa, sinistros_PR_2022_pessoas,
                                     'estado_fisico')
custo_pessoa
```

Out[49]:	estado_fisico	Sem Vítimas	Com Vítimas Feridas	Com Vítimas Fatais	Total	%	
0	Ileso	R\$ 5.261.030,20	R\$ 35.118.174,24	R\$ 1.916.109,86	R\$ 42.295.314,30	4,63%	
1	Ferido Leve	0	R\$ 77.474.953,85	R\$ 3.081.028,96	R\$ 80.555.982,81	8,82%	
2	Ferido Grave	0	R\$ 353.135.408,21	R\$ 39.925.800,00	R\$ 393.061.208,21	43,06%	
3	Óbito	0	0	R\$ 396.909.910,53	R\$ 396.909.910,53	43,48%	
	Total	NaN	R\$ 5.261.030,20	R\$ 465.728.536,30	R\$ 441.832.849,35	R\$ 912.822.415,85	NaN

Figura 7 - Captura de tela do Jupyter Notebook exibindo o código em Python e os resultados da análise de custos por pessoa. (Autor, 2023)

Custos por Veículo

Os custos associados a diferentes tipos de veículos envolvidos nos acidentes são estimados, incluindo automóveis, motocicletas, bicicletas, utilitários, caminhões, ônibus e outros (Figura 8). A análise mostra que os caminhões se destacam, sendo responsáveis por 53,88% do total. Esse resultado indica a necessidade de políticas específicas para melhorar a segurança relacionada a caminhões nas rodovias.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



9.6.2 por Veículo

```
In [50]: #Tabela dos custos por veiculo atualizado pelo IPCA
custo_veiculo = multiplica_dataframes(por_veiculo,sinistros_PR_2022_veiculos,
'tipo_veiculo')
custo_veiculo
```

```
Out[50]:
```

	tipo_veiculo	Sem Vítimas	Com Vítimas Feridas	Com Vítimas Fatais	Total	%
0	Automóveis	R\$ 11.707.579,93	R\$ 58.934.615,88	R\$ 8.043.341,52	R\$ 78.685.537,33	22.58%
1	Motocicletas	R\$ 298.101,39	R\$ 9.691.179,20	R\$ 809.719,00	R\$ 10.798.999,59	3.10%
2	Bicicletas	R\$ 0,00	R\$ 33.355,30	R\$ 3.191,05	R\$ 36.546,35	0.01%
3	Utilitarios	R\$ 5.401.743,84	R\$ 26.217.751,50	R\$ 5.639.535,05	R\$ 37.259.030,39	10.69%
4	Caminhão	R\$ 19.544.029,66	R\$ 150.992.645,12	R\$ 17.216.656,81	R\$ 187.753.331,60	53.88%
5	Onibus	R\$ 1.136.295,73	R\$ 2.082.850,31	R\$ 764.624,10	R\$ 3.983.770,15	1.14%
6	Outros	R\$ 1.292.063,29	R\$ 24.718.509,08	R\$ 3.915.333,02	R\$ 29.925.905,39	8.59%
Total	NaN	R\$ 39.379.813,84	R\$ 272.670.906,40	R\$ 36.392.400,56	R\$ 348.443.120,80	NaN

Figura 8 - Captura de tela do Jupyter Notebook exibindo o código em Python e os resultados da análise de custos por veículo. (Autor, 2023)

Custos por Administração

Nesta categoria, levam-se em conta os custos relacionados ao atendimento e aos danos à propriedade (Figura 9). A análise permite identificar os principais pontos de atuação para reduzir os custos e os impactos negativos dos sinistros nas rodovias federais.

por Administração

```
In [51]: #Tabela dos custos por administração atualizado pelo IPCA
custo_admin = multiplica_dataframes2(por_admin,sinistros_PR_2022_admin)
custo_admin
```

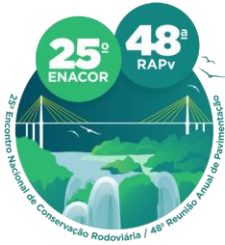
```
Out[51]:
```

	Tipo de Dano	Sem Vítimas	Com Vítimas Feridas	Com Vítimas Fatais	Total	%
0	Atendimento	R\$ 1.138.765,59	R\$ 2.876.868,49	R\$ 518.467,78	R\$ 4.534.101,86	50.00%
1	Dano à propriedade	R\$ 1.138.765,59	R\$ 2.876.868,49	R\$ 518.467,78	R\$ 4.534.101,86	50.00%

Figura 9 - Captura de tela do Jupyter Notebook exibindo o código em Python e os resultados da análise de custos por administração. (Autor, 2023)

Custos Totais

Para calcular o custo total dos sinistros de trânsito nas Rodovias Federais do Paraná, adicionam-se os valores totais obtidos das tabelas referentes aos custos por pessoa, por veículo e por administração (Figura 10). Com a soma desses totais, chega-se ao valor final dos custos dos sinistros de trânsito no período analisado, que é de R\$ 1.270.333.740,37, conforme apresentado na Figura 11. Esse montante destaca a magnitude dos custos gerados pelos sinistros de trânsito e



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



ênfatisa a importância de investir em políticas públicas, conscientização e infraestrutura para garantir a segurança e reduzir os impactos negativos dos sinistros nas rodovias federais.

```
In [6]: #define as funções para somar os totais das tabelas
def somar_totais(a, b, c):
    # Transforma as colunas com valores monetários em números
    locale.setlocale(locale.LC_ALL, 'pt_BR.UTF-8')
    a['Total'] = a['Total'].apply(lambda x: locale.atof(x[2:]))
    b['Total'] = b['Total'].apply(lambda x: locale.atof(x[2:]))
    c['Total'] = c['Total'].apply(lambda x: locale.atof(x[2:]))

    # Soma os valores das linhas totais do A e do B
    total_a = a.loc['Total']['Total']
    total_b = b.loc['Total']['Total']
    soma_ab = total_a + total_b

    # Soma os valores da coluna total do C
    soma_c = c['Total'].sum()

    # Retorna a soma total
    return soma_ab + soma_c
```

Figura 10 - Captura de tela do Jupyter Notebook exibindo o código em Python com a função para calcular o custo total. (Autor, 2023)

Custo Final Calculado

```
In [52]: #soma os totais das tabelas

soma_total = somar_totais(custo_pessoa, custo_veiculo, custo_adm)

soma_total = format_currency(soma_total)
```

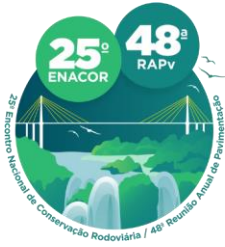
```
In [53]: print('O custo dos sinistros de trânsito nas Rodovias Federais,\
no Paraná, em 2022 foi de:\n' + soma_total)
```

```
O custo dos sinistros de trânsito nas Rodovias Federais, no Paraná, em 2022 foi de:
R$ 1.270.333.740,37
```

Figura 11 - Captura de tela do Jupyter Notebook exibindo o resultado do cálculo do custo total dos sinistros de trânsito nas Rodovias Federais do Paraná. (Autor, 2023)

CONCLUSÕES

Ao longo deste estudo, explora-se os custos estimados dos sinistros de trânsito nas Rodovias Federais do Paraná em 2022, utilizando uma metodologia baseada nos dados do IPEA e um código em Python para análise dos dados. Através das etapas de coleta e limpeza das planilhas da PRF, cálculo dos custos com base nas categorias do IPEA e atualização dos valores levantados, obtém-se uma estimativa detalhada dos custos dos sinistros de trânsito na região. Os resultados revelam a magnitude dos custos gerados pelos sinistros de trânsito, chegando ao valor final de R\$ 1.270.333.740,37. Além disso, identificam-se as áreas de maior impacto, como os custos relacionados aos feridos graves e óbitos, bem como o destaque dos caminhões na categoria de custos por veículo. A análise reforça a importância de investir em políticas públicas, conscientização e infraestrutura para garantir a segurança nas rodovias e reduzir os impactos negativos dos sinistros de trânsito. A implementação de políticas efetivas e ações de prevenção pode contribuir para a redução de acidentes, custos relacionados e, mais importante, para salvar



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



vidas e minimizar as lesões causadas por acidentes de trânsito. Espera-se que as informações apresentadas neste estudo possam servir de base para a tomada de decisões por parte dos gestores públicos, profissionais e demais interessados na área de segurança no trânsito. Além disso, o estudo pode ser adaptado para outros contextos e regiões, permitindo a elaboração de análises específicas e ações direcionadas para as necessidades locais. A análise dos custos dos sinistros de trânsito nas rodovias federais do Paraná demonstra a relevância de abordar a segurança no trânsito como uma questão de interesse público e socioeconômico. Investir em medidas preventivas e eficazes é fundamental para promover um trânsito mais seguro e sustentável para todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO PARANÁ. **Plano Estadual de Logística e Transporte - PELT 2020**. [S.l.]: CREA-PR, 2012. Disponível em: <<https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/PELT-2020.pdf>>. Acesso em: mai.2023.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO; ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Brasília: Ipea/Denatran/Antp; 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Road safety**. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/road-safety#tab=tab_1> Acesso em: junho.2023.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA. **Dados Abertos da PRF**. Disponível em: <<https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-da-prf>>. Acesso em: mai.2023.

WORLD HIGHWAYS. **Brazil's high road death rate**. Disponível em: <<https://www.worldhighways.com/wh12/news/brazils-high-road-death-rate>>. Acesso em: jun.2023.