

Tópicos em Regressão Logística

Modelos com desfecho categórico binário

Felipe Figueiredo

Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia

- 1 Regressão Linear Múltipla
 - Regressão Linear Múltipla
- 2 Regressão Logística
 - Regressão Logística
- 3 Aprofundamento
 - Aprofundamento

Discussão da leitura obrigatória da aula passada

- 1 Regressão Linear Múltipla
 - Regressão Linear Múltipla
- 2 Regressão Logística
 - Regressão Logística
- 3 Aprofundamento
 - Aprofundamento

JOURNAL OF WOMEN'S HEALTH
Volume 15, Number 9, 2006
© Mary Ann Liebert, Inc.

The Association between Body Mass Index and Osteoporosis in Patients Referred for a Bone Mineral Density Examination

KOFI ASOMANING, M.B.Ch.B., M.S.,¹ ELIZABETH R. BERTONE-JOHNSON, Sc.D.,²
PHILIP C. NASCA, Ph.D.,² FREDERICK HOOVEN, Ph.D.,³
and PENELOPE S. PEKOW, Ph.D.²

Hoje vamos interpretar os resultados do abstract

ABSTRACT

Purpose: Osteoporosis affects 4–6 million (13%–18%) postmenopausal white women in the United States. Most studies to date on risk factors for osteoporosis have considered body mass index (BMI) only as a possible confounder. In this study, we assess the direct relationship between BMI and osteoporosis.

Methods: We conducted a cross-sectional study among women aged 50–84 years referred by their physicians for a bone mineral density (BMD) examination at Baystate Medical Center between October 1998 and September 2000. BMI was determined prior to the BMD examination in the clinic. Information on other risk factors was obtained through a mailed questionnaire. Ordinal logistic regression was used to model the association between BMI and osteoporosis, controlling for confounding factors.

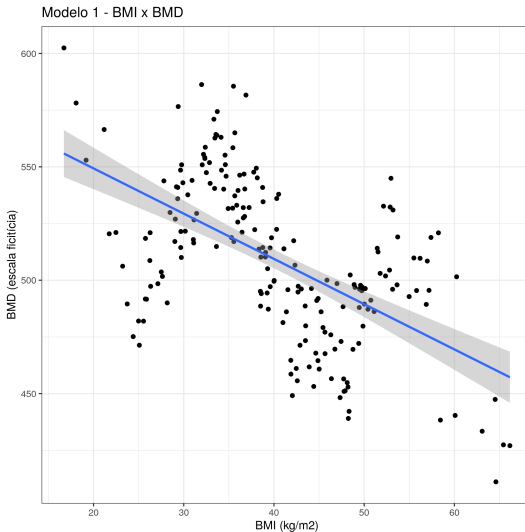
Results: BMI was inversely associated with BMD status. After adjustment for age, prior hormone replacement therapy (HRT) use, and other factors, odds ratios (OR) for low, high, and obese compared with moderate BMI women were 1.8 (95% CI 1.2–2.7), 0.46 (95% CI 0.29–0.71), and 0.22 (95% CI 0.14–0.36), respectively, with a significant linear trend ($p < 0.0001$) across BMI categories. Evaluating BMI as a continuous variable, the odds of bone loss decreased 12% for each unit increase in BMI (OR = 0.88, 95% CI 0.85–0.91).

Conclusions: Women with low BMI are at increased risk of osteoporosis. The change in risk associated with a 1 unit change in BMI (~5–8 lb) is of greater magnitude than most other modifiable risk factors. To help reduce the risk of osteoporosis, patients should be advised to maintain a normal weight.

Enunciado 1

Os pesquisadores querem investigar se a etnicidade das participantes tem algum efeito detectável na associação entre a densidade mineral óssea (BMD) e o índice de massa corpórea (BMI).

Para isto seleccionaram 100 mulheres brancas e 100 mulheres pardas, de meia idade. Mensuraram a BMD e calcularam o BMI delas.



Quais são as variáveis?

- Dependente: BMD (contínua)
- Independente: BMI (contínua)

Esta relação pode ser expressa como

$$\text{BMD} \sim \text{BMI}$$

Versão simplificada (apenas variáveis)

$$\text{BMD} \sim \text{BMI}$$

Modelo completo

$$\text{BMD} = \beta_0 + \beta_1(\text{BMI}) + \varepsilon$$

Hipótese: ε é um erro aleatório ¹ normalmente distribuído e centrado em zero – a incerteza que não pode ser controlada.

¹residual – não é explicado pela relação entre as variáveis do modelo

Modelo 1

Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|--------|--------|--------|
| -67.833 | -21.767 | 2.178 | 20.743 | 67.185 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 589.199 | 8.499 | 69.322 | <2e-16 *** |
| BMI | -1.995 | 0.205 | -9.732 | <2e-16 *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 29.41 on 198 degrees of freedom

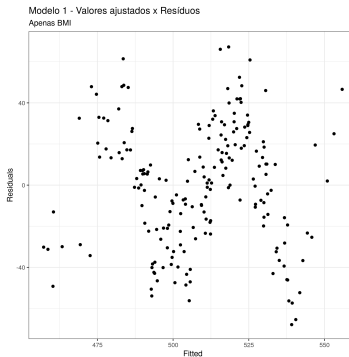
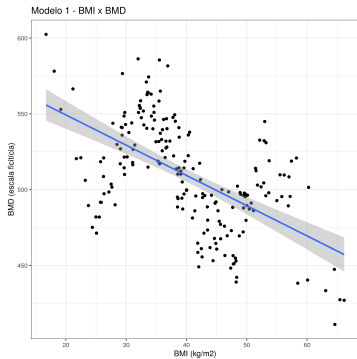
Multiple R-squared: 0.3236, Adjusted R-squared: 0.3201

F-statistic: 94.71 on 1 and 198 DF, p-value: < 2.2e-16

Modelo 1 completo

$$\text{BMD} = 589.20 - 1.99 \times \text{BMI}$$

Modelo 1



Modelo 1 completo

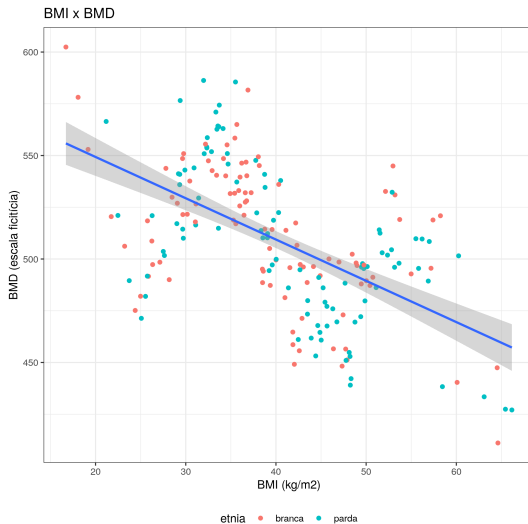
$$\text{BMD} = 589.20 - 1.99 \times \text{BMI}$$

Interpretação

As participantes perdem, na média, 1.99 unidades de BMD para cada incremento unitário do BMI.

Este é o chamado resultado bruto. Agora vamos ajustá-lo com outros preditores.

Agora vamos ver se a etnia tem algum efeito



Quais são as variáveis?

- Dependente: BMD (contínua)
- Independente: BMI (contínua)
- Independente: etnia (categórica – binária)

Esta relação pode ser expressa como

$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{etnia}$$

Tópicos em
Regressão
Logística

Felipe
Figueiredo

Regressão
Linear
Múltipla

Regressão Linear
Múltipla

Regressão
Logística

Aprofundamento

Versão simplificada (apenas variáveis)

$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{etnia}$$

Modelo completo

$$\text{BMD} = \beta_0 + \beta_1(\text{BMI}) + \beta_2(\text{etnia}) + \varepsilon$$

Modelo 2

Residuals:

| | Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|--|---------|---------|--------|--------|--------|
| | -67.357 | -22.005 | 1.801 | 20.785 | 67.616 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 589.4360 | 8.6055 | 68.495 | <2e-16 *** |
| BMI | -1.9905 | 0.2067 | -9.632 | <2e-16 *** |
| etniaparda | -0.8206 | 4.1938 | -0.196 | 0.845 |

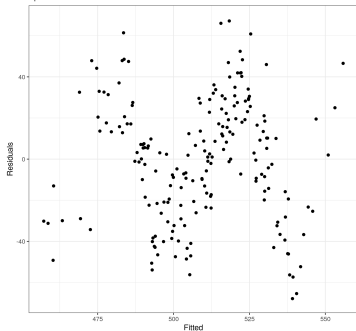
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 29.49 on 197 degrees of freedom

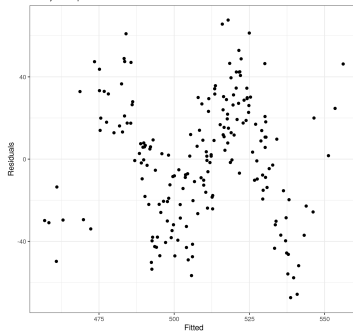
Multiple R-squared: 0.3237, Adjusted R-squared: 0.3168

F-statistic: 47.14 on 2 and 197 DF, p-value: < 2.2e-16

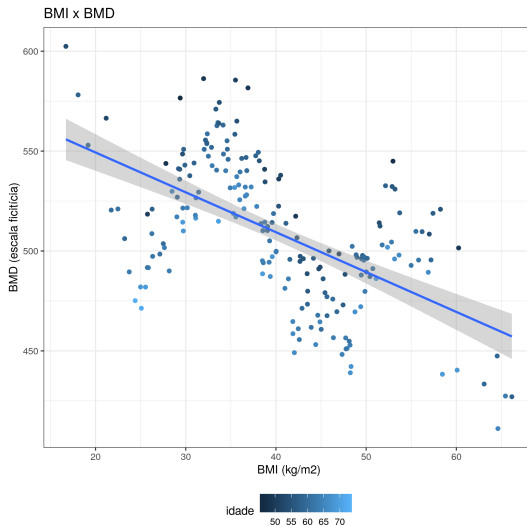
Modelo 1 - Valores ajustados x Resíduos
Apenas BMI



Modelo 2 - Valores ajustados x Resíduos
BMI ajustado por etnia



Que outra variável os pesquisadores deveriam ter investigado?



Quais são as variáveis?

- Dependente: BMD (contínua)
- Independente: BMI (contínua)
- Independente: idade (contínua)

Esta relação pode ser expressa como

$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{idade}$$

Tópicos em
Regressão
Logística

Felipe
Figueiredo

Regressão
Linear
Múltipla

Regressão Linear
Múltipla

Regressão
Logística

Aprofundamento

Versão simplificada (apenas variáveis)

$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{idade}$$

Modelo completo

$$\text{BMD} = \beta_0 + \beta_1(\text{BMI}) + \beta_2(\text{idade}) + \varepsilon$$

Modelo 2.1

Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|--------|--------|--------|
| -52.039 | -24.688 | -0.058 | 23.599 | 42.146 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 780.0347 | 22.2560 | 35.048 | <2e-16 *** |
| BMI | -2.0350 | 0.1727 | -11.781 | <2e-16 *** |
| idade | -3.1429 | 0.3471 | -9.056 | <2e-16 *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 24.78 on 197 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5224, Adjusted R-squared: 0.5175

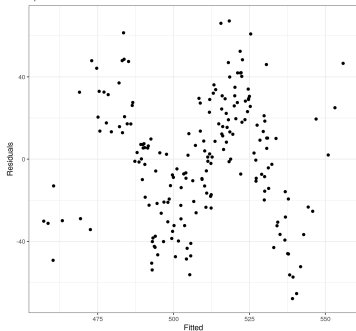
F-statistic: 107.7 on 2 and 197 DF, p-value: < 2.2e-16

Modelo 2.1 completo

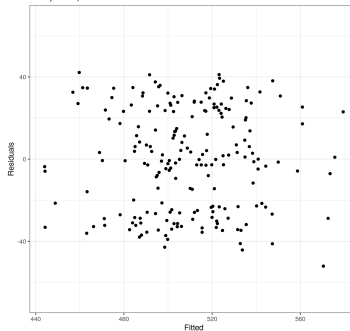
$$\text{BMD} = 780.03 - 2.04 \times \text{BMI} - 3.02 \times \text{idade}$$

Modelo 2.1

Modelo 1 - Valores ajustados x Resíduos
Apenas BMI



Modelo 2.1 - Valores ajustados x Resíduos
BMI ajustado por idade



Modelo 1 completo

$$\text{BMD} = 589.20 - 1.99 \times \text{BMI}$$

Modelo 2.1 completo

$$\text{BMD} = 780.03 - 2.04 \times \text{BMI} - 3.02 \times \text{idade}$$

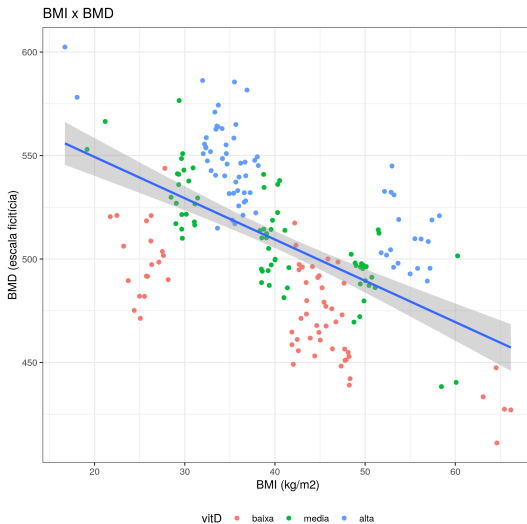
Interpretação

As participantes perdem, na média, 1.99 unidades de BMD para cada incremento unitário do BMI (resultado bruto).

Após ajustar pela idade, o resultado é 2.04.

Que outra variável os pesquisadores deveriam ter investigado?

Modelo 2.2 – vitamina D sérica



Quais são as variáveis?

- Dependente: BMD (contínua)
- Independente: BMI (contínua)
- Independente: vitamina D sérica (categórica – 3 níveis)

Esta relação pode ser expressa como

$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{vitD}$$

Tópicos em
Regressão
Logística

Felipe
Figueiredo

Regressão
Linear
Múltipla

Regressão Linear
Múltipla

Regressão
Logística

Aprofundamento

Versão simplificada (apenas variáveis)

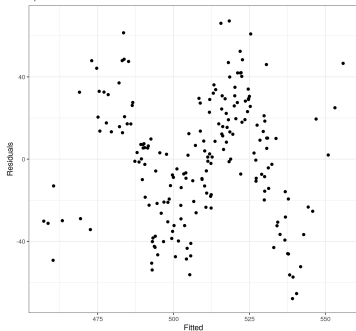
$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{vitD}$$

Modelo completo

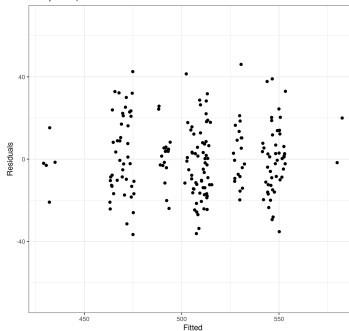
$$\text{BMD} = \beta_0 + \beta_1(\text{BMI}) + \beta_2(\text{vitD}) + \varepsilon$$

Modelo 2.2

Modelo 1 - Valores ajustados x Resíduos
Apenas BMI



Modelo 2.2 - Valores ajustados x Resíduos
BMI ajustado por vitamina D sérica



Modelo 2.2

Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|--------|--------|--------|
| -36.661 | -12.444 | -0.798 | 10.351 | 46.059 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 555.4532 | 5.2964 | 104.87 | <2e-16 *** |
| BMI | -1.9101 | 0.1188 | -16.07 | <2e-16 *** |
| vitDmedia | 31.1849 | 2.9578 | 10.54 | <2e-16 *** |
| vitDalta | 58.9095 | 2.9676 | 19.85 | <2e-16 *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 17.04 on 196 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7754, Adjusted R-squared: 0.772

F-statistic: 225.5 on 3 and 196 DF, p-value: < 2.2e-16

Modelo 2.2 completo

$$\text{BMD} = 555.45 - 1.91 \times \text{BMI} + \beta_2 \times \text{vitD}$$

Modelo 1 completo

$$\text{BMD} = 589.20 - 1.99 \times \text{BMI}$$

Modelo 2.2 completo

$$\text{BMD} = 555.45 - 1.91 \times \text{BMI} + \beta_2 \times \text{vitD}$$

Interpretação

As participantes perdem, na média, 1.99 unidades de BMD para cada incremento unitário do BMI (resultado bruto).

Após ajustar pelo nível sérico de vitamina D, o resultado é 1.91.

Agora um modelo maior (ajustando para todas as variáveis relevantes)

Versão simplificada (apenas variáveis)

$$\text{BMD} \sim \text{BMI} + \text{idade} + \text{vitD}$$

Modelo completo

$$\text{BMD} = \beta_0 + \beta_1(\text{BMI}) + \beta_2(\text{idade}) + \beta_3(\text{vitD}) + \varepsilon$$

Modelo 3

Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|----------|---------|---------|--------|---------|
| -19.7284 | -4.4059 | -0.3755 | 4.7776 | 24.0977 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|-----------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 740.47234 | 6.41200 | 115.48 | <2e-16 *** |
| BMI | -1.94958 | 0.04933 | -39.52 | <2e-16 *** |
| idade | -3.04192 | 0.09904 | -30.72 | <2e-16 *** |
| vitDmedia | 31.14768 | 1.22729 | 25.38 | <2e-16 *** |
| vitDelta | 58.07642 | 1.23165 | 47.15 | <2e-16 *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.068 on 195 degrees of freedom

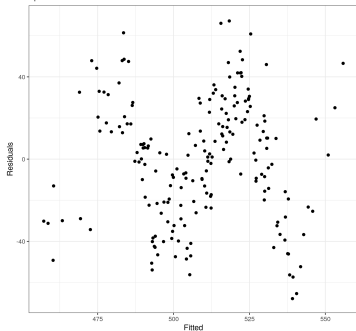
Multiple R-squared: 0.9615, Adjusted R-squared: 0.9607

F-statistic: 1218 on 4 and 195 DF, p-value: < 2.2e-16

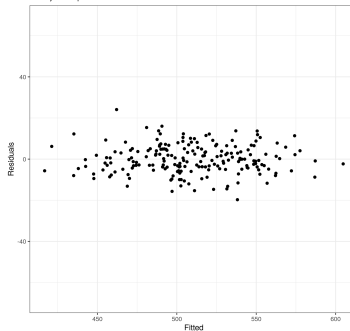
Modelo 3 completo

$$\text{BMD} = 740.47 - 1.95 \times \text{BMI} - 3.04 \times \text{idade} + \beta_3 \times \text{vitD}$$

Modelo 1 - Valores ajustados x Resíduos
Apenas BMI



Modelo 3 - Valores ajustados x Resíduos
BMI ajustado por idade e vitamina D sérica



Modelo 1 completo

$$\text{BMD} = 589.20 - 1.99 \times \text{BMI}$$

Modelo 3 completo

$$\text{BMD} = 740.47 - 1.95 \times \text{BMI} - 3.04 \times \text{idade} + \beta_3 \times \text{vitD}$$

Interpretação

As participantes perdem, na média, 1.99 unidades de BMD para cada incremento unitário do BMI (resultado bruto).

Após ajustar pela idade e pelo nível sérico de vitamina D, o resultado é 1.95.

- 1 Regressão Linear Múltipla
 - Regressão Linear Múltipla
- 2 Regressão Logística
 - Regressão Logística
- 3 Aprofundamento
 - Aprofundamento

Vamos discretizar os dados em duas categorias

- Osteoporose

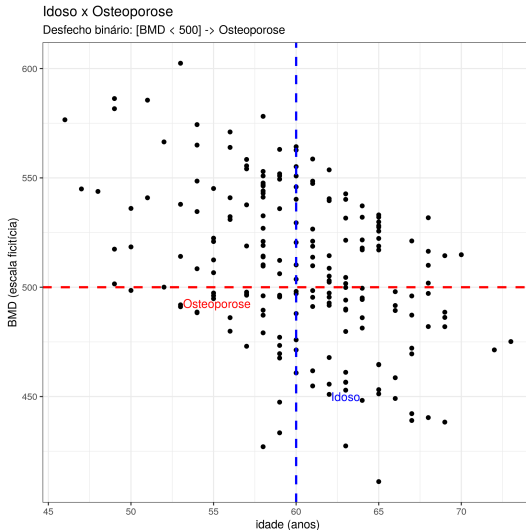
- Sadio: $BMD \geq 500$
- Osteoporose: $BMD < 500$

- Idoso

- Não idoso: idade < 60
- Idoso: idade ≥ 60

- Obeso

- Não obeso: BMI < 30
- Obeso: BMI ≥ 30



- Dependente: Osteoporose (categórica – binária)
- Independente: Idoso (categórica – binária)

Esta relação pode ser expressa como

Osteoporose \sim Idoso

Versão simplificada (apenas variáveis)

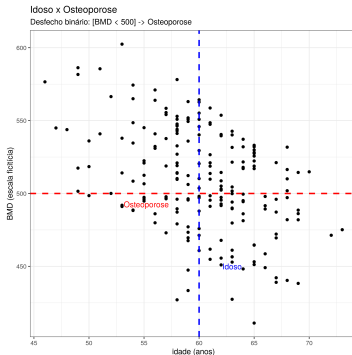
Osteoporose \sim Idoso

Modelo completo

$$\text{Osteoporose} = \beta_0 + \beta_1(\text{Idoso}) + \varepsilon$$

Tabela de contingência Idoso x Osteoporose

| | osteo | |
|-----------|-------|-------------|
| idoso | Sadio | Osteoporose |
| Nao Idoso | 98 | 6 |
| Idoso | 68 | 28 |



Tópicos em
Regressão
Logística

Felipe
Figueiredo

Regressão
Linear
Múltipla

Regressão
Logística

Regressão Logística

Aprofundamento

Modelo 4

Deviance Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -1.2233 | -1.2233 | -0.8752 | 1.1322 | 1.5134 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------|----------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | -0.7621 | 0.2289 | -3.330 | 0.000868 *** |
| idosoIdoso | 0.8694 | 0.2970 | 2.927 | 0.003418 ** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 273.87 on 199 degrees of freedom
Residual deviance: 265.03 on 198 degrees of freedom
AIC: 269.03

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Modelo 4

Deviance Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -1.2233 | -1.2233 | -0.8752 | 1.1322 | 1.5134 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------|----------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | -0.7621 | 0.2289 | -3.330 | 0.000868 *** |
| idosoIdoso | 0.8694 | 0.2970 | 2.927 | 0.003418 ** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 273.87 on 199 degrees of freedom
Residual deviance: 265.03 on 198 degrees of freedom
AIC: 269.03

Number of Fisher Scoring iterations: 4

log da OR de um idoso x osteoporose

$$\log(\text{OR}) = 0.8694$$

Transformando o log da OR na OR

$$\log(\text{OR}) \approx 0.87\dots$$

... portanto...

$$\text{OR} = e^{0.87} \approx 2.4$$

Transformando o log da OR na OR

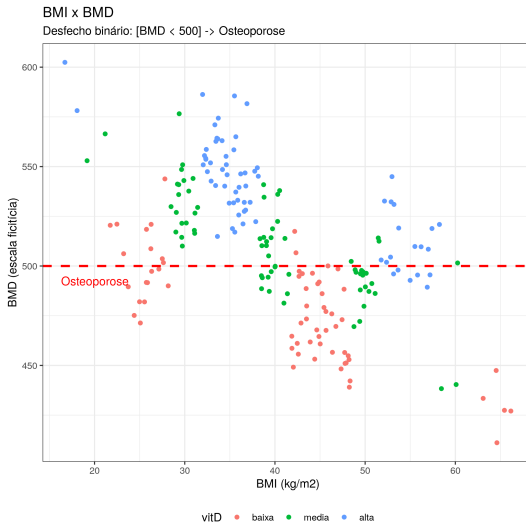
$$\log(\text{OR}) \approx 0.87\dots$$

... portanto...

$$\text{OR} = e^{0.87} \approx 2.4$$

Resultado

- (Idoso) **OR: 2.39, IC: [1.33, 4.27]**



Quais são as variáveis?

- Dependente: Osteoporose (categórica – binária)
- Independente: BMI (contínua)
- Independente: idade (contínua)
- Independente: vitamina D sérica (categórica – 3 níveis)

Esta relação pode ser expressa como

$\text{Osteoporose} \sim \text{BMI} + \text{idade} + \text{vitD}$

Tópicos em
Regressão
Logística

Felipe
Figueiredo

Regressão
Linear
Múltipla

Regressão
Logística

Regressão Logística

Aprofundamento

Versão simplificada (apenas variáveis)

$$\text{Osteoporose} \sim \text{BMI} + \text{idade} + \text{vitD}$$

Modelo completo

$$\text{Osteoporose} = \beta_0 + \beta_1(\text{BMI}) + \beta_2(\text{idade}) + \beta_3(\text{vitD}) + \varepsilon$$

Modelo 5

Deviance Residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|----------|----------|----------|---------|---------|
| -2.61379 | -0.07713 | -0.00244 | 0.08301 | 1.89523 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) | |
|-------------|-----------|------------|---------|----------|-----|
| (Intercept) | -53.07482 | 10.80588 | -4.912 | 9.03e-07 | *** |
| BMI | 0.43097 | 0.08301 | 5.191 | 2.09e-07 | *** |
| idade | 0.67277 | 0.14175 | 4.746 | 2.07e-06 | *** |
| vitDmedia | -6.13676 | 1.28900 | -4.761 | 1.93e-06 | *** |
| vitDelta | -12.59502 | 2.38905 | -5.272 | 1.35e-07 | *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 273.869 on 199 degrees of freedom
Residual deviance: 69.365 on 195 degrees of freedom
AIC: 79.365

Modelo 5 completo

$$\log(\text{Osteoporose}) = -77.43 + 0.46 \times \text{BMI} + 0.83 \times \text{idade} + \beta_3 \times \text{vitD}$$

Modelo 5 completo

$$\log(\text{Osteoporose}) = -77.43 + 0.46 \times \text{BMI} + 0.83 \times \text{idade} + \beta_3 \times \text{vitD}$$

Resultado

- (BMI) **OR: 1.54, IC: [1.31, 1.81]**
- (idade) **OR: 1.96, IC: [1.48, 2.59]**
- (vitD média x baixa) **OR: 0.002161, IC: [0.0001728, 0.0270419]**
- (vitD alta x baixa) **OR: 3.388847e-06, IC: [3.13678e-08, 3.66116e-04]**

Interpretação

Após ajustar pela idade e pelo nível sérico de vitamina D, as participantes tem chance aumentada de desenvolver osteoporose para cada incremento unitário do BMI.

ABSTRACT

Purpose: Osteoporosis affects 4–6 million (13%–18%) postmenopausal white women in the United States. Most studies to date on risk factors for osteoporosis have considered body mass index (BMI) only as a possible confounder. In this study, we assess the direct relationship between BMI and osteoporosis.

Methods: We conducted a cross-sectional study among women aged 50–84 years referred by their physicians for a bone mineral density (BMD) examination at Baystate Medical Center between October 1998 and September 2000. BMI was determined prior to the BMD examination in the clinic. Information on other risk factors was obtained through a mailed questionnaire. Ordinal logistic regression was used to model the association between BMI and osteoporosis, controlling for confounding factors.

Results: BMI was inversely associated with BMD status. After adjustment for age, prior hormone replacement therapy (HRT) use, and other factors, odds ratios (OR) for low, high, and obese compared with moderate BMI women were 1.8 (95% CI 1.2–2.7), 0.46 (95% CI 0.29–0.71), and 0.22 (95% CI 0.14–0.36), respectively, with a significant linear trend ($p < 0.0001$) across BMI categories. Evaluating BMI as a continuous variable, the odds of bone loss decreased 12% for each unit increase in BMI (OR = 0.88, 95% CI 0.85–0.91).

Conclusions: Women with low BMI are at increased risk of osteoporosis. The change in risk associated with a 1 unit change in BMI (~5–8 lb) is of greater magnitude than most other modifiable risk factors. To help reduce the risk of osteoporosis, patients should be advised to maintain a normal weight.

Como tabular os dados necessários para esta análise?

Como tabular os dados necessários para esta análise?

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|-------|--------|--------|-------|-------|-------------|-----------|-----------|
| 1 | BMI | BMD | etnia | idade | vitD | osteo | obeso | idoso |
| 2 | 26,24 | 508,68 | branca | 62 | baixa | Sadio | Nao Obeso | Idoso |
| 3 | 31,10 | 516,43 | parda | 68 | media | Sadio | Obeso | Idoso |
| 4 | 24,99 | 482,01 | branca | 68 | baixa | Osteoporose | Nao Obeso | Idoso |
| 5 | 39,57 | 514,25 | branca | 58 | media | Sadio | Obeso | Nao Idoso |
| 6 | 31,98 | 586,27 | parda | 49 | alta | Sadio | Obeso | Nao Idoso |
| 7 | 25,08 | 471,34 | parda | 72 | baixa | Osteoporose | Nao Obeso | Idoso |
| 8 | 32,92 | 542,71 | branca | 63 | alta | Sadio | Obeso | Idoso |
| 9 | 34,43 | 540,17 | branca | 63 | alta | Sadio | Obeso | Idoso |
| 10 | 33,45 | 562,70 | parda | 60 | alta | Sadio | Obeso | Idoso |
| 11 | 28,17 | 490,01 | branca | 63 | baixa | Osteoporose | Nao Obeso | Idoso |
| 12 | 39,07 | 512,27 | parda | 59 | media | Sadio | Obeso | Nao Idoso |
| 13 | 32,34 | 553,67 | parda | 62 | alta | Sadio | Obeso | Idoso |
| 14 | 26,27 | 520,95 | parda | 58 | baixa | Sadio | Nao Obeso | Nao Idoso |
| 15 | 16,71 | 602,43 | branca | 53 | alta | Sadio | Nao Obeso | Nao Idoso |
| 16 | 36,75 | 528,11 | branca | 65 | alta | Sadio | Obeso | Idoso |
| 17 | 29,73 | 510,03 | parda | 68 | media | Sadio | Nao Obeso | Idoso |

Dados coletados

BMI, BMD, etnia, idade, vitD

Dados calculados

osteo = BMD < 500; obeso = BMI > 30; idoso = idade > 60

Tópicos em
Regressão
Logística

Felipe
Figueiredo

Regressão
Linear
Múltipla

Regressão
Logística

Regressão Logística

Aprofundamento

- 1 Regressão Linear Múltipla
 - Regressão Linear Múltipla
- 2 Regressão Logística
 - Regressão Logística
- 3 Aprofundamento
 - Aprofundamento

Leitura obrigatória

- Capítulo 31
- Capítulo 32

Leitura recomendada

Capítulo 25: seção teste t de uma razão (sobre o uso do logaritmo)