

Pegada de carbono da dieta no Brasil

Josefa Maria Fellegger Garzillo^I , Priscila Pereira Machado^{II} , Fernanda Helena Marrocos Leite^I , Euridice Martinez Steele^I , Vanessa Fadanelli Schoenardie Poli^I , Maria Laura da Costa Louzada^I , Renata Bertazzi Levy^{III} , Carlos Augusto Monteiro^I 

^I Universidade de São Paulo. Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde. São Paulo, SP, Brasil

^{II} Deakin University. Institute for Physical Activity and Nutrition. Melbourne, Austrália

^{III} Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Departamento de Medicina Preventiva. São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

OBJETIVO: Estimar a pegada de carbono da dieta brasileira e de estratos sociodemográficos dessa população.

MÉTODOS: A pegada de carbono da dieta foi estimada com base nos dados de dois registros alimentares de 24 horas, obtidos em 2008 e 2009, de uma amostra probabilística da população brasileira com 10 ou mais anos de idade ($n = 34.003$) e em coeficientes de impacto ambiental de alimentos e preparações culinárias consumidos no Brasil ($\text{gCO}_2\text{e/kg}$). Médias com intervalos de confiança de 95% do consumo alimentar (kcal/pessoa/dia) e da pegada de carbono da dieta ($\text{gCO}_2\text{e/pessoa/dia}$ e em $\text{gCO}_2\text{e}/2.000\text{kcal}$) foram calculadas para o conjunto da população e para estratos segundo sexo, idade, renda, escolaridade, macrorregiões e Unidade Federativa. Modelos de regressão linear foram utilizados para identificar diferenças significativas ($p < 0,05$) na pegada de carbono da dieta de diferentes estratos sociodemográficos.

RESULTADOS: A pegada média de carbono da dieta brasileira foi de $4.489\text{gCO}_2\text{e/pessoa/dia}$. Foi maior para o sexo masculino, para a faixa etária de 20 a 49 anos e para as regiões Norte e Centro-Oeste, e tendeu a aumentar com a renda e a escolaridade. O padrão de associação da pegada a variáveis sociodemográficas não se alterou substancialmente com o ajuste para diferenças na quantidade consumida de alimentos, exceto por uma redução no excesso relativo da pegada entre homens e pelo aumento no excesso relativo da pegada na região Centro-Oeste.

CONCLUSÃO: A pegada de carbono da dieta brasileira excede em cerca de 30% a pegada da dieta humana que poderia atender, simultaneamente, os requisitos nutricionais de uma dieta saudável e a meta global de contenção do aumento da temperatura média do planeta. O padrão de associação dessa pegada às variáveis sociodemográficas pode auxiliar na identificação de alvos prioritários para ações públicas que visem a reduzir os impactos ambientais do consumo alimentar no Brasil.

DESCRITORES: Pegada de Carbono. Alimentação Básica. Fatores Socioeconômicos. Brasil.

Correspondência:

Carlos Augusto Monteiro
Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública
Departamento de Nutrição
Av. Dr. Arnaldo 715
01246-904 São Paulo, SP, Brasil
E-mail: carlosam@usp.br

Recebido: 22 fev 2021

Aprovado: 25 fev 2021

Como citar: Garzillo JMF, Machado PP, Leite FHM, Martinez-Steele E, Poli VFS, Louzada MLC, et al. Pegada de carbono da dieta no Brasil. Rev Saude Publica. 2021;55:90. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003614>

Copyright: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.



INTRODUÇÃO

A transição para um sistema alimentar sustentável é uma urgência coletiva, haja vista a gravidade das mudanças ambientais globais e os impactos da alimentação no equilíbrio ecológico¹. O Brasil assumiu compromissos multilaterais como a eliminação da fome e o combate às mudanças climáticas², o que demanda das ciências nutricionais e ambientais a união de esforços para compreender os múltiplos impactos da alimentação³ e construir diretrizes sobre dietas adequadas, saudáveis e sustentáveis nas condições brasileiras, esclarecendo a população e os governos sobre como proteger a natureza¹.

Os estudos dos impactos ou das pegadas ambientais da alimentação requerem a disponibilidade de dados representativos do consumo alimentar da população e indicadores que quantifiquem as pegadas dos alimentos individuais que compõem a alimentação. Esses indicadores, calculados com a metodologia de avaliação do ciclo de vida de produtos⁴, contabilizam o uso dos recursos naturais e a carga de poluentes lançados no meio ambiente por quilo de alimento, como o coeficiente da pegada de carbono do alimento, que quantifica a quantidade de emissões atmosféricas de gases do efeito estufa. Com base em estudos do impacto ambiental da alimentação, padrões alimentares como a “dieta mediterrânea” e a “dieta vegetariana” são considerados modelos para a mitigação dos efeitos negativos da alimentação sobre o ambiente⁵⁻⁸.

As avaliações do impacto ambiental das dietas que abrangem a população em geral, bem como estratos sociodemográficos específicos, são relevantes porque identificam tanto os pontos críticos a se mudar na alimentação, quanto os grupos populacionais nos quais as políticas públicas devem focar para reduções substanciais dos impactos ambientais.

Neste artigo, com base em dados coletados em inquérito nacional sobre o consumo de alimentos no Brasil, estimamos a pegada de carbono da dieta consumida pela população brasileira e da dieta de estratos sociodemográficos dessa população.

MÉTODOS

Fonte dos Dados sobre Consumo Alimentar

Os dados sobre consumo alimentar analisados neste estudo são provenientes do módulo de avaliação do consumo alimentar pessoal da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) entre maio de 2008 e maio de 2009 (POF 2008–2009)⁹.

A POF 2008–2009 empregou plano amostral complexo, por conglomerados, com estratificação geográfica e socioeconômica de todos os setores censitários do país, seguida de sorteios aleatórios de setores em um primeiro estágio e de domicílios em um segundo. O número de setores sorteados em cada estrato foi proporcional ao número de domicílios no estrato. O sorteio dos domicílios de cada setor foi feito por amostragem aleatória simples sem reposição. A amostra abrangeu 55.970 domicílios e o módulo de avaliação do consumo alimentar pessoal foi aplicado em uma subamostra aleatória de 13.569 domicílios (24,3% do total de domicílios estudados)⁹.

As entrevistas realizadas pela POF 2008–2009 em cada estrato da amostra foram distribuídas uniformemente ao longo dos 12 meses de realização da pesquisa. Os moradores com dez ou mais anos de idade de todos os domicílios sorteados para a avaliação do consumo alimentar pessoal (n = 34.003) preencheram dois registros alimentares de 24 horas, em dias não consecutivos. Nesses registros, as pessoas relatavam todos os alimentos consumidos, o tipo de preparação e as quantidades consumidas expressas na forma de medidas caseiras. Dados individuais sobre data de nascimento, sexo, escolaridade, renda familiar e número de pessoas no domicílio foram coletados por meio de questionários.

O rol de dados sociodemográficos contempla a localização do domicílio por Unidade Federativa (UF) e macrorregião do Brasil.

Na POF 2008–2009, as quantidades de alimentos relatadas na forma de medidas caseiras foram convertidas em gramas com base na Tabela de Medidas Referidas para os Alimentos Consumidos no Brasil¹⁰ e, em seguida, convertidas em energia com base na Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil¹¹. Para efeito do presente estudo, preparações culinárias foram fragmentadas em alimentos e ingredientes culinários conforme receitas padronizadas¹².

Coefficientes da Pegada de Carbono de Alimentos

Para estimar a pegada de carbono do consumo alimentar informado pelas pessoas estudadas na POF 2008–2009, foram usados coeficientes que quantificam as emissões atmosféricas de gases do efeito estufa, expressas em gramas de dióxido de carbono equivalente por quantidade de alimento consumido (gCO₂e/kg)¹².

Os coeficientes da pegada de carbono utilizados neste estudo são aqueles descritos na publicação “Pegadas dos alimentos e preparações culinárias consumidos no Brasil”¹⁴. Essa publicação apresenta, para cada item alimentar relatado pelas pessoas estudadas pela POF 2008–2009, coeficientes de impacto ambiental médios calculados com base em coeficientes estimados por estudos publicados em artigos científicos ou utilizados em relatórios de desempenho ambiental de produtos, e adota coeficientes de alimentos similares no caso de alimentos que não contavam com estimativas disponíveis. No caso de preparações culinárias, os coeficientes levam em conta todos os ingredientes incluídos na preparação. Os coeficientes consideram, ainda, fatores de conversão e índices de cocção que levam em conta, respectivamente, a retirada de partes não comestíveis e a incorporação ou perda de água pelo efeito do cozimento.

Análise dos Dados

A pegada de carbono do consumo alimentar diário de cada pessoa estudada pela POF 2008–2009 foi calculada somando os produtos da quantidade consumida de cada item pelo seu respectivo coeficiente de pegada de carbono, utilizando os dados informados nos dois dias de registro alimentar de 24 horas. Médias com intervalos de confiança de 95% da pegada de carbono do consumo alimentar diário (gCO₂e/kg/pessoa/dia) foram calculadas para o conjunto da população brasileira e para estratos sociodemográficos dessa população. Esses estratos foram constituídos com base na localização do domicílio (macrorregião e UF) e nas seguintes características individuais: sexo (masculino/feminino), idade (10 a 19 anos, 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59 e ≥ 60 anos), quinto da renda familiar *per capita* e anos de escolaridade (≤ 4, 5 a 8, 9 a 12, > 12).

Visando levar em conta diferenças entre os estratos sociodemográficos quanto à quantidade de energia consumida, calculou-se o consumo calórico diário total de cada pessoa e a pegada de carbono da sua alimentação fixada em 2.000kcal (gCO₂e/2.000kcal), e repetiu-se, a seguir, a mesma análise feita com relação à pegada de carbono sem ajuste para o total calórico.

Modelos de regressão linear foram utilizados para testar diferenças entre estratos sociodemográficos da população no consumo calórico diário e nas pegadas ambientais da dieta. Testes de tendência linear foram utilizados para variáveis categóricas ordinais. Para variáveis categóricas não ordinais ou variáveis sem tendência linear significativa, foram aplicados testes de Bonferroni.

Todas as análises foram realizadas no módulo *survey* do software Stata/SE versão 14.0, que considera os efeitos da amostragem complexa permitindo a extrapolação dos resultados para a população brasileira. A identificação das significâncias estatísticas foi valor-p ≤ 0,05.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta estimativas da ingestão diária de calorias para a população brasileira com 10 ou mais anos de idade e para estratos sociodemográficos dessa população. Aferiu-se uma ingestão calórica média de 1.900kcal/pessoa/dia para o conjunto da população. Além disso, constatou-se que essa média foi maior entre homens do que entre mulheres, tendeu a diminuir com a idade e a aumentar com a renda e com a escolaridade, e foi maior na região Norte, intermediária nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste e menor na região Centro-Oeste.

A Tabela 2 apresenta estimativas da pegada de carbono da dieta da população brasileira e de estratos sociodemográficos dessa população.

A pegada de carbono média da dieta brasileira, de 4.489gCO₂e/pessoa/dia, foi maior entre homens do que entre mulheres, mostrou uma relação curvilínea com a idade, sendo máxima entre 20 e 49 anos, tendeu a aumentar com a renda e com a escolaridade e foi maior nas

Tabela 1. Consumo alimentar diário segundo variáveis sociodemográficas. População brasileira com 10 ou mais anos de idade, 2008 a 2009 (n = 34.003).

Variáveis	Distribuição da amostra (%)	Consumo alimentar (Kcal/pessoa/dia)	
		Média	IC95%
Sexo			
Feminino	52	1.713	(1.696–1.731)
Masculino	48	2.102	(2.062–2.143) ^a
Idade (anos)			
10 a 19	22	2.010	(1.974–2.046)
20 a 29	21	2.006	(1.973–2.039)
30 a 39	18	1.933	(1.899–1.967)
40 a 49	16	1.852	(1.813–1.890)
50 a 59	12	1.778	(1.723–1.832)
≥ 60	13	1.683	(1.570–1.796) ^a
Renda familiar per capita (R\$)			
< 225,28	20	1.785	(1.747–1.823)
225,28–399,75	20	1.922	(1.875–1.970)
399,76–637,23	20	1.870	(1.830–1911)
637,24–1.151,49)	20	1.936	(1.896–1.976)
≥ 1.151,50	20	1.988	(1.904–2.071) ^a
Escolaridade (anos de estudo)			
≤ 4 anos	33	1.775	(1.746–1.804)
5 a 8 anos	27	1.925	(1.895–1.957)
9 a 12 anos	30	1.985	(1.956–2.015)
> 12 anos	11	1.990	(1.848–2.130) ^a
Macrorregião			
Norte	8	2.058	(2.006–2.110) ^d
Nordeste	28	1.944	(1.882–2.007) ^{c,d}
Sudeste	43	1.860	(1.826–1.894) ^{b,c}
Sul	15	1.900	(1.851–1.949) ^{b,c}
Centro-Oeste	7	1.806	(1.762–1.850) ^b
Total	100	1.900	(1.876–1924)

IC95%: intervalo de confiança de 95%.

^a p < 0,05 para variáveis dicotômicas e p para tendência linear < 0,05 no caso de variáveis ordinais.

^{b,c,d,e} p < 0,05 no teste de Bonferroni para comparações das macrorregiões duas a duas e quando as macrorregiões não compartilham a mesma letra em sobrescrito.

Tabela 2. Pegada de carbono do consumo alimentar segundo variáveis sociodemográficas. População brasileira com 10 ou mais anos ou mais de idade, 2008 a 2009 (n = 34.003).

Variáveis	Pegada de carbono			
	(gCO ₂ e/pessoa/dia)		(gCO ₂ e/2.000 kcal)	
	Média	IC95%	Média	IC95%
Sexo				
Feminino	3.934	3.859–4.009	4.641	4.567–4.716
Masculino	5.089	4.974–5.205 ^a	4.899	4.812–4.986 ^a
Idade (anos)				
10 a 19	4.369	4.212–4.525	4.355	4.233–4.477
20 a 29	4.787	4.651–4.923	4.802	4.687–4.917
30 a 39	4.745	4.599–4.892	4.941	4.805–5.077
40 a 49	4.627	4.441–4.813	4.981	4.842–5.120
50 a 59	4.269	4.116–4.421	4.871	4.719–5.023
60 e +	3.915	3.751–4.078	4.785	4.630–4.941
Renda familiar per capita (R\$)				
< 225,28	3.901	3.755–4.048	4.338	4.204–4.472
225,28–399,75	4.431	4.228–4.634	4.650	4.493–4.807
399,76–637,23	4.432	4.240–4.624	4.771	4.616–4.927
637,24–1.151,49)	4.746	4.547–4.945	4.931	4.760–5.103
≥ 1.151,50	4.933	4.767–5.100 ^a	5.133	4.986–5.280 ^a
Escolaridade (anos de estudo)				
≤ 4 anos	4.144	4.024–4.264	4.656	4.551–4.761
5 a 8 anos	4.439	4.308–4.569	4.652	4.542–4.763
9 a 12 anos	4.775	4.657–4.893	4.850	4.745–4.954
> 12 anos	4.890	4.691–5.089 ^a	5.145	4.962–5.328 ^a
Macrorregião				
Norte	5.245	5.051–5.439 ^c	5.173	5.023–5.324
Nordeste	4.435	4.297–4.573 ^b	4.646	4.537–4.755 ^b
Sudeste	4.281	4.130–4.431 ^b	4.623	4.489–4.758 ^b
Sul	4.510	4.312–4.707 ^b	4.738	4.597–4.880 ^b
Centro-Oeste	5.052	4.864–5.240 ^c	5.641	5.471–5.812
Total	4.489	4.407–4.572	4.765	4.695–4.836

gCO₂e, gramas de dióxido de carbono equivalente.

IC95%, intervalo de confiança de 95%.

^a p < 0,05 para variáveis dicotômicas e p para tendência linear < 0,05 no caso de variáveis ordinais.

^{b,c,d,e} p < 0,05 no teste de Bonferroni para comparações das macrorregiões duas a duas e quando as macrorregiões não compartilham a mesma letra em sobrescrito.

regiões Norte e Centro-Oeste do que nas demais regiões do país. O ajuste para diferenças quantitativas no consumo alimentar, obtido fixando o consumo de 2.000kcal por pessoa, não modifica substancialmente a relação entre variáveis sociodemográficas e a pegada de carbono da dieta, exceto por uma redução no excesso relativo da pegada entre homens, que permanece significativo, e pelo aumento no excesso relativo da pegada da dieta na região Centro-Oeste, que passa a ser a região com a maior pegada de carbono, superando a região Norte.

A Figura retrata a distribuição espacial das pegadas de carbono das dietas brutas e das dietas ajustadas para um consumo fixo de 2.000kcal por pessoa, nas 27 Unidades Federativas do Brasil. As menores pegadas de carbono foram encontradas em Alagoas (3.522gCO₂e, pegada bruta) e no Rio Grande do Norte (4.056gCO₂e, pegada por 2.000kcal), enquanto as maiores foram registradas em Tocantins (61.332gCO₂e, pegada bruta; e 6.205gCO₂e, pegada por 2.000kcal), conforme a Tabela 4.

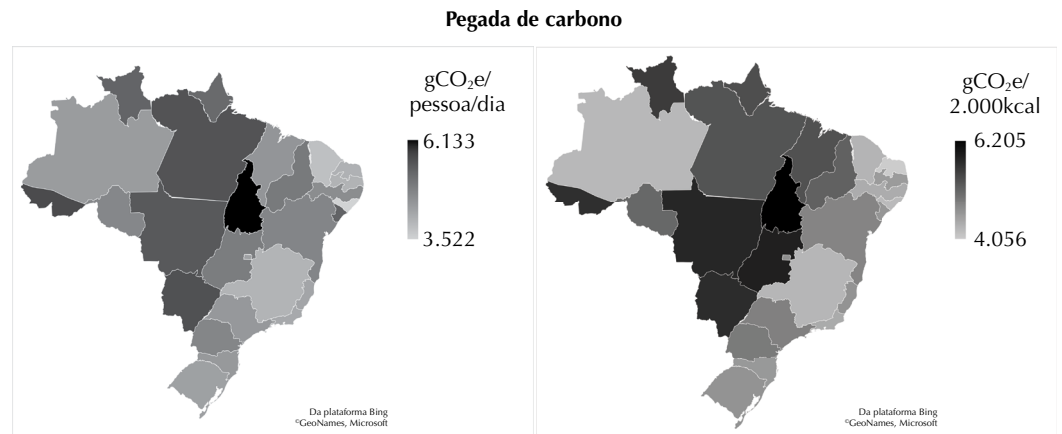


Figura. Mapas coropléticos de valores médios da pegada de carbono do consumo alimentar segundo Unidades Federativas. População brasileira com 10 ou mais anos de idade, 2008 a 2009 (n = 34.003).

Tabela 3. Pegada de carbono do consumo alimentar segundo as Unidades Federativas. População brasileira com 10 anos ou mais de idade, 2008 a 2009 (n = 34.003).

Unidade Federativa	Pegada de carbono			
	gCO ₂ e/pessoa/dia		gCO ₂ e/2.000kcal	
	Média	IC95%	Média	IC95%
Acre	5.673	4.887–6.458	5.719	5.232–6.207
Amapá	5.219	3.881–6.557	5.383	4.203–6.562
Amazonas	4.390	4.100–4.680	4.270	4.045–4.495
Pará	5.556	5.240–5.872	5.328	5.079–5.576
Rondônia	4.733	4.385–5.080	5.123	4.781–5.465
Roraima	5.319	4.472–6.166	5.582	5.004–6.160
Tocantins	6.133	5.338–6.929	6.205	5.725–6.684
Alagoas	3.522	3.212–3.833	4.248	3.969–4.527
Bahia	4.781	4.386–5.177	4.819	4.552–5.086
Ceará	3.812	3.538–4.087	4.312	4.029–4.595
Maranhão	4.506	4.260–4.751	5.357	5.021–5.693
Paraíba	4.025	3.633–4.416	4.575	4.177–4.973
Pernambuco	4.655	4.373–4.936	4.398	4.190–4.605
Piauí	4.967	4.655–5.278	5.185	4.875–5.494
Rio Grande do Norte	4.049	3.786–4.313	4.056	3.842–4.269
Sergipe	5.331	4.872–5.790	4.616	4.174–5.059
Paraná	4.763	4.412–5.115	4.919	4.661–5.178
Rio Grande Do Sul	4.319	4.043–4.595	4.654	4.426–4.883
Santa Catarina	4.442	4.024–4.861	4.595	4.390–4.800
Espírito Santo	4.243	3.883–4.603	4.661	4.354–4.968
Minas Gerais	4.007	3.822–4.192	4.288	4.114–4.463
Rio de Janeiro	4.171	3.903–4.439	4.418	4.166–4.670
São Paulo	4.456	4.201–4.711	4.860	4.636–5.083
Distrito Federal	4.303	3.786–4.820	4.702	4.285–5.118
Goiás	4.912	4.638–5.186	5.875	5.593–6.156
Mato Grosso	5.482	5.051–5.914	5.806	5.483–6.130
Mato Grosso do Sul	5.598	5.300–5.896	5.745	5.505–5.985

IC95: intervalo de confiança de 95%.

DISCUSSÃO

Com base em dados de dois registros alimentares de 24 horas obtidos em 2008 e 2009 de amostra probabilística da população brasileira com 10 ou mais anos de idade ($n = 34.003$), estimou-se a pegada média de carbono da dieta no Brasil em $4.489\text{gCO}_2\text{e/pessoa/dia}$. Esta pegada foi maior na dieta de homens, de pessoas entre 20 e 49 anos de idade, de residentes nas regiões Norte e Centro-Oeste e de pessoas com maior nível de renda ou de escolaridade. O ajuste para diferenças na quantidade consumida de alimentos não modificou substancialmente a relação da pegada da dieta com variáveis sociodemográficas, exceto por uma redução no excesso relativo da pegada entre homens e pelo aumento no excesso relativo da pegada na região Centro-Oeste, que passou a ter a dieta com maior pegada de carbono no país.

Quando comparada à de outros países, a pegada de carbono da dieta por pessoa/dia que estimamos para o Brasil ($4.489\text{gCO}_2\text{e}$) pode ser considerada de intensidade intermediária, por ser muito maior que a estimada no Peru¹³ ($2.036\text{gCO}_2\text{e}$), ligeiramente maior que a da França¹⁴ ($4.090\text{gCO}_2\text{e}$), ligeiramente menor que a dos Estados Unidos¹⁵ ($4.700\text{gCO}_2\text{e}$) e muito menor que a da Argentina⁶ ($5.480\text{gCO}_2\text{e}$). A pegada de carbono da dieta brasileira excede em cerca de 30% o valor de $3288\text{gCO}_2\text{e/pessoa/dia}$, que corresponde ao estimado para a pegada de uma dieta que concomitantemente preenche todos os requisitos nutricionais de uma dieta saudável¹⁶ e corrobora com a contenção da temperatura média do planeta¹⁷.

O excesso relativo da pegada de carbono da dieta de representantes sexo masculino observado em nosso estudo tem sido descrito também em vários países, como Holanda¹⁸, Irlanda¹⁹ e China²⁰. Na população sueca, similarmente ao que encontramos no Brasil, as dietas com maiores pegadas de carbono foram observadas entre adultos jovens e de idade intermediária²¹. A literatura não mostra um padrão claro de relação da pegada de carbono da dieta com o nível de renda ou de educação das pessoas. Por exemplo, nos Estados Unidos¹⁵ não foram observadas diferenças nas pegadas de carbono das dietas conforme variações socioeconômicas. Já na Irlanda¹⁹, as maiores pegadas de carbono foram encontradas na dieta de pessoas com escolaridade intermediária, enquanto na Suécia²¹, como no Brasil, pessoas com escolaridade universitária apresentaram as dietas com as maiores pegadas de carbono.

Vale mencionar que, no Brasil, quanto maior a escolaridade, maior a preocupação com os riscos climáticos²². No entanto, essa preocupação aparentemente não se refletiu na pegada de carbono da dieta. Impactos ambientais relativamente baixos observados nas dietas dos países em desenvolvimento têm sido atribuídos ao baixo poder aquisitivo da população e à consequente restrição para adquirir alimentos com maior impacto ambiental, como a carne¹³. Um estudo que compara populações do Peru com maior ou menor renda concluiu que na cidade de Lima, onde é maior o poder aquisitivo da população, seria possível reduzir a pegada de carbono da dieta em 6% sem prejuízo de sua qualidade nutricional, enquanto em Cajamarca, onde há mais pobres, a melhoria na qualidade nutricional da dieta levaria a um aumento de 18% em sua pegada de carbono¹³.

As maiores pegadas de carbono da dieta brasileira foram encontradas nas regiões Norte e Centro-Oeste. Ainda que fuja do escopo deste estudo a análise do impacto de alimentos específicos sobre a pegada de carbono da dieta brasileira, o que será motivo de um próximo estudo, deve-se notar que, nas duas regiões onde é maior a pegada de carbono da dieta, é também maior o consumo de carne bovina: $58,6\text{g/pessoa/dia}$ na região Norte e $80,7\text{g/pessoa/dia}$ na região Centro-Oeste, consumo bastante superior ao consumo médio registrado no Brasil, que é de $50,2\text{g/pessoa/dia}$ ⁹.

Estudo anterior realizado com a mesma base de dados estimou a pegada de carbono da dieta brasileira em $6.761\text{gCO}_2\text{e/pessoa/dia}$ ²³, portanto, cerca de 50% maior do que nossa estimativa. Importa notar que esse estudo considerou apenas adultos e excluiu alimentos

e bebidas que não dispunham de pegada ambiental, que representaram cerca de 15% do total de calorias consumidas. Além disso, não levou em conta a forma de consumo dos alimentos, o que pode levar a erros e inconsistências na estimativa do impacto ambiental das dietas²⁴. Por exemplo, a pegada de carbono do arroz cozido, um dos alimentos mais consumidos no Brasil, é 2,3 vezes menor do que a pegada de uma quantidade equivalente de arroz cru¹².

Outra diferença importante entre os dois estudos e que é provavelmente a mais importante para explicar a diferença encontrada quanto à magnitude da pegada de carbono da dieta brasileira, diz respeito ao coeficiente utilizado para quantificar a pegada de carbono da carne bovina: 60kgCO₂e/kg no estudo anterior e 26,3kgCO₂e/kg em nosso estudo. O coeficiente utilizado em nosso estudo correspondeu à média de valores encontrados na literatura internacional e ficou próximo ao coeficiente calculado por Clune e colaboradores²⁵ e utilizado em estudos realizados na Argentina⁶ e no Peru¹³ (28kgCO₂e/kg), enquanto o coeficiente utilizado no estudo anterior foi calculado com base em um único estudo que levou em conta parâmetros zootécnicos da pecuária extensiva e emissões das pastagens²⁶, que apresentam baixa conversão alimentar e alta emissão de metano.

Dentre as limitações de nosso estudo, destacamos o fato de que, embora tenhamos empregado coeficientes de impacto ambiental estimados para alimentos e preparações culinárias relatados pelos participantes da POF 2008–2009⁹, devido à escassez de estudos realizados no Brasil, as estimativas frequentemente foram baseadas em estudos realizados em outros países. Outra limitação importante deste estudo decorre do fato de os coeficientes relativos a muitos alimentos industrializados procederem não propriamente de estudos publicados, mas de declarações de desempenho ambiental de produtos¹².

Os pontos fortes de nosso estudo estão ligados à representatividade da amostra estudada e aos procedimentos metodológicos adotados. Ajustar os coeficientes das pegadas ambientais de acordo com forma como os alimentos são consumidos reduziu as possibilidades de erros e inconsistências²⁴. Além disso, o cálculo dos impactos ambientais das dietas por quantidades fixas de calorias propiciou a comparação adequada entre os padrões dietéticos por controlar os efeitos das diferenças na quantidade de alimentos consumida.

CONCLUSÃO

A pegada de carbono da dieta brasileira, estimada por nosso estudo em 4.489g CO₂e/ pessoa/dia, excede em cerca de 30% a pegada da dieta humana que poderia simultaneamente atender os requisitos nutricionais de uma dieta saudável e a meta global de contenção do aumento da temperatura média do planeta. O padrão de associação entre variáveis sociodemográficas e as pegadas de carbono da dieta descrito neste estudo pode auxiliar na identificação de alvos prioritários para ações públicas que visem a reduzir os impactos ambientais do consumo alimentar no Brasil.

REFERÊNCIAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. Sustainable healthy diets: guiding principles. Rome (IT): FAO; WHO; 2019 [citado 26 nov 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>
2. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2019 [citado 26 nov 2020]. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/index.html>
3. The Giessen Declaration. Public Health Nutr. 2005 [citado 26 nov 2020];8(6A):783-6. Disponível em: <http://archive.wphna.org/wp-content/uploads/2013/03/05-PHN-8-6A-The-Giessen-Declaration.pdf>
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14040. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT; 2001.

5. Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*. 2014;515(7528):518-22. <https://doi.org/10.1038/nature13959>
6. Arrieta EM, González AD. Impact of current, National Dietary Guidelines and alternative diets on greenhouse gas emissions in Argentina. *Food Policy*. 2018;79:58-66. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.05.003>
7. Batlle-Bayer L, Bala A, García-Herrero I, Lemaire E, Song G, Aldaco R, et al. The Spanish Dietary Guidelines: a potential tool to reduce greenhouse gas emissions of current dietary patterns. *J Clean Prod*. 2019;213:588-98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.215>
8. Grosso G, Fresán U, Bes-Rastrollo M, Marventano S, Galvano F. Environmental impact of dietary choices: role of the Mediterranean and other dietary patterns in an Italian cohort. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(5):1468. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051468>
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
11. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
12. Garzillo JMF, Machado PP, Louzada MLC, Levy RB, Monteiro, CA. Pegadas dos alimentos e das preparações culinárias consumidos no Brasil. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2019 [citado 19 fev 2021]. (e-Coleções FSP/USP). Disponível em: <http://colecoes.sibi.usp.br/fsp/items/show/3592>
13. Larrea-Gallegos G, Vázquez-Rowe I. Optimization of the environmental performance of food diets in Peru combining linear programming and life cycle methods. *Sci Total Environ*. 2020;699:134231. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134231>
14. Vieux F, Darmon N, Touazi D, Soler LG. Greenhouse gas emissions of self-selected individual diets in France: changing the diet structure or consuming less? *Ecol Econ*. 2012;75:91-101. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.01.003>
15. Heller MC, Willits-Smith A, Meyer R, Keoleian GA, Rose D. Greenhouse gas emissions and energy use associated with production of individual self-selected US diets. *Environ Res Lett*. 2018;13(4):044004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab0ac>
16. World Health Organization. Healthy diet. Fact Sheet; nº 394. Geneva (CH): WHO; updated 2015 [citado 19 fev 2021]. Disponível em: https://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/healthydiet_factsheet394.pdf
17. Ritchie H, Reay DS, Higgins P. The impact of global dietary guidelines on climate change. *Glob Environ Change*. 2018;49:46-55. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.005>
18. Temme EHM, Toxopeus IB, Kramer GFH, Brokens MCC, Drijvers JMM, Tyszler M, et al. Greenhouse gas emission of diets in the Netherlands and associations with food, energy and macronutrient intakes. *Public Health Nutr*. 2015;18(13):2433-45. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002821>
19. Hyland JJ, Henschion M, McCarthy M, McCarthy SN. The climatic impact of food consumption in a representative sample of Irish adults and implications for food and nutrition policy. *Public Health Nutr*. 2017;20(4):726-38. <https://doi.org/10.1017/S1368980016002573>
20. Song G, Li M, Fullana-i-Palmer P, Williamson D, Wang Y. Dietary changes to mitigate climate change and benefit public health in China. *Sci Total Environ*. 2017;577:289-98. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.184>
21. Strid A, Hallström E, Hjorth T, Johansson I, Lindahl B, Sonesson U, et al. Climate impact from diet in relation to background and sociodemographic characteristics in the Västerbotten Intervention Program. *Public Health Nutr*. 2019;22(17):3288-97. <https://doi.org/10.1017/S1368980019002131>
22. Bursztyn M, Eiró F. Mudanças climáticas e distribuição social da percepção de risco no Brasil. *Soc Estado*. 2015;30(2):471-93. <https://doi.org/10.1590/S0102-699220150002000010>
23. Travassos GF, Cunha DA, Coelho AB. The environmental impact of Brazilian adults' diet. *J Clean Prod*. 2020;272:122622. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122622>

24. Heller MC, Keoleian GA, Willet WC. Toward a life cycle-based, diet-level framework for food environmental impact and nutrition quality assessment: a critical review. *Environ Sci Technol*. 2013;47(22):12632-47. <https://doi.org/10.1021/es4025113>
25. Clune S, Crossin E, Verghese K. Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *J Clean Prod*. 2017;140 (Part 2):766-83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082>
26. Blonk H, Kool A, Luske B, De Waart S. Environmental effects of protein-rich food products in the Netherlands: consequences of animal protein substitutes. Gouda (NL): Blonk Consultants; 2008. Disponível em <http://www.blonkconsultants.nl/wp-content/uploads/2016/06/english-summary-protein-rich-products.pdf>

Financiamento: *Climate and Land Use Alliance* (“CLUA” - Grant Number: G-1910-56390 (dezembro de 2019 a dezembro de 2021). A CLUA não compartilha necessariamente das posições expressas nesse manuscrito.

Contribuição dos Autores: Concepção e planejamento do estudo: JMFG, PPM, FHML, SEM, VFSP, MLCL, RBL, CAM. Coleta, análise e interpretação dos dados: JMFG, FHML, SEM, VFSP. Elaboração ou revisão do manuscrito: JMFG, PPM, FHML, SEM, VFSP, MLCL, RBL, CAM. Aprovação da versão final: CAM. Responsabilidade pública pelo conteúdo do artigo: CAM.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.