



ANÁLISE DE DADOS DE CONSUMO ALIMENTAR:

AJUSTE POR ENERGIA PELO MÉTODO DE RESÍDUOS

Eduardo de Carli - Pós-doutorando FSP/USP

Leandro Cacao - Doutorando FSP/USP

Mariane Alves - Doutoranda FSP/USP

Coordenadora: Profa. Assoc. Dirce Maria Lobo Marchioni

São Paulo
2019

TÓPICOS A SEREM DISCUTIDOS

- RACIONAL TEÓRICO

Definição de ajuste por energia

- INDICAÇÕES PARA O USO

Quando usar?

- TIPOS DE AJUSTE

Breve definição dos tipos de ajuste de energia, incluindo suas limitações.

- MÉTODO DE AJUSTE PELOS RESÍDUOS

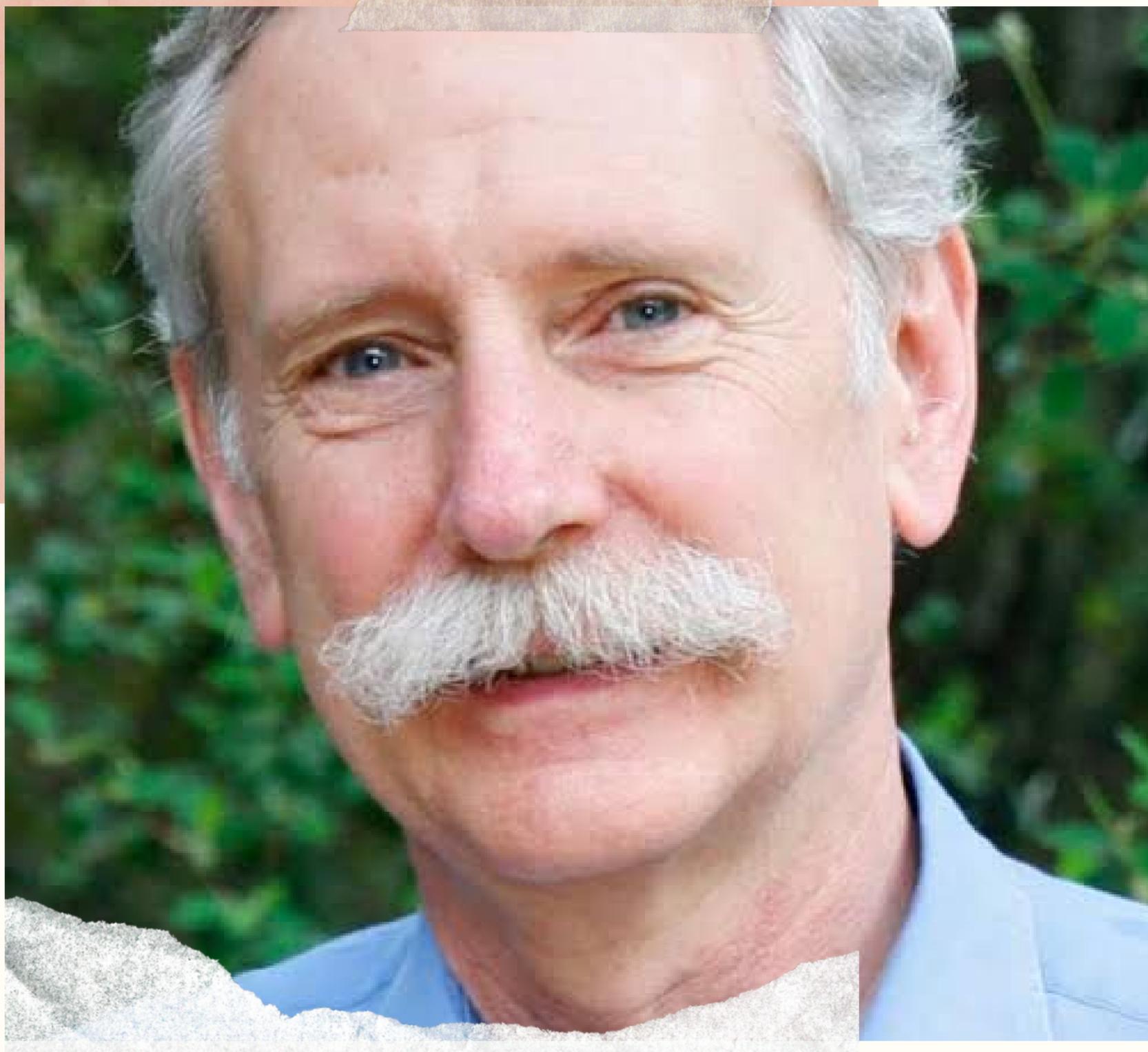
Definição do método, limitações, como calcular e breve explicação sobre regressão linear simples.

- EXERCÍCIOS

Exercícios a mão e no STATA.

Em estudos epidemiológicos bem conduzidos, os dados de consumo alimentar coletados podem produzir conclusões equivocadas caso não sejam analisados e interpretados cuidadosamente.

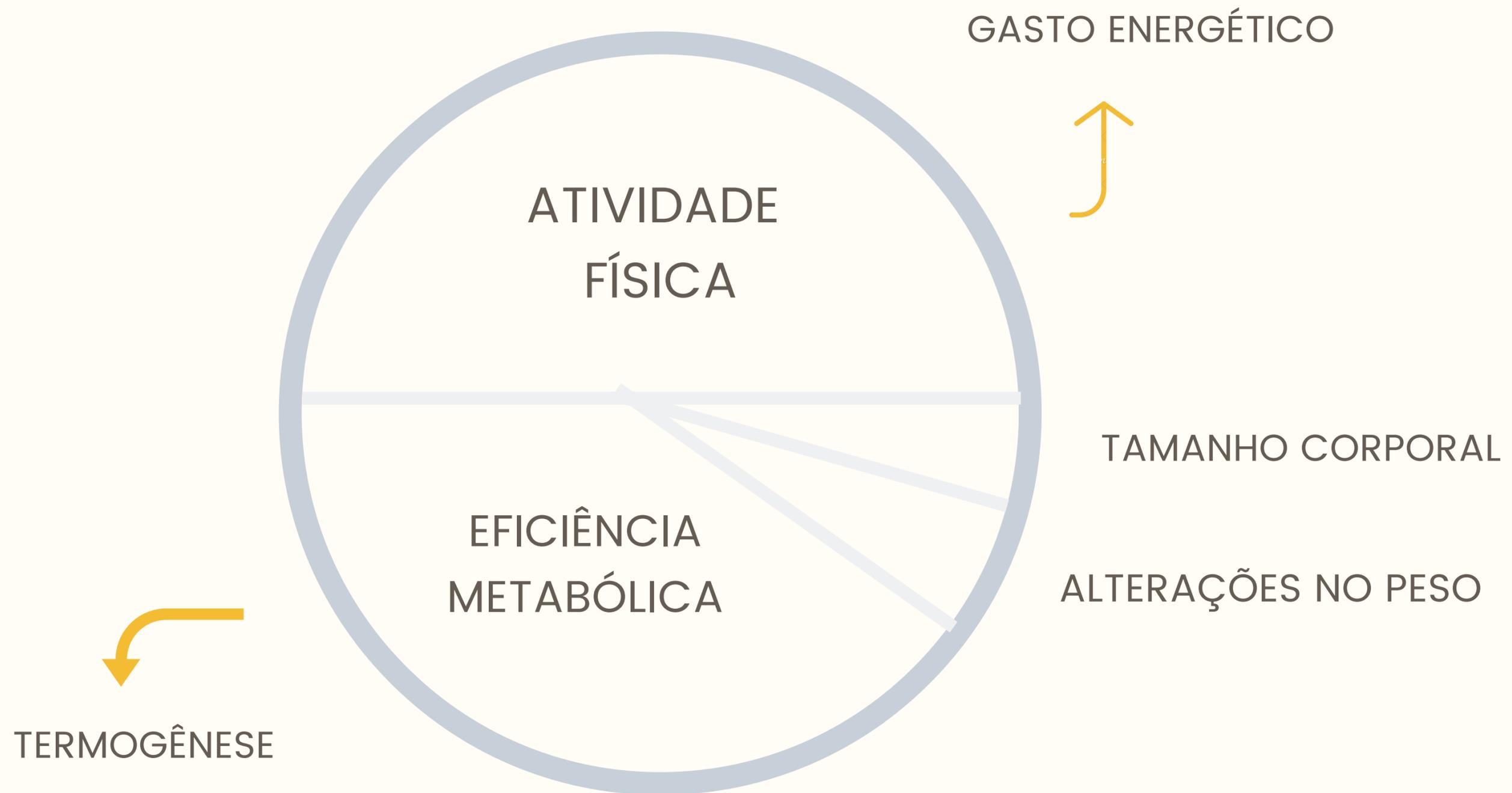


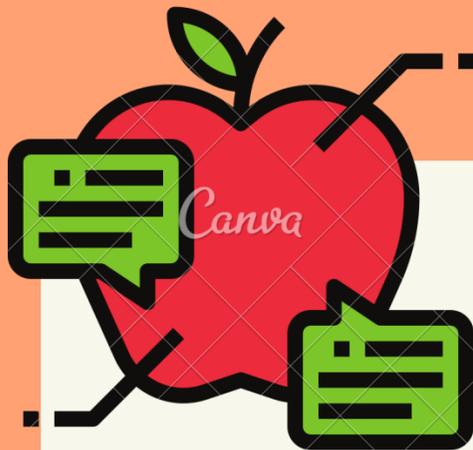


Walter Willett

**“A PRINCIPAL JUSTIFICATIVA
PARA O AJUSTE PELA ENERGIA
CONSISTE NO CONTROLE DO
CONFUNDIMENTO NOS
ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS”.**

Fatores relacionados as variações no consumo energético entre indivíduos

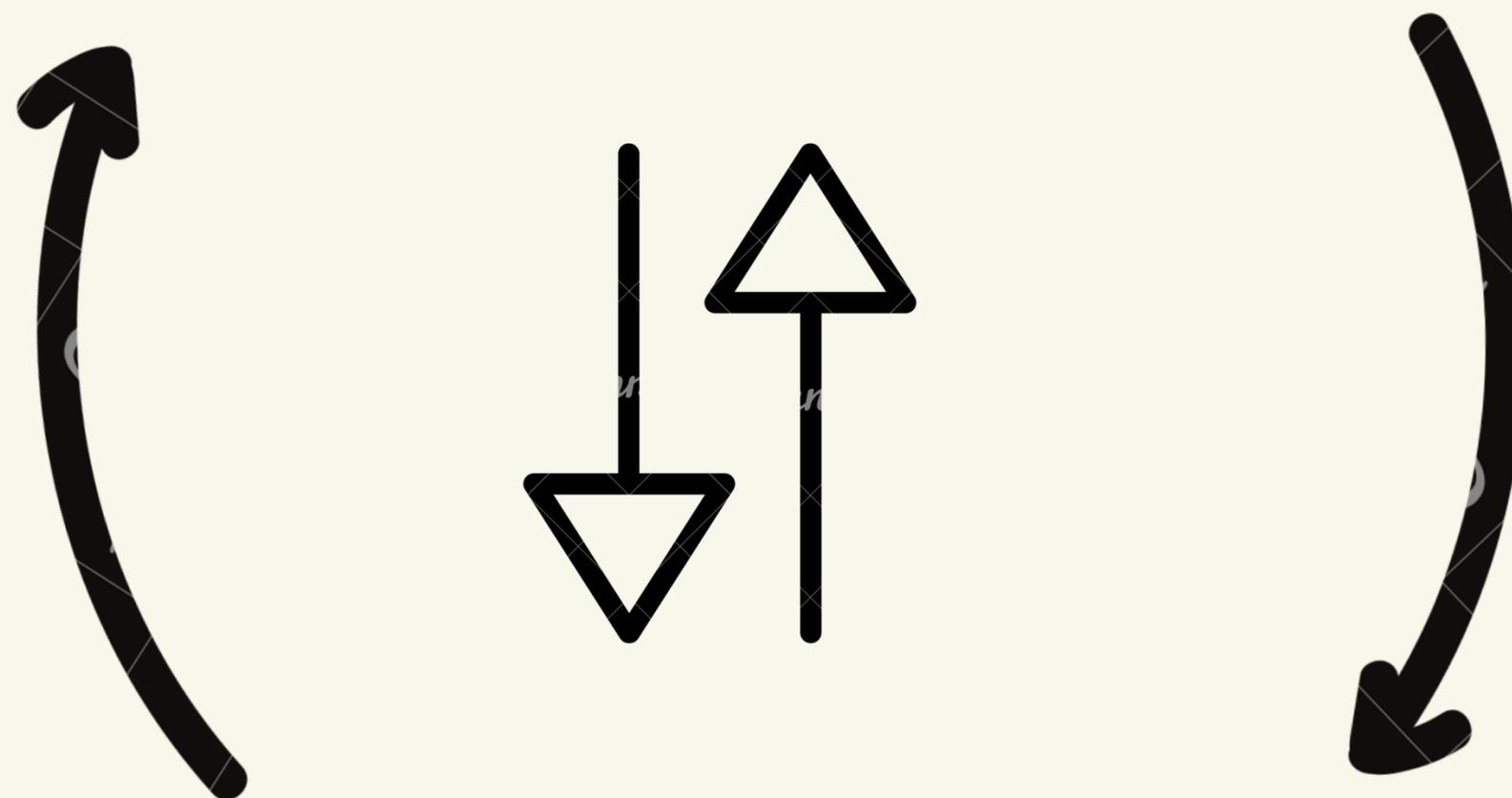




INGESTÃO TOTAL DE ENERGIA

contribuem
diretamente
para a ingestão
de energia

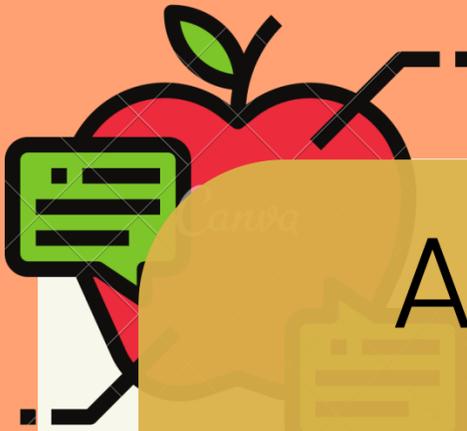
(macro)



mais energia total
=
mais de todos os
nutrientes específicos.

NUTRIENTES





A verdadeira associação entre o nutriente e o desfecho não poderá ser identificada se o efeito da **energia não for removido**.

A associação pode decorrer da energia total ou pode ter sua magnitude alterada por ela.



CONSUMO ENERGÉTICO



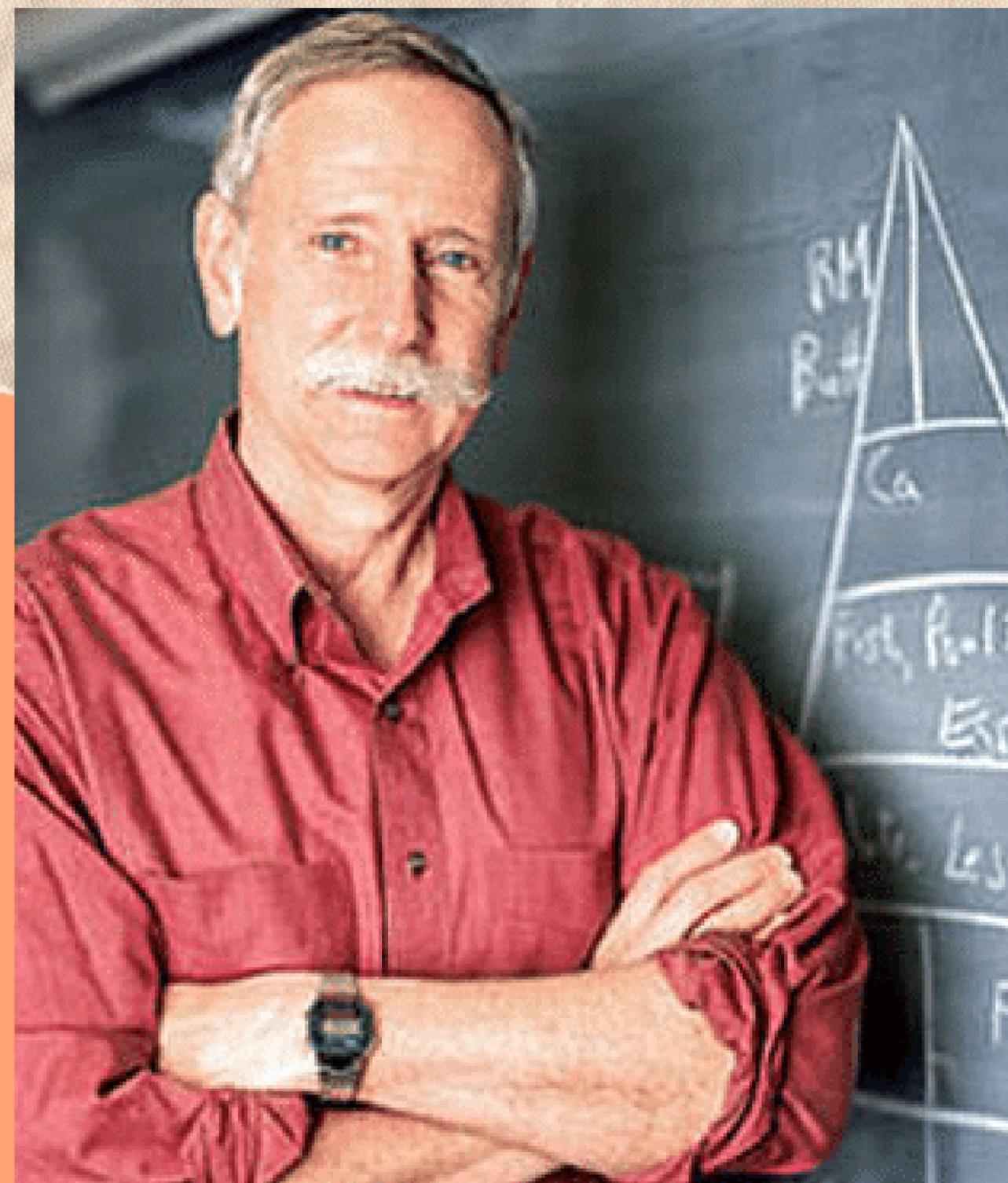
Viés diferencial no relato (sub ou super-relatores);

Introduz extra-variação ao fator dietético de interesse (relação direta);

Determinante primário da doença;

Distorce a associação entre fator dietético e desfecho.

“O ajuste pela energia é indicado quando a energia se associa ao fator dietético de interesse, ao desfecho analisado ou a ambos”.



ASSOCIAÇÃO COM O FATOR DIETÉTICO

ENERGIA



CÁLCIO



DMO

*O efeito do nutriente pode ser atenuado pela energia (extra-
variação)*

ASSOCIAÇÃO COM O DESFECHO

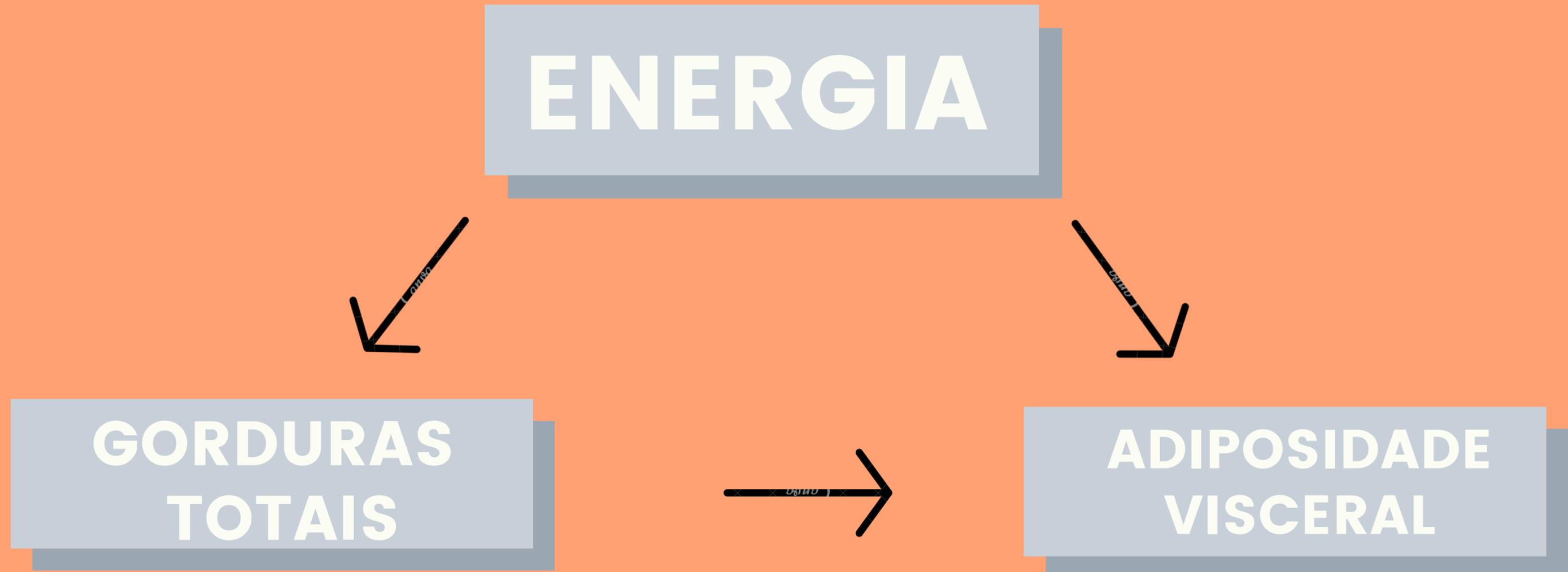
ENERGIA

**ÍNDICE
GLICÊMICO**

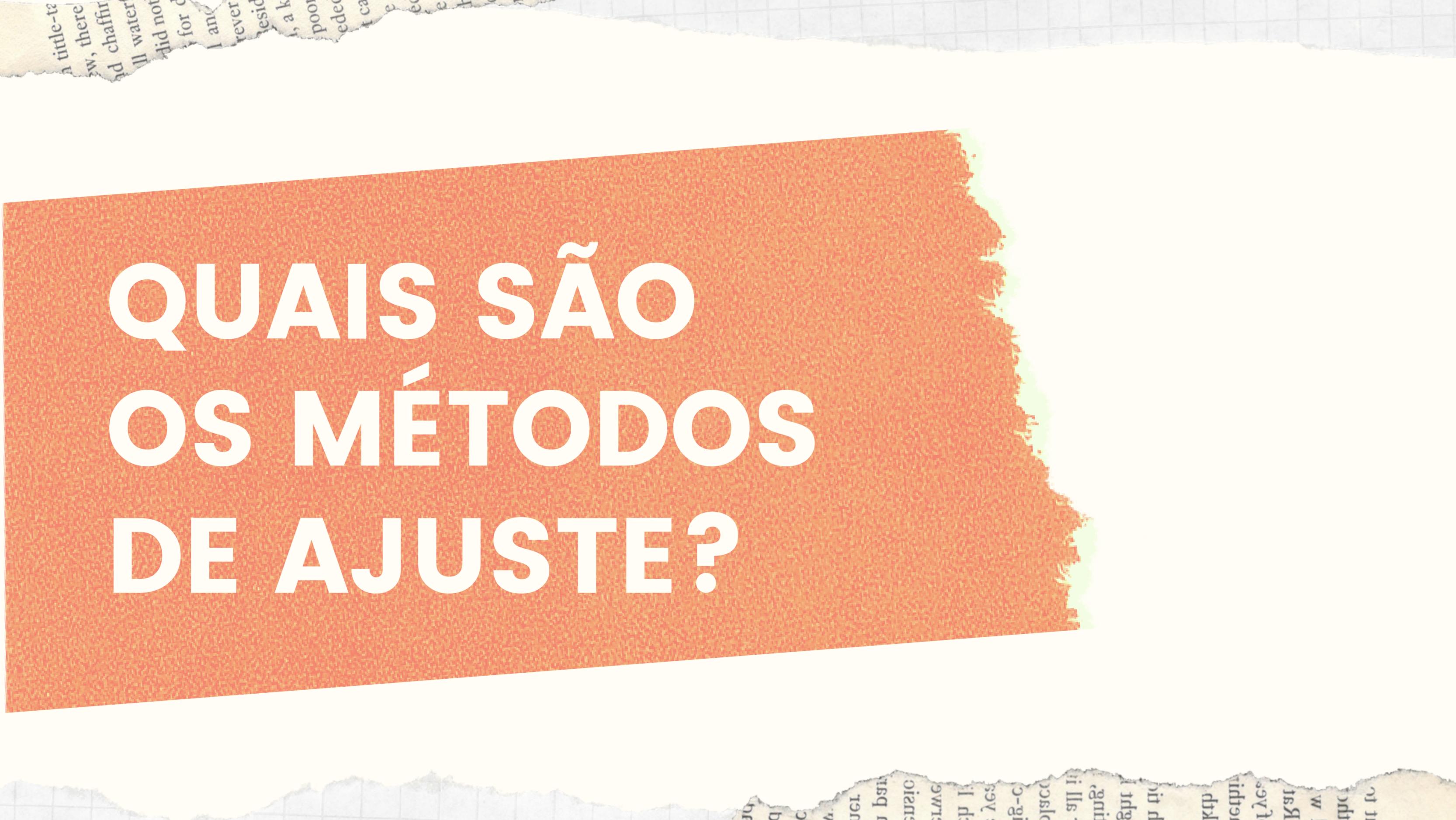
DIABETES

A energia deve ser incluída como uma variável independente no modelo.

ASSOCIAÇÃO COM O FATOR DIETÉTICO E COM O DESFECHO



O efeito do nutriente pode ser distorcido pela energia.



QUAIS SÃO OS MÉTODOS DE AJUSTE?

Standard Multivariate Model

USA-SE QUANDO A ENERGIA SE ASSOCIA COM O DESFECHO.

O NUTRIENTE DE INTERESSE E A ENERGIA SÃO ADICIONADOS AO MODELO DE REGRESSÃO.

$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{nutriente} + \beta_2 \times \text{energia total}$$



$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{gord. totais (g)} + \beta_2 \times \text{energia total (kcal)}$$

β_1 : efeito do aumento em 1g no consumo de gord. mantido o VET constante

Standard Multivariate Model

- Limitações

Produz estimativas com amplos IC95%, especialmente quando o nutriente é categorizado (aumenta a colinearidade);

O modelo fornece uma indicação da variação da composição da dieta e não somente do nutriente isolado (1g de gordura = 9kcal vs. kcal não gord.).

Partition Method

A ENERGIA PROVENIENTE DO MACRONUTRIENTE DE INTERESSE É ADICIONADO NO MODELO ASSIM COMO A ENERGIA PROVENIENTE DOS DEMAIS MACRONUTRIENTES DA DIETA

$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{kcal macronutriente} + \beta_2 \times \text{kcal dos demais nutrientes}$$



$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{kcal gord. totais} + \beta_2 \times \text{kcal dos demais macronutrientes}$$

β_1 : efeito do aumento em 1kcal proveniente de gord. mantido o VE dos demais macronutrientes constante

Partition Method

- Limitações

APLICÁVEL SOMENTE PARA MACRONUTRIENTES.

REQUER UM CÁLCULO ADICIONAL PARA INVESTIGAR O EFEITO LÍQUIDO DO NUTRIENTE MANTENDO-SE A ENERGIA TOTAL (VET) CONSTANTE.

Multivariate Nutrient Density Model

O PERCENTUAL DE ENERGIA PROVENIENTE DO MACRONUTRIENTE DE INTERESSE É ADICIONADO NO MODELO ASSIM COMO A ENERGIA TOTAL.

$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \%kcal \text{ macronutriente} + \beta_2 \times kcal \text{ energia total}$$



$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \%kcal \text{ gord. totais} + \beta_2 \times kcal \text{ energia total}$$

β_1 : efeito do aumento em 1 pontos percentuais no valor proveniente de gord. mantido o VET constante

Multivariate nutrient density model - Limitações

O COEFICIENTE DE REGRESSÃO DO NUTRIENTE NÃO REPRESENTA O EFEITO DA MUDANÇA ISOLADA DO NUTRIENTE DE INTERESSE SOBRE O DESFECHO;

REPRESENTA, DO PONTO DE VISTA ESTATÍSTICO, UMA INTERAÇÃO ENTRE O NUTRIENTE E A ENERGIA.

RESIDUAL METHOD

Residual Method

O NUTRIENTE DE INTERESSE É AJUSTADO PELA ENERGIA (NUTRIENTE RESIDUAL OU AJUSTADO) ANTES DE SER ADICIONADO AO MODELO DE REGRESSÃO.

Risco de Doença = $\beta_0 + \beta_1 \times$ *nutriente residual ou ajustado*



Risco de Doença = $\beta_0 + \beta_1 \times$ *gord. totais residual ou ajustado*

Residual Method

QUANDO ALÉM DO NUTRIENTE A ENERGIA SE ASSOCIAR COM O DESFECHO, ELA DEVE SER INCLUÍDA COMO UMA VARIÁVEL INDEPENDENTE NO MODELO.

$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{nutriente residual ou ajustado} + \beta_2 \times \text{energia}$$

β_1 : efeito do aumento em 1g no consumo de gorduras independente do VET.

Residual Method

$$\text{Risco de Doença} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{nutriente residual ou ajustado} + \beta_2 \times \text{energia}$$

NESSE CASO, O COEFICIENTE PARA O NUTRIENTE RESIDUAL REPRESENTA O EFEITO LÍQUIDO DO NUTRIENTE SOBRE O DESFECHO E O COEFICIENTE PARA A ENERGIA REPRESENTA O EFEITO DO VALOR ENERGÉTICO TOTAL DA DIETA SOBRE O DESFECHO.

Residual Method

- Limitações

DEPENDE DA NORMALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO DO FATOR DIETÉTICO DE INTERESSE.

ASSUME QUE A RELAÇÃO ENTRE O NUTRIENTE E A ENERGIA É LINEAR.



E COMO AJUSTAMOS PELO MÉTODO RESIDUAL?

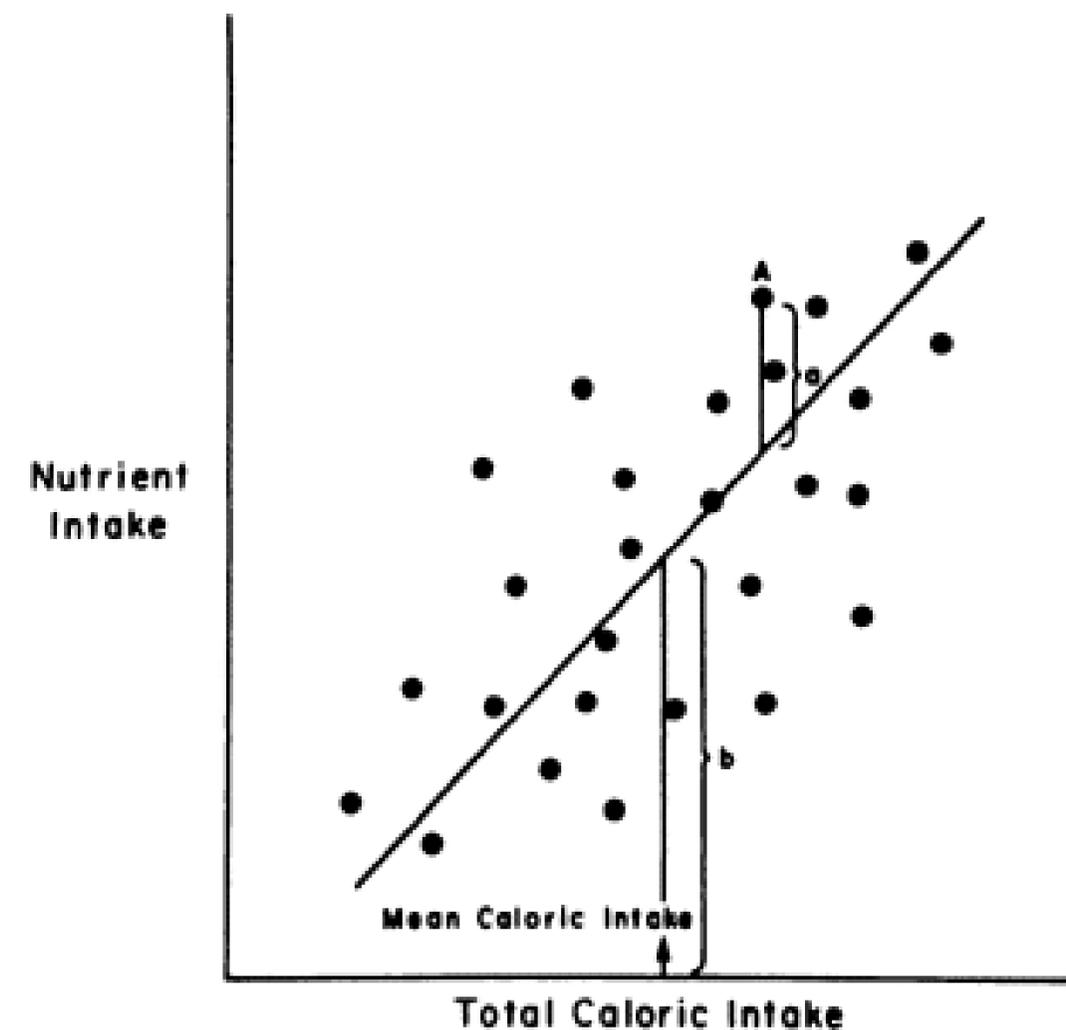


Canva

“

Utiliza um modelo de **regressão linear simples** no qual o nutriente de interesse é a variável dependente (Y) e a energia é a variável independente (X).

PRESSUPOSTO: DISTRIBUIÇÃO NORMAL DA VARIÁVEL DEPENDENTE.



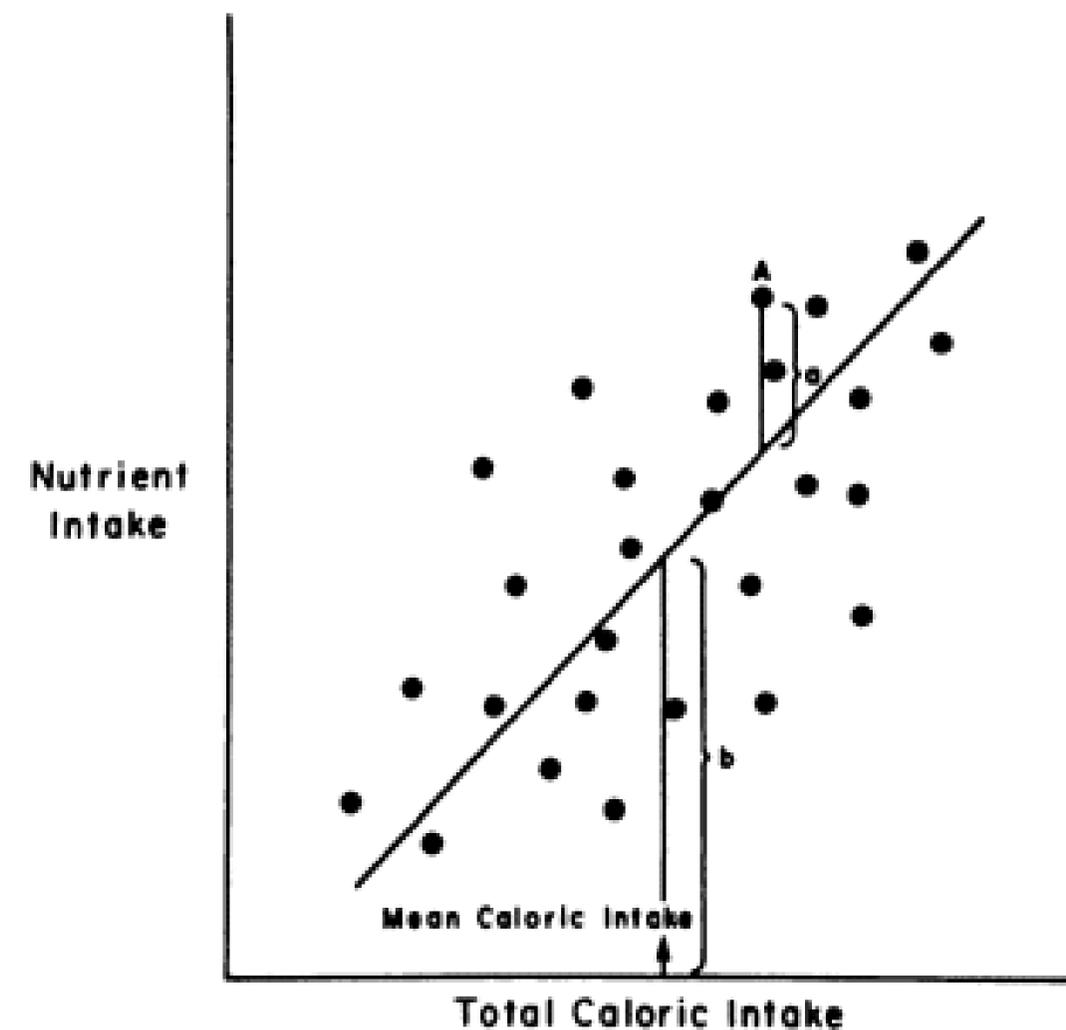
“ Regressão Linear Simples

$Y = f(X) \rightarrow$ função de 1º grau



$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$$

- Y = nutriente a ser ajustado
- β_0 = coeficiente angular da reta
- β_1 = coeficiente da regressão
- X = energia
- e = resíduo



RESIDUAL METHOD – PASSO A PASSO

1º PASSO – OBTER A EQUAÇÃO DA RETA

$$Y_e = \beta_0 + \beta_1 \times \text{consumo energético individual}$$

Y_e : consumo estimado do nutriente.

Para cada valor de energia, obtêm-se um valor de consumo do nutriente de interesse.

RESIDUAL METHOD

– PASSO A PASSO

2º PASSO – CALCULAR O RESÍDUO DO NUTRIENTE

Resíduo do nutriente = valor observado do nutriente - valor estimado pela reta

$$Y_r = Y_o - Y_e$$

Y_e : consumo estimado do nutriente

Y_o : consumo observado do nutriente

Y_r : resíduo do nutriente.

RESIDUAL METHOD – PASSO A PASSO

3º PASSO – CALCULAR O VALOR CONSTANTE DO NUTRIENTE

$$Y_c = \beta_0 + \beta_1 \times (\text{média do consumo energético da população})$$

Y_c : valor constante do nutriente estimado.

Estimativa da quantidade de nutriente que o indivíduo deveria consumir se consumisse a média de energia do grupo.

RESIDUAL METHOD

– PASSO A PASSO

4º PASSO – CALCULAR O VALOR DO NUTRIENTE AJUSTADO

Nutriente ajustado = constante do nutriente estimado - resíduo do nutriente estimado

Assim, o valor obtido após o ajuste será utilizado para testar as hipóteses do estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ajuste pela energia:
procedimento necessário nos
estudos sobre dieta e desfecho.

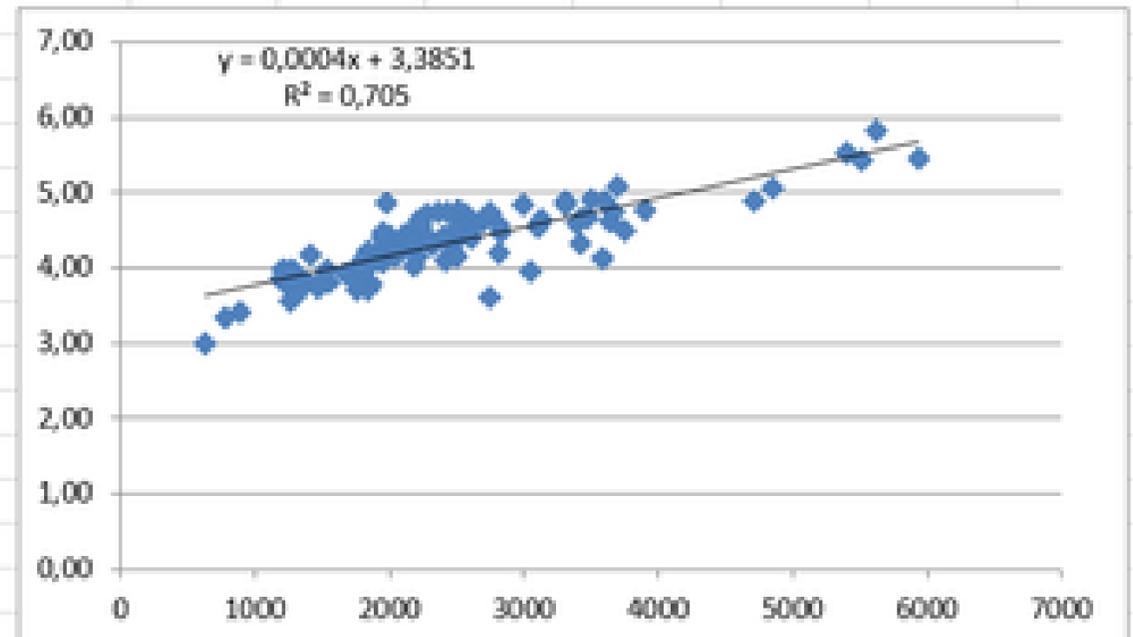
Importante: definir a hipótese
sob investigação para melhor
selecionar o método.

Residual Method: efeito líquido
do nutriente sobre o desfecho.

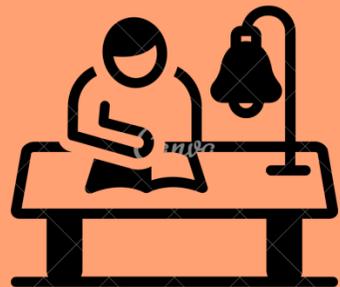
PRATICANDO NO EXCEL

Correção por Energia										
LOG				$y = \beta_0 + \beta_1 X$					gordura ajustada (gr)	gordura ajustada (gr)
N	Kcal	gordura(gr)	fibras	a	b	Eq. reta	Cal.resíduo	C arbitrário	Y ajustado	conversão
1	2752,41	37,12283	3,61	0,0004	1,7185	2,8194624	0,79	2,69	1,90	6,67
2	2223,92	102,6287	4,63	0,0004	1,7185	2,6080664	2,02	2,69	4,72	111,72
3	2466,9	68,89975	4,23	0,0004	1,7185	2,7052616	1,53	2,69	4,22	68,05
4	2696,3	101,201	4,62	0,0004	1,7185	2,7970188	1,82	2,69	4,51	91,20
5	3129,21	103,3306	4,64	0,0004	1,7185	2,9701828	1,67	2,69	4,36	78,31
6	2422,55	60,24786	4,10	0,0004	1,7185	2,6875188	1,41	2,69	4,10	60,57
7	2988,56	125,4051	4,83	0,0004	1,7185	2,9139244	1,92	2,69	4,61	100,54
8	3641,93	101,3029	4,62	0,0004	1,7185	3,1752728	1,44	2,69	4,14	62,54
9	2121,45	74,70415	4,31	0,0004	1,7185	2,5670804	1,75	2,69	4,44	84,72
10	5397,65	250,8342	5,52	0,0004	1,7185	3,8775588	1,65	2,69	4,34	76,72
11	3395,81	98,37147	4,59	0,0004	1,7185	3,0768256	1,51	2,69	4,20	67,01
12	2259,09	84,83409	4,44	0,0004	1,7185	2,6221348	1,82	2,69	4,51	91,06
13	2590,8	103,1859	4,64	0,0004	1,7185	2,7548184	1,88	2,69	4,57	96,99
14	5934,53	234,8678	5,46	0,0004	1,7185	4,8923132	1,37	2,69	4,06	57,95
15	3670,79	113,2944	4,73	0,0004	1,7185	3,1868172	1,54	2,69	4,24	69,14
16	1839,72	67,88371	4,22	0,0004	1,7185	2,4543898	1,76	2,69	4,46	86,17
17	2117,67	84,21037	4,43	0,0004	1,7185	2,5655696	1,87	2,69	4,56	95,65
18	1284,96	51,98148	3,95	0,0004	1,7185	2,232484	1,72	2,69	4,41	82,38
19	628,02	19,92654	2,99	0,0004	1,7185	1,96970816	1,02	2,69	3,72	41,07
20	2637,63	97,0406	4,58	0,0004	1,7185	2,7735524	1,80	2,69	4,49	89,52
21	2204,75	63,18419	4,15	0,0004	1,7185	2,6004008	1,55	2,69	4,24	69,31
22	1384,51	44,90979	3,80	0,0004	1,7185	2,272302	1,53	2,69	4,23	68,39
23	2564,06	110,3205	4,70	0,0004	1,7185	2,7441244	1,96	2,69	4,65	104,81
24	888,28	30,1146	3,41	0,0004	1,7185	2,0738118	1,33	2,69	4,02	55,93
25	3590,8	61,54936	4,12	0,0004	1,7185	3,1548216	0,97	2,69	3,66	38,78

$\beta_1 = 0,0004$
 $\beta_0 = 1,7185$



Exercício 1



Simulação com dados obtidos por meio de 3 medidas de registros alimentares não consecutivos.

Médias de ingestão ajustadas pela variabilidade intrapessoal utilizando o Multiple Source Method (MSM).

Distribuição normal para ambas as variáveis: cálcio (dependente) e energia (independente).

Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)
1557.9	548.6
1974.3	819.3
1544.7	710.2
1770.5	394.4
2049.5	874.2
1746.3	569.8
1357.6	231.4
1419.3	577.4
1809.4	544.2
1482.3	399.9
1762.1	628.1
1614.1	634.9

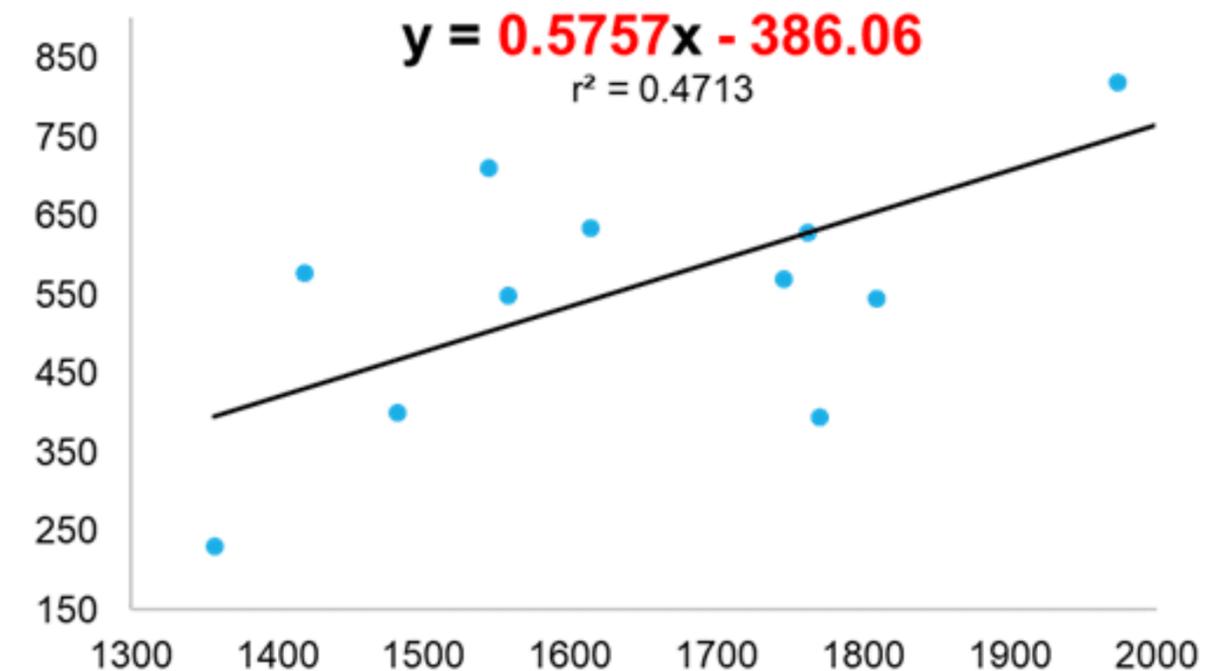
Exercício 1



Média de ingestão energética:
1.674,0 kcal/dia

Média de cálcio bruto:
557.7 kcal/dia

$$y = 0.5757x - 386.06$$
$$r^2 = 0.4713$$



Ypredito

Energia(kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	1ª Equação
1557.9	548.6	$0.5757 \cdot 1557.9 - 386.06$
1974.3	819.3	
1544.7	710.2	
1770.5	394.4	
2049.5	874.2	
1746.3	569.8	
1357.6	231.4	
1419.3	577.4	
1809.4	544.2	
1482.3	399.9	
1762.1	628.1	
1614.1	634.9	

Ypredito

Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	1ª Equação
1557.9	548.6	510.8
1974.3	819.3	750.5
1544.7	710.2	503.2
1770.5	394.4	633.2
2049.5	874.2	793.8
1746.3	569.8	619.3
1357.6	231.4	395.5
1419.3	577.4	431.0
1809.4	544.2	655.6
1482.3	399.9	467.3
1762.1	628.1	628.4
1614.1	634.9	543.2

Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	Ypredito	
		1ª Equação	2ª Equação
1557.9	548.6	510.8	548.6 – 510.8
1974.3	819.3	750.5	
1544.7	710.2	503.2	
1770.5	394.4	633.2	
2049.5	874.2	793.8	
1746.3	569.8	619.3	
1357.6	231.4	395.5	
1419.3	577.4	431.0	
1809.4	544.2	655.6	
1482.3	399.9	467.3	
1762.1	628.1	628.4	
1614.1	634.9	543.2	

Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	Ypredito	Yresíduo
		1ª Equação	2ª Equação
1557.9	548.6	510.8	37.8
1974.3	819.3	750.5	68.8
1544.7	710.2	503.2	207.0
1770.5	394.4	633.2	-238.8
2049.5	874.2	793.8	80.4
1746.3	569.8	619.3	-49.5
1357.6	231.4	395.5	-164.1
1419.3	577.4	431.0	146.4
1809.4	544.2	655.6	-111.4
1482.3	399.9	467.3	-67.4
1762.1	628.1	628.4	-0.3
1614.1	634.9	543.2	91.7

		Ypredito	Yresíduo	Yconstante
Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	1ª Equação	2ª Equação	3ª Equação
1557.9	548.6	510.8	37.8	0.5757*1674-386.06
1974.3	819.3	750.5	68.8	0.5757*1674-386.06
1544.7	710.2	503.2	207.0	0.5757*1674-386.06
1770.5	394.4	633.2	-238.8	0.5757*1674-386.06
2049.5	874.2	793.8	80.4	0.5757*1674-386.06
1746.3	569.8	619.3	-49.5	0.5757*1674-386.06
1357.6	231.4	395.5	-164.1	0.5757*1674-386.06
1419.3	577.4	431.0	146.4	0.5757*1674-386.06
1809.4	544.2	655.6	-111.4	0.5757*1674-386.06
1482.3	399.9	467.3	-67.4	0.5757*1674-386.06
1762.1	628.1	628.4	-0.3	0.5757*1674-386.06
1614.1	634.9	543.2	91.7	0.5757*1674-386.06

Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	Ypredito	Yresíduo	Yconstante
		1ª Equação	2ª Equação	3ª Equação
1557.9	548.6	510.8	37.8	577.7
1974.3	819.3	750.5	68.8	577.7
1544.7	710.2	503.2	207.0	577.7
1770.5	394.4	633.2	-238.8	577.7
2049.5	874.2	793.8	80.4	577.7
1746.3	569.8	619.3	-49.5	577.7
1357.6	231.4	395.5	-164.1	577.7
1419.3	577.4	431.0	146.4	577.7
1809.4	544.2	655.6	-111.4	577.7
1482.3	399.9	467.3	-67.4	577.7
1762.1	628.1	628.4	-0.3	577.7
1614.1	634.9	543.2	91.7	577.7

Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	Ypredito	Yresíduo	Yconstante	Yajustado
		1ª Equação	2ª Equação	3ª Equação	4ª Equação
1557.9	548.6	510.8	37.8	577.7	577.7 + 37.8
1974.3	819.3	750.5	68.8	577.7	
1544.7	710.2	503.2	207.0	577.7	
1770.5	394.4	633.2	-238.8	577.7	
2049.5	874.2	793.8	80.4	577.7	
1746.3	569.8	619.3	-49.5	577.7	
1357.6	231.4	395.5	-164.1	577.7	
1419.3	577.4	431.0	146.4	577.7	
1809.4	544.2	655.6	-111.4	577.7	
1482.3	399.9	467.3	-67.4	577.7	
1762.1	628.1	628.4	-0.3	577.7	
1614.1	634.9	543.2	91.7	577.7	

Energia (kcal/dia)	Calcio (mg/dia)	Ypredito	Yresíduo	Yconstante	Yajustado
		1ª Equação	2ª Equação	3ª Equação	4ª Equação
1557.9	548.6	510.8	37.8	577.7	615.4
1974.3	819.3	750.5	68.8	577.7	646.4
1544.7	710.2	503.2	207.0	577.7	784.6
1770.5	394.4	633.2	-238.8	577.7	338.8
2049.5	874.2	793.8	80.4	577.7	658.0
1746.3	569.8	619.3	-49.5	577.7	528.2
1357.6	231.4	395.5	-164.1	577.7	413.6
1419.3	577.4	431.0	146.4	577.7	724.0
1809.4	544.2	655.6	-111.4	577.7	466.3
1482.3	399.9	467.3	-67.4	577.7	510.3
1762.1	628.1	628.4	-0.3	577.7	577.4
1614.1	634.9	543.2	91.7	577.7	669.4

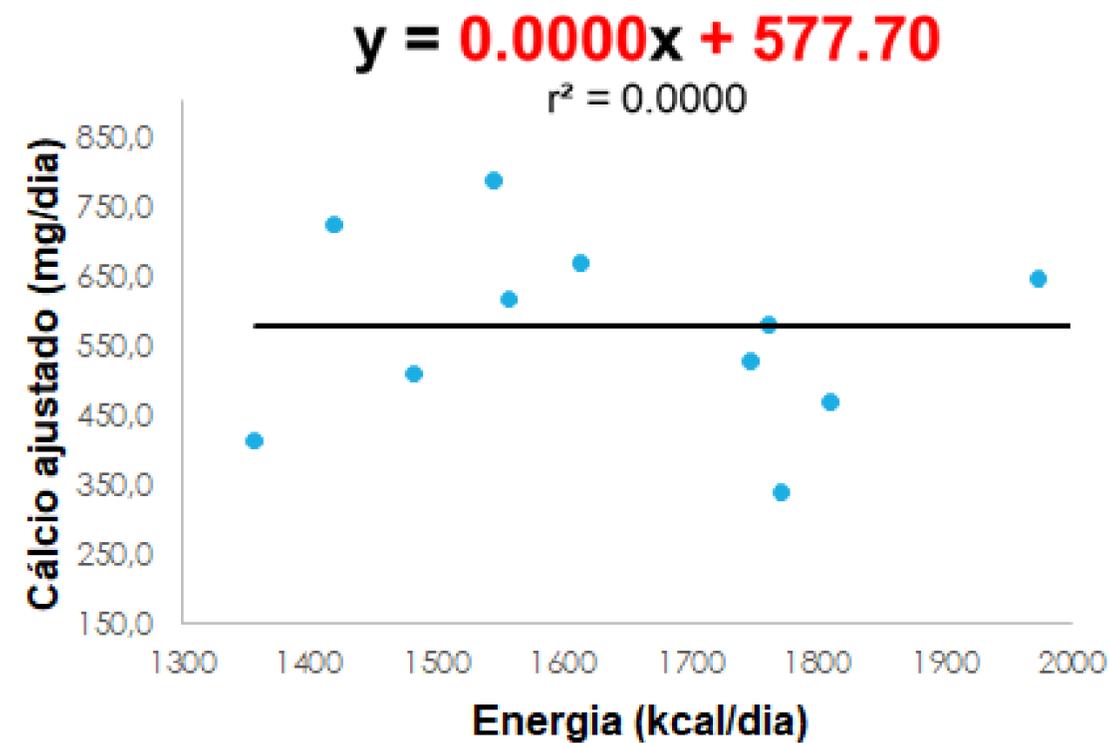
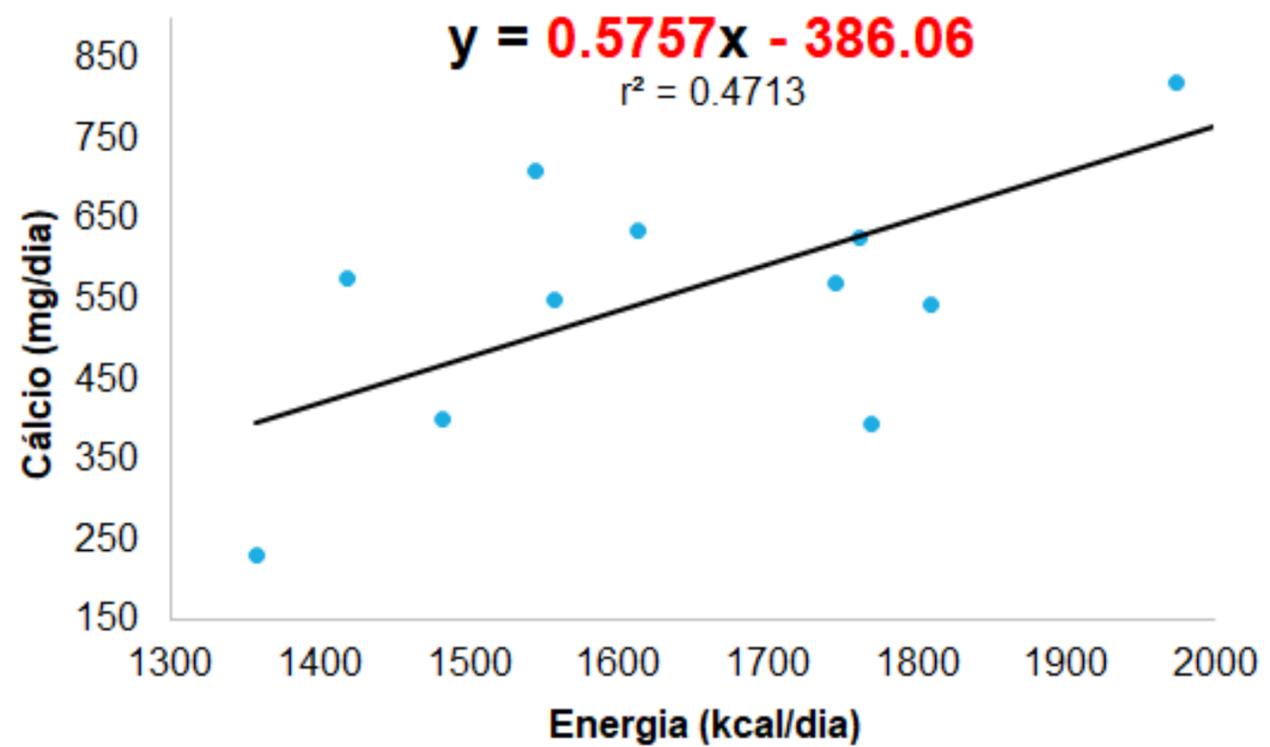
Energia (kcal/dia)	Cálcio (mg/dia)	4ª Equação
1557.9	548.6	615.4
1974.3	819.3	646.4
1544.7	710.2	784.6
1770.5	394.4	338.8
2049.5	874.2	658.0
1746.3	569.8	528.2
1357.6	231.4	413.6
1419.3	577.4	724.0
1809.4	544.2	466.3
1482.3	399.9	510.3
1762.1	628.1	577.4
1614.1	634.9	669.4

Média de cálcio bruto:
557.7 (DP = 180.1) kcal/dia

Média de cálcio ajustado pela energia:
557.7 (DP = 130.9) kcal/dia

$$y = 0.0000x + 557.7$$

$$r^2 = 0.0000$$



Exercício 2

Simulação com dados obtidos por meio de um Questionário de Frequência Alimentar (QFA).



BANCO DE
DADOS:

Banco_Final_alimen
tos_e_nutrientes.dta



ROTINA

DO_AJUSTE_ENERGIA

NUTRITIONAL EPIDEMIOLOGY



WALTER WILLETT

THIRD EDITION

OXFORD

Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies¹⁻³

Walter C Willett, Geoffrey R Howe, and Lawrence H Kushi

J Clin Epidemiol Vol. 49, No. 9, pp. 957-962, 1996
Copyright © 1996 Elsevier Science Inc.



0895-4356/96/\$15.00
PII S0895-4356(96)00142-4

Energy Adjustment: The Concepts Underlying the Debate

*Dorothy Mackerras**

NUTRITION PROGRAM, UNIVERSITY OF QUEENSLAND, ROYAL BRISBANE HOSPITAL,
HERSTON, QUEENSLAND, AUSTRALIA

ABSTRACT. The similarities and differences in four methods for adjusting nutrient intake for energy intake are discussed. The situation for macronutrients, as exemplified by fat intake, is compared to the situation for micronutrients such as vitamin C, with the conclusion that different methods are appropriate for the two situations. The categorization of data in analyses is identified as a source of potential misinterpretation of study results. J CLIN EPIDEMIOL 49:9:957-962, 1996.

KEY WORDS. Dietary surveys, epidemiologic methods, models, calories, dietary fat, multicollinearity

OBRIGADO!



GEIAS



<https://www.fsp.usp.br/geias/>

<https://www.fsp.usp.br/laca/>



laca@fsp.usp.br