

+

Otimização de Plano Alimentar

ENG1467 – Otimização – Trabalho Final



João Pedro Martinez e Matheus Nogueira

+



Table of contents

Introdução

01

Objetivo

02

Dados

03

04

Modelagem do
Problema

05

Resultados
Obtidos

06

Referências



01

Introdução

Introdução



O problema

Qual é a melhor maneira de organizar um plano alimentar semanal e diário?



Motivação

Uma dieta bem regulada e diversa é essencial não somente para alcançar objetivos específicos como para garantir saúde e bem estar.



Desafios

Como garantir que a dieta cumpre todas as restrições calóricas e de macronutrientes enquanto também garante diversidade ao longo da semana?



A importância de uma dieta diversificada

An official website of the United States government [here's how you know](#)

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

Log in

PubMed®

Advanced Search User Guide

Save Email Send to Display options

Int J Epidemiol. 2002 Aug;31(4):847-54. doi: 10.1093/ije/31.4.847.

A prospective study of variety of healthy foods and mortality in women

Karin B Michels¹, Alicja Wolk

Affiliations + expand

PMID: 12177033 DOI: 10.1093/ije/31.4.847

Abstract

Background: To assess the overall influence of diet on health an the habitual diet of the study participants has to be captured as or nutrients. The simplest way to describe dietary preferences is beneficial to health from foods considered to promote disease, i of their regular consumption of these foods.

Methods: We used data from 59 038 women participating in the Screening Cohort in Sweden to investigate the influence of varie on all-cause and cause-specific mortality.

Results: Women who followed a healthy diet defined as consum vegetables, whole grain breads, cereals, fish, and low fat dairy pr mortality than women who consumed few of these foods (3710 r regularly consuming 16-17 healthy foods had a 43% lower all-cause mortality).

FULL TEXT LINKS

OXFORD ACADEMIC

frontiers

About us All journals All articles Submit your research

Frontiers in Nutrition Sections Articles Research Topics Editorial Board About journal

ORIGINAL RESEARCH article

Front. Nutr., 01 April 2022
Sec. Nutritional Epidemiology
Volume 9 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.787425>

The Association Between Dietary Diversity Score and Odds of Diabetic Nephropathy: A Case-Control Study

Mahsa Rezaeizadeh¹, Fatemeh Mirjalili², Yahya Jalilpiran^{1,3}, Monireh Azzi⁴, Ahmad Javedi⁵, Leila Setayesh⁶, Mir Saad Yekaninejad⁷, Krista Casazza⁸ and Khadijeh Mirzaei^{9*}

An official website of the United States government [here's how you know](#)

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

PMC PubMed Central®

Search PMC Full-Text Archive

Search in PubMed

Journal List > Mol Metab > v.5(5): 2016 May > PMC4837298

As a library, NLM provides access to scientific literature. Inclusion in an NLM database does not imply endorsement of, or agreement with, the contents by NLM or the National Institutes of Health. [Learn more about our disclaimer.](#)

ELSEVIER

Guide for Authors | About | Explore this Journal

molecular metabolism

Mol Metab. 2016 May; 5(5): 317-320.
Published online 2016 Mar 5. doi: [10.1016/j.molmet.2016.02.005](https://doi.org/10.1016/j.molmet.2016.02.005)
PMCID: PMC4837298
PMID: 27110483

A healthy gastrointestinal microbiome is dependent on dietary diversity

Mark L. Heiman^{1,*} and Frank L. Greenway²

• Author information • Article notes • Copyright and License information • [Disclaimer](#)

Abstract

Background

Like all healthy ecosystems, richness of microbiota species characterizes the GI microbiome in healthy individuals. Conversely, a loss in species diversity is a common finding in several disease

Go to:

PLOS MEDICINE

RESEARCH ARTICLE

Dietary Diversity, Diet Cost, and Incidence of Type 2 Diabetes in the United Kingdom: A Prospective Cohort Study

Annalijn I. Conklin^{1,2}, Pablo Monsivais¹, Kay-Tee Khaw³, Nicholas J. Wareham¹, Nita G. Forouhi^{1,*}

1 Medical Research Council Epidemiology Unit, University of Cambridge School of Clinical Medicine, Institute of Metabolic Science, Cambridge Biomedical Campus, Cambridge, United Kingdom, **2** WORLD Policy Analysis Center, UCLA Fielding School of Public Health, Los Angeles, California, United States of America, **3** Department of Public Health and Primary Care, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom

* nita.forouhi@mrc-epid.cam.ac.uk

Abstract

Background

Diet is a key modifiable risk factor for multiple chronic conditions, including type 2 diabetes (T2D). Consuming a range of foods from the five major food groups is advocated as critical to healthy eating, but the association of diversity across major food groups with T2D is not clear and the relationship of within-food-group diversity is unknown. In addition, there is a growing price gap between more and less healthy foods, which may limit the uptake of varied diets. The current study had two aims: first, to examine the association of reported diversity of intake of food groups as well as their subtypes with risk of developing T2D, and second, to estimate the monetary cost associated with dietary diversity.

OPEN ACCESS

Citation: Conklin AI, Monsivais P, Khaw K-T, Wareham NJ, Forouhi NG (2016) Dietary Diversity, Diet Cost, and Incidence of Type 2 Diabetes in the United Kingdom: A Prospective Cohort Study. *PLoS Med* 13(7): e1002085. doi:10.1371/journal.pmed.1002085

Academic Editor: Sanjay Basu, Stanford University, UNITED STATES

Received: March 17, 2016

Accepted: June 10, 2016

Published: July 19, 2016



02

Objetivo

Objetivo



Minimização de custos

Dado um conjunto de alimentos disponíveis e um conjunto de restrições relacionadas às quantidades de referência de macronutrientes e calorias, qual é a organização do plano alimentar semanal e diário que minimiza o preço da compra semanal, garantindo diversidade de alimentos?



03

Dados

Informações necessárias para modelar o problema

Produtos

Uma lista de produtos alimentícios disponíveis em qualquer supermercado.

Preço

O preço de cada produto que pode ser incluído na dieta

Tabela Nutricional

Os valores nutricionais associados a cada produto, tais como valor energético, quantidade de carboidrato, proteína e gorduras.

Valores de Referência

Referências de quantidades adequadas de cada macronutriente a ser consumida diariamente e meta calórica

Dados do cliente

Informações relevantes do cliente, como peso, altura, sexo e idade, além de dados sobre a rotina de exercício físico

Nosso Dataset



Nome	Unidade Mercado	QUM [g]	Quantidade TN[g]	Kcal TN	Proteína TN [g]	Carboidrato TN [g]	Gordura TN [g]	Preço QUM [R\$]
Arroz	1 saco	1000	50	171	3.7	39	0	5.69
Feijão	1 pacote	1000	60	140	13	20	1	8.49
Frango	1 pacote	1000	100	104	22	0	1.5	19.99
Vagem	1 bandeja	300	60	15	1.1	3.2	0	14.99
:	:	:	:	:	:	:	:	:
Batata	granel	1000	30	30	0	14	0	9.93

QUM = Quantidade Unidade Mercado; TN = Tabela Nutricional



04

Modelagem do Problema



Função Objetivo

Minimizar o custo semanal da dieta



Variável de decisão

Quantidade, em gramas, de cada produto a ser consumido em cada dia da semana



Restrições

Quantidades mínimas e máximas de calorias e macronutrientes



Notação Utilizada

+



i Índice para dias da semana: $i = 1, \dots, 7$

LBw_p Lower bound semanal de cada produto [g]

p Índice para produtos: $p = 1, \dots, P$

UBw_p Upper bound semanal de cada produto [g]

x Vetor de variáveis de decisão

LBd_p Lower bound diário de cada produto [g]

c Vetor de custos por grama de cada produto [R\$/g]

UBd_p Upper bound diário de cada produto [g]

Notação Utilizada

$prot_p$ Proteínas em gramas do produto p

$carb_p$ Carboidratos em gramas do produto p

$gord_p$ Gorduras em gramas do produto p

QTN_p Quantidade em gramas do produto p na TN

x_{pi} Quantidade em gramas do produto p consumida no dia i

$$Sprot_i = \sum_p \frac{prot_p}{QTN_p} * x_{pi} \quad \forall i$$

Quantidade em gramas consumida de proteína no dia i

$$Scarb_i = \sum_p \frac{carb_p}{QTN_p} * x_{pi} \quad \forall i$$

Quantidade em gramas consumida de carboidrato no dia i

$$Sgord_i = \sum_p \frac{gord_p}{QTN_p} * x_{pi} \quad \forall i$$

Quantidade em gramas consumida de gordura no dia i

+



Função objetivo

+

Sendo $x = [x_{p1_1}, \dots, x_{p1_7}, \dots, x_{pn_1}, \dots, x_{pn_7}]$ o vetor de quantidade a ser comida de cada produto a cada dia

Sendo $c = [c_{p1}, \dots, c_{p1}, \dots, c_{pn}, \dots, c_{pn}]$ o vetor de preços ou custos por grama de cada produto

$$Z = \min_x c^T x$$



Restrição 1: quantidade semanal dos produtos

+



Observação: os lower bound e upper bounds foram definidos da seguinte forma:

UBw_p = qtd máxima razoável de compra semanal

LBw_p = qtd mínima razoável para haver diversidade

Semana mais restrita que a soma dos dias

$$LBw_p \leq \sum_{i=1}^7 x_{pi} \leq UBw_p \quad \forall p$$

$$UBw_p < \sum_i UBd_{pi} \quad \forall p$$

Restrição 2: quantidade diária dos produtos

$$LBd_p \leq x_{pi} \leq UBd_p \quad \forall i \forall p$$



Observação: o LBd de cada produto é 0, para que o solver possa optar por não consumir aquele produto no dia.

$$LBd_p = 0 \quad \forall p$$

Restrição 3: metas para cada macronutriente

+



$$Sprot_i = REF_{prot} * peso \forall i$$

$$Sgord_i = REF_{gord} * peso \forall i$$

$$Scarb_i = REF_{carb} * peso \forall i$$



Observação: valores de referência de grama de macro por kg retirados de [4,5]

Restrição 4: quantidade diária dos produtos

$$Mkcal_i = 4Sprot_i + 4Scarb_i + 9Sgord_i \forall i$$



Observação: $Mkcal_i$ calculada a partir de formula de Harries Benedict [1]

Constantes multiplicativas retiradas de [3]

Problema completo v1

+



s.a:

$$Z = \min_x c^T x$$

$$LBw_p \leq \sum_{i=1}^7 x_{pi} \leq UBw_p \quad \forall p$$

$$LBd_p \leq x_{pi} \leq UBd_p \quad \forall i \forall p$$

$$Sprot_i = REF_{prot} * peso \quad \forall i$$

$$Sgord_i = REF_{gord} * peso \quad \forall i$$

$$Mkcal_i = 4Sprot_i + 4Scarb_i + 9Sgord_i \quad \forall i$$



05

Resultados Obtidos

[illegible]

+

—

Função Objetivo

Minimizar o custo semanal da dieta

Variável de decisão

Quantidade, em gramas, de cada produto a ser consumido em cada dia da semana

Restrições

Quantidades mínimas e máximas de calorias e macronutrientes **considerando 2 dias característicos.**

Em cada dia característico selecionamos quais alimentos podem ou não ser consumidos para garantir diversidade ao longo da semana e coerência ao longo do dia



+

—

Dias característicos

+



Dia A

Batata Doce Rosada	Frango Congelado Seara	Brocolis Congelados Taeq	Queijo Mussarela Sadia
Macarrao Adria Espaguete 8	Carne Moida Patinho Swift	Quiabo Qualita	Presunto Seara
Tapioca da Terrinha	Ovos Caipira Qualita	Abobora Moranga	Requeijao
Aveia em flocos regulares quaker	Azeite de Oliva Andorinha	Pepino	Banana

Dia B

Arroz Tipo 1 Qualita	Granola Qualita	File de Tilapia Frescatto	Vagem Macarrao Qualita
Batata Inglesa	Pao Frances	Cubos de Salmao	Tomate
Mandioca Pre Cozida Swift	Pao de Forma Integral	Cenoura Qualita	Abobrinha Italiana
Farofa de Mandioca Yoki	Atum Solido Gomes da Costa Natural	Couve Manteiga Qualita	logurte
Feijao Preto Qualita	Sardinha Gomes da Costa	Jilo	

Dias característicos - Implementação

+



Como “escolher” os produtos de cada dia característico?

O *lower bound* diário de cada produto sempre é zero.

O *upper bound* diário será diferente dependendo do dia e do produto:

Zeramos o *upper bound* dos produtos que não estão alocados no dia

Pseudo Código:

$Dias A = [1,3,5,7], Dias B = [2,4,6]$

Se i in $Dias A$

Se p not in dia A , então $UB_{p_i} = 0$

Se i in $Dias B$

Se p not in dia B , então $UB_{p_i} = 0$

Problema completo v2

Considerando 2 dias característicos

+



s.a:

$$Z = \min_x c^T x$$

$$LBw_p \leq \sum_{i=1}^7 x_{pi} \leq UBw_p \quad \forall p$$

$$LBd_p \leq x_{pi} \leq UBd_p \quad \forall i \forall p$$

$$0.9 * REF_{prot} * peso \leq Sprot_i \leq 1.1 * REF_{prot} * peso \quad \forall i$$

$$0.9 * REF_{gord} * peso \leq Sgord_i \leq 1.1 * REF_{gord} * peso \quad \forall i$$

$$0.9 * REF_{carb} * peso \leq Scarb_i \leq 1.1 * REF_{carb} * peso \quad \forall i$$

$$0.9 * Mkal_i \leq 4Sprot_i + 4Scarb_i + 9Sgord_i \leq 1.1 * Mkal_i \quad \forall i$$

Com $n = 35$, há um total de 616 restrições e 245 variáveis

Resultados metodologia v2 - Teste 1

+



Indivíduo de Teste 1

Idade	Altura	Peso	Sexo	Atividade Física	Prot g/kg	Carb g/kg	Gord g/kg
23	165	80	Masc	4	2	4	1

Resultado Otimização:

Custo Mínimo	Metodo	Tempo
280.153	GLPK	0.010115
280.153	PI	0.775958

Resultados metodologia v2 - Teste 1

Resultados Auxiliares



Gramas Diárias	
Dia 1	1283.217
Dia 2	1491.85
Dia 3	1283.217
Dia 4	1491.85
Dia 5	1283.217
Dia 6	1491.85
Dia 7	1283.217

Gramas de macronutrientes diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	144	144	144	144	144	144
Carb	334.57	334.80	334.57	334.80	334.57	334.80
Gord	72	72	72	72	72	72

g/kg de macronutrientes diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Carb	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18
Gord	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

%macronutrientes por kcal diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Carb	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Gord	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Alocação Ótima de Alimentos



Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B
Arroz	0	66.66667	Pao Frances	0	50	Cenoura	0	53.33333	Queijo	40	0
Batata Inglesa	0	100	Pao Forma	0	33.33333	Brocolis	37.5	0	Presunto Seara	40	0
Batata Doce	143.514	0	Frango	210.6526	0	Couve	0	53.33333	Requeijao	42.2652	20.87517
Macarrao	187.5	0	Carne Moida	75	0	Quiabo	40	0	logurte	0	133.3333
Mandioca	0	100	Atum Solido	0	40	Jilo	0	53.33333	Banana	75	0
Tapioca	50	0	Sardinha	0	41.66667	Vagem	0	53.33333	-	-	-
Farofa	0	33.33333	Tilapia	0	106.6667	Abobora	40	0	-	-	-
Feijao Preto	0	265.0225	Salmao	0	106.6667	Tomate	0	53.33333	-	-	-
Aveia	168.75	0	Ovos	68.75	0	Pepino	40	0	-	-	-
Granola	0	40	Azeite	24.28571	34.28571	Abobrinha	0	53.33333	-	-	-

Resultados metodologia v2 - Teste 2

+



Indivíduo de Teste 2

Idade	Altura	Peso	Sexo	Atividade Física	Prot g/kg	Carb g/kg	Gord g/kg
44	190	110	Masc	8	2	4	1

Resultado Otimização:

Custo Mínimo	Metodo	Tempo
401.0125	GLPK	0.007647
401.0125	PI	0.722326

Resultados metodologia v2 - Teste 2

Resultados Auxiliares



Gramas Diárias	
Dia 1	2070.179
Dia 2	1939.365
Dia 3	2070.179
Dia 4	1939.365
Dia 5	2070.179
Dia 6	1939.365
Dia 7	2070.179

Gramas de macronutrientes diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	225.96	203.12	225.96	203.12	225.96	203.124
Carb	484	484	484	484	484	484
Gord	108.64	118.79	108.64	118.79	108.64	118.79

g/kg de macronutrientes diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	2.05	1.84	2.05	1.84	2.05	1.84
Carb	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Gord	0.98	1.07	0.98	1.07	0.98	1.07

%macronutrientes por kcal						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	0.21	0.24	0.21	0.24	0.21	0.24
Carb	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
Gord	0.28	0.26	0.28	0.26	0.28	0.26

Alocação Ótima de Alimentos - Teste 2

Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B
Arroz	0	66.66667	Pao Frances	0	50	Cenoura	0	53.33333	Queijo	68.57143	0
Batata Inglesa	0	100	Pao Forma	0	33.33333	Brocolis	37.5	0	Presunto Seara	40	0
Batata Doce	300	0	Frango	375	0	Couve	0	53.33333	Requeijao	51.42857	31.42857
Macarrao	187.5	0	Carne Moida	165.4473	0	Quiabo	40	0	logurte	0	133.3333
Mandioca	0	100	Atum Solido	0	40	Jilo	0	53.33333	Banana	145.6243	0
Tapioca	187.5	0	Sardinha	0	64.12844	Vagem	0	53.33333	-	-	-
Farofa	0	50.95052	Tilapia	0	106.6667	Abobora	40	0	-	-	-
Feijao Preto	0	333.3333	Salmao	0	106.6667	Tomate	0	53.33333	-	-	-
Aveia	168.75	0	Ovos	188.5714	115.2381	Pepino	40	0	-	-	-
Granola	0	266.6667	Azeite	34.28571	20.95238	Abobrinha	0	53.33333	-	-	-

Resultados metodologia v2 - Teste 3

+



Indivíduo de Teste 3

Idade	Altura	Peso	Sexo	Atividade Física	Prot g/kg	Carb g/kg	Gord g/kg
32	166	85	Fem	2	1.8	3.35	1.1

Resultado Otimização:

Custo Mínimo	Metodo	Tempo
293.6081	GLPK	0.014488
293.6081	PI	0.79119

Resultados metodologia v2 - Teste 3

Resultados Auxiliares



Gramas Diárias	
Dia 1	1214.183
Dia 2	1544.184
Dia 3	1214.183
Dia 4	1544.184
Dia 5	1214.183
Dia 6	1544.184
Dia 7	1214.183

Gramas de macronutrientes diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	137.7	137.7	137.7	137.7	137.7	137.7
Carb	287.56	287.56	287.56	287.56	287.56	287.56
Gord	84.15	84.15	84.15	84.15	84.15	84.15

g/kg de macronutrientes diárias						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
Carb	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38
Gord	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

%macronutrientes por kcal						
Macros	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
Prot	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Carb	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Gord	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31

Alocação Ótima de Alimentos - Teste 3

Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B	Nome	Dias A	Dias B
Arroz	0	66.66667	Pao Frances	0	50	Cenoura	0	53.33333	Queijo	40.00002	0
Batata Inglesa	0	100	Pao Forma	0	33.33333	Brocolis	37.5	0	Presunto Seara	40	0
Batata Doce	75	0	Frango	163.6296	0	Couve	0	53.33333	Requeijao	42.72948	43.02736
Macarrao	152.246	0	Carne Moida	75	0	Quiabo	40	0	logurte	0	133.3333
Mandioca	0	100	Atum Solido	0	40	Jilo	0	53.33333	Banana	75	0
Tapioca	50	0	Sardinha	0	52.50835	Vagem	0	53.33333	-	-	-
Farofa	0	33.33333	Tilapia	0	106.6667	Abobora	40	0	-	-	-
Feijao Preto	0	106.6667	Salmao	0	106.6667	Tomate	0	53.33333	-	-	-
Aveia	168.75	0	Ovos	143.1468	175.8043	Pepino	40	0	-	-	-
Granola	0	51.08479	Azeite	31.18086	25.09219	Abobrinha	0	53.33333	-	-	-



06

Referências

Referências

[1] A Biometric Study of Human Basal Metabolism

HARRIS, J. Arthur; BENEDICT, Francis G. A biometric study of human basal metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.

[2] The Harris-Benedict Studies of Human Basal Metabolism: History and Limitations

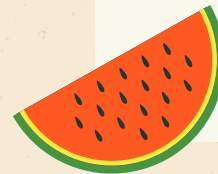
FRANKENFIELD, David C.; MUTH, Eric R.; ROWE, William A. The Harris-Benedict studies of human basal metabolism: history and limitations. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 98, n. 4, p. 439-445, 1998.

[3] Is a calorie a calorie?.

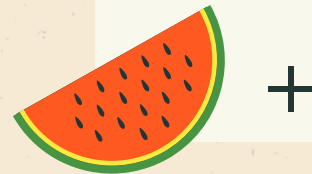
BUCHHOLZ, Andrea C.; SCHOELLER, Dale A. Is a calorie a calorie?. **The American journal of clinical nutrition**, v. 79, n. 5, p. 899S-906S, 2004.

[4] exercise & sport nutrition review: research & recommendations

KREIDER, Richard B. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the international society of sports nutrition**, v. 7, n. 1, p. 7, 2010.



Referências



[5]Carbohydrate availability and physical performance: physiological overview and practical recommendations.

MATA, Fernando et al. Carbohydrate availability and physical performance: physiological overview and practical recommendations. **Nutrients**, v. 11, n. 5, p. 1084, 2019.

Dados de preço e informações nutricionais retiradas dos sites:

<https://www.paodeacucar.com/>

<https://www.swift.com.br/>

<https://frescatto.com/>