

## 1. Análise Estatística

Considere  $\mathbb{D}$  uma base de dados composta pelo número de nascimentos ocorridos de maneira natural (parto normal) em oitenta cidades do estado do Mato Grosso do Sul (MS) no período de Janeiro de 2006 à Setembro de 2021. Ou seja, para cada cidade, temos um total de  $n = 189$  registros.

Sem perda de generalidade, considere  $Y_t$  a quantidade de partos do tipo normal registrado em uma cidade no instante de tempo  $t$ , para  $t = 1, \dots, 188$ , em que,  $t = 0$  representa o mês de Janeiro de 2006 e  $t = 188$  representa o mês de Setembro de 2021. Dessa forma, temos que a sequência de valores  $Y_0, \dots, Y_n$  é uma série temporal de contagens (números inteiros não-negativos).

Assim, para modelar os dados de cada cidade, consideramos o ajuste de um modelo linear generalizado (MLG) para séries temporais de contagem, como descrito por Farhmeir and Tutz (2001). Todas as análises foram desenvolvidas no software R (R Core Team, 2020) utilizando o pacote *tscount* (Liboschik *et al.*, 2017).

### 1.1. Cidade: Água Clara

Considere as quantidades de partos do tipo normal registrados na cidade de Água Clara. Esta cidade está localizada na região Leste do MS e segundo o IBGE têm uma população estimada de 16.025 pessoas com uma densidade demográfica de 1,31 habitantes por  $km^2$  (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/agua-clara/panorama>).

A Tabela 1.1, mostra a quantidade de partos do tipo normal registrados por ano. Neste período de 16 anos foram registrados 1.406 partos do tipo normal. A Figura 1, mostra o gráfico dos valores registrados por mês no período de Janeiro de 2006 à Setembro de 2021. Note que, de 2006 à 2021 há uma tendência de queda.

Table 1: Quantidades de partos do tipo normal por ano.

Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Q. Partos	126	105	128	105	118	104	92	99	59	88	77	91	77	51	45	41

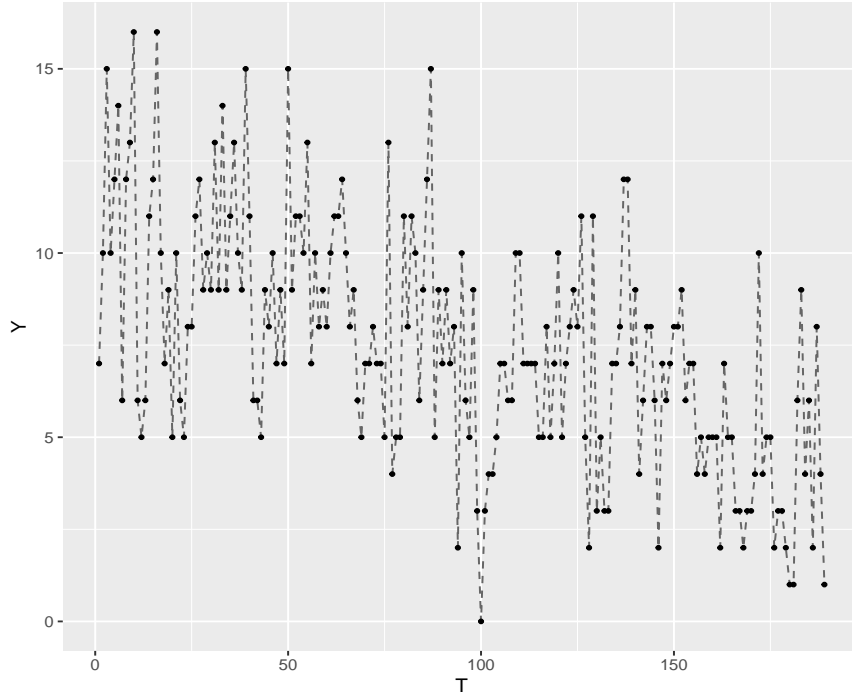


Figure 1: Quantidade de partos do tipo normal por mês de Jan/2006 à Set/2021.

Como modelo para os dados registrados, consideramos o modelo de Poisson e o modelo Binomial Negativo; pois são modelos adequados para dados de contagem. Para estimação dos parâmetros dos dois modelos, utilizamos o comando *tscount* com a função de ligação *link* = “log”.

Para o ajuste dos modelos, consideramos os dados de Jan/2002 ( $t = 1$ ) à Dez/2020 ( $t = 180$ ). Os valores registrados no ano de 2021 foram utilizados para teste de ajuste do modelo. De acordo com os critérios de comparação de modelos descrito por Dawid (1984), modelo Binomial negativo é o modelo que melhor explica os dados registrados.

A Figura 2 mostra os valores registrados (linha tracejada na cor preta), a curva do modelo ajustado (linha contínua na cor vermelha) e uma banda de 95% de confiança. A banda na cor cinza são para os valores utilizados no ajuste do modelo e a banca na cor azul são as previsões para as quantidades registradas no ano de 2021. A Tabela 1.1, mostra os valores registrados no ano de 2021 e o intervalo de 95% de confiança predito pelo modelo ajustado. Por exemplo, em Janeiro de 2021 a predição do modelo é que com 95% de confiança ocorresse entre 0 e 7 partos do tipo normal; e foi registrado 1. No mês de Fevereiro a predição do modelo é que ocorresse entre 1 e 8 partos do tipo normal, foram registrados 6.

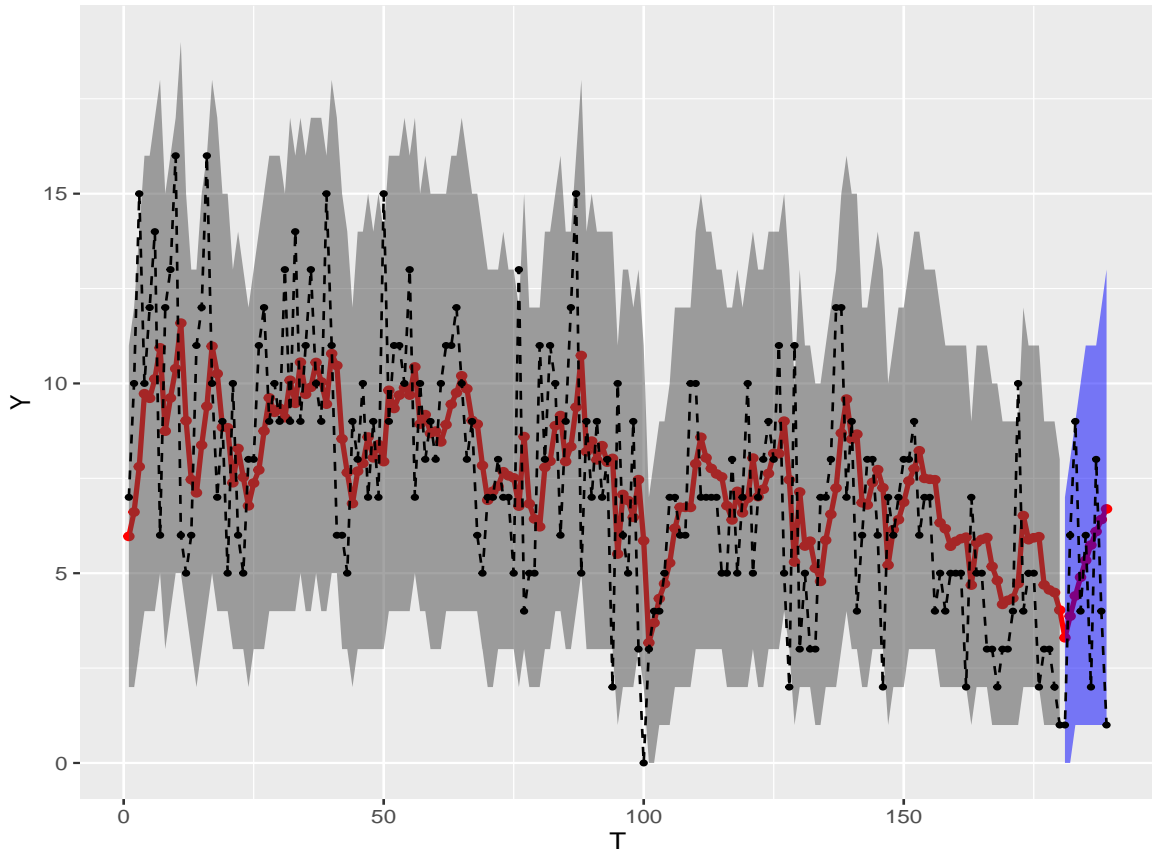


Figure 2: Modelo ajustado e banda de 95% de confiança.

Table 2: Predição para o ano de 2021.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Registro	1	6	9	4	6	2	8	4	1
Predito	(0,7)	(1,8)	(1,9)	(1,10)	(1,10)	(1,11)	(1,12)	(1,12)	(1,12)

A Figura 3, mostra o modelo ajustado considerando os 189 registros (Jan/2006 à Set/2021). A Tabela 1.1, mostra os intervalos de 95% de predição para os três últimos meses do anos de 2021. Ou seja, para o mês de Outubro de 2021 são esperados entre 0 e 7 partos do tipo normal; para o mês de Novembro são esperados entre 1 e 8; e para o mês de Dezembro são esperados entre 1 e 9 partos do tipo normal.

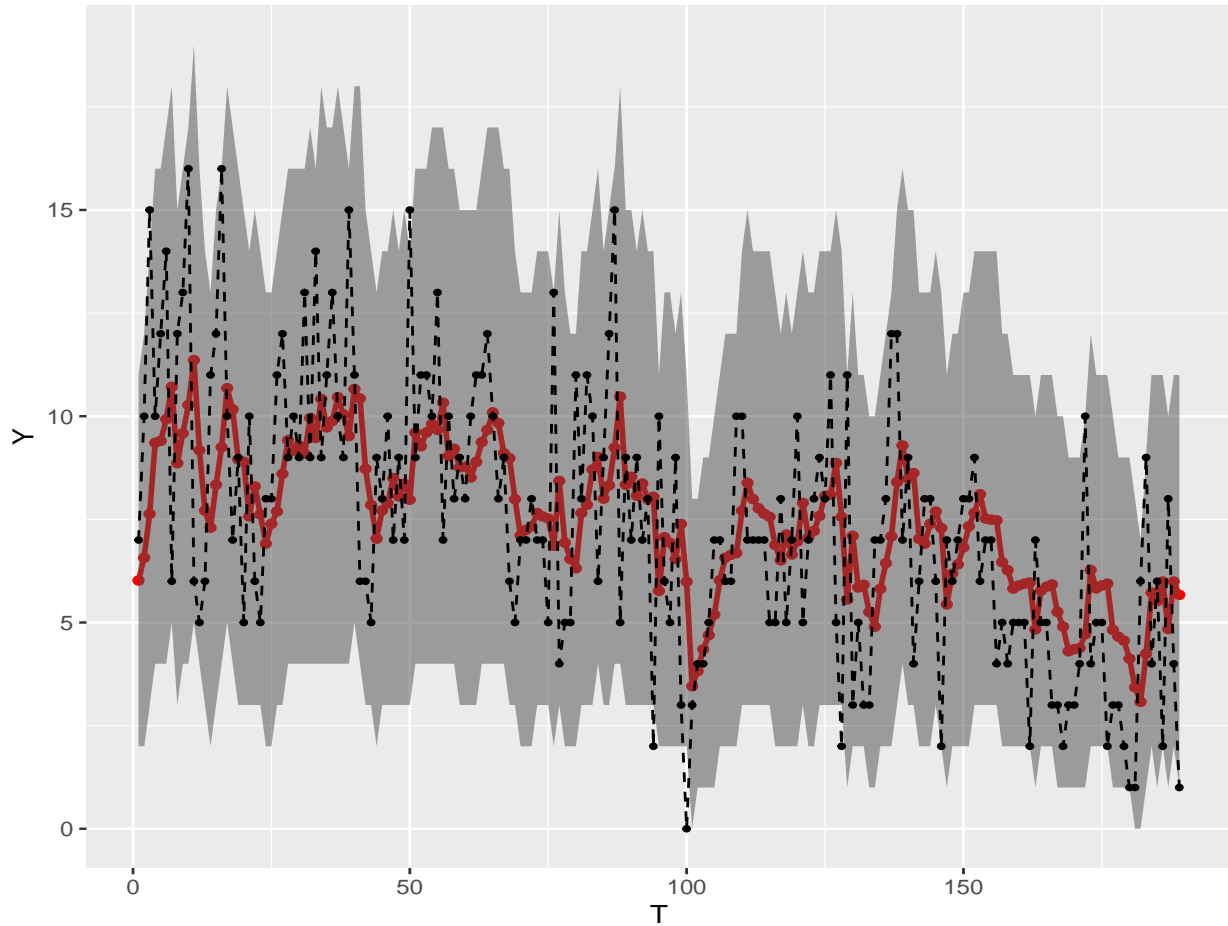


Figure 3: Modelo ajustado e banda de 95% de confiança.

Table 3: Predição para o ano de 2021.

Mês	Out	Nov	Dez
Predição	(0,7)	(1,8)	(1,9)

## References

- Liboschik, Tobias, Fokianos, Konstantinos, and Fried, Roland. *tscount: An R package for analysis of count time series following generalized linear models*. *Journal of Statistical Software*, 85(5), 1-51, 2017.
- Fahrmeir, L. and Tutz, G. *Multivariate Statistical Modelling Based on Generalized Linear Models*. Springer series in statistics, 2001.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.