

PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA PARA OS CURSOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS[†]

Edmilson Rodrigues PINTO*
Aurélia Aparecida de Araújo RODRIGUES**

Resumo. O processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Estatística e Probabilidade nos cursos de graduação, em muitas universidades, ainda segue a prática tradicional de aulas expositivas, baseadas somente em justificações matemáticas dos conteúdos e em exemplos idealizados. A busca do equilíbrio entre a fundamentação matemática dos métodos estatísticos e as aplicações desses métodos a situações contextualizadas, com significado para o aluno, usando métodos computacionais adequados, é um dos principais desafios no ensino de Probabilidade e Estatística. O objetivo deste trabalho é introduzir uma nova proposta de ensino de Probabilidade e Estatística para os cursos de Ciências Exatas, relatando a experiência dos autores no ensino desses conteúdos para os cursos da área de exatas da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), a qual foi obtida durante o desenvolvimento de um projeto financiado por essa universidade. Através da metodologia adotada, foi possível promover o equilíbrio entre a teoria e a prática, com o envolvimento dos alunos em trabalhos coletivos, incentivando-os a procurar conexões do conteúdo aprendido com sua área de atuação e a fazer uso de planilha eletrônica e do software R. Nas turmas participantes do projeto, observou-se que houve aumento no interesse dos alunos pelos conteúdos de Probabilidade e Estatística e, conseqüentemente, uma melhora na assimilação e no aprendizado dos conteúdos apresentados.

Palavras-chave: Ensino de probabilidade e estatística; Metodologia para o ensino de probabilidade e estatística; Uso do software R no ensino de probabilidade e estatística

PROPOSAL FOR IMPROVING THE TEACHING OF PROBABILITY AND STATISTICS FOR EXACT AREA COURSES

[†] Os resultados desse trabalho foram apresentados e discutidos no *1st International Congress of Mathematics, Engineering and Society - ICMES 2009*, realizado em Curitiba-PR, Brasil, de 9 a 11 de Dezembro de 2009.

* Doutor em Engenharia de Produção – Área Estatística e Pesquisa Operacional. Faculdade de Matemática – UFU. *e-mail*: edmilson@famat.ufu.br.

** Doutora em Engenharia de Produção – Área Estatística Industrial. Faculdade de Matemática – UFU. *e-mail*: aurelia@famat.ufu.br

Abstract. The process of teaching and learning of the contents of Probability and Statistics in undergraduate courses, in many universities, still follows the traditional method of lectures, based only on grounds of mathematical content and idealized examples. The search for a balance between the mathematical foundation of statistical methods and applications of these methods to situations in context, with meaning for the students, using appropriate computational methods, is one of the main challenges in the teaching of Probability and Statistics. The objective of this article is to introduce a new proposal for teaching Probability and Statistics for the courses of Exact Sciences, reporting the authors' experience in teaching these contents at the Federal University of Uberlândia, which was obtained during the development of a project supported by that university. Through the adopted methodology, it was possible to promote a balance between theory and practice, with the involvement of students in group work, encouraging them to seek connections with the content learned and its area of operation and to use the software R and spreadsheet. At applying this methodology, it was observed that there was an increase in the interest of the students about the contents of Probability and Statistics and, consequently, an improvement in the assimilation and learning of the contents presented.

Keywords: Teaching probability and statistics; Methodology for teaching probability and statistics; Using the R software in teaching probability and statistics

Introdução

A experiência docente no ensino de disciplinas que envolvem conceitos de Probabilidade e Estatística para os cursos da área de exatas (Engenharias, Matemática, Computação, Química e Física), tem mostrado uma grande dificuldade, por parte dos alunos, no entendimento desses conceitos, tendo como consequência a falta de motivação para a sua aprendizagem e, em geral, um elevado índice de reprovação.

De acordo com Ara (2006), os alunos ingressantes nos cursos de graduação, mesmo os que tiveram em seus currículos escolares os conteúdos de Probabilidade e Estatística, não desenvolveram a sua intuição a respeito dos fenômenos aleatórios, pretendendo explicá-los a partir de um raciocínio determinístico. A lacuna na formação dos alunos dos cursos fundamental e médio, decorrente do pouco contato com o estudo dos fenômenos aleatórios, não lhes permite uma melhor interpretação da realidade que os cerca. Essa lacuna impede a valorização da Probabilidade, como ferramenta matemática adequada para descrever quantitativamente grande parte dos fenômenos com que eles se deparam em seu cotidiano, e da Estatística, fundamental para a coleta, resumo e análise de informações. Os alunos dos cursos de graduação, em geral, carentes dessa intuição estatística e probabilística, não têm uma visão clara da importância desse ramo do conhecimento em sua área de interesse, especialmente os alunos dos cursos de Engenharia, Computação, Matemática, Química e

Física. Consequentemente, nota-se que muitos desses alunos demonstram desinteresse no estudo da Probabilidade e Estatística, considerando o assunto difícil e sem importância em sua futura atividade profissional. E, em decorrência dessa pouca importância dada ao assunto, constata-se um baixo aproveitamento e um alto índice de reprovação na disciplina.

Por outro lado, em geral, os cursos de Estatística e Probabilidade seguem a prática tradicional de aulas expositivas, nas quais os assuntos são organizados pelo professor e desenvolvidos a partir de sua justificção matemática e da apresentação de exemplos idealizados, muitas vezes distantes da realidade do aluno. Com essa prática o aluno permanece em uma posição passiva, a qual não lhe permite associar o seu conhecimento prévio com o novo e, dessa forma, os cursos são centrados mais nas técnicas do que na construção dos significados dos conceitos. Tal procedimento faz com que esses assuntos tenham pouco significado para o aluno, o qual não consegue formar a sua intuição estatística e probabilística a partir de suas próprias ações e previsões e construir os significados do conhecimento novo a partir das relações com seu conhecimento prévio, dificultando a aprendizagem dos conceitos envolvidos (ARA, 2006).

Ainda de acordo com Ara (2006), a compreensão do conhecimento estocástico, ou seja, do conhecimento probabilístico e estatístico sujeitos à lei do acaso, exige o desenvolvimento de uma outra forma de pensar, que rompa essa lógica determinística empregada pelos alunos, e introduza-os em uma forma diferente de pensar, onde a incerteza seja admitida. Para que se possa atingir esse objetivo, deve-se, no processo de ensino-aprendizagem, organizar situações problemáticas contextualizadas que envolvam o aluno na busca de soluções, estabelecendo conexões entre a informação nova e aquela por ele já estruturada. Além disso, para que os problemas tenham sentido para os alunos, e a aprendizagem seja significativa, eles devem se basear em situações reais de suas áreas de interesse, possibilitando uma construção pessoal do conhecimento a partir da negociação dos significados através das interações com os demais indivíduos participantes do processo. Embora os conhecimentos estatístico e probabilístico sejam essenciais para a compreensão dos fenômenos observados no mundo físico, que é essencialmente aleatório, o conceito de aleatório não é familiar aos alunos de engenharia e dos cursos de graduação em geral. Isso se deve ao fato de que em toda a sua formação anterior, nas várias disciplinas, os fenômenos estudados foram apresentados como sendo determinísticos, evitando-se a interpretação de todo componente de variação aleatória. É necessário que o aluno reconheça e compreenda a dimensão aleatória dos fenômenos naturais, econômicos e sociais, saiba analisá-los, interpretá-los e representá-los corretamente, assim como utilizar a Teoria da Probabilidade para resolver situações problema envolvendo esses fenômenos.

Acredita-se que o desenvolvimento dessa visão aleatória do mundo poderá facilitar a construção dos significados dos conceitos envolvidos no ensino de Estatística e de Probabilidade, influenciando positivamente o seu aprendizado nos cursos de graduação.

Ponte e Fonseca (2000) apud Ara (2006) afirmam que é preciso ultrapassar a noção de que a Estatística se reduz a umas tantas formas de representar dados em gráficos e tabelas e à execução de certos cálculos para determinar média e desvio padrão. A Estatística, encarada como um domínio de conceitualização dos processos de coleta, análise e interpretação de dados, constitui uma interface fundamental entre a matemática e a realidade, indispensável numa verdadeira educação para a cidadania e para uma intervenção ativa nas diversas atividades. É esse o lugar que a disciplina de Estatística e Probabilidade deve assumir no currículo dos cursos de graduação.

Nicholl (2001) diz que: “com a facilidade do uso de *softwares* estatísticos agora disponíveis existe, para um usuário periódico, a possibilidade de realizar análises tecnicamente difíceis sem o entendimento completo do que está sendo feito. Do ponto de vista do ensino, enquanto outrora os estudantes aprendiam a teoria, mas não tinham facilidades para implementá-la; agora eles têm a capacidade computacional para empreender tecnicamente análises complexas, sem base teórica para o completo conhecimento dos resultados que estão sendo gerados. A realização de um equilíbrio apropriado entre a teoria e a aplicação será o maior desafio para o futuro”.

Antes do advento da computação, o ensino de Estatística era puramente teórico, com a possibilidade de aplicação muito limitada, restringindo-se apenas a exemplos simples ou de ordem teórica. Atualmente, os computadores são acessíveis a, praticamente, todos os alunos universitários. Mesmo assim, muitas disciplinas de Estatística e Probabilidade ainda são ensinadas como antigamente, quando não existiam computadores nem máquinas de calcular. Esta concepção de ensino é inaceitável nos dias de hoje. O fácil acesso a computadores e a grande quantidade de *softwares* estatísticos, eficientes e fáceis de usar, proporciona aos alunos a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula aos mais diversos problemas em sua área de interesse. A busca do equilíbrio entre a fundamentação matemática dos métodos estatísticos e as aplicações desses métodos a situações contextualizadas, com significado para o aluno, e entre o estudo dos componentes determinístico e aleatório dos fenômenos observados constitui o caminho a ser perseguido no ensino da Probabilidade e Estatística (ARA, 2006).

O presente artigo tem por objetivo introduzir e discutir uma nova proposta de ensino de Probabilidade e Estatística para os cursos de Ciências Exatas, relatando a experiência dos autores no

ensino desses conteúdos fazendo uso da metodologia proposta, a qual foi obtida durante o desenvolvimento de um projeto de ensino financiado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Embora a metodologia a ser apresentada possa parecer óbvia para muitos pesquisadores e professores da área de Estatística e Probabilidade, não é esta metodologia que vem sendo utilizada no ensino desses conceitos, especialmente na UFU. Muitos professores ainda não entendem que o processo de ensino-aprendizagem evoluiu e que é necessário elaborar uma nova dinâmica de ensino desses conteúdos. Desta forma, o que se observa, por parte dos alunos, é: baixo aproveitamento, evasão, falta de motivação e reprovação.

O presente artigo vem colaborar para a solução desse problema como um texto de referência para os professores da área de Estatística e Probabilidade, no sentido de que esses professores tenham acesso a uma sequência de procedimentos, com material de apoio, testada pelos autores, que lhes sirvam de referência para o preparo e aprimoramento de suas aulas.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado um projeto, coordenado pelos autores, para o aperfeiçoamento do ensino de Probabilidade e Estatística nos cursos de Ciências Exatas da UFU - os objetivos, a bibliografia, usada em cada parte da disciplina, e as metodologias empregadas para o ensino de Probabilidade e Estatística são apresentados e discutidos; na Seção 3, além das considerações finais dos autores, são relatados os principais resultados obtidos com o projeto.

Projeto de aperfeiçoamento do ensino de Probabilidade e Estatística para os cursos de Ciências Exatas da UFU

O projeto de aperfeiçoamento do ensino de Probabilidade e Estatística para os cursos da área de exatas da UFU foi financiado pela Universidade Federal de Uberlândia através do Projeto Institucional de Bolsas de Ensino de Graduação (PIBEG). O PIBEG tem como objetivo geral a melhoria da qualidade dos cursos de graduação na UFU, incentivando o envolvimento de docentes e estudantes em projetos que visem à solução de problemas didático-pedagógicos de cursos de graduação. O projeto, intitulado: “Aperfeiçoamento do ensino de Probabilidade e Estatística para cursos da área de exatas da UFU”, foi desenvolvido de 01/10/2007 a 30/09/2009 e teve a

participação de um aluno bolsista, cuja função foi auxiliar os professores na confecção do material didático e no suporte de monitoria aos alunos beneficiados com o projeto.

Nesse projeto de ensino, a teoria e a aplicação de Probabilidade e Estatística foram abordadas através de material didático (livros, apostilas, artigos e outros) e da utilização de bancos de dados para exercícios computacionais, com utilização de planilha eletrônica e do *software* livre e gratuito R (R DEVELOPMENT CORE TEAM).

Os argumentos usados para justificar o projeto foram baseados na experiência dos autores no ensino de Probabilidade e Estatística para os cursos de graduação da UFU e na excelente tese de doutorado de Amilton Braio Ara (ARA, 2006) sobre o ensino de Probabilidade e Estatística nos cursos de graduação das universidades brasileiras.

Os objetivos gerais e específicos do projeto foram:

- Desenvolver uma metodologia de ensino aprendizagem para as disciplinas que envolvam conteúdos de probabilidade e estatística dos cursos de exatas da UFU.
- Promover o equilíbrio entre a teoria e a prática no ensino de probabilidade e estatística.
- Envolver os alunos em trabalhos coletivos onde se possam utilizar novas tecnologias para o ensino de estatística e probabilidade.
- Incentivar o discente a aprimorar as habilidades usadas no processo de investigações estatísticas e a procurar conexões do conteúdo aprendido com sua área de atuação.
- Contribuir para o processo de ensino aprendido e o crescimento científico e acadêmico do aluno bolsista e dos alunos dos cursos beneficiados com o projeto.

A disciplina de Estatística e Probabilidade para os cursos de Ciências Exatas da UFU, com carga horária de 60 horas⁶, foi dividida da seguinte forma: i) Estatística Descritiva; ii) Probabilidade e iii) Inferência Estatística e outros tópicos. A seguir são detalhadas as metodologias de ensino para cada um desses conteúdos.

⁶ Na UFU a aula é de 50 minutos, desta forma, para um curso de 60 horas devem ser dadas 72 aulas.

Metodologia usada para o ensino de estatística descritiva

Os conceitos de estatística descritiva devem ser apresentados em não mais que seis aulas expositivas. Nessas aulas, o professor deve enfatizar principalmente os conceitos básicos e as interpretações das medidas estatísticas calculadas. O ensino de estatística descritiva deve ser focado na prática, onde o aluno tem a possibilidade de usar todo o ferramental estatístico que lhe foi ensinado. O material elaborado para o ensino de estatística descritiva se baseou na apostila de estatística descritiva, desenvolvida por Guedes et al. (2005), na apostila do *software* R de Ribeiro Jr. (2005) e nos livros de Levine et al. (2005) e Milone (2004).

Os alunos se organizam em pequenos grupos de 3 a 5 alunos e desenvolvem trabalhos extra-classe, conforme as três etapas de um roteiro pré-especificado.

1ª etapa: Os alunos pesquisam sobre o uso da estatística na sua área de atuação (Engenharias, Química, Física de Materiais etc.). Nesta etapa, não há desenvolvimento da teoria de estatística. O objetivo é apenas investigar quais ferramentas estatísticas têm sido usadas nessas diferentes áreas.

Os discentes devem apresentar para os colegas de turma um ou dois trabalhos obtidos nessa pesquisa, que utilizam as ferramentas estatísticas; os quais podem ser artigos, capítulos de livros, tema de projeto de pesquisa em andamento e outros.

As fontes de pesquisas utilizadas, geralmente, são: internet (*Google*, *sites* de universidades, revistas da área), livros, artigos e contato com pesquisadores e profissionais da área.

2ª etapa: Aulas práticas são dadas aos alunos no laboratório de informática ou de estatística. Nessas aulas, são fornecidas aos discentes as instruções necessárias para o uso do *software* R e da planilha eletrônica, através de exemplos e exercícios. Os livros de Levine *et al.* (2005) ou Mundim (2010) são boas referências para o ensino de Estatística com o uso de planilhas eletrônicas.

3ª etapa: É solicitado que os alunos utilizem um banco de dados qualquer (de preferência da sua área de atuação). Eles devem escolher uma variável de interesse e apresentar uma análise descritiva dessa variável. Os alunos devem usar o *software* R e a planilha eletrônica para essa tarefa e elaborar um relatório técnico, para ser entregue ao professor, com a descrição do banco de dados e com a análise dos resultados obtidos. O professor deve preparar um roteiro de como um relatório

técnico pode ser elaborado, fornecendo exemplos de relatórios técnicos aos alunos. Cada grupo deve preparar uma apresentação do trabalho. A apresentação deve ser de aproximadamente 20 minutos, onde os 5 minutos finais são para perguntas e considerações do professor.

O desenvolvimento dos trabalhos dos alunos deve ser acompanhado por um monitor. No caso do projeto desenvolvido, os trabalhos foram acompanhados pelo aluno bolsista do PIBEG.

Metodologia usada no ensino de probabilidade

No contexto de probabilidade, o principal objetivo é introduzir o aluno o conceito de aleatoriedade. Primeiramente, são apresentadas situações onde não é possível obter uma resposta única e exata para determinado experimento. Tais situações podem ser obtidas através dos experimentos clássicos como lançamentos de moeda e de dados. O aluno é motivado a questionar o porquê desses resultados e como tal problema poderia ser solucionado, empregando para tanto um modelo aleatório ou não determinístico. Alguns paradoxos clássicos em probabilidade podem ser mencionados e discutidos em sala de aula. A ideia de espaço amostral como um conjunto e a definição de probabilidade como uma medida relacionada a um subconjunto (evento) do espaço amostral é bem entendida pelos alunos.

O conceito de variável aleatória, como uma função que facilita a criação de modelos e aplicação a várias situações reais, deve aguçar no aluno o sentido de modelagem, ou seja, a construção de um modelo para a resolução de um problema específico. Por exemplo, a variável aleatória que conta o número de sucessos em n ensaios de Bernoulli, cuja função de distribuição de probabilidade é chamada binomial, pode modelar muitos problemas em diversas áreas do conhecimento. O estudante deve ser levado a imaginar diversas situações em que esse modelo pode ser aplicado. As distribuições clássicas de probabilidade como Poisson, exponencial, gama, qui-quadrado, Weibull e normal são apresentadas e aplicações em teoria da confiabilidade e controle de qualidade podem ser introduzidas. Aos alunos são entregues como bônus, desafios, situações em que se devem aplicar os conceitos adquiridos na resolução de um problema real. As várias abordagens são discutidas em sala de aula. Os recursos computacionais do *software* R podem ser usados no cálculo das probabilidades.

Outro conceito fundamental em probabilidade, pré-requisito para o ensino de inferência estatística é o Teorema Central do Limite (TCL). O teorema é apresentado sem prova, entretanto

são usadas simulações no *software* R para mostrar seu resultado. A conexão entre o TCL e a inferência estatística é mencionada e as aplicações na obtenção de distribuições amostrais, baseadas na teoria de normalidade assintótica, são abordadas.

O conteúdo de probabilidade baseou-se na apostila de Ribeiro Jr. (2005) e nos livros de Magalhães (2004), Meyer (1983), Montgomery et al. (2003), Devore (2006) e Dantas (2000).

Metodologia usada no ensino de inferência estatística e outros tópicos adicionais

Conceitos de amostragem e principalmente de planejamento de experimentos são introduzidos e dificuldades em tais situações são discutidas. É muito importante que o aluno tenha noção clara dos métodos de amostragem e dos principais tipos de planejamento de experimentos. O conceito de aleatoriedade deve ser fortemente explorado. É necessário que o aluno tenha plena consciência do papel da aleatorização, repetição e blocagem em experimentos planejados e também consiga entender claramente o conceito de amostra aleatória e seu papel nas distribuições amostrais. Conceitos de regressão e correlação, introduzidos antes dos tópicos de planejamento de experimentos, são fundamentais para que o aluno entenda a ideia de modelagem. A associação entre experimento e modelo deve ser enfatizada. Alguns experimentos fatoriais podem ser apresentados.

Os problemas de inferência estatística como estimação de parâmetros e teste de hipóteses são abordados de modo que o estudante consiga entender esses tópicos como problemas envolvendo incerteza, cuja resolução envolve uma sólida teoria estatística, baseada na teoria de probabilidades. No caso de problemas de estimação de parâmetros, os métodos de mínimos quadrados e de máxima verossimilhança são bem entendidos pelos alunos. O conceito de confiança e risco na construção de intervalos de confiança para distribuições normais, incluindo problemas em situações reais são discutidos. O conceito de testes de hipóteses, introduzido como um problema de decisão, permite que os alunos entendam os conceitos básicos dessa teoria e seu uso na tomada de decisão. A interação entre intervalos de confiança e testes de hipóteses deve ser realçada. Os alunos devem usar o *software* R para obtenção de intervalos de confiança, através da construção de funções no *software* R. Outro ponto importante abordado é o conceito e cálculo do *p-valor*. O estudante deve entender esse conceito e saber calculá-lo usando o *software* R.

Os conteúdos de inferência, regressão e planejamento de experimentos, baseou-se nos livros de Morettin e Bussab (2002), Montgomery et al. (2003), Milone (2004) e Devore (2006). Para as aplicações no *software* R foi usada a apostila de Ribeiro Jr. (2005)

Resultados e considerações finais

Durante o tempo de realização do projeto de aperfeiçoamento do ensino de Probabilidade e Estatística, os cursos de graduação que fizeram parte desse projeto foram: Química, Engenharia Biomédica, Engenharia Civil, Matemática e Física de Materiais. Os resultados obtidos, usando a metodologia descrita na Seção 2, superaram as expectativas iniciais. Com essa nova metodologia para o ensino de Probabilidade e Estatística, os alunos contemplados com o projeto, na primeira etapa de estatística descritiva, após pesquisa, trouxeram para a sala de aula uma grande quantidade de situações concretas e contextualizadas em suas áreas de atuação, as quais foram compartilhadas. Além disso, as instruções para uso do *software* R e da planilha eletrônica foram facilmente assimiladas pelos discentes. Durante as aulas, observou-se que houve aumento do interesse dos alunos pelos conteúdos de Probabilidade e Estatística e, conseqüentemente, uma melhora na assimilação e no aprendizado dos conceitos apresentados.

Em todas as etapas do projeto houve a participação do aluno bolsista do PIBEG e o acompanhamento do professor responsável pela disciplina. É necessário ressaltar que ajuda do aluno bolsista foi muito importante na execução da metodologia apresentada e no andamento do projeto. Entretanto, um monitor, desde que dando suporte para não mais do que duas turmas, também pode realizar perfeitamente esse trabalho.

O projeto, desenvolvido no âmbito do PIBEG, serviu como suporte para a aplicação da metodologia proposta. Durante sua realização também foi produzido material de apoio aos alunos. O material produzido no projeto, isto é, as apostilas, o roteiro para uso do *software* R e bancos de dados, está à disposição de todos os professores interessados, podendo ser obtido via contato com os autores.

Outro ponto que merece comentário diz respeito ao período em que a disciplina de Probabilidade e Estatística é oferecida. Muitos cursos, em especial os da UFU, oferecem essa disciplina no segundo período, quando os alunos ainda nem sabem direito o que é o próprio curso. Neste período, os conteúdos da disciplina não são totalmente assimilados pelos alunos e muitos conceitos se perdem. É um erro oferecer a disciplina de Probabilidade e Estatística em períodos

iniciais. Para o bom entendimento desta matéria é necessário que o discente da área de Ciências Exatas tenha uma maturidade matemática e já saiba realmente o que se esperar do seu próprio curso, podendo usar esses conhecimentos para formular questões e aplicações dentro de sua área de interesse. Desta forma, é recomendado que a disciplina de Probabilidade e Estatística seja oferecida para alunos em períodos mais avançados, por exemplo, no quarto ou quinto período do curso.

Espera-se que a metodologia apresentada na Seção 2 possa servir de referência para o ensino de Probabilidade e Estatística, além disso, espera-se também que o material desenvolvido no projeto facilite e incentive o uso dos recursos tecnológicos disponíveis nas dependências das Universidades, em especial da UFU.

Referências

ARA, A. B. **O ensino de estatística e a busca de equilíbrio entre os aspectos determinísticos e aleatórios da realidade**. Tese de D.Sc. Faculdade de Educação/USP, São Paulo, Brasil, 2006.

DANTAS, C. A. B. **Probabilidade**: um curso introdutório, 3. ed. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências**. Thompson Editora, São Paulo, 2006.

GUEDES, T. A.; JANEIRO, V.; MARTINS A. B. T.; ACORSI, C. R. L. **Projeto de Ensino: aprender fazendo estatística**, 2005. Disponível em: <http://www.des.uem.br/uploads/arquivos_profesor/0221095505.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2012.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística: teoria e aplicações - usando Microsoft Excel português**, 3. ed. LTC Editora, Rio de Janeiro, 2005.

MAGALHÃES, M. N. **Probabilidade e Variáveis Aleatórias**, 2. ed., Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. P. **Noções de Probabilidade e Estatística**, 6. ed., Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MEYER, P. L. **Probabilidade: aplicações à estatística**, 2. ed., LTC Editora, Rio de Janeiro, 1983.

MILONE, G. **Estatística Geral e Aplicada**, Pioneira Thomson Learning Editora, São Paulo, 2004.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**, LTC Editora, Rio de Janeiro, 2003.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. Editora Saraiva, São Paulo, 2002.

MUNDIM, M. J. **Estatística com BrOffice**, Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2010.

NICHOLL, D. F. Future diretions for the theaching and learning of statistics at the tertiary level. **Intenational Statistical Review**, México, v. 69, 2001.

PONTE, J. P.; FONSECA, H. A estatística no currículo do Ensino Básico e Secundário. **Ensino e Aprendizagem da Estatística**. Eds. LOUREIRO C.; OLIVEIRA, F.; BRUNHEIRA, L. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing, reference índex version 2.13.1. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria, ISBN 3-900051-07-0, URL [http:// www.r-project.org](http://www.r-project.org), 2011.

RIBEIRO Jr., P. J. **Curso sobre o programa computacional R**. Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2005. Disponível em:<<http://www.leg.ufpr.br/Rpira/Rpira.pdf>> . Acesso em: 27 jun. 2012.