

## Modelo dinâmico de Poisson aplicado a dados de acidentes automobilísticos nas rodovias federais do estado da Paraíba

Rafaela S. Vitorino<sup>1†</sup>, Kleber N. N. O. Barros<sup>1</sup>, Márcio A. Albuquerque<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - Departamento de Estatística (DE) - Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) - Campina Grande (CG).

**Resumo:** Os acidentes de trânsito são um grande problema de saúde pública no Brasil, partindo dessa ideia esse trabalho teve como objetivo utilizar o modelo dinâmico de Poisson para ajustar dados de acidentes automobilísticos nas Rodovias Federais (BRs) no Estado da Paraíba entre os anos de 2013 a 2018. Na metodologia a tabulação e sumarização dos dados foram realizadas com o auxílio do software Excel, as Análises de Séries Temporais obtidas com o software R empregando as simulações de Monte Carlo Via Cadeias de Markov (MCMC) para estimação de parâmetros e a Análise Bayesiana realizada pelo software OpenBUGS, usando a estatística de Deviance Information Criterion (DIC) para seleção de modelos. Por meio da abordagem empregada neste trabalho foi possível constatar que das 9 rodovias federais que cruzam o Estado da Paraíba estudadas as que apresentaram maior número de acidentes de trânsito foram as rodovias BR-101, BR-104 e a BR-230. A BR-230 foi a que apontou maior número de acidentes quando comparadas as demais rodovias combinadas.

**Palavras-chave:** Inferência Bayesiana; Séries Temporais; Rodovias Federais.

**Abstract:** Traffic accidents are a major public health problem in Brazil. Based on this idea, this study aimed to use the Poisson dynamic model to adjust data on automobile accidents on Federal Highways (BRs) in the state of Paraíba from 2013 to 2018. In the methodology the tabulation and summarization of the data were performed with the aid of Excel software, the Time Series Analyzes obtained with the R software employing Markov Chain Monte Carlo (MCMC) simulations for parameter estimation and the Bayesian Analysis. OpenBUGS software using Deviance Information Criterion (DIC) statistics for model selection. Through the approach employed in this work it was possible to verify that of the 9 federal highways that cross the State of Paraíba studied the ones that presented the highest number of traffic accidents were the BR-101, BR-104 and BR-230 highways. BR-230 showed the highest number of accidents when compared to other combined highways.

**Keywords:** Bayesian Inference; Time series; Federal highways.

## Introdução

Os dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), juntamente com aqueles obtidos da Polícia Rodoviária Federal (PRF) apresentam os acidentes de trânsito como um grande problema de saúde pública no Brasil. Os acidentes de transportes terrestres no Brasil representam uma das principais causas de morte no país, matando cerca de 43 mil pessoas por ano e os acidentes nas rodovias correspondem 20% dessas mortes. Nos últimos dez anos no Brasil, segundo a Empresa Brasil de Comunicação (EBC), entre 2009 e 2018 os acidentes de trânsito deixaram mais de 1,6 milhões de feridos com um custo de R\$ 2,9 bilhões para o Sistema Único de Saúde (SUS), trazendo um prejuízo enorme para saúde pública.

---

<sup>†</sup>Autora correspondente: [rafaellla\\_17@yahoo.com.br](mailto:rafaellla_17@yahoo.com.br).

No que se refere aos dados da Secretaria de Estado da Segurança e Defesa Social (SEDS) em 2018, na Paraíba foram contabilizadas 753 vítimas de acidentes letais de trânsito, embora a diferença seja apenas de 230 vítimas entre mortos no trânsito e em casos de violência, o número de acidentes na Paraíba caiu de 8,5% em relação ao ano de 2017, após serem pagos pelo Seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres (DPvat) 1.017 indenizações por morte. A terceira maior redução no Nordeste atrás apenas para Bahia (-9,8%) e Pernambuco (-9,3%).

Analisando as estatísticas dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras, neste presente trabalho, realizou-se uma modelagem temporal nos dados observados ao longo do tempo nas Rodovias do Estado da Paraíba com o intuito de avaliar as características de tendência, sazonalidade e aleatoriedade mensalmente, juntamente com ajuste via Modelos Lineares Dinâmicos Generalizados (MLGD), e assim fazendo a seleção do melhor modelo, e aplicando metodologia Bayesiana via modelo dinâmico de Poisson para modelar, para prever as observações dos números de acidentes. Tendo por objetivo geral utilizar o modelo dinâmico de Poisson para ajustar dados de acidentes automobilísticos nas Rodovias Federais (BR) que atravessam o estado da Paraíba entre os anos de 2013 a 2018.

## Metodologia e Métodos

O intuito deste trabalho é avaliar as notificações de acidentes automobilísticos. Foram analisados números de acidentes nas principais rodovias do estado da Paraíba, entre os anos de 2013 a 2018. Os dados foram obtidos no site da PRF. Foram utilizadas as 9 vias, sendo elas a BR-101, BR-104, BR-110, BR-116, BR-230, BR-361, BR-405, BR-412 e BR-427 do referido site. A tabulação e sumarização dos dados foram realizadas com o auxílio do software Excel. As análises de séries temporais foram obtidas com o software R. A análise Bayesiana foi realizada pelo software OpenBUGS.

A análise de séries temporais tem por finalidade compreender e prever o futuro do comportamento da série e a previsão à partir dos valores presentes e passados, com o objetivo de reduzir o máximo de erros de previsão (BOX; JENKINS; REINSEL, 2008). Um processo estocástico é formado pelo conjunto de observações  $Y_t, t \in T$ , onde  $Y_t$  é variável de interesse observada no tempo  $t$  e  $T$  é o conjunto de índices de tempo, podendo ser classificado como discreto ( $T = t_1, t_2, \dots, t_n$ ) ou contínuo ( $T = t : t_1 < t < t_2$ ). Caso se trate de uma série temporal multivariada as observações são definidas como  $Y_t, t \in T$ , onde  $Y_t'$  são vetores de variáveis aleatórias.

Segundo Morettin e Tolo (2006), para compreender o comportamento de uma série temporal é preciso conhecer seus componentes característicos<sup>ii</sup>:

- Estacionaridade: é o comportamento da série.
- Tendência: é o efeito na média ao longo do prazo.
- Sazonalidade: é os efeitos ligados nas variações periódicas (semanal, mensal, anual, etc).
- Ciclos: variáveis periódicas, não associadas a nenhuma medida temporal;
- Erro aleatório.

O teste de estacionaridade de Phillips-Perron proposto por Phillips e Perron (1988) é conhecido como teste PP na literatura que é o resultado do teste de raiz unitária de Dickey e Fuller (1979) para o conjunto dados em que os erros são correlacionados. As hipóteses do teste PP são

$$\begin{cases} H_0 : \text{A série possui raiz unitária;} \\ H_1 : \text{A série não possui raiz unitária.} \end{cases}$$

<sup>ii</sup>Mais detalhes em Box, Jenkins e Reinsel (2008) e Morettin e Tolo (2006).

Caso o valor-p do teste seja inferior 0,05, rejeitamos  $H_0$  com 5% de significância, ou seja, a série não possui raiz unitária, portanto a série é estacionária.

A análise Bayesiana é uma alternativa importante na estatística com relação aos procedimentos clássicos de estimação e testes de hipóteses que vêm tomando espaço crescente em aplicações nas mais diversas áreas. Segundo Paulino, Turkman e Murteira (2003), a inferência Bayesiana é o processo de encontrar um modelo de probabilidade para um conjunto de dados e resumir o resultado por uma distribuição de probabilidade sobre os parâmetros do modelo e sobre quantidades não observadas, tais como predição para novas observações. A metodologia Bayesiana consiste em agregar aos dados amostrais (função de verossimilhança) e do conhecimento prévio a respeito dos parâmetros (distribuição a priori) para obter a densidade a posteriori dos parâmetros por meio do teorema de Bayes. A informação a priori é incorporada através da especificação de uma distribuição para o parâmetro, devendo esta representar probabilisticamente o conhecimento que se tem sobre ele antes da realização do experimento.

Quando existem diversos modelos competindo para o ajuste dos dados, faz-se necessária a escolha do melhor modelo. Diferentes critérios podem ser empregados. A seguir se discute alguns dos critérios utilizados na literatura Bayesiana. Na inferência Bayesiana o método mais utilizado para a escolha de modelos é o critério *Deviance Information Criterion* (DIC), em que sendo este uma generalização dos critérios *Akaike Information Criterion* (AIC) e *Bayesian Information Criterion* (BIC). Assim como outros critérios, o melhor modelo, entre os modelos em estudo, é aquele que possuir menor valor de DIC. Outra medida largamente utilizada para avaliar a avaliação global do modelo é a raiz do erro quadrático médio (REQM). A REQM deve ser o menor possível para o melhor modelo.

O modelo linear dinâmico generalizado (MLDG) pode ser definido como uma extensão dos modelos lineares dinâmicos (MLD) quando a variável resposta pertence a distribuições pertencentes à família exponencial, de acordo com West, Harrion e Migon (1985). Além disso, é definido como uma extensão do MLG o MLDG, proposto por Nelder e Wedderburn (1972), quando os parâmetros dependem do tempo.

É definido o modelo dinâmico de Poisson como uma extensão de modelo de regressão de Poisson quando o seu parâmetro é variável no tempo. Assim, utilizando a técnica do Modelo Dinâmico de Poisson para dados de contagem, foi considerado  $Y$  uma variável aleatória condicionada a um parâmetro  $\lambda$ , que é a média da distribuição. A verossimilhança do modelo é dada por

$$p(y | \lambda) = \prod_{t=1}^{72} \prod_{j=1}^9 \frac{e^{-\lambda_{tj}} \lambda_{tj}^{y_{tj}}}{y_{tj}!},$$

em que  $y$  a quantidade de acidentes,  $t = 1, 2, \dots, 72$  é o índice referente ao mês, variando de janeiro de 2013 até dezembro de 2018 e  $j = 1, 2, \dots, 9$  o número da rodovia. A média de acidentes  $\lambda_{tj}$  no tempo  $t$  e na BR  $j$  é dado por

$$\lambda_{tj} = \theta_{tj} \times \text{tam}_j \times e^{st},$$

em que  $\theta_{tj}$  é a taxa de acidentes nas rodovias em meses,  $\text{tam}_j$ , é o tamanho das rodovias e  $e^{st}$  é um efeito que considera a sazonalidade de um período de 12 meses. Aplicando-se a escala logarítmica (Log), tem-se que,

$$\log(\lambda_{tj}) = \log(\theta_{tj}) + \log(\text{tam}_j) + st.$$

As distribuições a priori são definidas por:

$$\begin{aligned} \theta_{tj} &\sim G(a, b) \\ a &\sim G(0,001; 0,001) \\ b &\sim G(0,001; 0,001) \\ w_t &\sim U(-1, 1) \end{aligned}$$

sendo  $G$ , a distribuição Gamma e  $U$  a distribuição Uniforme. O efeito sazonal foi definido por

$$s_t = \begin{cases} 0, & t = 1, 2, \dots, 11 \\ - \sum_{i=t-11}^{t-1} s_i + w_t, & t = 12, 13, \dots \end{cases}$$

As modelagens alternativas, sem e com sazonalidade foram comparados via DIC para decidir o modelo final.

## Aplicação e Discussão

A Tabela 1 apresenta o sumário das estatísticas referentes aos casos de acidentes de trânsito por mês. Note que as rodovias com maiores médias e medianas são BR101, BR104 e BR230, tendo a BR230 destacadamente mais acidentes que todas as outras rodovias combinadas em média (115,9 acidentes por mês). As quantidades mínimas e máximas de acidentes também são maiores para as três rodovias. Particularmente, as demais estradas registraram mínimo mensal de zero acidentes. Verificando o intervalo interquartilico ( $\Delta Q = Q3 - Q1$ ), observa-se que as rodovias BR104 ( $\Delta Q = 12$ ) e BR101 ( $\Delta Q = 11$ ) têm menor dispersão comparadas com a BR230 ( $\Delta Q = 38,5$ ). Porém, ao se examinar a variação levando em conta a magnitude as médias, pelo coeficiente de variação, chega-se a conclusão que as médias de acidentes das rodovias BR101 e BR230 são as mais representativas, com coeficientes 0,28 e 0,31, respectivamente. As autovias com menores médias de acidentes são também aquelas com maiores coeficientes de variação.

Tabela 1: Sumário das Estatísticas para as taxas de acidentes de trânsito nas rodovias federais da Paraíba.

Rodovia	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
BR-101	32,35	9,21	15	26,0	32,0	37	62
BR-104	14,19	7,70	3	8,0	13,5	20	40
BR-110	0,67	1,27	0	0,0	0,0	1	6
BR-116	0,22	0,56	0	0,0	0,0	0	3
BR-230	115,93	35,96	67	91,5	111,5	130	257
BR-361	4,7	3,92	0	2,0	4,0	6	20
BR-405	1,60	1,87	0	0,0	1,0	3	8
BR-412	2,79	2,34	0	1,0	2,0	4	12
BR-427	1,68	1,85	0	0,0	1,0	2	9

Carmo et al. (2019) afirmam que as rodovias federais no estado da Paraíba com o maior número de vítimas de acidentes de trânsito, são as vias BR-101, BR-104 e BR-230, destacando-se a BR-230 com o maior número de vítimas, com maior concentração na capital João Pessoa no trecho entre os quilômetros 10 a 40, e cidades próximas Cabedelo, Mamanguape, Bayeux e Santa Rita como os segmentos rodoviários críticos.

Na Figura 1, observa-se os boxplots dos números de acidentes ocorridos nas BR-101, BR-104 e BR-230. Nota-se que a mediana (linha central) dos acidentes na BR-230 é bem superior às demais medianas das outras vias. Observa-se ainda que as “caixas” são mais achatadas para as duas primeiras estradas, indicando menor variabilidade, tal como foi verificado pelos desvios-padrão da Tabela 1. Visualmente, as distribuições dos acidentes parecem simétricas (medianas aproximadamente nos centros das caixas) para as três autopistas. É possível ainda distinguir um mês com número de acidentes discrepante (ponto fora do boxplot) para BR-101 e para a BR-104. O BR-203 apresenta três meses com registros de acidentes muito superiores à mediana.

Na Figura 2, pode-se observar os gráficos de séries temporais para as rodovias que apresentam as maiores quantidades de acidentes. Note que os dados da série da BR-230 estão sempre acima dos dados das outras duas estradas. Em geral, a série da BR-101 está acima da série da BR-104, com poucos cruzamentos, isto é, momentos em que o número de acidentes na BR-104 ultrapassam os mesmos números para a BR-101. Observe que apenas no fim do primeiro ano estudado (2013) há um aumento discrepante dos números de acidentes mensais, justamente os três pontos meses discrepantes (outubro, novembro e dezembro de 2013). Nota-se ainda uma tendência na diminuição de acidentes nesta rodovia. Nas demais rodovias não parece haver uma tendência de aumento ou diminuição nos casos de acidentes. Por este gráfico é possível comparar ainda a variabilidade da BR-230 com as demais rodovias, observando-se mais uma vez sua alta variabilidade em relação às demais rodovias.

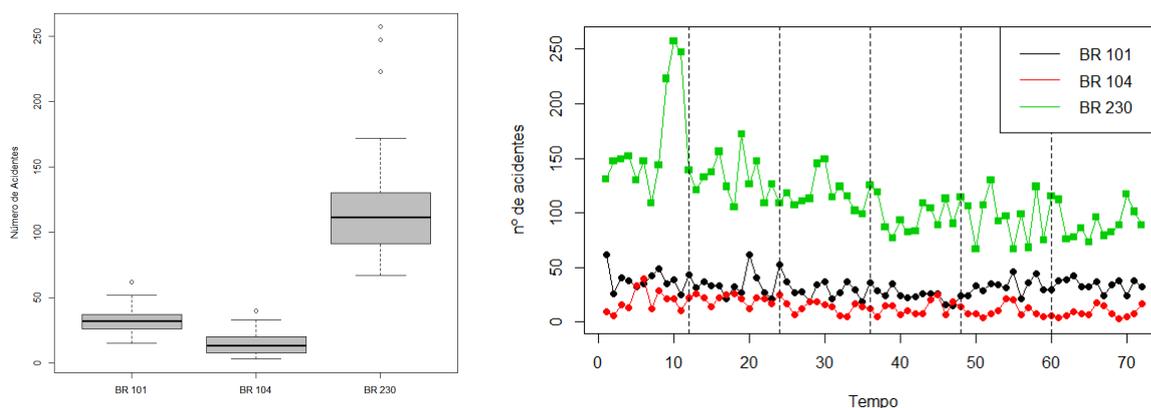


Figura 1: Boxplot das rodovias com os maiores números de acidentes.

Figura 2: Gráfico de série nas rodovias com maiores números de acidentes.

Lima (2019) relatou os fatores associados aos acidentes de trânsito no Município de Mari/PB, uma distância aproximada de 64 km da capital de João Pessoa, e seu acesso principal se dá pela rodovia BR-230, mostrando ligação da via de entrada na cidade como influência, afirmando-se que na via a partir dos anos de 2013 a 2014 ao longo dos anos se iniciou um decréscimo no número de óbitos e número de acidentes no trânsito.

Na Figura 3 é apresentada a decomposição da série da BR-101, podendo-se avaliar visualmente as características de tendência, sazonalidade e aleatoriedade dos dados. A componente de tendência apresenta um decréscimo, que é revertido a partir do final de 2017. A componente de sazonalidade apresenta uma periodicidade, indicando que realmente deve existir uma certa sazonalidade na série. A componente aleatória, excetuando um breve período no fim de 2014 e entre 2016 e 2017, parece casual. Na Figura 4 é registrada a decomposição para os dados da BR-104. A componente de tendência indica que há um decréscimo na quantidade de acidentes para esta rodovia. A componente de sazonalidade indica que existe uma periodicidade na série. Na componente aleatória, observa-se não haver grandes discrepâncias em relação à aleatoriedade requerida. A decomposição dos dados para a BR-230 está plotada na Figura 5. Observando a componente tendência é possível perceber um decréscimo do número de acidentes na rodovia a partir do ano de 2014 ao longo do tempo. A componente sazonalidade indica que existe um movimento periódico persistente de decréscimo, oscilação e acréscimo no número de acidentes em cada um dos anos. Pela componente aleatória, nota-se não haver grandes disparidades em relação à um ruído branco, exceto para o final de 2013, coincidindo com os três meses discrepantes indicados pelo boxplot.

Comparativamente, Santos et al. (2019) destacam os anos de 2014 e 2017 com o maior número de registros ocorridos em acidentes de trânsito no estado de Alagoas na BR-104, rodovia esta que percorre os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas.

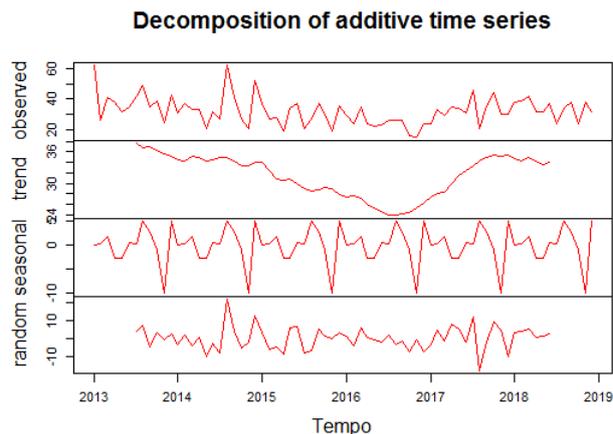


Figura 3: Gráfico decompose para os números de acidentes na BR-101.

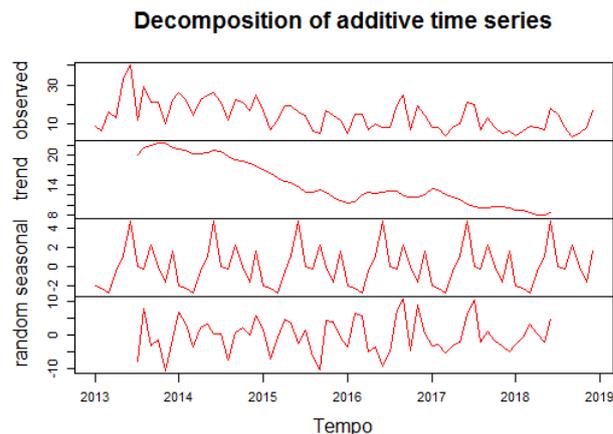


Figura 4: Gráfico decompose para os números de acidentes na BR-104.

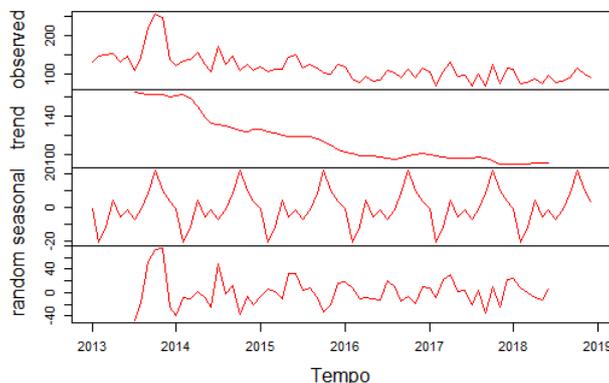


Figura 5: Gráfico decompose para os números de acidentes na BR-230.

Para verificação da presença de estacionariedade o teste de Phillips-Perron foi realizado. Na Tabela 2 são representados os resultados obtidos, onde a hipótese nula, de não-estacionariedade foi rejeitada para todas as séries das rodovias. Sendo assim, as séries dos números de acidentes no estado da Paraíba são estacionaria, isto é, os valores das séries se concentram, em torno da média com variabilidade aproximadamente constante.

Tabela 2: Teste de Estacionariedade Phillips-Perron.

Teste Phillips-Perron	Estatística	P- valor
BR-101	-71,103	<0,01
BR-104	-47,409	<0,01
BR-110	-53,637	<0,01
BR-116	-85,273	<0,01
BR-230	-40,475	<0,01
BR-361	-67,458	<0,01
BR-405	-87,831	<0,01
BR-412	-79,428	<0,01
BR-427	-79,142	<0,01

A partir dos resultados apresentados até aqui, resolveu-se comparar o modelo apresentado na metodologia sem sazonalidade (M1) e com sazonalidade (M2), isto é, sem e com o componente  $s_t$  no preditor, respectivamente. Para cada modelo foram simuladas 10000 iterações MCMC dispensando as 1000 primeiras simulações (*burn-in*), retendo-se 1 em cada 10 iterações (*thin*). O DIC e raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM) dos modelos se encontram na Tabela 3. Percebe-se que, para os dois modelos, o REQM é praticamente o mesmo, isto é, os dois modelos tem a mesma capacidade preditiva. Porém, o DIC do modelo M2 (2158) é bem menor que o DIC do modelo M1 (2914), indicando que a presença de sazonalidade deve ser modelada. Portanto, escolhe-se o modelo M2.

Tabela 3: Critérios de comparação de modelos.

Modelo	DIC	REQM
M1	2914	4,374
M2	2158	4,384

Na Tabela 4, encontram-se algumas estatísticas a posteriori do modelo escolhido. Como existem 649 parâmetros do tipo  $\lambda_{t;j}$  foram escolhidos apenas os últimos correspondentes às taxas de acidentes no mês  $t = 72$  (dezembro de 2018) para as rodovias  $j = 1, \dots, 9$  (B-101, ..., BR-427), respectivamente. Utilizando os percentis 2,5% e 97,5%, verifica-se que o zero não está incluído em nenhum dos intervalos  $[P_{2,5\%}; P_{97,5\%}]$ , indicando que todos os parâmetros são significativos. A estimativa a posteriori para as taxas de acidentes nas rodovias BR-101, BR-104 e BR-230 são 30,95, 16,93 e 88,42 acidentes por mês, respectivamente. Todos os erros-padrão são, pelo menos, duas vezes menores que as médias a posteriori, indicando mais uma vez a significância das estimativas. Todas as medianas a estão próximas das médias a posteriori, o que indica que as distribuições a posteriori são aproximadamente simétricas.

Tabela 4: Estatísticas a posteriori para o modelo M2.

Parâmetro	Média	Erro-padrão	$P_{2,5\%}$	Mediana	$P_{97,5\%}$
a	0,4839	0,02999	0,4258	0,4832	0,545
b	4,288	2,047	1,507	4,114	8,157
$\lambda_{72;1}$ (BR-101)	30,950	5,484	21,250	30,650	42,570
$\lambda_{72;2}$ (BR-104)	16,930	4,083	9,817	16,610	25,670
$\lambda_{72;3}$ (BR-110)	0,475	0,693	<0,001	0,204	2,467
$\lambda_{72;4}$ (BR-116)	0,324	0,484	<0,001	0,140	1,665
$\lambda_{72;5}$ (BR-230)	88,420	9,490	70,850	88,120	107,800
$\lambda_{72;6}$ (BR-361)	10,110	3,078	5,110	9,815	16,920
$\lambda_{72;7}$ (BR-405)	3,081	1,673	0,729	2,763	7,096
$\lambda_{72;8}$ (BR-412)	4,261	2,017	1,273	3,971	8,996
$\lambda_{72;9}$ (BR-427)	0,420	0,606	<0,001	0,192	2,130

Na Figura 6 são observados os *boxplots* para as quantidades preditas de acidentes para cada um dos 72 meses na rodovia BR-101. A quantidade mediana, no período analisado, foi de 31,3 acidentes por mês. Nota-se que, em geral, esta quantidade foi superior a dez acidentes mensais. As maiores medianas se deram para os meses 1 (janeiro de 2013), 20 (agosto de 2014) e 24 (dezembro de 2014). As menores medianas acontecem para os meses 45 e 46, setembro e outubro de 2016, respectivamente.

Na Figura 7 estão os *boxplots* para os acidentes preditos para a BR-104 nos 72 meses em estudo. O número de acidentes mediano, para o período, foi 14,3. Os meses com maiores acidentes previstos pelo modelo foram maio e junho de 2013.

Na Figura 8 é possível se observar os *boxplots* para os números preditos de acidentes nos 72 meses para o rodovia BR-230. A quantidade mediana a posteriori de acidentes foi 115, considerando todos os 72 meses. As maiores medianas foram apresentadas para setembro, outubro e novembro de 2013. Observe que para os gráficos da BR-104 e BR-230 existe uma tendência de diminuição no número de acidentes no período analisado. Já na BR-101, a tendência de diminuição cessou por volta do mês 50, quando as previsões se estabilizam em torno dos 40 acidentes por mês.

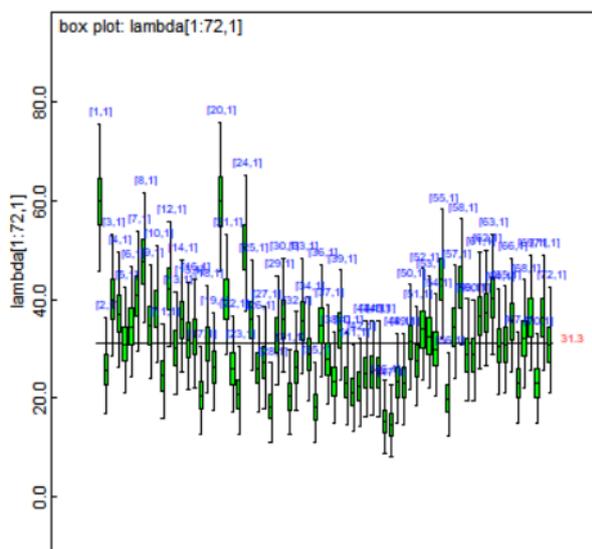


Figura 6: Boxplots para os números de acidentes previstos para a BR-101.

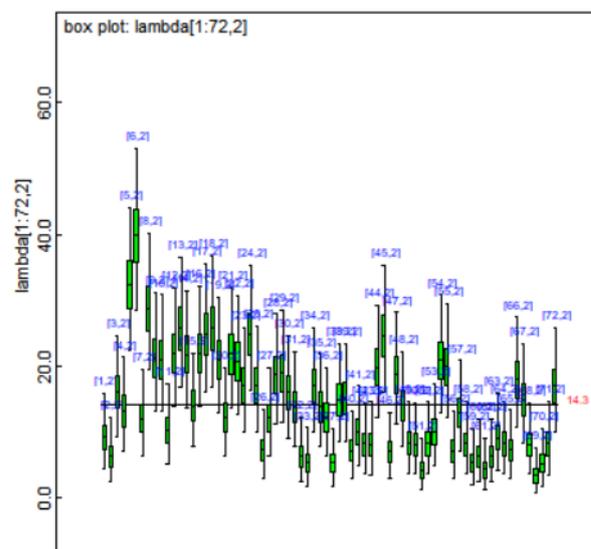


Figura 7: Boxplots para os números de acidentes previstos para a BR-104.

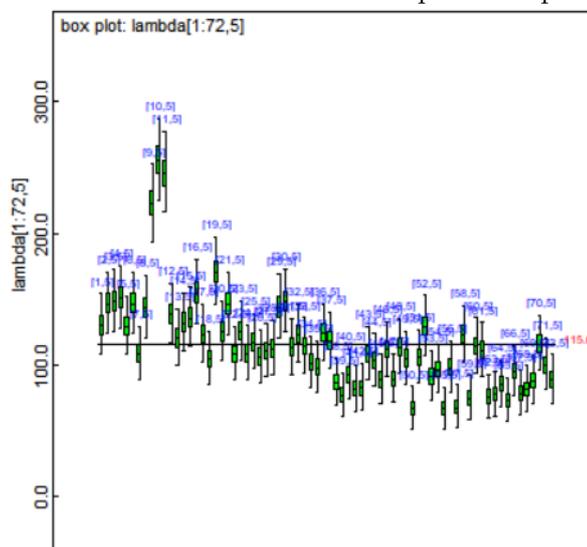


Figura 8: Boxplots para os números de acidentes previstos para a BR-230.

Dos gráficos do modelo apresentados acima, verifica-se que a modelagem prevê corretamente o número observado de acidentes para as rodovias federais que percorrem o estado da Paraíba. Atendendo, de forma satisfatória, o objetivo do estudo.

## Conclusão

Por meio da abordagem empregada neste trabalho foi possível constatar que das 9 rodovias federais que cruzam o Estado da Paraíba estudadas as que apresentaram maior número de acidentes de trânsito foram as rodovias BR-101, BR-104 e a BR-230. A BR-230 foi a que apontou maior número de acidentes quando comparadas as demais rodovias combinadas. Através do Modelo Dinâmico de Poisson com sazonalidade foi possível ajustar a quantidade de acidentes nas rodovias e previsões foram realizadas de forma conjunta em função do tamanho das mesmas. O melhor modelo foi discriminado pelo DIC.

Portanto, de acordo com esses resultados percebe-se que futuros trabalhos na área podem favorecer o ajuste além da distribuição de Poisson, como incluir covariáveis associadas as rodovias ou a modelagem de efeito de superdispersão ou ainda o ajuste por outras distribuições distribuições como a binomial negativa ou beta-binomial. Tal resultado enriquece o debate sobre os acidentes nas BR, tantas vezes marcado por responsabilidade das vítimas e dos transientes pouco por condições exógenas aos usuários das rodovias. É de suma importância conscientizar pedestres, condutores e passageiros sobre comportamentos perigosos no trânsito, tais como a associação entre álcool e direção, o não uso de dispositivos de segurança (como cinto de segurança, para passageiros de automóveis e caminhões, e capacetes, para motociclistas e ciclistas) e o uso de celular ao volante, fator que a cada ano ocasiona mais acidentes com vítimas fatais.

## Referências

- BOX, G. E.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. *Time series analysis: Forecasting and control*. John Wiley and Sons, 2008.
- CARMO, C. L. d. et al. Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais. Universidade Federal de São Carlos, 2019.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, Taylor & Francis, v. 74, n. 366a, p. 427-431, 1979.
- LIMA, A. S. d. Incidências e fatores associados aos acidentes de trânsito em Mari/PB. 2019.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. *Análise de séries temporais*. [S.l.: s.n.], 2006.
- NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, Wiley Online Library, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.
- PAULINO, C.; TURKMAN, M.; MURTEIRA, B. *Estatística Bayesiana*. Fundação Clouste Gulbenkian. Lisboa. 2003.
- PHILLIPS, P. C.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, Oxford University Press, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988.
- SANTOS, J. V. d. O. et al. *Análise espacial dos acidentes de trânsito nas rodovias federais do estado de Alagoas*. Universidade Federal de Alagoas, 2019.
- WEST, M.; HARRISON, P. J.; MIGON, H. S. Dynamic generalized linear models and bayesian forecasting. *Journal of the American Statistical Association*, Taylor & Francis Group, v. 80, n. 389, p. 73-83, 1985.