

Previsão da demanda de Exames de Direção Veicular no Estado do Rio Grande do Sul

Dario Trevisan de Almeida, Raquel Oliveira dos Santos[†],

Programa *Trabalhando pela Vida!* – FATEC/UFSM,
Rua Q – Prédio 67, Campus da UFSM, Faixa de Camobi, Km 9
97.105-970, Santa Maria, RS
E-mail: dario@adm.ufsm.br, raquel@trabalhandopelavida.com.br,

Angela Pellegrin Ansuaj

Departamento de Estatística – CCNE, UFSM
Prédio 13, Cidade Universitária, Camobi, km 9
97.105-900, Santa Maria, RS
E-mail: angelaansuj@yahoo.com.br

Em 1998, através da Resolução 050/98, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) regulamentou as exigências para obtenção e renovação da Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e reciclagem de condutor, conforme o Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Assim, os candidatos à habilitação veicular e condutores passaram a freqüentar, obrigatoriamente, aulas teóricas, de conteúdos relacionados a primeiros socorros, mecânica básica, legislação, sinalização de trânsito, direção defensiva e meio ambiente, e, ainda, aulas práticas de direção veicular, para todas as Categorias (A, B, C, D e E). Porém, o Estado do Rio Grande do Sul se antecipou a essa regulamentação, iniciando a nova formatação em julho de 1997[1].

Desde julho de 2003, a Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência (FATEC), vinculada à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em contrato com o Departamento de Trânsito do Estado do Rio Grande do Sul (Detran-RS), coordena e executa a aplicação dos Exames Teórico-Técnicos e de Direção Veicular para a obtenção e renovação da CNH e reciclagem de condutor, através do Programa *Trabalhando pela Vida!*. Esse Programa possui diversas Linhas de Ação, destacando-se a Pesquisa e Análise Estatística, que tem por finalidade assessorar estatisticamente os seus dirigentes, organizando, observando, comparando, prevendo, modelando e controlando o comportamento dos dados fornecidos pela FATEC para a tomada de decisões[1].

Assim, este trabalho tem por finalidade prever a demanda mensal do número de Exames de Direção Veicular realizados no Estado do Rio Grande do Sul, através da metodologia de séries temporais. Este artigo é parte inicial de trabalho de monografia, que tem por objetivo criar um modelo para estimar a demanda de Exames de Direção Veicular para o

o Estado do Rio Grande do Sul, servindo como ferramenta de apoio aos dirigentes dessa organização no planejamento de suas atividades a fim de atender satisfatoriamente essa demanda, prestando assim serviços com qualidade.

A metodologia de séries temporais é uma técnica estatística que tem sido utilizada em várias áreas do conhecimento científico. Porém, algumas características são particulares a esse tipo de análise, como: a ordem temporal das observações; se as observações estão correlacionadas, sendo mais difíceis de analisar e requerendo técnicas específicas; fatores complicados como presença de tendências e variação sazonal ou cíclica podem ser difíceis de estimar ou remover; a seleção de modelos pode ser muito complicada e as ferramentas podem ser de difícil interpretação; é mais difícil de lidar com observações perdidas e dados discrepantes devido à natureza seqüencial [2].

Uma série temporal é uma seqüência de dados distribuída no tempo, podendo ser os valores diários de poluição; valores mensais de temperatura; índices diários da bolsa de valores; precipitação atmosférica anual; número médio anual de manchas solares; registros de marés nos portos; entre outras. Essa seqüência de dados ordenados, segundo o parâmetro tempo, pode ser classificada em contínua ou discreta. A série cronológica é discreta quando o conjunto de observações no tempo for finito ou infinito enumerável, e, quando o conjunto de dados for infinito não-enumerável a série é contínua [4].

Ainda segundo os autores [4], os objetivos da análise de séries temporais são: investigar o mecanismo gerador da série temporal; fazer previsões de valores futuros da série; descrever apenas o comportamento da série; procurar periodicidades relevantes nos dados.

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de relatórios do Departamento de Trânsito do Estado do Rio Grande do Sul (Detran-RS), no período de janeiro de 2000 a junho de 2003, e do Programa *Trabalhando pela Vida!*, da Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência (FATEC), órgão vinculado à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), de julho de 2003 a abril de 2005. Os dados correspondem aos registros mensais do Total de Exames de Direção Veicular realizados no Estado do

•Trabalho de monografia em andamento. URL:
<http://www.trabalhandopelavida.com.br>

[†]Aluna do Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa - UFSM

Rio Grande do Sul, referentes às Resoluções 050/98 e 168/04 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Os Exames são aplicados diariamente, de segunda-feira a sexta-feira, exceto nos feriados (nacionais, estaduais e municipais), nas vias públicas do município sede do Centro de Formação de Condutores (CFC). Para não ocorrer perda de informações, os dados foram agrupados em 64 observações mensais. Como no Rio Grande do Sul a aplicação de Exames pela Resolução 168/04 iniciou no mês de abril, esses dados foram agrupados, com os da Resolução 050/98, assim preservando as informações. Para a análise dos dados, foi utilizado o *software* estatístico MINITAB Verão 14.2, com um nível de significância de 5%.

Na metodologia de séries temporais, a suposição mais freqüente que se faz a respeito de uma série temporal é de que ela seja estacionária, isto é, se desenvolva no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável. Todavia, a maior parte das séries encontradas na prática apresenta alguma forma de não estacionariedade. Por isso, torna-se necessário transformar os dados originais, para se obter uma série estacionária. A transformação mais comum consiste em fazer diferenças sucessivas da série original, até se obter uma série estacionária [4].

O primeiro passo na análise de uma série temporal é a construção de seu gráfico que revela características importantes, como: tendência, sazonalidade, variabilidade, observações atípicas, entre outras. Além da análise gráfica, é possível utilizar testes de hipóteses estatísticos não-paramétricos para verificar a existência ou não de tendência na série. Isso pode ser feito antes da estimação da tendência ou após a obtenção dessa estimativa.

A Figura 1 representa a série original dos Exames de Direção Veicular, composta de 64 observações mensais, no período de janeiro de 2000 a abril de 2005. Observa-se, aparentemente, que a série não é estacionária, pois apresenta uma tendência positiva.

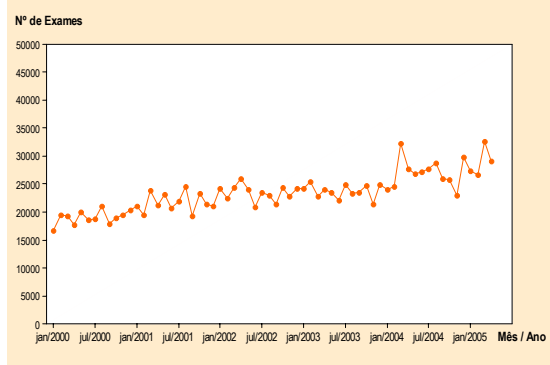


Figura 1: Série original dos Exames de Direção Veicular.

Para satisfazer a suposição de estacionariedade, os dados foram transformados pelo Método das Diferenças. Apenas uma diferença foi suficiente para a série tornar-se estacionária, como mostra a Figura 2.

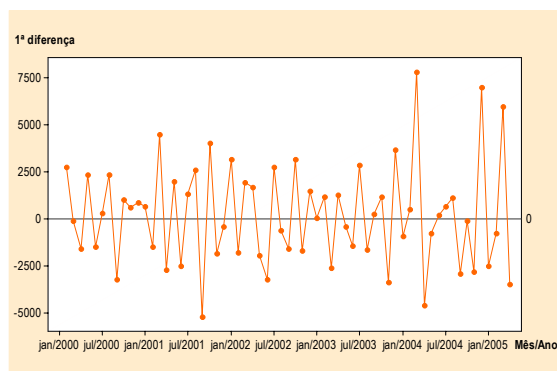


Figura 2: Primeira diferença.

Para verificar a existência de tendência, utilizou-se o teste não-paramétrico de Wald-Wolfowitz, o qual indicou a presença de tendência na série. O Teste de Kruskal Wallis mostrou a inexistência de sazonalidade. Para prever a demanda dos Exames de Direção Veicular, utilizou-se o procedimento do ajuste polinomial, embora esse procedimento possa se ajustar adequadamente ao conjunto de dados, futuramente poderá fornecer más previsões.

$$A \text{ equação encontrada foi: } Y_t = 18.436 + 151t + e_t .$$

A série original, série ajustada e a previsão da demanda para os meses de fevereiro de 2005 a janeiro de 2006, estão representadas na Figura 3 e na Tabela 1.

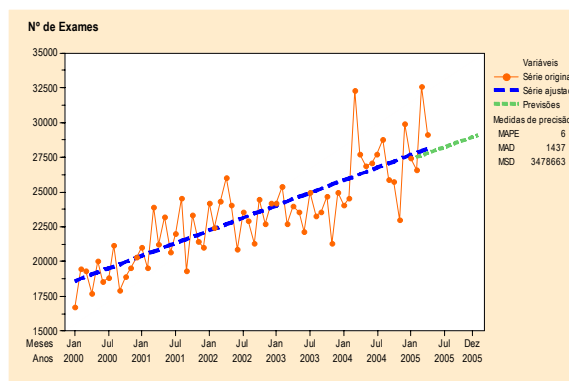


Figura 3: Série original, série ajustada e previsão.

Períodos	Previsão mínima	Previsão estimada	Previsão máxima	Exames aplicados	Erro de previsão
Fev/05	24.623	27.506	30.388	26.625	-881
Mar/05	24.767	27.649	30.532	32.577	4.928
Abr/05	24.911	27.793	30.675	29.108	1.315
Mai/05	25.054	27.937	30.819	29.175	1.238
Jun/05	25.198	28.080	30.963	40.084	12.004
Jul/05	25.342	28.224	31.106	28.659	435
Ago/05	25.485	28.368	31.250		
Set/05	25.629	28.511	31.394		
Out/05	25.772	28.655	31.537		
Nov/05	25.916	28.799	31.681		
Dez/05	26.060	28.942	31.825		
Jan/06	26.203	29.086	31.968		

Tabela 1: Previsão para a demanda de Exames de Direção Veicular. Fev/2005 a Jan/2006.

As previsões obtidas por meio da equação do ajuste polinomial para a demanda dos Exames de Direção Veicular mostram que os meses de fevereiro, abril, maio e julho de 2005 estão dentro das previsões estimadas. O mês de março ultrapassou a previsão, mas quando comparado com os Exames aplicados no ano anterior encontra-se dentro do limite previsto. Isso indica que possivelmente deva ser feito um novo ajuste na equação polinomial encontrada. Devido a mudanças no processo de habilitação a partir de 22 de junho de 2005, esse mês foi considerado atípico, pois os candidatos que haviam iniciado seus processos de habilitação de acordo com a Resolução 050/98 optaram por concluir seus exames por essa Resolução, o que provocou um aumento excessivo na demanda prevista.

Referências

- [1] D. T. Almeida., R. O. Santos, A. P. Ansj. "Estatística do número de Exames para obtenção, renovação e reciclagem da CNH no RS", 25º Colóquio Brasileiro de Matemática, Rio de Janeiro, 2005.
- [2] R. S. Ehlers. "Análise de Séries Temporais", UFPR, Curitiba, 2004.
- [3] C. F. Lazzari,; I. R. R. Witter. "Nova Coletânea de Legislação de Trânsito" (Código Nacional de Trânsito). 23. ed. Sagra Luzzatto, Porto Alegre, 2004.
- [4] P. A. Morettin., C. M. C. Tolo. "Análise de séries temporais", Edgard Blücher, São Paulo, 2004.