

Desenvolvimento e aplicação do modelo de macrossimulação para ácidos graxos trans (AGT): um estudo de caso sobre a modelagem do impacto de políticas de eliminação de AGT no Brasil.

Eduardo Nilson

Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz
Nupens – Universidade de São Paulo, Brasil

O que é modelagem??



Modelagem de dados se refere aos passos metodológicos para transformar observações empíricas em uma forma que é útil para a decisão a partir dela.

Os critérios para avaliar a qualidade dos modelos depende principalmente de três áreas:

- **Estrutura do modelo**
- **Dados usados como inputs do modelo e**
- **Validação do modelo.**

[ISPOR—The Professional Society for Health Economics and Outcomes Research](https://doi.org/10.1046/j.1524-4733.2003.00234.x)

<https://doi.org/10.1046/j.1524-4733.2003.00234.x>

Usos e limitações da modelagem

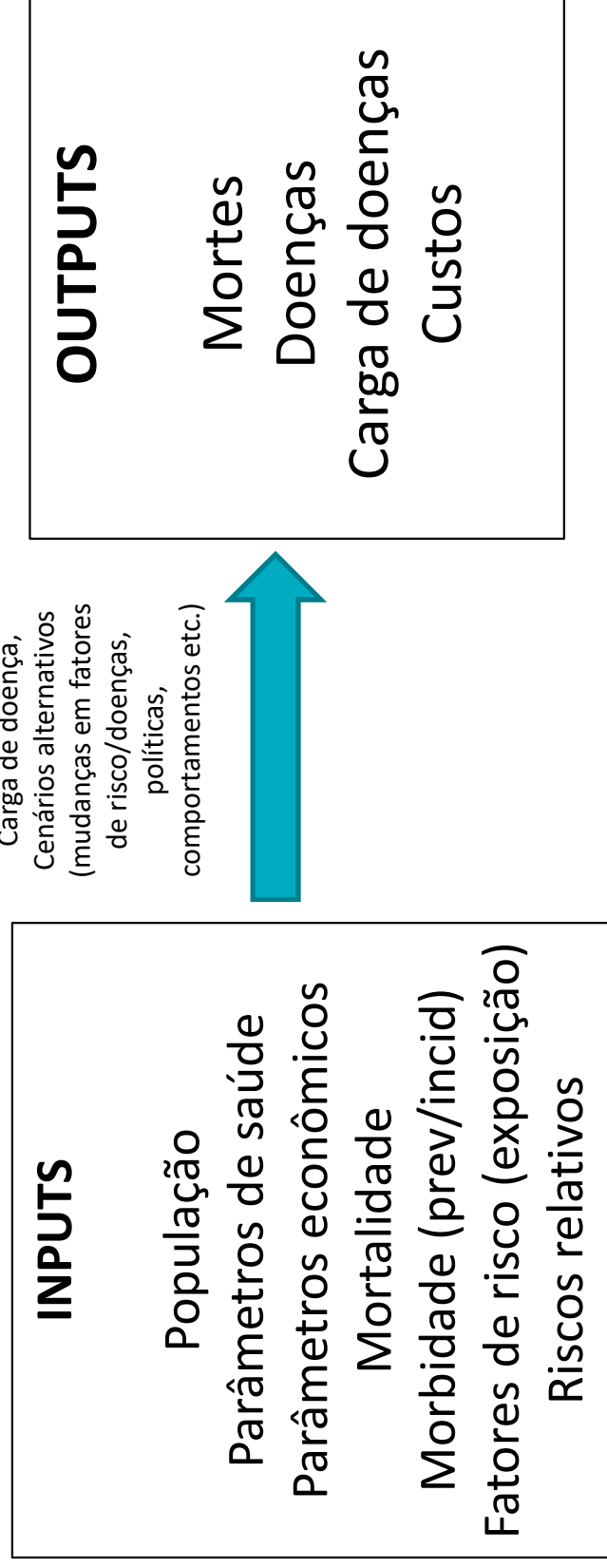


[ISPOR—The Professional Society for Health Economics and Outcomes Research](https://doi.org/10.1046/j.1524-4733.2003.00234.x)

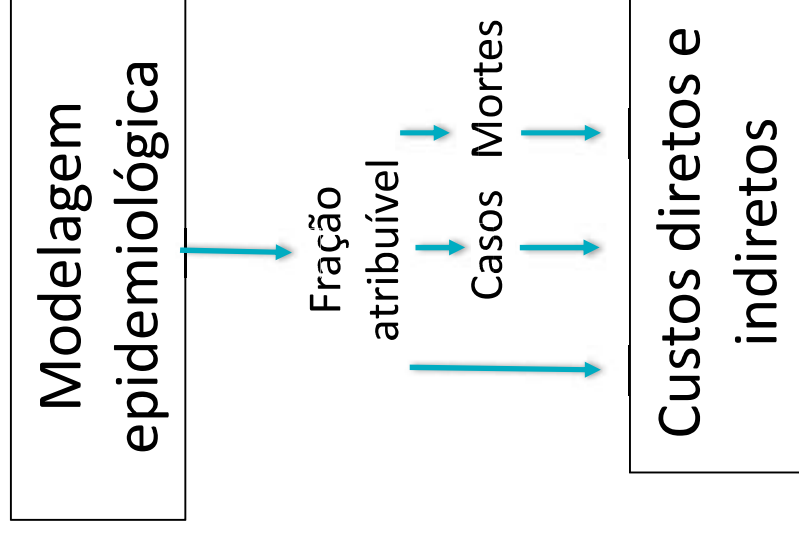
<https://doi.org/10.1046/j.1524-4733.2003.00234.x>

Avaliações baseadas em modelos são recursos valiosos para decisores na área de saúde. Assim, é responsabilidade dos desenvolvedores de modelos conduzir estudos de acordo com as **melhores práticas e padrões de qualidade** e comunicar os resultados com transparência, considerando as premissas e que as **conclusões são condicionadas a essas premissas e aos dados** em que se baseiam o modelo.

Inputs e outputs gerais



Racional da modelagem econômica em saúde



Metodologias de avaliação do consumo e do impacto do consumo de AGT

- Inquéritos dietéticos + tabelas de composição de alimentos

Vantagens: dados por grupos de alimentos, desagregação por grupos populacionais.

Desvantagens: temporalidade, custos, atualização dos dados de composição.

- Estimação baseada nos ingredientes com AGT industriais (óleos e gorduras parcialmente hidrogenadas - OGPH)

Vantagens: custos mais baixos, dados mais atualizados sobre OGPH, diferentes aplicações dos OGPH (indústrias, comércio de alimentos, domicílios), comparabilidade entre países

Desvantagens: ausência de desagregações populacionais, limitam-se aos OGPH

Nilson et al. *BMC Public Health* (2022) 22:2010
<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14361-9>

BMC Public Health

RESEARCH

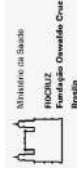
Open Access



Development and application of the TFA macrosimulation model: a case study of modelling the impact of trans fatty acid (TFA) elimination policies in Brazil

Eduardo Augusto Fernandes Nilson^{1*}, Neha Khandpur¹ and Fabio da Silva Gomes²

<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14361-9>



NUPENS
USP

Objetivos do estudo

- Desenvolver e validar uma metodologia de modelagem por análise comparativa de risco para avaliar o potencial impacto da redução da ingestão de AGT PI.
- Aplicação do modelo para o Brasil, considerando dados de produção de 2018, para avaliar o impacto de diferentes cenários de políticas de redução de AGT PI no país.

Fontes de dados

- Produção de OGPB: Estudo da Persistence Market Research, encomendado pela Organização Pan Americana da Saúde (Opas/OMS)
- Dados de consumo alimentar: IBGE (POF 2017-2018)
- Dados de mortalidade: SIM/SUS
- Empregos e salários: IBGE (PNAD 2018)
- Riscos relativos: meta-análises da literatura científica

Etapas de la estimación de consumo

- Consumo total de OGP por país
- ➡
- Consumo por tipo de uso (industrias, comercios de alimentos, domicilios)
- ➡
- Cálculo de consumo per capita
- ➡
- Porcentagem de AGT PI nas calorías totais da dieta

Consumo por país

Americas PHO Oils and Fats Market Volume Analysis by Country

Table 22: Americas PHO Oils and Fats Historical Market Volume (MT) 2013-2017 and Forecast 2018-2026, by Country

Country	2013A	2014A	2015A	2016A	2017A	2018E	2019F	2020F	2021F	2022F	2023F	2024F	2025F	2026F	CAGR (2018-26)
Argentina						79,119									-13.9%
Brazil	591,244	571,106	552,837	534,976	516,525	494,948									-21.4%
Canada						45,999									-27.0%
Chile						38,328									-3.9%
Colombia						110,998									-4.9%
Mexico						222,505									-10.2%
Panama						989									-5.1%
Peru						24,932									-13.0%
U.S.						495,984									-23.1%
Rest of America						49,835									8.8%
Total						1,567,639									-14.1%

Consumo por tipo de aplicação nas Américas

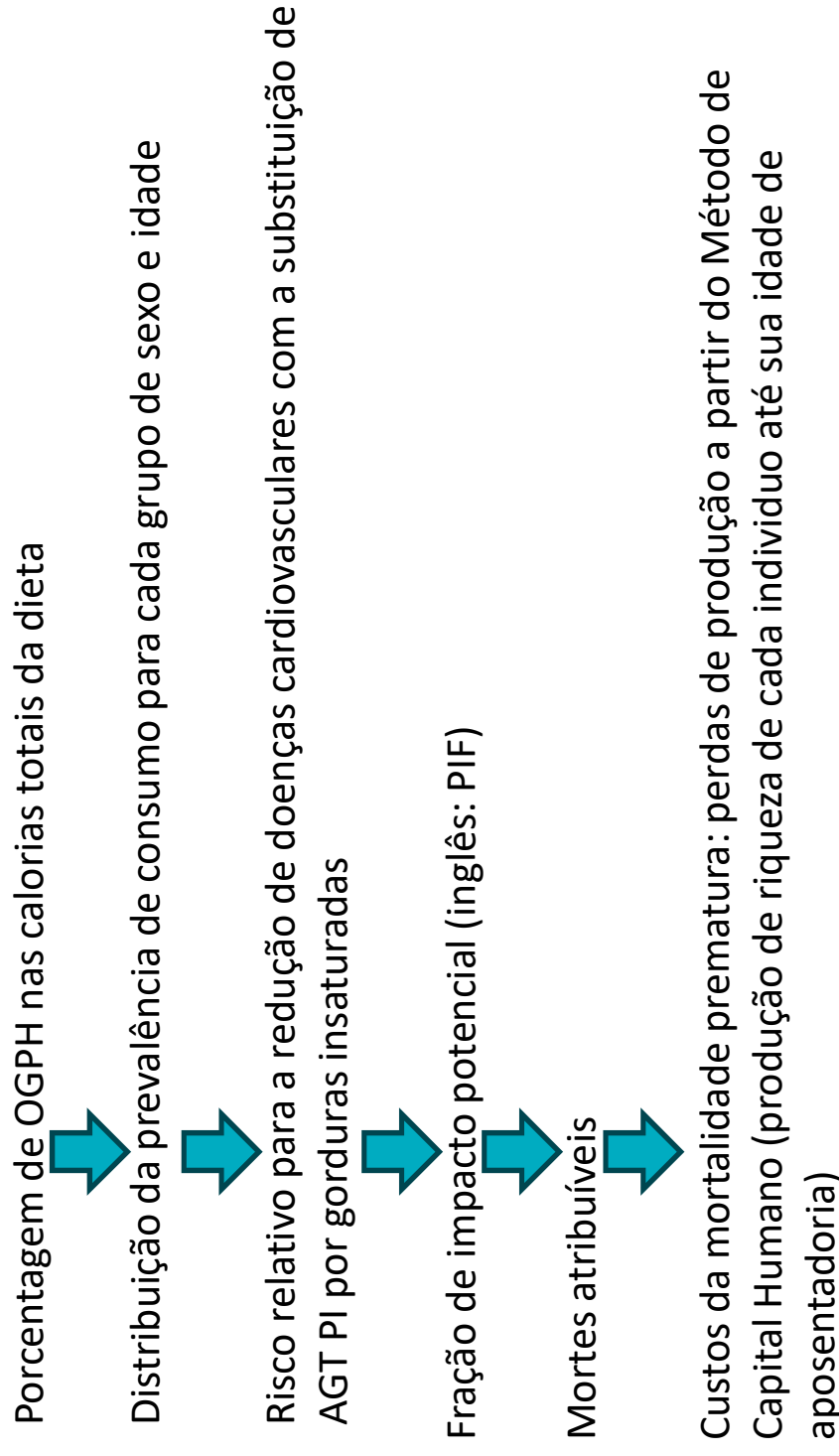


Americas PHO Oils and Fats Market Size Analysis by Application

Table 31: Americas PHO Oils and Fats Historical Market Size (US\$ Mn) 2013-2017 and Forecast 2018-2026, by Application

Application	2013A	2014A	2015A	2016A	2017A	2018E	2019F	2020F	2021F	2022F	2023F	2024F	2025F	2026F	CAGR (2018-26)
Food and Beverages Industry	Bakery					144.3									-36.4%
	Dairy and Ice Cream					26.8									-26.5%
	Chocolate and Confectionery					88.8									1.7%
	Breads and Cereals					19.5									-11.5%
	Others					19.1									-3.6%
87,4% do total															
Personal Care and Cosmetics Industry						42.0									-24.4%
Other Industrial						101.4									-1.2%
Commercial (HoReCa)						248.4									-23.4%
Household						449.3									-27.5%
Total						1,139.6									-15.8%

Modelo de avaliação comparativa de risco



Modelo de avaliação comparativa de risco

Riscos relativos (Wang et al, 2016)

Redução na mortalidade por doença isquêmica do coração a cada aumento de 2% na participação de AGT nas calorias totais da dieta:

- 25 a 34 anos de idade - 1.42 (1.28–1.57)
- 35 a 44 anos de idade - 1.40 (1.27–1.54)
- 45 a 54 anos de idade - 1.33 (1.22–1.45)
- 55 a 64 anos de idade - 1.27 (1.18–1.36)
- 75 a 74 anos de idade - 1.22 (1.15–1.29)
- 75 anos ou mais - 1.16 (1.11–1.21)

RRs para doenças cardiovasculares seriam a metade dos encontrados para doença isquêmica do coração (Moreira et, 2018)

<https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002891>

<https://doi.org/10.1017/S1368980017002063>

Como ligar a exposição ao risco?

- Praticamente todos os modelos dependem, em sua essência, das formulas de Potential Impact Fraction – PIF e Population Attributable Fraction – PAF):

$$PAF = \frac{P(RR - 1)}{P(RR - 1) + 1} \times 100 \quad PIF_{OAS} = \frac{\int_{x=0}^m RR_{Oa}(x)P_{As}(x)dx - \int_{x=0}^m RR_{Oa}(x)P'_{As}(x)dx}{\int_{x=0}^m RR_{Oa}(x)P_{Oa}(x)dx}$$

Onde: $P_{As}(x)$ e $P'_{As}(x)$ são as distribuições da **exposição** na linha de base e no cenário contrafactual (alternativo). $RR_{Oa}(x)$ representa o **risco relativo** como uma função da exposição para um desfecho (outcome) específico (o).

PIF: qualquer variação na exposição

PAF: redução ao Theoretical Minimum Risk Exposure Level (TMREL)

Premissas do modelo de estimação

- Consumo médio igual por sexo e idade
- Só considera os óleos e gorduras parcialmente hidrogenadas (OGPH)
- Não haveria nível seguro para o consumo de AGT PI
- Para países sem dados nacionais detalhados, foi considerado o consumo médio per capita de todos os países da região e, para países sem dados recentes de consumo alimentar para as calorias totais da dieta, foi considerada a disponibilidade de calorias segundo a FAO
- Portabilidade de riscos relativos de meta-análises da literatura: incertezas dos inputs são inseridas nas estimativas
- Substituição de OGPH por óleos e gorduras insaturadas
- Não incorpora a variável tempo para a latência do impacto das mudanças de consumo sobre os desfechos de saúde

Etapas de dos estudos

- ❑ 2022: Desenvolvimento e validação do modelo
- ❑ 2022-24: Análises iniciais por países selecionados (Brasil, Argentina, Colômbia, Costa Rica, Jamaica)
- ❑ 2025: análise de toda a região das Américas e países específicos (Estados Unidos, Canadá, Peru, Chile, Panamá)

Resultados publicados

Nilson et al. BMC Public Health (2020) 20:2616
https://doi.org/10.1186/s12889-022-14261-9

BMC Public Health

RESEARCH

Open Access



Development and application of the TFA macrosimulation model: a case study of modelling the impact of trans fatty acid (TFA) elimination policies in Brazil

Eduardo Augusto Fernandes Nilson^{1*}, Nêni Khendpur¹ and Fabio da Silva Gomes²

Abstract

Introduction The consumption of trans fatty acids (TFA) is directly associated with cardiovascular disease risk and is responsible for a significant health burden globally. The policy strategies for reducing TFA include limiting their content in foods and eliminating partially hydrogenated oils (PHO) in the market. This study aims to describe a comparative risk assessment macrosimulation model and to apply this tool to estimate the potential reductions in CVD mortality gained from the compared scenarios of TFA reduction/elimination in Brazil.

Methodology We developed and implemented a comparative risk assessment macrosimulation model estimating the potential CVD mortality reduction (concerning heart disease – CHD – and stroke) if TFA intake is reduced in diets. The TFA macrosimulation model estimates the change in the annual number of MCD deaths between baseline with current TFA consumption levels and alternate or counterfactual scenarios, such as considering different limits to TFA content in foods and the elimination of PHO in Brazil in 2018. The model incorporated additional outputs related to other impacts of TFA reduction on DPO, such as Years of Life Lost, Years of Productive Life Lost, and related economic impacts of premature deaths.

Results In 2018, a 2% limit for TFA in the oils and fat and a 5% limit of TFAs for other foods could avert or postpone approximately 2,000 deaths (UI 95% 1,896–2,142) and save US\$ 13.1 million; savings in productivity losses to the economy associated to premature deaths. An intermediate scenario, applying a 2% limit of TFA in all food products in Brazil could prevent or postpone approximately 6,300 deaths (UI 95% 5,925–6,689) and the premature deaths prevented would represent US\$ 100.2 million in economic saving. Finally, by banning PHO, approximately 10,500 deaths could be prevented or postponed (UI 95% 9,963 – 10,909), corresponding to US\$ 1,166.7 million in savings to the economy because of premature deaths.

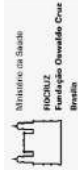
Conclusion The TFA macrosimulation model can efficiently compare different policy scenarios for trans fats reduction policies at the country level and proves that the elimination of PHOs from the food market in Brazil may

*Correspondence:
Eduardo Augusto Fernandes Nilson
edn@ufmg.br

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.



RESEARCH

Open Access



Development and application of the TFA
macrosimulation model: a case study
of modelling the impact of trans fatty acid
(TFA) elimination policies in Brazil

Eduardo Augusto Fernandes Nilson^{1*}, Neha Khandpur¹ and Fábio da Silva Gomes²

Impacto de cenários de redução de AGT PI no Brasil

Cenários:

- 1- Limite de 2% para óleos e gorduras e de 5% para demais produtos
- 2- Limite de 2% para todos os produtos no mercado
- 3- Eliminação dos OGPH

<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14361-9>

RESEARCH

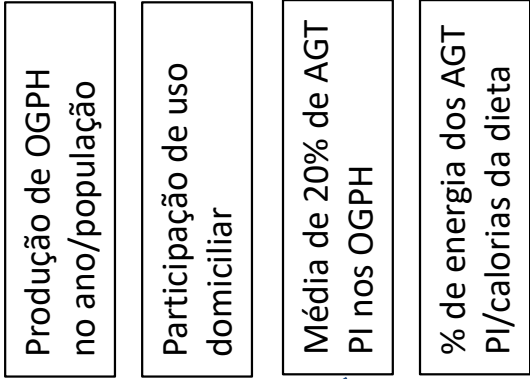
Open Access

Development and application of the TFA
macro-simulation model: a case study
of modelling the impact of trans fatty acid
(TFA) elimination policies in Brazil

Eduardo Augusto Fernandes Nilson^{1*}, Neha Khandpur¹ and Fábio da Silva Gomes²

Table 1 Trans fatty acid (TFA) and partially hydrogenated oils (PHO) use for food production and estimates of TFA per capita intake in 2018, Brazil

Variable	Estimate
Daily per capita PHO consumption (g/day)	5.8
Daily per capita PHOs for household use (g/day)	2.5
Average per capita TFA from PHO (g/day)	1.2
% of energy from TFA	0.68%
Estimated per capita participation of TFA in total energy intake	
Scenario 1	0.57%
Scenario 2	0.31%
Scenario 3	0.00%



<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14361-9>

Development and application of the TFA
macrosimulation model: a case study
of modelling the impact of trans fatty acid
(TFA) elimination policies in Brazil

Eduardo Augusto Fernandes Nilton¹, Neha Khandpur¹ and Fábio da Silva Gomes²

Impacto de cenários de redução de AGT PI no Brasil

Table 2 Deaths prevented or postponed among adults and their uncertainty intervals (95%) by sex in each TFA reduction scenario in Brazil, 2018

		Number of deaths prevented or postponed		
		Coronary heart disease	Stroke	Total
Scenario 1	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)
	Male	600 (605–683)	400 (337–382)	1,000 (942–1,064)
	Female	700 (635–715)	300 (322–363)	1,000 (957–1,078)
	Total	1,300 (1,240–1,398)	700 (679–704)	2,000 (1,899–2,142)
Scenario 2	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)
	Male	2,000 (1,887–2,219)	1,100 (1,052–1,191)	3,100 (2,939–3,321)
	Female	2,100 (1,981–2,232)	1,100 (1,004–1,132)	3,200 (3,049–3,363)
	Total	4,100 (3,869–4,361)	2,200 (5,998–6,557)	6,300 (5,925–6,684)
Scenario 3	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)	Mean (95% UI)
	Male	3,300 (3,140–3,544)	1,900 (1,750–1,981)	5,200 (4,890–5,525)
	Female	3,500 (3,297–3,713)	1,800 (1,671–1,867)	5,300 (5,073–5,384)
	Total	6,800 (6,437–7,257)	3,700 (3,525–3,652)	10,500 (9,963–10,909)

<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14361-9>

RESEARCH

Open Access



Development and application of the TFA
macrosimulation model: a case study
of modelling the impact of trans fatty acid
(TFA) elimination policies in Brazil

Eduardo Augusto Fernandes Nilton^{1*}, Neha Khandpur¹ and Fabio da Silva Gomes²

Impacto de cenários de redução de AGT PI no Brasil

Perdas de produtividade por mortalidade prematura por grupo de sexo e idade. Brasil, 2018 (em \$Int = R\$2.2 PPC).

Savings (in thousand US\$)			
	Scenario 1 Mean(95% UI)	Scenario 2 Mean (95% UI)	Scenario 3 Mean (95% UI)
Male			
25–29 years	785.4 (708 to 868.4)	2,450.2 (2,208.6 to 2,709)	4,078.2 (3,676.1 to 4,509)
30–34 years	1,383.2 (1,246.8 to 1,529.3)	4,315.3 (3,889.8 to 4,771.1)	7,182.9 (6,474.7 to 7,941.7)
35–39 years	2,243.7 (2,035.4 to 2,468.1)	6,959.7 (6,349.7 to 7,659.7)	11,650.9 (10,569 to 12,816.0)
40–44 years	3,321.5 (3,013.1 to 3,653.7)	10,362.2 (9,400.0 to 11,398.4)	17,247.9 (15,646.3 to 18,972.7)
45–49 years	3,539.9 (3,247.1 to 3,859.3)	11,043.4 (10,130.0 to 12,039.8)	18,378.8 (16,858.7 to 20,037.0)
50–54 years	3,949.1 (3,622.5 to 4,305.4)	12,320.0 (11,301.1 to 13,431.6)	20,503.4 (18,807.6 to 22,353.3)
55–59 years	2,769 (2,572.8 to 2,965.2)	8638.5 (8026.3 to 9250.7)	14,374.4 (13,355.7 to 15,393.1)
60–64 years	1233.4 (1,146.0 to 1,320.8)	3,848.0 (3,575.3 to 4,120.7)	6403 (5,949.2 to 6,856.8)
Subtotal	19,225.1 (18,066.2 to 20,410.5)	59,577.2 (56,361.9 to 63,675.4)	99,819.5 (93,802.5 to 105,974.4)

Savings (in thousand US\$)			
	Scenario 1 Mean(95% UI)	Scenario 2 Mean (95% UI)	Scenario 3 Mean (95% UI)
Female			
25–29 years	857.9 (801.7 to 889.8)	2,676.3 (2,500.9 to 2,775.7)	4,455.2 (4,163.2 to 4,620.7)
30–34 years	1,588.2 (1,484.1 to 1,647.2)	4,954.7 (4,630.0 to 5,138.8)	8,247.9 (7,707.4 to 8,554.3)
35–39 years	2,176.7 (2,042.3 to 2,253.6)	6,750.9 (6,371.7 to 7,030.9)	11,303.9 (10,606.1 to 11,703.5)
40–44 years	2,656.2 (2,492.2 to 2,750.1)	8,286.8 (7,775.3 to 8,579.7)	13,793.9 (12,942.4 to 14,281.5)
45–49 years	2,683.4 (2,537.3 to 2,767.0)	8,371.5 (7,915.6 to 8,632.4)	13,932.5 (13,173.8 to 14,366.7)
50–54 years	2,180.2 (2,061.5 to 2,248.1)	6,801.7 (6,431.3 to 7,013.7)	11,319.9 (10,703.4 to 11,672.6)
55–59 years	747.0 (712.2 to 763.7)	2,330.5 (2,221.9 to 2,382.4)	3,878.0 (3,697.4 to 3,964.4)
Subtotal	12,889.7 (12,519.7 to 13,074.0)	40,212.6 (39,058.4 to 40,787.7)	66,931.1 (65,010.0 to 67,888.3)
Total	32,114.9 (30,524.0 to 33,422.5)	100,189.9 (95,226.8 to 104,269.3)	166,750.7 (158,490.4 to 173,540.3)

<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14361-9>





Impacto de escenarios de reducción de AGT en Argentina

- Línea de base: 0,40%.
- Marco hipotético A: 0,33%.
- Marco hipotético B: 0,18%.
- Marco hipotético C: 0%.

Marco hipotético	Muertes por enfermedades isquémicas del corazón, n (rango)	Muertes por enfermedades cerebrovasculares, n (rango)	Muertes por enfermedades cardiovasculares (total), n (rango)
A			
Hombres	162 (153-172)	43 (40-46)	205 (193-218)
Mujeres	125 (118-131)	42 (39-44)	166 (158-175)
Total	287 (271-303)	85 (80-90)	372 (351-393)
B			
Hombres	545 (513-578)	144 (136-153)	689 (648-731)
Mujeres	418 (397-440)	140 (132-148)	558 (529-587)
Total	963 (910-1018)	284 (268-301)	1247 (1177-1318)
C			
Hombres	876 (823-929)	232 (218-246)	1107 (1041-1175)
Mujeres	672 (638-706)	225 (212-237)	896 (850-943)
Total	1547 (1461-1635)	456 (430-483)	2004 (1891-2118)



<https://iris.paho.org/handle/10665.2/56172>

Conclusões do estudo

- Dentre as opções regulatórias envolvendo limites para o conteúdo de AGT PI no Brasil (e em outros países), a eliminação de OGPH mostrou maior efetividade:
 - 5x ou mais mortes prevenidas e nos custos da mortalidade prematura do que o cenário de limites de 2% e 5% e
 - quase 70% mais mortes prevenidas do que o cenário de limites de 2% no conteúdo de AGT PI.
- Potencial de uso deste modelo para outros países.
- Utilidade das técnicas de modelagem para avaliação *ex ante* de políticas e do monitoramento de seu impacto quando implementadas.

Próximos passos

- ☐ Análises epidemiológicas e econômicas com outros países das Américas e publicação dos novos resultados.
- ☐ Análise histórica do impacto dos AGT PI nos países.
- ☐ Incorporação de outros custos diretos e indiretos.
- ☐ Novas análises com atualização de dados de produção e consumo, quando disponíveis.
- ☐ Atualização dos inputs do modelo, se novas atualizações nas evidências permitirem (ex: impacto com a substituição dos AGT PI por gorduras interesterificadas, óleo de palma e outros produtos).

Obrigado!

eduardo.nilson@fiocruz.br
edunilson@gmail.com