

Análise de Demanda no Restaurante Universitário do Instituto Central de Tecnologia da Unifesp.

Douglas Diniz Landim

Universidade Federal de São Paulo – Ciência da Computação.
12231-280, Campus do Parque Tecnológico, São José dos Campos, SP
E-mail: ddlandim@unifesp.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a análise das vendas do restaurante universitário da Unifesp, através da aplicação de métodos estatísticos. A temperatura da região onde se localiza o campus do restaurante é apresentada como sendo um possível fator que exerce impacto significativo sobre as vendas; essa relação é verificada através de uma análise de correlação entre variáveis.

Por fim, através dos resultados obtidos são sugeridos alguns trabalhos futuros, como a estruturação do procedimento de coleta de dados e a possibilidade de uso de outros métodos para uma análise mais aprofundada do comportamento das vendas da empresa e dos fatores que exerceriam impacto sobre as mesmas. O cenário deste projeto é o restaurante universitário da Universidade Federal de São Paulo, unidade de São José dos Campos – SP.

A relação do volume de vendas em função das ocorrências será submetida em correlação da média de temperatura do horário das vendas. A geração de amostragens para a correlação será realizada por permutação via Bootstrap para vendas e temperatura.

O estudo da correlação de vendas e temperatura ou outras variáveis climáticas já é comum em outros cenários, entre eles o de maior destaque é na demanda de energia elétrica. Os cenários de vendas de alimentos perecíveis ganha também destaque, apesar de se encontrar investimentos maiores na indústria de produção de energia elétrica.

O objetivo tanto no cenário deste trabalho, o restaurante universitário, como em outros cenários é o mesmo, atender toda a demanda de consumo e evitar transtorno à qualquer consumidor pela falta da mesma, e evitar prejuízos de produção não consumida. Tais prejuízos impactam não só ao fornecedor mas também ao consumidor, um fornecimento de produto e serviço com um bom planejamento de demanda, poupa recursos ao produtor que podem ser investidos em melhor qualidade de produto, e menor preço ao consumidor.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Bootstrap. Correlação. Demanda em função de temperatura.

O DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS NO RESTAURANTE.

Todo restaurante universitário enfrenta problemas de previsão de demanda de refeições, e prejuízos com a falta de vendas e ou o descarte de refeições não vendidas. Um dos grandes problemas enfrentados hoje no mundo é a elevação dos preços dos alimentos, o valor além de monetário é moral, a alimentação é o recurso primitivo de base da humanidade que hoje ainda enfrenta um mal acesso à este em muitas regiões carentes. O descarte indevido de alimentos, provocado por suas limitações e durabilidade não gera somente prejuízos monetários e sim prejuízos ambientes e morais. Isto tem causado preocupações para a população em geral e também para as empresas como restaurantes que sofrem diretamente os reflexos da variação no preço dos alimentos e na demanda. Atualmente o Restaurante Universitário (R.U.) da Universidade Federal de São Paulo não possui um sistema que ajude na gestão de compras dos alimentos.

No restaurante universitário do ICT-Unifesp as refeições são fornecidas de segunda à sexta feira. O caso particular de restaurantes universitários envolve um fluxo de demanda influenciado por cada dia da semana, visto que a demanda é influenciada pela quantia de alunos presentes na universidade, que por sua vez é influenciada pela grade de aulas determinada periodicamente para cada dia da semana. O caso de análise para este projeto foi tomado após informação do desperdício de 300 refeições descartadas em um só dia por uma falta de projeção de demanda. É possível observar nas amostras um valor de outlier de 78 vendas, enquanto na maior coleta de vendas foi obtido o valor de 381 vendas.

Neste projeto é tomada a previsão da demanda apenas para o dia de quarta-feira. Foram analisadas todas as vendas de refeições do dia de quarta-feira durante o período de 13 semanas, de 10 de agosto de 2016 à 16 de novembro de 2016. A variável de influência sobre a demanda será a média de temperatura do período compreendido no horário da refeição, no caso do almoço o período é das 11:00 até as 14:00 horas.

Devido às condições burocráticas no ambiente do restaurante universitário do campus ICT-Unifesp, que compreendem fidelidade de contrato, exclusividade na região pois o restaurante se encontra em localização que o faça ser o único provedor de alimentos ao público do campus do ICT devido a este campus estar isolado fisicamente de qualquer região comercial, exclusividade de contrato que permite que não sejam abertos concorrentes dentro do campus, e acessibilidade do público à aquisição de refeições que em sua maior parte adquirem refeições pelo valor de R\$2,50 sendo a outra parte do custo da refeição subsidiada e paga pela instituição através de verbas federais, foi escolhida como principal variável de correlação, a média de temperatura da venda.

Grande parte do público do restaurante, os alunos de graduação de período integral, podem tomar decisões em frequentar a universidade fora do período de aula, em janelas de grade horária por exemplo, e frequentar o restaurante baseado em condições climáticas que facilitam o deslocamento até a instituição.

Outro ponto importante é a obtenção dos valores de venda, não foi escolhido as vendas diretas do ponto de venda de tickets de refeição, e sim os dados de coleta da entrada do restaurante, que demonstram a real movimentação de público no restaurante em determinado dia. Uma coleta de dados de venda em um ponto de venda se tornaria impreciso já que os tickets comprados podem ser utilizados em qualquer data e horário.

METODOLOGIA

ESTUDO E APLICAÇÕES DA TÉCNICA BOOTSTRAP

A técnica de re-amostragem Bootstrap é muito útil por não necessitar de muitas suposições para estimação de parâmetros das distribuições de interesse. Este artigo se baseia no método Bootstrap por conter um número pequeno de amostras de vendas realizadas para correlação com medidas de temperatura, por fazer parte do conjunto de métodos estudados na disciplina de Simulação de Sistemas cursada pelo autor no 2º semestre de 2016 (durante o período de coletas dos dados), e pelo método Bootstrap conter exemplos abrangentes de sucesso no estudo de frequência de população correlacionado com variáveis climáticas [1]

De acordo com publicação [4], a técnica de re-amostragem Bootstrap pode abranger técnicas paramétricas e não paramétricas, as técnicas são relacionadas de forma independente e devem ser selecionadas com minuciosa correlação de propriedades que se encaixam em cada cenário de análise. São Intervalo de Confiança Bootstrap Percentil, o Intervalo de Confiança Bootstrap Percentil das Diferenças, o Intervalo de Confiança Bootstrap t, o Intervalo de Confiança Percentil Corrigido em Relação ao Viés (BCPB) e o Intervalo de Confiança de Correção de Vício Acelerado (BCa), além da técnica de Bootstrap para a regressão e realização de testes de hipóteses utilizando intervalos de confiança Bootstrap.

No cálculo do BCPB no intervalo são selecionados os valores extremos que medem os percentis da distribuição feita pela re-amostragem Bootstrap com o ajuste de vício e assimetria da distribuição. Já análise BCa permite a mesma análise realizada no BCPB para dados onde a assimetria pode ser mais forte, utilizando uma constante de aceleração e ajuste do vício (a).

No estudo deste caso, será selecionada a técnica de bootstrap com a função de correlação conforme adendo [1], e análise do intervalo de confiança BCa de acordo com a referência [4], por ser mais indicada para análises com reajuste de assimetria na distribuição, e por não ser um cálculo trivial conforme Figura 1 é indicada também em análises computacionais em plataformas. Neste projeto é utilizada a Plataforma R contendo a biblioteca (boot). O código elaborado na linguagem em R, é elaborado com os dados coletados de vendas e temperaturas no período abrangido pelo projeto, e operações da biblioteca (boot).

O GRÁFICO 1 contém a relação linear dos dados de venda e temperatura nas ocorrências de quarta-feira durante o semestre. Seguem nas tabelas 1 e 2 a coleta de dados de venda conforme adendo [2] do primeiro e segundo período respectivamente, coleta de dados de temperatura conforme adendo [3]. O primeiro período de análise foi selecionado, na TABELA 1 conforme o início de aulas do semestre, o segundo período na TABELA 2 foi selecionado para abranger melhor a época de provas e encerramento de semestre na hipótese de que estes períodos podem ter rotinas diferentes da movimentação dos estudantes dentro da universidade.

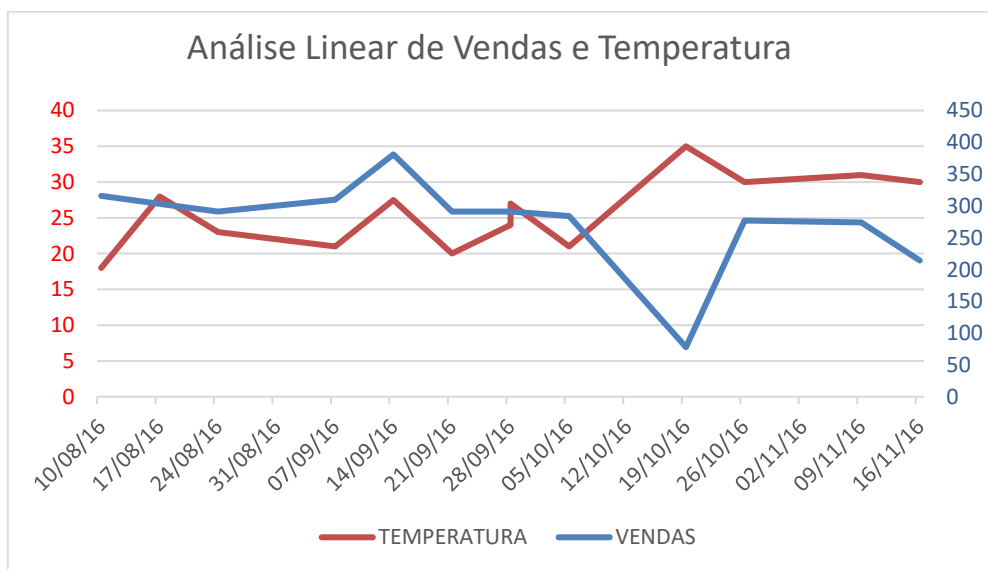


GRÁFICO 1

DATA VENDAS TEMPERATURA

10/08/16	316	18
17/08/16	303	28
24/08/16	291	23
07/09/16	310	21
14/09/16	381	27.5
21/09/16	291	20
28/09/16	291	24

TABELA 1

Histogram of t

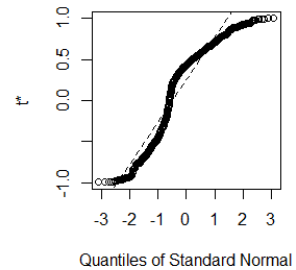
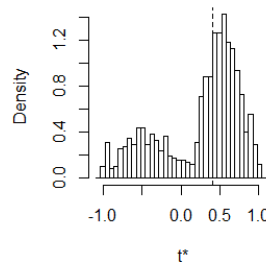


GRÁFICO 2

GRÁFICO 2: Cálculo bootstrap de 1000 reamostragens t da TABELA 1 em função da densidade. Intervalo de confiança obtido por Bca: 95% (-0.8666, 0.9290), outras estatísticas obtidas pela biblioteca: Original: 0.4040055, Bias: -0.148679, Erro padrão: 0.51477

DATA VENDAS TEMPERATURA

28/09/16	291	27
05/10/16	284	21
19/10/16	78	35
26/10/16	277	30
09/11/16	274	31
16/11/16	214	30

TABELA 2

Histogram of t

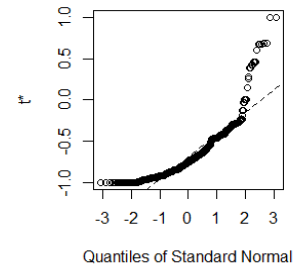
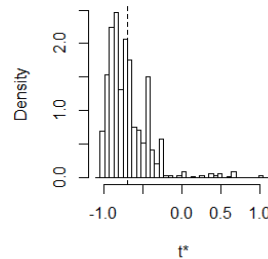


GRÁFICO 3

GRÁFICO 3: Cálculo bootstrap de 1000 reamostragens t da TABELA 2 em função da densidade. Intervalo de confiança obtido por Bca: 95% (-0.9998, 0.0000), outras estatísticas obtidas pela biblioteca: Original: -0.69753, Bias: 0.005320677, Erro padrão: 0.2682905

Histogram of t

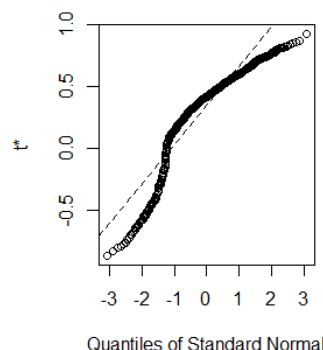
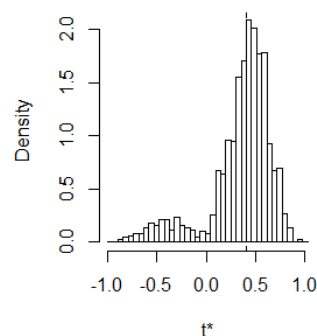


GRÁFICO 4

GRÁFICO 4: Cálculo bootstrap de 1000 re-amostragens t do período total conforme GRAFICO 1 em função da densidade. Intervalo de confiança obtido por Bca: 95% (-0.5502, 0.7634), outras estatísticas obtidas pela biblioteca: Original: -0.4040055, Bias: -0.05229429, Erro padrão: 0.3169665

CONCLUSÃO

A partir da análise observada no período da TABELA 1, período apontado como início de semestre e de rotina da movimentação dos estudantes, conforme GRÁFICO 2 pode-se observar uma linearidade nas vendas inclusive nos momentos de picos de temperaturas correspondendo maior volume de vendas na amostragem. Ao realizar a re-amostragem por bootstrap com o cálculo de correlação dos valores, conclui-se uma distribuição mais concentrada em valores próximo a 0,5. O intervalo de confiança calculado pelo método BCa, fica nos valores próximos ao limite do cálculo de correlação de (-0.8666, 0.9290).

A partir da análise observada no período da TABELA 2, período apontado como fim de semestre e de rotina da movimentação dos estudantes, conforme GRÁFICO 3 pode-se observar um comportamento oposto nas vendas, onde os picos de valores são invertidos em comparação com o primeiro período, ocorrendo temperaturas maiores e menor volume de vendas. Ao realizar a re-amostragem por bootstrap com o cálculo de correlação dos valores, conclui-se uma distribuição mais concentrada em valores negativos e bem próximos a -1. O intervalo de confiança BCa, fica próximo ao limite da correlação de (-0.8666, 0.9290).

Realizando a re-amostragem do período total, conforme GRÁFICO 4, observa-se um comportamento análogo ao primeiro período, de distribuição um pouco mais concentrada em valores positivos próximos a 0,5, com intervalo de confiança obtido em (-0.5502, 0.7634).

Conclui-se que é necessário além de variáveis de temperatura, uma identificação melhor da rotina do público do restaurante universitário, onde foi observado um comportamento de correlação negativa no período 2, que se ofusca em uma análise de período total em todo o semestre. É possível observar picos de linearidade mostrando proporções diretas entre vendas e temperatura, como ocorre no GRÁFICO 1 no primeiro período, e também observar maior concentração da correlação negativa (proporção inversa) conforme GRÁFICO 3. As correlações e sua re-amostragem acompanham as variações de temperatura e vendas, bem como as variações dos períodos optados pela hipótese de alterações na rotina dos estudantes em período de início e fim de semestre. Porém se faz necessário além do estudo da correlação, a divisão correta dos períodos onde pode se agrupar uma rotina comum dos alunos, como até a consulta direta ao mesmos sobre a rotina e intenção direta de consumo [3] que pode ser utilizado como dados para modelo de validação da predição, e de técnicas de predição avançadas em restaurantes universitários com uso de redes neurais de acordo com a referência [2] e com predição de consumo com variáveis climáticas em função do tempo com utilização de modelos probabilísticos discretos como o método de Markov[5].

ADENDOS

[1] FUNÇÃO F DE CORRELAÇÃO UTILIZADA NA PLATAFORMA RSTUDIO PERSONAL, COMPILADORA DO CÓDIGO E CALCULOS NESTE PROJETO, PLATAFORMA DISPONÍVEL EM: <<https://www.rstudio.com/products/rstudio/download3/>> ACESSO EM: 04 DE DEZEMBRO DE 2016.

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

F

[2] BANCO DE DADOS DE VENDAS, DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO NUTRIMENTA REFEIÇÕES, RUA OLINTO DE AQUINO, 63 – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP. <nutrimtarestaurante@gmail.com> TELEFONE +55 12 39391570

[3] BANCO DE DADOS DE MÉDIA DE TEMPERATURA <<http://www.accuweather.com/pt/br/brazil-weather>> ACESSO EM: 04 DE DEZEMBRO DE 2016.

[4] CÓDIGO EXECUTADO NA PLATAFORMA RSTUDIO

```
library(boot)
#primeiro período, aulas
#10/08 17/08 24/08 07/09 14/09 21/09 28/09
#vendas <- c(316,303,291,310,381,291,291)
#temperatura <- c(18,28,23,21,27.5,20,24)
#segundo período, provas
#28/09 05/10 19/10 26/10 09/11 16/11
#vendas <- c(291,284,78,277,274,214)
#temperatura <- c(27,21,35,30,31,30)
#período completo aulas + provas
vendas <- c(316,303,291,310,381,291,291,316,303,291,310,381,291,291)
temperatura <- c(18,28,23,21,27.5,20,24,18,28,23,21,27.5,20,24)

data <- data.frame(vendas,temperatura)
f <- function(d, i){
  d2 <- d[i,]
  return(cor(d2$vendas, d2$temperatura))
}

bootcorr <- boot(data, f, R=1000)
bootcorr # ESTATÍSTICAS DO CALCULO BOOTSTRAP
plot(bootcorr)
boot.ci(bootcorr, type = "bca") #INTERVALO DE CONFIANÇA
```

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, EDMAR JOSÉ. MÉTODOS DE BOOTSTRAP E APLICAÇÕES EM PROBLEMAS BIOLÓGICOS: DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA UNIVERSITÁRIA COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS.
- [2] LOPES, L.C. MODELOS PARA PREVISÃO DE DEMANDA NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO UTILIZANDO TÉCNICAS DE REDES NEURAIS – DMA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – IV CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO 2008. DISPONÍVEL EM: <<http://www.novoscursos.ufv.br/projetos/ufv/gesep/www/wp-content/uploads/5.pdf>> ACESSO EM: 04 DE DEZEMBRO DE 2016.
- [3] RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO UFV – PREVISÃO DE DEMANDA. DISPONÍVEL EM < <https://rufv.wordpress.com/cadastro/previsao-de-demanda/>> ACESSO EM: 04 DE DEZEMBRO DE 2016.
- [4] RIZZO, A.L.T UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE - II JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA ESTUDO E APLICAÇÕES DA TÉCNICA BOOTSTRAP. DISPONÍVEL EM: <http://meusite.mackenzie.com.br/raquelc/ana_lucia.pdf> ACESSO EM: 04 DE DEZEMBRO DE 2016.
- [5] SILVA, C.V.M – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA - METODOLOGIA PARA PREVISÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA EM CURTÍSSIMO PRAZO BASEADA EM UM MODELO PROBABILÍSTICO DISCRETO. DISPONÍVEL EM <http://alegrete.unipampa.edu.br/gesep/wp-content/uploads/2010/05/Previs%C3%A3o-de-demanda-utilizando-m%C3%A9todo-de-Markov_Final.pdf> ACESSO EM: 04 DE DEZEMBRO DE 2016.