

Padrões alimentares e sua relação com doenças crônicas não transmissíveis ao longo do tempo

Dietary patterns and their association with chronic non-communicable diseases over time

Patrones alimenticios y su relación con las enfermedades crónicas no transmisibles a lo largo del tiempo

Giovanna da Conceição Nepomuceno (<https://orcid.org/0000-0002-4709-2980>)¹

Alessandra da Silva Pereira (<https://orcid.org/0000-0002-9382-4724>)¹

Bruno Francisco Teixeira Simões (<https://orcid.org/0000-0001-6512-5785>)¹

Resumo É de conhecimento público que o excesso ou a falta de alimentação podem trazer prejuízos à saúde humana. Objetivo do estudo: identificar padrões alimentares em nível global, obtendo as mudanças que ocorreram nos padrões alimentares de 1961 até 2018, e encontrar a correlação com as mudanças climáticas e a obesidade para cada um dos 171 países. Metodologia: foi utilizada a técnica de análise fatorial não paramétrica para a obtenção dos padrões alimentares. O método de regressão quantílica múltipla foi utilizado para explorar a relação entre os padrões encontrados e a prevalência de DCNTs nos países. Resultados: o método de AF não paramétrica permitiu a identificação de padrões alimentares em nível global, além de permitir a visualização da distribuição geográfica por meio dos mapas gerados e a determinação da transição nutricional que ocorreu desde 1961. O método de regressão quantílica múltipla permitiu encontrar a relação entre os padrões obtidos e as DCNTs, assim como a observação por percentil, podendo avaliar de forma mais individual como cada padrão se comporta nos diferentes países. Conclusão: a ciência da nutrição é fundamental para controlar os danos causados pelo aumento no índice de obesidade, diabetes e outras DCNTs que são afetadas e influenciadas pela alimentação.

Palavras-chave Transição nutricional, Padrões alimentares, DCNTs, Análise fatorial, FAO

Abstract It is common knowledge that too much or too little food can be harmful to human health. Objective: to identify dietary patterns at a global level, obtaining the changes that have occurred in dietary patterns from 1961 to 2018 and finding the correlation with climate change and obesity for each of the 171 countries. Methodology: non-parametric factor analysis was used to obtain the dietary patterns. The multiple quantile regression method was used to explore the relationship between the patterns found and the prevalence of NCDs in the countries. Results: the non-parametric PA method allowed the identification of dietary patterns at a global level, as well as allowing the visualization of geographical distribution through the maps generated and the determination of the nutritional transition that has occurred since 1961. The multiple quantile regression method made it possible to find the relationship between the patterns obtained and NCDs, as well as making it possible to observe them by percentile, enabling a more individual assessment of how each pattern behaves in each country. Conclusion: the science of nutrition is fundamental to controlling the damage caused by the increase in the rate of obesity, diabetes and other NCDs that are affected and influenced by diet.

Key words Nutrition transition, Dietary patterns, NCDs, Factor analysis, FAO

Resumen Es de conocimiento público que el exceso o la falta de alimentos puede ser perjudicial para la salud humana. Objetivo: identificar los patrones alimentarios a nivel global, obteniendo los cambios ocurridos en los patrones alimentarios de 1961 a 2018 y encontrando la correlación con el cambio climático y la obesidad para cada uno de los 171 países. Metodología: se utilizó la técnica de análisis factorial no paramétrico para la obtención de patrones alimentarios. Se utilizó el método de regresión cuantil múltiple para explorar la relación entre los patrones encontrados y la prevalencia de ENT en los países. Resultados: el método AF no paramétrico permitió identificar patrones alimentarios a nivel global, además de permitir visualizar la distribución geográfica mediante los mapas generados y determinar la transición nutricional ocurrida desde 1961. El método de regresión cuantil múltiple permitió encontrar la relación entre los patrones obtenidos y las ENT, además de posibilitar la observación por percentiles, pudiendo evaluar de manera más individualizada cómo se comporta cada patrón en cada país. Conclusión: la ciencia de la nutrición es esencial para controlar los daños causados por el aumento de la tasa de obesidad, diabetes y otras ENT que se ven afectadas e influenciadas por la dieta.

Palabras clave Transición nutricional, Patrones dietéticos, ENT, Análisis factorial, FAO

¹ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Av. Pasteur 458, Urca. 22290-240 Rio de Janeiro RJ Brasil. giovannanepo@outlook.com

Introdução

O artigo 25 da Organização das Nações Unidas (ONU) afirma que a alimentação é uma necessidade básica do ser humano, sendo assegurada pela Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948. Aliado a isso, é de conhecimento público que o excesso ou falta de alimentação pode trazer prejuízos à saúde humana¹.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) cita a disponibilidade de alimentos como um dos fatores essenciais para o direito à alimentação saudável que respeita os direitos humanos². Há diversas ferramentas utilizadas para medir o consumo de alimento pelos humanos. Uma delas é o cálculo da disponibilidade de alimentos, pela sua capacidade de expor hábitos alimentares³. A FAO é um dos órgãos das Nações Unidas que faz a apuração da disponibilidade de alimentos, dividindo-os em diversos grupos e categorias, tendo dados disponíveis desde a década de 1960. As medidas de disponibilidade de alimentos *per capita* para consumo humano são úteis e muito utilizadas para a análise de tendências e a verificação de mudanças que ocorrem ao longo dos anos³. A essas mudanças dos padrões alimentares dá-se o nome de transição nutricional.

Os padrões alimentares de cada país vão ser um dos fatores primordiais para a construção de sua identidade coletiva, isso porque cada nação tem seus costumes e valores. A alimentação é cercada por hábitos culturais, sendo definida por crenças, tabus, distinções, política e protocolos que se diferem entre os países⁴. Os padrões tendem a se alterar com o passar do tempo, e é essa alteração que caracteriza a transição nutricional. Uma das problemáticas observadas na transição nutricional é o aumento de produtos processados, ultraprocessados, com aditivos químicos e com maior teor de gordura e açúcar.

Como citado, o excesso ou a falta de alimentação e nutrição se relacionam com alterações na homeostase do corpo humano, podendo levar ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade. Logo, o consumo alimentar tem impacto direto na saúde da população mundial⁵.

Outro determinante dos padrões de consumo são os sistemas alimentares, que são todos os processos relacionados à alimentação, como plantio, produção, processamento, distribuição, preparação, e por fim, o consumo. Os sistemas alimentares têm influência direta nas mudanças climáticas, ao mesmo tempo, também são fortemente afetadas por elas⁶.

A sindemia global é um conceito novo, que se refere ao encontro de três epidemias mundiais: mudanças climáticas, obesidade e desnutrição. Elas coexistem e são fatores sinérgicos entre elas⁷. Swinburn (2022)⁷ afirma que o aumento do consumo de alimentos ultraprocessados e processados está ligado diretamente à sindemia. Estudo da FAO feito em 2013 afirma que as doenças relacionadas à má nutrição, como diabetes e obesidade, estão diretamente associadas à alimentação.

O estudo teve como principal objetivo a identificação de padrões alimentares em nível global, utilizando dados da Folha de Balanço Alimentar (FBA), disponível na FAO, obtendo as mudanças que ocorreram nos padrões alimentares desde 1960 até 2018. Outro objetivo do estudo foi avaliar a correlação dos padrões alimentares observados com as mudanças climáticas e com a obesidade para cada um dos 171 países.

Métodos

Trata-se de um estudo ecológico, utilizando-se de dados secundários, obtidos de banco de dados de acesso aberto, compreendendo 171 países cadastrados na ONU, abrangendo o período de 1961 a 2018 de cada país. As variáveis são de disponibilidade alimentar e foram obtidas através do *site* da FAO, o FAOSTAT. Os dados obtidos se encontram na seção de Folhas de Balanço Alimentar (FBA). Os dados são *per capita* por quilograma (kg), com 17 grupos de alimentos distintos.

Os dados dos grupos alimentares foram organizados e limpos, retirando possíveis problemas de formatação. Nas análises foram utilizados os valores exatos de cada ano disponibilizado pela FAO. Foi então realizada a padronização pelo método de z-scores, para uniformização dos dados. Esse processo descrito foi realizado com todos os grupos alimentares, totalizando 58 blocos de anos, com 171 linhas cada (referentes aos anos da análise). O nível de significância usado na pesquisa foi de 0,05. Por fim, para o processamento de todos dados foi utilizado o *software* R, versão 3.4.6.

Depois foi aplicado um método de análise estatística multivariada chamado de análise fatorial não-paramétrica, que é uma técnica de análise estatística para variáveis aleatórias cuja distribuição de probabilidades conjunta não é normal multivariada. A análise fatorial (AF) é uma técnica estatística multivariada que permi-

te a redução de variáveis, uma vez que agrupa as que apresentam alto grau de correlação, gerando uma nova variável definida como fator⁸. Na AF ocorre a rotação dos fatores, distribuição das cargas fatoriais das variáveis originais, o que permite uma melhor visualização dos dados.

Nesta pesquisa foi aplicado o teste de Maridia para a verificação da normalidade multivariada⁹. O método de AF não-paramétrica é usado para os casos em que o pressuposto da normalidade é violado e a distribuição multivariada das variáveis é assimétrica^{10,11}. Neste caso, utilizou-se o método de rotação oblíqua Geomin para uma melhor distribuição das cargas fatoriais, isso porque o método permite que os fatores se correlacionem¹². O pacote utilizado foi EFAutilities.

Uma vez utilizada a matriz de correlação para estimação/extração dos fatores (composto pelos grupos alimentares correlacionados), o número ideal de fatores foi obtido aplicando a regra de Kaiser, que retém apenas aqueles que apresentarem um autovalor maior do que uma unidade^{13,14}. Neste trabalho, cada fator obtido representa um padrão alimentar distinto. Sob cada padrão retido também foram desenvolvidos mapas para a sua representação espacial no tempo, utilizando o pacote rworldmap¹⁵. Essa análise foi feita por ano, sendo elaborado um mapa para cada ano, desde os anos 1960 até 2018.

Para verificar a adequação do método de análise fatorial não-paramétrica, foi aplicado o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) em todos os anos da série temporal. Esse é um critério para identificar se um modelo de análise fatorial está sendo utilizado de forma adequada e ajustada aos dados, resultando em um valor que indica a proporção de variância comum a todas as variáveis. O pacote utilizado para a obtenção do KMO foi o Efatoools¹⁶.

Para avaliar a relação da transição nutricional com a obesidade, a variável foi obtida através do site da OMS¹⁷, referente aos anos de 2000 a 2014. A OMS define a obesidade como o excesso de gordura corporal, sendo que a pessoa é considerada obesa quando seu índice de massa corporal (IMC) é maior ou igual a 30 kg/m²¹⁷. Depois disso, foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk, para identificar se a variável segue distribuição normal univariada. O teste de Shapiro-Wilk foi escolhido por sua melhor aplicabilidade em amostras grandes, como neste caso.

Também foi avaliada a relação da mudança de temperatura com a transição nutricional e a obesidade. As variáveis de temperatura foram

obtidas no site da World Bank Group, que obteve os dados através do Climate Change Knowledge Portal. As séries temporais foram obtidas por média anual de 170 países, e para fins de análise foi calculada a diferença entre um ano e outro, para que pudesse ser avaliado e observado o impacto da mudança da temperatura de ano para ano. Os dados de temperatura foram obtidos desde 1961 até 2018.

Em seguida, com as variáveis independentes, foi aplicado o modelo de regressão quantílica múltipla (MRQ), que consiste em uma análise estatística que permite investigar e modelar o relacionamento entre as variáveis a determinada variável resposta¹⁸. Esse é o método mais apropriado para analisar variáveis respostas com distribuição assimétrica e presença de *outliers*, e pode ser favorável quando há possível heterocedasticidade. No caso desta pesquisa, a variável resposta utilizada foi a obesidade, e as variáveis de ajustes do modelo foram os padrões alimentares obtidos pela AF e as mudanças de temperatura, de ano para ano. O pacote utilizado foi o quantreg¹⁹.

Para avaliar a precisão do modelo de regressão quantílica foram usadas as métricas do erro quadrático médio (MSE) e da raiz do erro quadrático médio (RMSE). O MSE é usado para medir a proximidade entre o valor obtido na análise e o valor verdadeiro (acurácia) do modelo, e é bastante sensível à presença de *outliers* (valores discrepantes). O RMSE é obtido pela raiz quadrada do MSE²⁰.

Resultados

Nesta seção são mostradas as análises das séries temporais das variáveis referentes à produção dos grupos alimentares e a prevalência de obesidade nos países para os anos de 1961 a 2018.

Os países que compõe a amostra são: Afeganistão, Albânia, Argélia, Angola, Antígua e Barbuda, Argentina, Armênia, Austrália, Áustria, Azerbaijão, Bahamas, Bangladesh, Barbados, Bielorrússia, Bélgica, Belize, Benin, Bermudas, Bolívia, Bósnia e Herzegovina, Botsuana, Brasil, Brunei Darussalam, Bulgária, Burkina Faso, Cabo Verde, Camboja, Camarões, Canadá, República Centro-Africana, Chade, Chile, China, Colômbia, Congo, Costa Rica, Costa do Marfim, Croácia, Cuba, Chipre, Tchéquia (República Tcheca), Dinamarca, Djibuti, Dominica, República Dominicana, Equador, Egito, El Salvador, Estônia, Etiópia, Fiji, Finlândia, França, Polinésia Francesa, Gabão, Gâmbia, Geórgia,

Alemanha, Gana, Grécia, Granada, Guatemala, Guiné, Guiné-Bissau, Guiana, Haiti, Honduras, Hungria, Islândia, Índia, Indonésia, Irã, Iraque, Irlanda, Israel, Itália, Jamaica, Japão, Jordânia, Cazaquistão, Quênia, Kiribati, Kuwait, Quirguistão, Laos, Letônia, Líbano, Lesoto, Libéria, Lituânia, Luxemburgo, Macedônia, Madagascar, Malawi, Malásia, Maldivas, Mali, Malta, Mauritânia, Maurício, México, Moldávia, Mongólia, Montenegro, Marrocos, Moçambique, Mianmar, Namíbia, Nepal, Países Baixos, Antilhas Neerlandesas (antigas), Nova Caledônia, Nova Zelândia, Nicarágua, Níger, Nigéria, Coreia do Norte, Noruega, Omã, Paquistão, Panamá, Paraguai, Peru, Filipinas, Polônia, Portugal, Romênia, Rússia, Ruanda, São Cristóvão e Nevis, Santa Lúcia, São Vicente e Granadinas, Samoa, São Tomé e Príncipe, Arábia Saudita, Senegal, Sérvia, Serra Leoa, Eslováquia, Eslovênia, Ilhas Salomão, África do Sul, Coreia do Sul, Espanha, Sri Lanka, Sudão, Suriname, Suécia, Suíça, Tadjiquistão, Tanzânia, Tailândia, Timor-Leste, Togo, Trinidad e Tobago, Tunísia, Turquia, Turcomenistão, Uganda, Ucrânia, Emirados Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos da América, Uruguai, Uzbequistão, Vanuatu, Venezuela, Vietnã, Iêmen, Zâmbia e Zimbábue. Não houve perdas devido à falta de informações sobre nenhum país analisado.

O resultado do teste de Mardia mostrou que a distribuição de probabilidades conjunta da produção dos grupos alimentares não é uma normal multivariada (p -valor $< 0,01$). O p -valor máximo encontrado foi de 0,000316 e o mínimo foi de 0,0000009119.

Para verificar a adequação do método de AF não-paramétrica, foi aplicado o critério KMO em todos os anos avaliados. Valores acima de 0,5 indicam que a análise fatorial é adequada aos dados utilizados. Dito isso, os critérios de KMO obtidos deram um resultado mínimo de 0,767, no ano de 1973, e máximo de 0,871, no ano de 2001, demonstrando a adequação do método.

Com a AF foram extraídos três fatores, ressaltando também a regra de Kaiser. No Quadro 1 são apresentadas as composições e mudanças dos padrões alimentares, com base nos resultados da análise fatorial, ao longo das décadas em relação aos alimentos para caracterizar a transição nutricional, exemplificando cinco entre todos os 58 anos analisados. Os fatores foram nomeados de padrão ocidental (fator 1), padrão agrícola (fator 2) e padrão mediterrâneo (fator 3).

Após essa etapa foram obtidos os mapas para a melhor visualização do comportamento dos fatores nos países. Para cada ano foram

feitos três mapas, cada um referente a um componente, portanto, no total foram 174 mapas, referentes a cada fator e a cada ano da pesquisa. Para melhor fluidez e a fim de não cansar o leitor, serão mostrados aqui só um exemplo para cada fator, referente aos anos de 1961 e 2011, representados pela Figura 1. Os scores dos fatores nos países são mostrados pelos tons de cinza, quanto maior o score do fator no país, mais escura é a tonalidade.

Foi feito o teste de normalidade Shapiro-Wilk em todos os anos avaliados para a variável obesidade e a hipótese nula foi rejeitada, com o p -valor de 0.000002291 no ano 2012 (este foi o valor máximo encontrado dentre os obtidos na série temporal).

A prevalência de obesidade é uma variável assimétrica, com presença de alguns *outliers*. Então, para avaliar o efeito do padrão ocidental na prevalência de obesidade, foi aplicado o modelo de regressão quantílica. Aqui serão mostrados apenas um exemplo para cada gráfico, referente ao ano de 2000 e 2013, observados na Figura 2. O eixo y apresenta as estimativas da regressão quantílica para a prevalência da obesidade, e a área cinza representa o intervalo de confiança para as estimativas em vários percentis, representados pelo eixo x .

O MSE e o RMSE obtidos podem ser vistos na Tabela 1, sendo obtidos pelas diferenças dos valores previstos e observados. É possível observar que os menores valores estão na faixa do percentil 40 ao percentil 60. Nessa faixa é onde ocorre o melhor ajuste do modelo ao conjunto de dados.

Discussão

Por meio da análise fatorial não-paramétrica foi possível a identificação de três padrões alimentares distintos. Esses indicadores, ao serem contextualizados com a literatura existente, corroboram os achados sobre a transição nutricional que ocorre desde 1961. Neste estudo, as mudanças climáticas, juntamente com os indicadores obtidos, têm impacto direto sobre a prevalência de obesidade, levando a um aumento do quadro geral de obesidade nos países ao longo do tempo, sendo melhor detalhado adiante.

É possível identificar no Quadro 1 a adição dos grupos alimentares “açúcar” e “bebidas alcoólicas” ao padrão 1 (F1). Os alimentos que compõem o F1 são mais consumidos pela população do ocidente, por isso o padrão será denominado de padrão ocidental. Seguindo, é possí-

Quadro 1. Caracterização dos padrões alimentares (fatores) por ano.

Ano	F1	F2	F3
1961	Gordura animal, ovos, carne, leite e estimulantes	Cereais, peixes, frutas, oleaginosas e raízes amiláceas	Vegetais, óleos vegetais e nozes
1970	Gordura animal, ovos, carne, leite e estimulantes	Cereais e raízes amiláceas	Vegetais, óleos vegetais e nozes
1980	Gordura animal, ovos, carne, leite, estimulantes, açúcar e bebidas alcoólicas	Cereais, raízes amiláceas, peixes, frutas e oleaginosas	Vegetais, óleos vegetais e nozes
1990	Gordura animal, ovos, carne, leite, estimulantes, açúcar e bebidas alcoólicas	Cereais e raízes amiláceas	Vegetais, óleos vegetais e nozes
2000	Gordura animal, ovos, carne, leite, estimulantes, bebidas alcoólicas e açúcar	Cereais, nozes e vegetais	Peixes, frutas, nozes, óleos vegetais e vegetais
2018	Gordura animal, ovos, carne, leite, estimulantes e bebidas alcoólicas	Cereais, raízes amiláceas e vegetais	Peixes, frutas, oleaginosas, especiarias e nozes

Fonte: Autores.

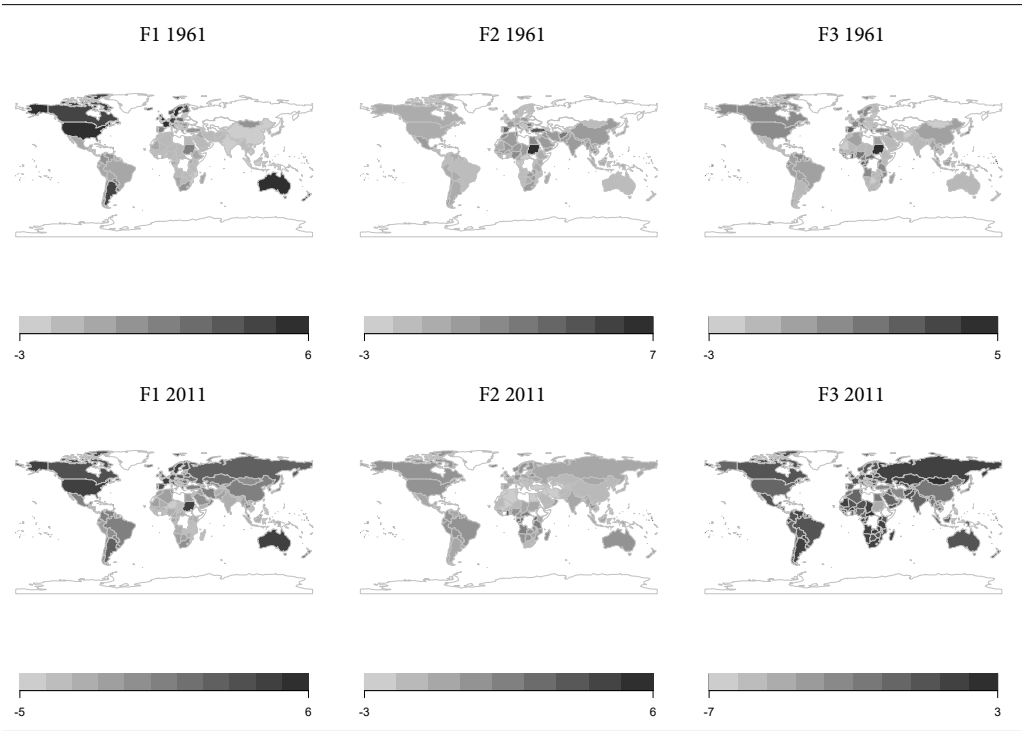


Figura 1. Mapa do comportamento dos fatores 1, 2 e 3 nos países em 1961 e 2011.

Fonte: Autores.

vel ver uma ocidentalização ao longo dos anos. É possível observar, ao analisar os mapas do F1 (Figura 1), que há um aumento na disponibilidade *per capita* dos alimentos que o constituem.

Pingali²¹ discute uma situação parecida ao afirmar que houve aumento no consumo de carnes na China e na Índia, especialmente na primeira. Oggioni²² também obteve achados

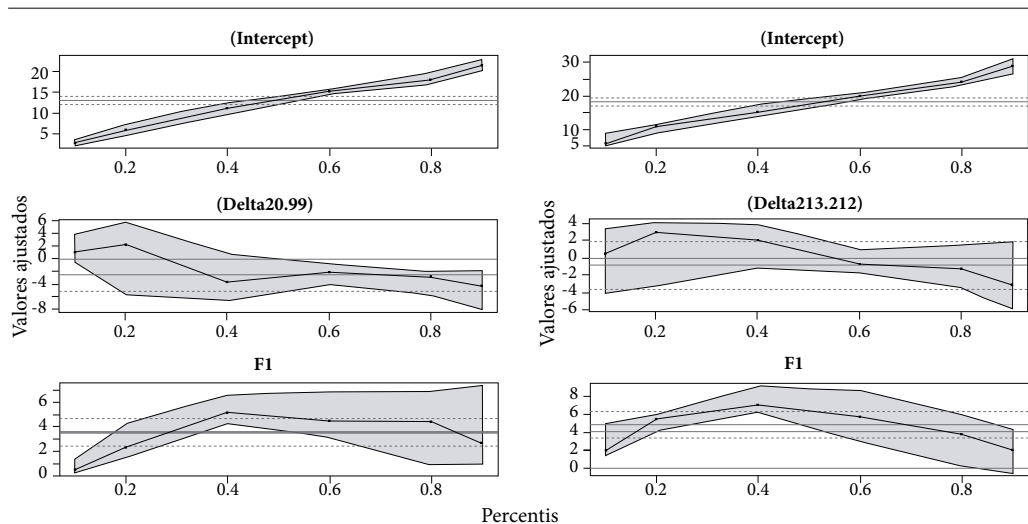


Figura 2. MRQ com o Fator 1 e a mudança de temperatura em 2000 e 2013.

* O eixo y de cada gráfico são os valores ajustados do modelo para a prevalência de obesidade e o eixo x representa os percentis para quais os modelos foram ajustados.

Fonte: Autores.

Tabela 1. Medidas de erro dos modelos ajustados por percentil e ano.

Tipo	Ano	Percentis da distribuição de prevalência de obesidade										
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
*MSE	2000	211,31	169,57	146,36	103,80	67,39	66,63	71,46	84,45	105,95	163,85	765,79
MSE	2001	215,84	173,73	100,59	76,94	66,68	58,84	61,46	68,41	86,68	142,89	765,19
MSE	2013	292,04	235,53	127,35	99,96	86,36	78,84	78,70	89,51	111,92	190,66	913,14
**RMSE	2000	14,54	13,02	12,10	10,19	8,21	8,16	8,45	9,19	10,29	12,80	27,67
RMSE	2001	14,69	13,18	10,03	8,77	8,17	7,67	7,84	8,27	9,31	11,95	27,66
RMSE	2013	17,09	15,35	11,29	10,00	9,29	8,88	8,87	9,46	10,58	13,81	30,22

* MSE: erro quadrático médio. É usado para medir a proximidade entre o valor obtido na análise e do valor verdadeiro do modelo, representado por percentil. ** RMSE: raiz do erro quadrático médio. Obtido pela raiz quadrada do MSE, representado por percentil.

Fonte: Autores.

parecidos. Seu estudo, apesar de ter uma metodologia diferente do presente trabalho, utilizou-se de dados de disponibilidade alimentar *per capita*, com os quais o autor caracteriza um padrão alimentar agrícola com alimentos parecidos aos obtidos no padrão 2 (F2). Dessa forma, o F2 foi aqui nomeado de padrão agrícola, que é composto majoritariamente por alimentos básicos e ricos em amido. Já o padrão ocidental encontrado por Oggioni²² também apresenta semelhanças ao encontrado neste trabalho, uma vez que ele relata alimentos com maior proces-

samento e maior densidade calórica, que são exemplificados pelos grupos de gordura animal, açúcar e bebidas açucaradas, além de incluir os alimentos de origem animal, como carnes e gordura animal, bem como as bebidas alcoólicas. Ele também identifica um menor consumo de alimentos básicos, como os cereais, pelos países que consomem mais o padrão ocidental. Foi analisado que o F3 traz semelhanças com a dieta mediterrânea, sendo aqui intitulada de possível padrão mediterrâneo. A dieta mediterrânea é caracterizada pelo consumo

de alimentos *in natura*, minimamente processados e sem grandes quantidades de aditivos e açúcar²³. A dieta do mediterrâneo apresenta algumas particularidades, como o baixo consumo de carnes vermelhas, dando prioridade ao consumo de peixes, aves e ovos. Uma das vantagens desse estilo de alimentação é a forma equilibrada com a qual os macronutrientes são incluídos na alimentação, além disso, também tem alto consumo de gorduras monoinsaturadas, enquanto no ocidente o maior consumo é de poliinsaturadas²³.

Monteiro²⁴ afirma que o aumento da urbanização e a globalização promoveram a universalização do acesso aos alimentos e produtos industrializados, levando a uma desvalorização dos alimentos *in natura* e minimamente processados. Ferreira²⁵ corrobora essa opinião ao afirmar que há um estímulo ao consumo de alimentos ricos em açúcar, gordura e sal. Isso pode ser visto ao avaliar o Quadro 1 junto com a Figura 1, que mostra adição de açúcar ao padrão ocidental, e os mapas corroboram, mostrando o aumento da disponibilidade alimentar desses grupos ao longo dos 50 anos. Ferreira²⁵ ainda explica que o aumento do consumo desses alimentos tem associação direta com o aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

A Organização Mundial da Saúde considera as DCNTs um dos principais desafios na área da saúde, tendo sido responsáveis por 38 milhões de mortes em 2012. A OMS ainda faz uma projeção de que cerca de 50 milhões de pessoas vão morrer em decorrência de DCNTs em 2030²⁶. Com isso, o estudo das DCNTs é um objeto de importância global. Os resultados obtidos através da regressão quantílica corroboram os estudos citados. Por exemplo, Ferreira²⁵ associou o consumo elevado de açúcar ao aumento de obesidade. A Figura 2 mostra que há uma associação positiva da disponibilidade alimentar *per capita* dos grupos alimentares que compõem o padrão ocidental, como o açúcar, em 2000; países que têm alta prevalência de obesidade tiveram associações positivas entre a obesidade e o consumo elevado de proteínas, gordura e açúcar.

Estudo feito com a população chinesa mostrou que o consumo elevado de proteínas e gordura animal está mais associado à obesidade do que uma dieta à base de alimentos agrícolas, validando os achados deste trabalho²⁶. Rouhani²⁷ faz uma meta-análise com revisão sistemática sobre a associação do consumo de carnes vermelhas e processadas com a obesidade. Através da meta-análise foi concluído que o consumo de

carne vermelha e carne processada tinham associação positiva com a prevalência de obesidade. Além disso, mostrou que indivíduos que consumiam maior quantidade de carne vermelha e carne processada tinham IMC maior do que os que consumiam menos. O mesmo ocorreu em relação à circunferência da cintura (CC). Indivíduos com CC mais elevadas tinham o hábito de consumir mais carne. Com isso, Rouhani²⁷ defende que o consumo elevado dos alimentos que compõem o padrão ocidental está associado ao maior risco de desenvolvimento de obesidade e maior IMC e CC, o que pode ser visto na Figura 2.

Além disso, ao observar a Figura 2 junto com a Tabela 1, é possível observar que o percentil 40 é onde há a maior influência do padrão ocidental na prevalência de obesidade, dessa forma, os países que compõem essa faixa, como Azerbaijão, Moldávia, Mongólia, Países Baixos, Paraguai e Ruanda, são os mais afetados pelo aumento do consumo dos grupos alimentares que compõem o fator 1 em relação ao crescimento dessa prevalência. Essa associação é importante porque é útil para a elaboração e aplicação de políticas públicas mais individualizadas para cada país.

No que se refere às mudanças climáticas, Butler²⁸ traz o início da discussão no que diz respeito à segurança alimentar e nutricional, isso porque na frase neutra, de 1994 a 2005, estudiosos acreditavam que as mudanças não causariam danos à segurança nutricional, que a produção alimentar se adaptaria às alterações. Depois de 2005, até hoje, sabe-se que as modificações causadas pelo efeito estufa são fator importante para a questão da fome no mundo. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, em 2014, afirma que o aumento da variabilidade, que leva a inundações e secas mais frequentes, tem associação direta com a diminuição da produtividade das plantações e com a alteração da composição química do solo, causando prejuízos às plantações.

Faisal²⁹ observa que alguns grupos alimentares são mais sensíveis às mudanças climáticas do que outros, por exemplo, ele traz no estudo que o arroz sofre menos com essas alterações do que o trigo. Campos³⁰ traz uma reflexão ao afirmar que um aumento de cerca de 3% na temperatura do país pode levar a uma queda de até 25% no pastoreio para os bovinos de corte, levando a um aumento de preço de até 45% nas carnes por ser necessário entrar com suplementação. Além disso, as mudanças climáticas podem levar a uma diminuição da qualidade da carne, uma vez que podem causar alterações por conta

da disponibilidade de água e do estresse no gado devido ao calor.

Uma limitação do estudo é que o método utilizado pela FAO para obter os dados de disponibilidade alimentar, a Folha de Balanço Alimentar (FBA), apresenta algumas limitações intrínsecas. Isso porque não leva em consideração algumas perdas e ganhos que acontecem ao longo da cadeia produtiva, como as perdas por deterioração, o desperdício, os restos após consumo, os diferentes métodos de preparo, além de não levar em consideração a quantidade que é produzida localmente.

Conclusão

A análise fatorial não-paramétrica permitiu a identificação de padrões alimentares em nível global, além de permitir visualizar sua distribuição geográfica através dos mapas gerados e a determinação da transição nutricional que ocorreu desde 1961. O modelo de regressão quantílica múltipla permitiu encontrar a relação entre os padrões obtidos e a prevalência da obesidade, evidenciando-a por percentil, podendo

avaliar de forma mais individual como cada padrão se comporta em cada país, o que pode ser favorável na construção de políticas públicas particularizadas.

As análises possibilitaram observar como o padrão alimentar ocidental piora do ponto de vista nutricional ao longo dos anos. Por exemplo, a adição dos grupos alimentares açúcar e bebidas alcoólicas mostram como a população passa a consumir mais alimentos de caráter nocivo. Os mapas possibilitaram observar como há uma expansão geográfica do padrão ocidental.

Como visto por meio da MRQ, esse padrão está diretamente relacionado ao aumento da prevalência de obesidade, que é fator de risco para diversas doenças cardiovasculares e pode levar a óbitos prematuros, diminuição da qualidade de vida, além de gerar gastos na saúde pública que poderiam ser evitados. Portanto, o estudo dos padrões alimentares e sua relação com a obesidade é imprescindível para a criação de políticas públicas.

Conclui-se, portanto, que há relação entre as mudanças do padrão alimentar, com adoção do estilo ocidentalizado, e as mudanças climáticas e a obesidade.

Colaboradores

GC Nepomuceno e BF Simões: concepção, análise de resultados, pesquisa, metodologia e redação final. AS Pereira: redação e revisão.

Financiamento

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

1. World Health Organization (WHO). *Global status report on noncommunicable diseases 2010*. Geneva: WHO; 2011.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *The State of Food and Agriculture 2017 – Leveraging food systems for inclusive rural transformation*. Roma: FAO; 2017.
3. Barnard ND. Trends in food availability, 1909-2007. *Am J Clin Nutr* 2010; 91(5):1530S-1526S.
4. Figueroa D. Padrões alimentares: da teoria à prática – o caso do Brasil. *Mneme Rev Humanid* 2004; 5(9):104-114.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Cadernos de trabalho sobre o direito à alimentação*. Roma: FAO-UN; 2014.
6. Marchioni DM, Carvalho AM, Villar BS. Dietas sustentáveis e sistemas alimentares: novos desafios da nutrição em saúde pública. *Rev USP* 2021; 128:61-76.
7. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR, Brinsden H, Calvillo A, De Schutter O, Devarajan R, Ezzati M, Friel S, Goenka S, Hammond RA, Hastings G, Hawkes C, Herrero M, Hovmand PS, Howden M, Jaacks LM, Kapetanaki AB, Kasman M, Kuhnlein HV, Kumanyika SK, Larijani B, Lobstein T, Long MW, Matsudo VKR, Mills SDH, Morgan G, Morshed A, Nece PM, Pan A, Patterson DW, Sacks G, Shekar M, Simmons GL, Smit W, Tootee A, Vandevijvere S, Waterlander WE, Wolfenden L, Dietz WH. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. *Lancet* 2019; 393(10173):791-846.
8. Kaiser HF. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 1958; 23(3):187-200.
9. Cantelmo NF, Ferreira DF. Desempenho de testes de normalidade multivariados avaliado por simulação Monte Carlo. *Cienc Agrotec* 2007; 31(6):1630-1636.
10. Barros HB, Sedyama T, Teixeira RC, Cruz CD. Análises paramétricas e não-paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. *Sci Agrar* 2008; 9(3):299-309.
11. Fachel JMG. *Análise factorial* [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1976.
12. Fabrigar LR, Wegener DT. *Exploratory factor analysis*. Oxford: Oxford University Press; 2011.
13. Kaiser HF. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 1958; 23(3):187-200.
14. Mardia KV, Jupp PE. Maximum likelihood estimators for the matrix von Mises-Fisher and Bingham distributions. *Ann Stat* 1979; 7(3):599-606.
15. South A. rworldmap: a new R package for mapping global data. *R J* 2011; 3:1.
16. Steiner MD, Grieder SG. EFAtools: um pacote R com implementações rápidas e flexíveis de ferramentas de análise fatorial exploratória. *J Open Source Softw* 2020; 5(53):2521.
17. World Health Organization (WHO). *Global status report on noncommunicable diseases 2014*. Geneva: WHO; 2014.

18. Torman VBL, Coster R, Riboldi J. Normality of variables: diagnosis methods and comparison of some nonparametric tests by simulation. *Rev HCPA* 2012; 32(2):227-234.
19. Koenker R, Chernozhukov V, He X, Peng L, editors, editors. *Handbook of quantile regression*. London: Routledge; 2017.
20. Santos BR. *Modelos de regressão quantílica* [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2012.
21. Pingali P. Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: implications for research and policy. *Food Policy* 2007; 32(3):281-298.
22. Oggioni C, Lara J, Wells JC, Soroka K, Siervo M. Shifts in population dietary patterns and physical inactivity as determinants of global trends in the prevalence of diabetes: an ecological analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014; 24(10):1105-1111.
23. Beraldo J, Garcia LV, Marfori TG. Impacto da dieta mediterrânea e dieta low carb sobre a síndrome metabólica: uma revisão sistemática. *Rev Cienc Saude* 2020; 5(3):19-30.
24. Monteiro CA, Mondini L, Costa RBL. Secular changes in dietary patterns in the metropolitan areas of Brazil (1988-1996). *Rev Saude Publica* 2000; 34(3):251-258.
25. Ferreira TMTM, Florêncio MAC, Fragoso FP, Melo TGS. Hipertensão, obesidade abdominal e baixa estatura: aspectos da transição nutricional em uma população favelada. *Rev Nutr* 2005; 18(2):209-218.
26. Cheung LTF, Chan RSM, Ko GTC, Lau ESH, Chow FCC, Kong APS. Diet quality is inversely associated with obesity in Chinese adults with type 2 diabetes. *Nutr J* 2018; 17(1):63.
27. Rouhani MH, Salehi-Abargouei A, Surkan PJ, Azadbakht L. Is there a relationship between red or processed meat intake and obesity? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Obes Rev* 2014; 15(9):740-748.
28. Butler CD. Food security in the Asia-Pacific: climate change, phosphorus, ozone and other environmental challenges. *Asia Pac J Clin Nutr* 2009; 18(4):590-597.
29. Faisal IM, Parveen S. Food security in the face of climate change, population growth, and resource constraints: implications for Bangladesh. *Environ Manage* 2004; 34(4):487-98.
30. Campos JGE, Fischmann AA. Visão estratégica das mudanças climáticas na cadeia produtiva da carne bovina no Brasil [Internet]. 2016 [acessado 2023 out 13]. Disponível em: <https://singep.org.br/3singep/resultado/388.pdf>

Artigo apresentado em 31/10/2023

Aprovado em 11/04/2024

Versão final apresentada em 13/04/2024

Editores-chefes: Maria Cecília de Souza Minayo, Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva