

# GUIA MANGÁ ANÁLISE DE REGRESSÃO

SHIN TAKAHASHI,  
IROHA INOUE E  
TREND-PRO CO., LTD.



Novatec

*The Manga Guide to Regression Analysis* is a translation of the Japanese original, *Manga de wakaru tōkei-gaku kaiki bunseki-hen*, published by Ohmsha, Ltd. of Tokyo, Japan, © 2005 by Shin Takahashi and TREND-PRO Co., Ltd. The English edition is co-published by No Starch Press, Inc. and Ohmsha, Ltd. Portuguese-language rights arranged with Ohmsha, Ltd. and No Starch Press, Inc. for *Guia Mangá Análise de Regressão* ISBN 978-85-7522-698-8, published by Novatec Editora Ltda.

Edição original em japonês *Manga de wakaru tōkei-gaku kaiki bunseki-hen*, publicado pela Ohmsha, Ltd. de Tóquio, Japão © 2005 por Shin Takahashi e TREND-PRO Co., Ltd. Edição em inglês *The Manga Guide to Regression Analysis*, co-publicação da No Starch Press, Inc. e Ohmsha, Ltd. Direitos para a edição em português acordados com a Ohmsha, Ltd. e No Starch Press, Inc. para *Guia Mangá Análise de Regressão* ISBN 978-85-7522-698-8, publicada pela Novatec Editora.

Copyright © 2018 da Novatec Editora Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610, de 19/02/1998.

É proibida a reprodução desta obra, mesmo parcial, por qualquer processo, sem prévia autorização, por escrito, do autor e da editora.

Editor: Rubens Prates

Tradução: BrodTec

Revisão gramatical: Tássia de Carvalho

Editoração eletrônica: Carolina Kuwabata

ISBN: 978-85-7522-698-8

Histórico de impressões:

Setembro/2018 Primeira edição

NOVATEC EDITORA LTDA.

Rua Luís Antônio dos Santos 110

02460-000 – São Paulo, SP – Brasil

Tel.: +55 11 2959-6529

E-mail: [novatec@novatec.com.br](mailto:novatec@novatec.com.br)

Site: [www.novatec.com.br](http://www.novatec.com.br)

Twitter: [twitter.com/novateceditora](https://twitter.com/novateceditora)

Facebook: [facebook.com/novatec](https://facebook.com/novatec)

LinkedIn: [linkedin.com/in/novatec](https://linkedin.com/in/novatec)

# SUMÁRIO

PREFÁCIO . . . . .	.xi
--------------------	-----

## PRÓLOGO

ACEITA MAIS CHÁ? . . . . .	1
----------------------------	---

## 1

UM COPO REFRESCANTE DE MATEMÁTICA. . . . .	11
--------------------------------------------	----

Construindo uma base. . . . .	12
-------------------------------	----

Funções inversas. . . . .	14
---------------------------	----

Expoentes e Logaritmos. . . . .	19
---------------------------------	----

Regras para exponenciais e logaritmos. . . . .	21
------------------------------------------------	----

Cálculo diferencial. . . . .	24
------------------------------	----

Matrizes. . . . .	37
-------------------	----

Somando matrizes. . . . .	39
---------------------------	----

Multiplicando matrizes . . . . .	40
----------------------------------	----

Regras para a multiplicação de matrizes . . . . .	43
---------------------------------------------------	----

Matriz Identidade e Matriz Inversa. . . . .	44
---------------------------------------------	----

Tipos de Dados Estatísticos . . . . .	46
---------------------------------------	----

Teste de Hipóteses . . . . .	48
------------------------------	----

Medindo a variação . . . . .	49
------------------------------	----

Somatório dos desvios ao quadrado . . . . .	50
---------------------------------------------	----

Variância. . . . .	50
--------------------	----

Desvio Padrão . . . . .	51
-------------------------	----

Função Densidade de Probabilidade. . . . .	52
--------------------------------------------	----

Distribuição Normal . . . . .	53
-------------------------------	----

Distribuição Qui-quadrado . . . . .	54
-------------------------------------	----

Tabelas de Distribuição Densidade de Probabilidade . . . . .	55
--------------------------------------------------------------	----

Distribuição F . . . . .	57
--------------------------	----

## 2

ANÁLISE DE REGRESSÃO SIMPLES . . . . .	61
----------------------------------------	----

Primeiros passos . . . . .	62
----------------------------	----

Plotando os dados . . . . .	64
-----------------------------	----

A equação de regressão . . . . .	66
----------------------------------	----

Procedimento geral para análise de regressão . . . . .	68
--------------------------------------------------------	----

Passo 1: Desenhe um gráfico de dispersão da variável independente versus a variável dependente. Se os pontos estiverem alinhados, as variáveis podem estar correlacionadas. . . . .	69
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Passo 2: Calcule a equação de regressão. . . . .	71
--------------------------------------------------	----

Passo 3: Calcule o coeficiente de correlação (R) e avalie nossa população e premissas. . . . .	78
------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Amostras e populações . . . . .	82
---------------------------------	----

Hipóteses de normalidade . . . . .	85
------------------------------------	----

Passo 4: Conduza a análise da variância. . . . .	87
--------------------------------------------------	----

Passo 5: Calcule os intervalos de confiança.....	91
Passo 6: Faça uma previsão! .....	95
Quais são os passos necessários? .....	100
Resíduo Padronizado .....	100
Interpolação e extrapolação .....	102
Autocorrelação.....	102
Regressão não linear .....	103
Transformando equações não lineares em equações lineares .....	104

### 3

#### **ANÁLISE DE REGRESSÃO MÚLTIPLA**..... 107

Fazendo previsões com diversas variáveis .....	108
A equação de regressão múltipla .....	112
Procedimento para a análise de regressão múltipla .....	112
Passo 1: Desenhe um gráfico de dispersão de cada variável preditora e da variável resultado para analisar se elas estão relacionadas. ....	113
Passo 2: Calcule a equação de regressão múltipla.....	115
Passo 3: Examine a acurácia da equação de regressão múltipla.....	119
O problema do $R^2$ .....	122
$R^2$ ajustado .....	124
Teste de Hipóteses na regressão múltipla.....	127
Passo 4: Conduza a análise do teste de variância (ANOVA) .....	128
Encontrando $S_{11}$ e $S_{22}$ .....	132
Passo 5: Calcule o intervalo de confiança da população.....	133
Passo 6: Faça uma previsão! .....	136
Escolhendo a melhor combinação de variáveis predictoras.....	138
Analisando a População com a Análise de Regressão Múltipla .....	142
Resíduos padronizados .....	143
Distância de Mahalanobis .....	144
Passo 1 .....	144
Passo 2 .....	145
Passo 3 .....	146
Utilizando dados categóricos na análise de regressão múltipla .....	147
Multicolinearidade.....	149
Determinando a influência relativa das variáveis predictoras na variável resultado .....	149

### 4

#### **ANÁLISE DE REGRESSÃO LOGÍSTICA** ..... 153 |

A última aula.....	154
O método da máxima verossimilhança .....	160
Encontrando a máxima verossimilhança utilizando a função de verossimilhança....	163
Escolhendo variáveis predictoras .....	164
Análise de regressão logística em ação! .....	168
Procedimento para a análise de regressão logística .....	168
Passo 1: Desenhe um gráfico de dispersão para as variáveis predictoras e variáveis resultado para ver se existe relação entre elas. ....	169
Passo 2: Calcule a equação de regressão logística.....	170

Passo 3: Obtenha a acurácia da equação. . . . .	173
Passo 4: Faça um teste de hipóteses. . . . .	178
Passo 5: Prever se a Norns venderá ou não o prato especial. . . . .	182
Análise de Regressão Logística no Mundo Real. . . . .	190
Função Logit, Razão de Possibilidades e Risco Relativo . . . . .	190
Função Logit . . . . .	190
Razão de Possibilidades. . . . .	191
Razão de Possibilidades Ajustada . . . . .	192
Teste de Hipóteses com Possibilidades. . . . .	194
Intervalo de Confiança para Razão de Possibilidades . . . . .	194
Risco Relativo . . . . .	195
<b>APÊNDICE</b>	
<b>CÁLCULOS DE REGRESSÃO COM O EXCEL . . . . .</b>	<b>197</b>
Número de Euler . . . . .	198
Potências . . . . .	200
Logaritmos Naturais . . . . .	200
Multiplicação de matrizes . . . . .	201
Matrizes inversas. . . . .	202
Calculando a estatística qui-quadrado a partir de um p-valor . . . . .	204
Calculando um p-valor a partir de uma estatística qui-quadrado . . . . .	205
Calculando uma estatística F a partir de um p-valor . . . . .	206
Calculando um p-valor a partir de uma estatística F . . . . .	208
Coeficiente de regressão parcial de uma análise de regressão múltipla . . . . .	209
Coeficiente de regressão de uma análise de regressão logística. . . . .	210
<b>ÍNDICE REMISSIVO. . . . .</b>	<b>213</b>