

---

## **Estatística em acidentes de bicicleta: uma sugestão para compreender o teste qui-quadrado**

---

**Elisa Henning**

Professora, UDESC/SC

[elisa.henning@gmail.com](mailto:elisa.henning@gmail.com)

**Luciane Mulazani dos Santos**

Professora, UDESC/SC

[lucianemulazani@gmail.com](mailto:lucianemulazani@gmail.com)

### **Resumo**

Nesta sugestão de atividade, apresenta-se uma alternativa de prática de sala de aula para o ensino do teste qui-quadrado, conteúdo de disciplinas de Estatística do ensino superior. A proposta utiliza dados de uma pesquisa científica para um problema que faz parte do cotidiano dos alunos: a utilização de bicicletas como meio de transporte e a segurança dos ciclistas. A abordagem é realizada na perspectiva da utilização de recursos da tecnologia educacional – o *software* livre R – para analisar dados estatísticos na perspectiva da resolução de problemas e de uma educação estatística crítica.

**Palavras-chave:** Educação Estatística. Teste Qui-quadrado. Ambiente R. Mobilidade urbana. *Software* livre.

---

## **Statistics in bicycle accidents: a suggestion to understand the chi-square test**

---

### **Abstract**

At the suggestion of this activity, we present a proposal for a practice lesson for teaching the chi-square test, which is one of content disciplines of Statistics of higher education. The proposal uses data from scientific research to discuss a problem that is part of the daily life of students: the use of bicycles as a transport medium and safety of cyclists. The approach is performed in connection with the use of educational technology (free software R) to analyze statistical data from the perspective of problem solving and critical statistics education.

**Keywords:** Statistics Education. Chi-square Test. R. Urban mobility. Free software.

## Introdução

Há relação entre o dia da semana e a ocorrência de acidentes de bicicleta no trânsito de Joinville? Foi esta a pergunta que motivou a utilização de dados verídicos de uma pesquisa sobre mobilidade urbana no ensino de conteúdos de Estatística em cursos de graduação. O trabalho realizado com alunos de cursos de Engenharia em uma universidade estadual pública embasa a sugestão de aula aqui apresentada.

A disciplina de Estatística é parte do currículo de muitos cursos de graduação. Nos cursos de Engenharia, a aprendizagem de métodos estatísticos é importante, pois auxilia os futuros profissionais no desenvolvimento e melhoria de produtos, processos e sistemas. (MONTGOMERY; RUNGER, 2003; LOUZADA, et al. 2010). Neste contexto, observa-se

Uma crescente preocupação com o ensino dos conteúdos estatísticos em que, paralelamente aos interesses curriculares que envolvem o planejamento do estudo quantitativo e a aprendizagem das técnicas estatísticas, destaca-se a formação crítica dos estudantes, tanto em relação a essas técnicas como em relação aos resultados obtidos. (WODEWOTZKI; JACOBINI, 2004, p. 246)

As práticas dos processos de ensino de Estatística podem auxiliar os estudantes na compreensão dos fenômenos estudados e também na ampliação de suas visões de mundo. A Estatística auxilia, quando na presença de incertezas e variações, na construção de julgamentos e na tomada de decisões com base nos resultados encontrados. No âmbito da Educação Matemática, considera-se essencial uma prática docente em Estatística que desenvolva o senso crítico dos alunos indo além das fórmulas e dos problemas clássicos dos livros.

Apesar da Estatística constituir-se em um campo específico de estudo, não a vemos dissociada da Matemática e, principalmente em relação às investigações sobre o ensino e a aprendizagem dos seus conteúdos, acreditamos que elas, além de não serem exclusivas nem de um campo nem do outro, devam ser realizadas concomitantemente e com intercâmbios dos resultados alcançados. (WODEWOTZKI; JACOBINI, 2004, p. 246)

Tendo as observações de Wodewotzki e Jacobini como pano de fundo, este texto apresenta uma proposta de atividade para ensino de conteúdos de Estatística no Ensino Superior. O objetivo é estudar, a partir de dados que representam um problema real do cotidiano, o conceito do teste qui-quadrado utilizando o *software* livre R<sup>1</sup>. O teste qui-quadrado – estudado em disciplinas de Estatística de cursos de Engenharia – é um teste de hipóteses não paramétrico que permite verificar se os dados de uma amostra seguem uma determinada distribuição e também avaliar a associação existente entre variáveis qualitativas. O princípio básico deste teste é comparar proporções, ou seja, verificar se há possíveis diferenças entre as frequências observadas e esperadas para um certo evento.

---

<sup>1</sup> R é uma linguagem e ambiente para computação estatística e criação de gráficos. Está disponível como um software livre sob os termos GNU GPL (*General Public License*).

## Atividade proposta

A atividade proposta é estudar o teste qui-quadrado de aderência e associação utilizando dados verídicos de uma pesquisa a respeito de mobilidade urbana, tema que faz parte do cotidiano dos alunos. Propõe-se que os alunos discutam e analisem os dados de uma pesquisa realizada na cidade de Joinville a respeito de acidentes locais de trânsito envolvendo ciclistas.<sup>2</sup> Faz parte da proposta a utilização do ambiente estatístico R como recurso tecnológico. O tema proposto – o envolvimento de ciclistas em acidentes de trânsito em Joinville – é inserido em sala de aula com uma discussão sobre a utilização de bicicletas como meio de transporte e de lazer. Pergunta-se aos alunos como eles se deslocam até o local onde estudam e se costumam andar de bicicleta. Aos alunos usuários de bicicletas, propõe-se questioná-los sobre os problemas que encontram no trânsito para que seja levantada uma discussão a respeito da segurança dos ciclistas e da infraestrutura desejada para a democratização do trânsito. Na sequência do debate, é proposta aos alunos uma investigação que seja capaz de dar respostas à pergunta: a frequência de acidentes com bicicletas no trânsito de Joinville é a mesma em todos os dias da semana? Após ouvir os palpites dos alunos sobre esta questão, o professor apresenta dados da pesquisa realizada, na forma de uma tabela:

**Tabela 1** - Ocorrência de acidentes de bicicleta por dia da semana.

Dia da semana	Acidentes	
	Frequência	%
Segunda – Feira	186	14,3
Terça – Feira	172	13,2
Quarta – Feira	183	14
Quinta – Feira	201	15,4
Sexta – Feira	242	18,6
Sábado	192	14,7
Domingo	128	9,8
Total Geral	1304	100

É para interpretar essa tabela que os alunos utilizam o teste qui-quadrado para descobrirem se, estatisticamente, há relação entre o dia da semana e o número de acidentes de bicicleta ocorridos em Joinville. O conceito de qui-quadrado é, então, apresentado pelo professor aos alunos que, no primeiro momento, realizam os cálculos manualmente utilizando os dados da tabela. No segundo momento, os alunos são levados para o laboratório de informática da universidade, onde realizam a mesma atividade, porém utilizando o *software* R nos computadores, como mostrado na Figura 1. A discussão é coletiva, porém as atividades são individuais.

<sup>2</sup> Joinville é conhecida como “Cidade das Bicicletas”. Do seu trânsito rotineiro, faz parte um grande número de ciclistas, fato bastante familiar para os alunos. A pesquisa em questão foi coordenada por pesquisadores da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

```

RGui (64-bit) - [R Console]
Arquivo  Editar  Visualizar  Misc  Pacotes  Janelas  Ajuda

> #teste qui quadrado
> dias=c(186,172,183,201,242,192,128)
> chisq.test(dias)

Chi-squared test for given probabilities

data: dias
X-squared = 37.3911, df = 6, p-value = 1.477e-06

> chisq.test(dias)$expected
[1] 186.2857 186.2857 186.2857 186.2857 186.2857 186.2857 186.2857
> |

```

**Figura 1** – Tela do *software* R mostrando o teste qui-quadrado para os dias da semana em que ocorreram acidentes com bicicleta.

O professor, neste momento, trata das vantagens da utilização do *software* para a realização dos cálculos e para a interpretação dos resultados. Particularmente, sugere-se chamar a atenção dos alunos para o conceito *p-valor* (probabilidade de significância) obtido na realização do teste. Na análise dos resultados, vê-se que o *p-valor* é inferior a  $\alpha$  (neste caso escolhido como 5%), o que significa que a hipótese nula é rejeitada, logo as frequências de acidentes são diferentes para os dias da semana. Na sequência da atividade, para problematizar a questões sob um novo foco de análise, os alunos realizam novamente os cálculos, porém ignorando os dados referentes ao sábado e ao domingo, analisando apenas o que ocorre em dias úteis, como mostrado na Figura 2.

Dia da semana	Quant.
Segunda – Feira	186
Terça – Feira	172
Quarta – Feira	183
Quinta – Feira	201
Sexta – Feira	242
Sábado	<del>192</del>
Domingo	<del>128</del>
Total Geral	1304

Vetor 'dias'

$H_0: O_i = E_i$  para todo  $i = 1, 2, \dots, j$   
 $H_1: O_i \neq E_i$  para algum  $i = 1, 2, \dots, j$

```

RGui (64-bit) - [R Console]
Arquivo  Editar  Visualizar  Misc  Pacotes  Janelas  Ajuda

> dias=c(186,172,183,201,242)
> chisq.test(dias)

Chi-squared test for given probabilities

data: dias
X-squared = 15.1565, df = 4, p-value = 0.004387

```

**Figura 2** - Teste qui-quadrado para os dias úteis em que ocorreram acidentes com bicicleta.

As atividades realizadas com o teste qui-quadrado, usando ou não o computador, despertam nos alunos o interesse pela discussão do problema a partir dos resultados encontrados. Como exemplo, têm-se as seguintes conclusões dos alunos que participaram das atividades descritas: durante a semana há mais estudantes e trabalhadores utilizando a bicicleta como meio de transporte em Joinville; nos finais de semana o uso da bicicleta é para lazer; no final de semana há menos risco para os ciclistas, pois também há menos carros nas ruas; na sexta-feira, as pessoas têm

mais pressa e menos atenção no trânsito; as ciclovias da cidade não são adequadas e seguras para os ciclistas; os motoristas não respeitam os ciclistas.

## Considerações e recomendações

Além da atividade descrita nesta proposta, podem ser utilizados em sala de aula outros resultados da pesquisa sobre mobilidade urbana para abordar diferentes conteúdos de Estatística de forma contextualizada, tais como: o estudo do coeficiente de correlação linear feito a partir da relação entre a ocorrência de chuvas e de acidentes com bicicleta; o estudo dos testes de proporção para duas amostras comparando a proporção de acidentes com bicicletas conduzidas por homens ou por mulheres. Isso amplia as possibilidades de utilização de dados verídicos de pesquisas sobre temas que fazem parte do cotidiano dos alunos para o ensino de Estatística. Além disso, cabe ressaltar que todas as atividades aqui propostas podem ser realizadas também com alunos de outros cursos, não só das Engenharias e que os dados de pesquisa sobre mobilidade urbana podem ser levantados em outras cidades. O tema discutido em aula é real, atual, faz parte do dia a dia dos alunos e envolve um problema tanto da cidade de Joinville como de outras cidades. Abordando essas questões, além de terem sido estudados conteúdos de Estatística, foi levada para a sala de aula uma discussão sobre a utilização segura de um meio de locomoção acessível e ecologicamente correto como a bicicleta. O problema gerou uma discussão sobre o uso da bicicleta em Joinville, tratando de ciclistas, motoristas, falta de segurança nas ciclovias e falta de políticas públicas para incentivar o uso da bicicleta. Os alunos concluíram que a cidade precisa de mais ciclovias e que elas devem ter mais segurança. Considera-se, assim, que a temática de mobilidade urbana e dos problemas subjacentes a ela incentiva a participação dos alunos nas discussões, sendo positiva a sua utilização nos processos de ensino e aprendizagem. A atividade realizada foi além de ensinar o conteúdo da disciplina de Estatística, pois assumiu o enfoque da “estatística crítica”, que envolve discussão e problematização das situações a partir de dados reais, conforme Sampaio (2010). Assim, a educação estatística pode assumir uma forma mais ampla, despertando no aluno uma visão crítica na análise de dados. A respeito da utilização do software R como apoio às aulas, é possível adaptar a atividade para o uso de *tablets* e *smartphones*, uma vez que já existem aplicativos para o pacote R nos sistemas operacionais *Android* e *iOs*.

## Referências

LOUZADA, F.; ARA, A.; OLIVEIRA, C. Z.; GONÇALVES, C. V. Diagnóstico do ensino de estatística nas universidades públicas brasileiras: uma descrição de algumas das dimensões que compõem o perfil de seu corpo docente. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 234, p. 7-42, 2010.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20/03/2013.

SAMPAIO, L. O. **Educação Estatística crítica: uma possibilidade?** Dissertação de Mestrado, Rio Claro. UNESP-SP, 2010.

WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. O Ensino de Estatística no Contexto da Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Orgs.) **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. P. 232-249.

Submetido em abril de 2013  
Aprovado em março de 2014