

EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA ASSOCIADAS ÀS DIETAS ALIMENTARES NO BRASIL¹

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2021.55.10660>

Recebido em: 19/5/2020

Aceito em: 14/4/2021

Gabriella Nunes da Costa², Danilo Rolim Dias de Aguiar³,
Adelson Martins Figueiredo²

RESUMO

O sistema alimentar é uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE). Como estas emissões variam de produto a produto, alguns autores afirmam que as dietas alimentares precisam mudar para que a produção de alimentos possa crescer com mínimo impacto ambiental. Suprindo a carência de estudos sobre as emissões de GEE associadas às dietas no Brasil, o objetivo deste trabalho é dimensionar as emissões de GEE associadas às dietas alimentares consumidas nas 26 capitais estaduais do país e no Distrito Federal por parte de indivíduos de diferentes estratos de renda. Assim, foram coletados dados de consumo domiciliar de alimentos e de emissões de GEE associadas à produção pecuária e agrícola, o que permitiu medir as dietas alimentares em termos das quantidades de GEE que elas emitem. Os resultados mostram que carne bovina e produtos lácteos são as principais fontes de emissões de GEE no Brasil, e que as dietas dos nortistas e dos indivíduos de maior renda emitem muito mais. Como as dietas alimentares consumidas no país variam muito em termos de emissão de GEE e de valor nutricional, há viabilidade de se adotar dietas que tanto atendam às necessidades nutricionais dos indivíduos quanto reduzam as emissões de GEE.

Palavras-chave: Mudança climática. Consumo alimentar. Características regionais.

GREENHOUSE GAS EMISSIONS ASSOCIATED WITH FOOD DIETS IN BRAZIL

ABSTRACT

The food system is a major source of greenhouse gas (GHG) emission. As emissions vary from product to product, some authors assert that food diets need to change in order allow food production to grow at a minimum environmental impact. Due to the lack of studies on diet-related GHG emissions in Brazil, the purpose of this paper is to measure GHG emissions associated with food diets consumed in the 26 Brazilian state capitals and in the Federal district by individuals from different income brackets. So, there were collected data on household food consumption and GHG emissions from livestock and agricultural production, what allowed measuring the food diets in terms of the amount of GHG they emit. The results show that beef and dairy are the main sources of food-related GHG emissions in Brazil and that the diets of northerners and high-income individuals emit much more. As the food diets consumed in the country vary widely in terms of GHG emission and nutritional value, it is viable to adopt diets that meet nutritional requirements as well as cut GHG emissions.

Keywords: Climate change. Food consumption. Regional characteristics.

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001.

² Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Sorocaba/SP, Brasil.

³ Autor correspondente. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Campus de Sorocaba. Rodovia João Leme dos Santos (SP 264), km 110 – Itinga. Sorocaba/SP, Brasil. CEP 18052-780. <http://lattes.cnpq.br/1889207481986151>. <https://orcid.org/0000-0001-9791-9774>. danilo@ufscar.br

INTRODUÇÃO

As emissões de gases de efeitos estufa (GEE) por parte das atividades econômicas têm sido objeto de grande preocupação em âmbito mundial em razão da sua associação com o aquecimento global. No caso específico do setor agroalimentar, as emissões de GEE ocorrem ao longo de toda a cadeia produtiva (MACDIARMID *et al.*, 2012; GARNETT, 2013; GARNETT, 2014; SORET *et al.*, 2014), sendo os seguintes os principais tipos de GEE emitidos e suas respectivas fontes: (a) dióxido de carbono, em virtude do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia para o maquinário agrícola, para o transporte, para o armazenamento e para a cocção dos alimentos; (b) metano, oriundo do sistema digestivo dos ruminantes; e (c) óxido de nitrogênio, oriundo do preparo e uso de fertilizantes (SCARBOROUGH *et al.*, 2014).

Nos países desenvolvidos toda a cadeia alimentar contribui com 15% a 30% das emissões totais (GARNETT, 2013); já no Brasil, estima-se que o setor agropecuário seja responsável por um terço das emissões de GEE (BRASIL, 2016). Desta forma, o consumo de alimentos é visto por diversos autores como o principal promotor de emissões destes gases (DRUCKMAN; JACKSON, 2009; GARNETT, 2014; SCARBOROUGH *et al.*, 2014; SORET *et al.*, 2014; GARNETT, 2016).

As quantidades emitidas de GEE variam consideravelmente entre os diferentes grupos de alimentos (GARNETT, 2014), sendo as carnes, os produtos lácteos e o arroz os alimentos apontados na literatura como os que originam maiores emissões (MACDIARMID *et al.*, 2012; GARNETT, 2014; SCARBOROUGH *et al.*, 2014; GARNETT, 2016). Existe, portanto, uma forte relação entre as dietas consumidas e as emissões de GEE, de modo que mudanças na composição das dietas alimentares são consideradas um dos principais meios de se mitigar as emissões (GARNETT, 2011; BAJZELJ *et al.*, 2014; SCHINAIDER *et al.*, 2020).

Embora haja uma quantidade considerável de estudos internacionais sobre as emissões de GEE associadas às dietas alimentares, conforme atesta a resenha feita por Auestad e Fulgoni III (2015), no Brasil há enorme carência de estudos deste tipo. Além de Takeuti e Oliveira (2013), que discutiram os aspectos ambientais do sistema alimentar, há o estudo de Carvalho *et al.* (2013), que relacionam o consumo de carne vermelha com a qualidade da dieta e com o meio ambiente, restringindo-se a um tipo de alimento e a uma localidade (São Paulo). Faltam, portanto, estudos mais abrangentes que seriam importantes para fundamentar políticas públicas e decisões de consumo dos indivíduos objetivando reduzir as emissões de GEE.

Buscando preencher esta lacuna, este trabalho tem como objetivo dimensionar as emissões de GEE associadas ao consumo de alimentos no Brasil, compatibilizando informações sobre os alimentos adquiridos pelas famílias residentes nas capitais das unidades federativas com informações sobre a emissão de GEE nos sistemas produtivos que originam esses alimentos. Em termos específicos, pretende-se responder às seguintes questões: (i) Quais alimentos contribuem mais para as emissões de GEE no Brasil? (ii) As dietas dos diferentes Estados e regiões têm impactos diferentes em termos de emissões de GEE? (iii) As dietas de consumidores de diferentes estratos de renda têm diferentes impactos em termos de emissões de GEE? (iv) Qual seria o impacto em termos de emissões caso todos os consumidores adotassem a dieta de maior emissão? E (v) Qual seria o impacto em termos de emissões caso todos adotassem a dieta de menor emissão que atendesse às necessidades nutricionais?

REFERENCIAL TEÓRICO

O instrumental econômico para se compreender o impacto das emissões de GEE é a teoria das externalidades. As externalidades ocorrem quando o bem-estar de um agente não depende apenas de sua atividade, uma vez que a atividade de um terceiro exerce efeito positivo (externalidade positiva) ou negativo (externalidade negativa) sobre o seu bem-estar (HANLEY; SHOGREN; WHITE, 2007; TIETENBERG; LEWIS, 2014; FIELD; FIELD, 2016), sendo as emissões de GEE um caso típico de externalidade negativa.

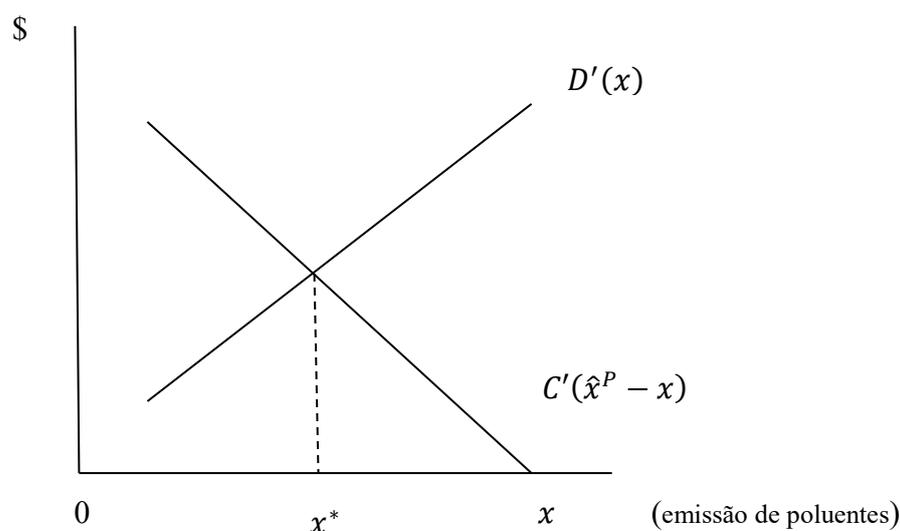
A presença de externalidades negativas pode ser modelada considerando um agente cuja atividade econômica gere emissões e outro que sofra as consequências dessas emissões. De acordo com Hanley, Shogren e White (2007), o agente emissor terá o nível ótimo privado de emissão, x , determinado a partir da maximização da função de lucro líquido privado, $\Pi^P = \bar{\Pi}^P - C(\hat{x}^P - x)$, em que $\bar{\Pi}^P$ é o lucro quando não há redução de nível de emissão, $C(\hat{x}^P - x)$ é o custo de redução de nível de emissão e o nível ótimo privado de emissão não é negativo ($\hat{x}^P > 0$). Assume-se que o custo de redução é crescente e convexo ($C'(\hat{x}^P - x) > 0$) e que o custo será zero se o poluidor produzir o nível de emissão igual a $\hat{x}^P = x$.

O agente que tem o lucro (ou bem-estar) afetado pela emissão terá como lucro líquido $\Pi^A = \bar{\Pi}^A - D(x)$, ou seja, seu lucro líquido é dado por seu lucro menos o dano causado pela emissão, o qual é crescente e convexo com a emissão ($D'(x) > 0$) e os danos não crescem se não houver emissão ($D(0) = 0$).

Maximizando-se a função de lucro agregado, $\Pi^P + \Pi^A = \bar{\Pi}^P - C(\hat{x}^P - x) + \bar{\Pi}^A - D(x)$, obtém-se o nível ótimo social de emissão igualando-se o benefício social da emissão com o custo social dos danos por ela causados ($C'(\hat{x}^P - x) = D(x)$).

A Figura 1 ilustra graficamente a situação exposta, em que x é a quantidade emitida pelo agente poluidor e x^* é a quantidade socialmente ótima de emissão.

Figura 1 – Nível de emissão ótimo, social e privado



Fonte: Elaboração própria com base em HANLEY; SHOGREN; WHITE (2007).

Quando se trata de uma externalidade com efeitos locais, é possível que um agente regulador intervenha com políticas que incentivem o agente poluidor a internalizar, em sua estrutura de custo, as externalidades negativas causadas a terceiros. No caso, porém, de externalidades globais, como as emissões de GEE, por não haver uma entidade supranacional com autoridade para adotar medidas visando a internalizar as externalidades globalmente, torna-se necessário que os países estabeleçam acordos internacionais e adotem medidas internas para seu controle.

Dado seu impacto nas emissões de GEE, o sistema alimentar deve estar na agenda de políticas ambientais dos países. Partindo da premissa de que a produção é estimulada pela demanda de alimentos, muitas políticas têm visado a induzir mudanças nas dietas alimentares, de modo a estimular o consumo de alimentos que emitam menor quantidade de GEE em toda a sua cadeia produtiva (GARNETT, 2011; BAJZELJ *et al.*, 2014; GARNETT, 2016). Diversos instrumentos têm sido utilizados para induzir mudanças de hábitos de consumo, tais como a educação dos consumidores sobre as consequências de seu consumo e a aplicação de taxas ambientais (JOYCE *et al.*, 2014), posto que este último instrumento originou reduções entre 2% e 19% nas emissões agrícolas de GEE na Dinamarca (EDJABOU; SMED, 2013) e de até 12% na Suécia (SALL; GREN, 2015). Embora, no entanto, a aplicação de taxas ambientais possa induzir reduções nas emissões de GEE, a adequabilidade de tal política depende da existência de alimentos substitutos e da garantia do estado nutricional da população. De qualquer forma, independente da política que venha a ser usada para induzir mudanças de padrão de consumo alimentar, é preciso saber como as dietas atuais impactam as emissões de GEE.

Com essa preocupação, estudos empíricos têm procurado medir as emissões associadas às dietas alimentares em diferentes partes do globo por meio de diversos métodos e várias bases de dados. Por exemplo, estudos feitos para a Suécia (WALLÉN; BRANDT; WENNERSTEN, 2004) e para os Estados Unidos (HELLER; KEOLEAIN, 2014), a partir de dados de disponibilidade de alimentos, estimaram as emissões associadas à dieta alimentar em 3,01 e 5 kg de CO₂e *per capita* por dia, respectivamente. Enquanto dados de consumo de alimentos dentro e fora do domicílio foram utilizados em estudos para a França (VIEUX *et al.*, 2012) e o Reino Unido (HOOLOHAN *et al.*, 2013), mostrando emissões de 4,17 e 8,8 kg de CO₂e *per capita* por dia, respectivamente. Já Hendrie *et al.* (2014), ao medirem as emissões da dieta dos australianos, considerando, além do consumo dentro e fora do domicílio, a porção de alimentos que é desperdiçada, obtiveram emissões de 14,5 kg de CO₂e *per capita* por dia.

Dada a diversidade de métodos de estimação e a heterogeneidade das bases de dados, as comparações entre os resultados encontrados na literatura para diferentes países devem ser feitas com cautela. Apesar disso, é importante saber como as emissões associadas às dietas brasileiras se comparam com as estimadas para outros países, o que permite tanto identificar tendências, posto que à medida que a renda aumenta os padrões de consumo tendem a se aproximar, quanto conjecturar sobre a necessidade de políticas que induzam determinados padrões de consumo alimentar.

FONTES DE DADOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Fontes de Dados

Esta pesquisa usa dados de quantidades adquiridas de alimentos e emissões geradas em seus processos produtivos obtidos a partir da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-

2009 (IBGE, 2010a,b; IBGE, 2011a) e do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2017). Ambas as bases de dados, porém, têm limitações que serão discutidas a seguir.

A POF 2008-2009, a mais recente disponível, informa o consumo alimentar domiciliar por quantidade consumida e dispêndio para cada alimento. Registra, todavia, apenas o preço pago, e não a quantidade adquirida, para os alimentos consumidos fora do domicílio, o que inviabiliza a identificação dos mesmos e, conseqüentemente, o cálculo das emissões de GEE a eles associadas. Isto implica subestimação das emissões relacionadas ao consumo de alimentos dos indivíduos de maior renda, pois são estes os que mais gastam com aquisição de alimentos para consumo fora do domicílio (IBGE, 2010b). Além disso, o registro de alimentos adquiridos na forma preparada, como é o caso, por exemplo, de bolos e feijoada, dificulta a sua conversão em quantidades dos alimentos *in natura*.

No caso do SEEG (2017), esta base apresenta as estimativas de emissões geradas pelo setor agropecuário e pelo setor de resíduos na produção de alguns alimentos, não considerando as emissões que ocorrem durante o transporte, a transformação, o preparo e o desperdício dos alimentos, sendo esta mais uma fonte de subdimensionamento das estimativas aqui conduzidas. Esta limitação não é exclusiva do presente estudo, uma vez que, como argumentam Mcdiarmid *et al.* (2012), por haver relativamente poucos estudos de *Life Cycle Assessment* (LCA) cobrindo todos os estágios das cadeias produtivas de alimentos, a maioria dos estudos realizados no mundo cobre apenas o estágio primário de produção.

Procedimentos Metodológicos

Na POF 2008-2009 foram selecionados os residentes das capitais dos Estados e do Distrito Federal, os quais foram estratificados de acordo com a renda familiar *per capita* em três estratos: (1) até um salário mínimo; (2) de um a três salários mínimos; e (3) acima de três salários mínimos. Dentre os alimentos adquiridos por estes consumidores, foram selecionados os produtos para os quais havia estimativas de emissões no SEEG (2017) referente ao ano de 2008, e para os quais fosse possível realizar a conversão a partir dos fatores técnicos de conversão de *commodities* agrícolas⁴ (FAO, 2000), como apresentado no Quadro 1.

Procedimentos foram realizados para se obter as emissões (em CO₂e) por quilograma de alimento *in natura*, somando, para cada alimento: as emissões pelo uso de fertilizantes; as emissões da própria produção; as emissões pela utilização de ração animal; e as emissões do tratamento de efluentes líquidos.

Os dados de emissões que ocorrem em razão do uso de fertilizantes nitrogenados estão agregados e, para obter as emissões referentes a cada cultura, foram utilizadas as participações no consumo de nitrogênio, em 2008, de acordo com os dados fornecidos no Balanço de Nutrientes na Agricultura Brasileira (IPNI, 2018). Assim, as emissões pelo uso de fertilizantes e as emissões do setor agropecuário dos alimentos de origem vegetal foram divididas pelas respecti-

⁴ Os fatores de conversão apresentados no Quadro 1 foram calculados a partir das taxas de extração e das “*commodity trees*”. As taxas de extração indicam, em termos de porcentagem, a quantidade do alimento processado, que é obtido desde de um alimento *in natura* (produto primário). E as “*commodity trees*” consistem na representação simbólica dos fluxos de produção de um alimento *in natura* para os diversos alimentos processados derivados deste.

vas produções no ano de 2008, obtidas a partir da Produção Agrícola Municipal do IBGE (2016), com exceção ao trigo, que, apesar de ser um produto de grande relevância na dieta alimentar dos brasileiros, não têm dados de suas emissões na SEEG (2017), o que levou ao emprego de dados de emissões da produção de trigo da Argentina (principal fonte das importações brasileiras) em 2008, disponíveis na FAOSTAT (2017).

Quadro 1 – Alimentos selecionados e os respectivos fatores de conversão

Alimento <i>in natura</i>	kg de CO₂e por kg do alimento final	Alimento <i>in natura</i>	kg de CO₂e por kg do alimento final
Arroz com casca		Leite	
Arroz	1,15	Leite integral	2,74
Amido de arroz	1,35	Leite desnatado	2,95
Feijão		Leite em pó	27,44
Feijão	0,33	Queijos	27,44
Trigo		logurte	3,43
Trigo	0,05	Leite condensado	10,98
Farinha de trigo	0,07	Creme de leite	18,30
Germe de trigo	0,07	Manteiga	65,34
Macarrão	0,07	Bovinos (em peso vivo)	
Pães	0,06	Carne bovina sem osso	21,45
Mandioca		Carne bovina com osso	15,23
Mandioca	0,03	Miúdos bovinos	15,23
Polvilho	0,12	Gordura bovina	15,23
Farinha de mandioca	0,14	Embutidos de carne bovina	19,03
Cana-de-açúcar		Suínos (em peso vivo)	
Cana-de-açúcar	0,02	Carne suína	3,19
Melaço	0,13	Miúdos suínos	3,19
Açúcar	0,25	Gordura suína	3,19
Soja		Embutidos de carne suína	3,75
Soja	0,08	Frango (em peso vivo)	
Óleo de soja	0,09	Carne de frango	4,34
Farelo de soja	0,09	Miúdos de frango	4,34
Margarina	0,08	Embutidos de frango	4,72
Molho de soja	0,02	Ovos	
Tofu	0,02	Ovos	1,90
Creme de leite de soja	0,02	Ovinos (em peso vivo)	
Milho		Carne de ovelha	12,30
Milho	0,17	Miúdos	12,30
Farinha de milho	0,19	Caprinos (em peso vivo)	
Amido de milho	0,22	Carne de caprinos	21,54
Óleo de milho	0,54		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FAO (2000).

Quanto a gado de corte, suínos, aves, ovinos e caprinos, as emissões de cada um destes produtos foram divididas pelas respectivas populações animais em 2008, obtidas a partir da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE (2015). Os valores encontrados referem-se às emissões anuais, sendo necessário multiplicar estes valores pelo tempo de vida caso o animal fosse abatido com mais de um ano de vida⁵. Depois, dividiu-se o valor obtido pelo peso vivo dos animais (FAO, 2000).

As emissões associadas à produção de leite foram obtidas dividindo-se a quantidade total emitida pelo gado de leite pela quantidade total produzida de leite. Quanto às emissões na produção de ovos, a quantidade de emissões das galinhas (obtida considerando-se as emissões da população de galinhas) foi dividida pela quantidade anual produzida de ovos.

Quantidades consideráveis de milho e de farelo de soja são consumidas indiretamente a partir do consumo de carne suína, carne de frango e ovos, posto que estes são os principais ingredientes da ração animal. A fim de considerar as emissões associadas à ingestão de ração, foram utilizados os índices de conversão alimentar e a composição das rações de frango de corte (MIELE *et al.*, 2010), galinhas poedeiras (FIGUEIREDO *et al.*, 2001) e suínos (MARTINS *et al.*, 2012).

Ainda, o açúcar, a carne bovina, a carne suína, a carne de frango e o leite, geram emissões em razão do tratamento de efluentes líquidos (emissões registradas no setor de resíduos). Tais emissões foram divididas pelas respectivas produções no ano de 2008 (IBGE, 2008; IBGE, 2015; UNICADATA, 2017) e, utilizando os devidos fatores de conversão (Quadro 1), obteve-se a quantidade de emissões dos resíduos por peso vivo dos respectivos produtos.

Por fim, as emissões (em CO₂e) por quilograma de alimento *in natura* foram multiplicadas pelos respectivos fatores de conversão para se obter a emissão por alimento final e pelas quantidades de alimento adquiridas por família, sendo possível identificar as emissões de GEE associadas a cada tipo de dieta, de acordo com a localização do consumidor e com sua renda familiar *per capita*. Aplicando-se o fator de expansão (pesos) ajustado pós-estratificação, foi possível simular o nível de emissão de GEE caso todas as capitais adotassem a dieta alimentar identificada como a que produzia mais emissões.

Estas simulações tratam-se de exercícios estáticos, pois não captam possíveis efeitos sobre as emissões de GEE ocasionadas pelas mudanças nas dietas, dado que tais mudanças podem vir a alterar os preços relativos, elevando o uso de insumos agrícolas, como fertilizantes e combustíveis, assim como podem gerar a destinação de uma maior área para o plantio de floresta, de modo que não está se quantificando o resultado líquido nas emissões que devem ocorrer em razão destes efeitos, dado que é impossível antever quais seriam esses efeitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção propõe-se a apresentar e analisar os resultados obtidos. Inicia-se pela análise das emissões de GEE por alimento. Depois, as emissões médias de GEE, decorrentes das dietas

⁵ O tempo médio de vida do gado de corte é 28 meses (CEPEA, 2016), dos suínos é 154 dias (AIRTON *et al.*, 2003), considerando o peso médio de 120 kg por suíno (FAO, 2000), e dos frangos é 42 dias (MIELE *et al.*, 2010). Em relação ao tempo de vida de ovinos e caprinos, não foram encontradas informações a respeito de seus tempos de vida médios, os quais, por este motivo, foram considerados com um ano.

alimentares dos consumidores de cada estrato de renda por capital, são analisadas. Por fim, reportam-se os resultados das simulações.

Emissões de Gee nos Alimentos *In Natura*

A Tabela 1, referente às emissões de CO₂e por quilograma do alimento *in natura* dos produtos considerados nesta análise, confirma que os alimentos de origem animal emitem mais que os alimentos de origem vegetal. A carne de caprinos é o alimento com maior intensidade de emissões, seguida pela carne bovina, pela carne de ovinos e pelo leite. As carnes de frango e suína foram, dentre as carnes, as que apresentaram as menores intensidades de emissões, respectivamente. Já o ovo foi o derivado animal com menor coeficiente de emissão, e um quinto de suas emissões decorreu do consumo de ração.

Quanto aos alimentos de origem vegetal (também na Tabela 1), o arroz é confirmado como o de maior emissão, principalmente em razão do metano emitido em seu processo de cultivo. Os outros alimentos apresentaram o óxido nitroso como principal gás emitido associado às suas produções, e o feijão e o milho identificaram, como principal fonte de suas emissões, o uso de fertilizantes.

Tabela 1 – Emissões de GEE (em CO₂e) por quilograma do alimento *in natura* em 2008

Alimento <i>in natura</i>	Setor Agropecuário			Setor de Resíduos	Total (kg de CO ₂ e/kg do alimento)
	Fertilizantes	Produção	Consumo de ração	Tratamento de efluentes líquidos	
Carne bovina		8,627		0,053	8,679
Leite		2,693		0,052	2,744
Carne suína		2,155	0,412	0,077	2,645
Carne de frango		4,057	0,266	0,016	4,338
Ovos		1,578	0,326		1,903
Carne de Ovino		7,874			7,874
Carne de Caprino		10,772			10,772
Soja	0,008	0,076			0,084
Cana-de-açúcar	0,009	0,010			0,019
Açúcar		0,141		0,113	0,254
Feijão	0,221	0,107			0,329
Arroz	0,116	0,861			0,977
Milho	0,118	0,051			0,169
Mandioca		0,034			0,034
Trigo		0,050			0,050

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da FAO (2000), do IBGE (2015, 2016) e do SEEG (2017).

Dietas Alimentares e as Emissões de Gee

No total, o consumo domiciliar dos brasileiros é responsável pela emissão diária de 29 mil toneladas de CO₂e. Embora haja resultados diferentes para algumas capitais, no geral observa-se

uma relação direta entre renda e emissões de GEE induzidas pela alimentação, sendo o nível de emissão dos consumidores do estrato de maior renda o dobro das emissões dos consumidores de menor renda (Tabela 2). Este padrão mostra-se mais evidente para Porto Velho, Recife e Curitiba, capitais em que as emissões de GEE, associadas às aquisições de alimentos por parte dos consumidores de maior renda, é mais que o triplo das emissões dos consumidores de menor renda.

Tabela 2 – Emissões médias de GEE (em kg de CO₂e *per capita* por dia) das aquisições de alimentos nas capitais brasileiras por estrato de renda familiar *per capita* em 2008-2009

Capitais	Estrato de renda familiar <i>per capita</i>		
	(1)	(2)	(3)
Porto Velho	1,26	2,98	4,35
Rio Branco	1,75	3,09	3,55
Manaus	1,84	2,50	4,87
Boa Vista	1,36	2,17	3,03
Belém	2,54	3,40	3,95
Macapá	2,27	2,60	2,52
Palmas	1,62	1,47	4,51
São Luís	1,54	2,02	2,27
Teresina	1,81	2,25	3,19
Fortaleza	1,52	2,20	3,04
Natal	1,53	2,43	3,55
João Pessoa	1,43	2,05	3,24
Recife	1,24	2,36	4,26
Maceió	0,96	1,44	2,67
Aracaju	1,28	2,35	3,26
Salvador	1,07	2,09	2,93
Belo Horizonte	1,44	1,96	3,20
Vitória	1,12	2,56	3,18
Rio de Janeiro	1,69	2,50	3,20
São Paulo	1,26	1,94	2,39
Curitiba	1,16	1,83	3,68
Florianópolis	1,55	1,98	4,01
Porto Alegre	1,79	1,93	3,13
Campo Grande	1,62	2,62	3,14
Cuiabá	1,77	2,10	2,79
Goiânia	1,47	1,52	2,89
Distrito Federal	1,39	1,97	3,17
Média	1,48	2,17	3,03

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da FAO (2000), do IBGE (2010a, 2015, 2016) e do SEEG (2017).

Analisando as emissões de GEE por alimento consumido, nota-se que, para os consumidores dos três estratos de renda, os principais alimentos responsáveis pelas emissões induzidas pela alimentação são carne bovina, leite e carne de frango, os quais contabilizam cerca de 90% das emissões de GEE, como pode ser observado na última coluna da Tabela 3. A mesma tabela mostra que o percentual das emissões, associadas ao consumo de carne bovina e de carne de frango, decresce conforme a renda aumenta, enquanto o percentual das emissões relacionadas ao consumo de leite e produtos lácteos é crescente. Mais uma vez uma explicação plausível para este resultado reside no consumo fora de casa: os consumidores de maior renda tenderiam a consumir mais carne nas refeições fora do domicílio, já os produtos lácteos costumam ser mais consumidos no domicílio, mesmo por parte dos indivíduos de maior poder aquisitivo⁶.

Tabela 3 – Emissões de GEE (em gramas de CO₂e *per capita* por dia) associados aos alimentos adquiridos para consumo familiar, discriminado por alimento *in natura* e por estrato de renda familiar *per capita* em 2008-2009

Alimento <i>in natura</i>	Estrato de renda familiar <i>per capita</i>			Média
	(1)	(2)	(3)	
Arroz	64,89	82,69	64,31	71,83
Feijão	7,41	8,34	6,19	7,38
Trigo	4,13	4,98	6,47	5,25
Mandioca	2,08	1,76	1,58	1,79
Cana-de-açúcar	8,64	10,35	9,39	9,57
Soja	1,54	1,94	1,89	1,82
Milho	2,08	1,63	2,75	2,12
Leite	429,17	743,56	1.449,26	892,02
Carne bovina	716,00	999,12	1.138,96	969,09
Carne suína	46,63	77,20	92,55	74,04
Carne de frango	176,82	216,68	232,92	211,31
Ovos	16,61	19,59	21,72	19,49
Carne de ovinos	2,29	1,71	5,24	3,03
Carne de caprinos	3,28	0,66	0,92	1,45

Legendas: (1) Até um salário mínimo; (2) De um a três salários mínimos; (3) Acima de três salários mínimos.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da FAO (2000), do IBGE (2010a, 2015, 2016) e do SEEG (2017).

A composição da dieta alimentar dos consumidores brasileiros, com elevado consumo de carnes e de produtos lácteos, é o fator que eleva os níveis de emissões referentes à alimentação. Diversos estudos que mediram o impacto de diferentes dietas alimentares nas emissões de GEE evidenciaram que dietas vegetarianas (sem consumo de carnes) e veganas (sem consumo de nenhum produto de origem animal) são as que geram menores níveis de emissões, e quanto

⁶ Este padrão pode ser observado por meio dos dados da Tabela 1-1 publicada em IBGE (2011b). Por exemplo, a participação do consumo fora do domicílio para as principais formas de leite varia de 3,1% a 5,8%, sendo um pouco maior para queijos (9,5%) e iogurtes (12%). Por outro lado, no caso do consumo de carnes, as participações são 16,6% para carne bovina, 17% para carne de aves e 17,1% para carne suína, atingindo 23,7% para preparações à base de carne bovina e 26,5% para preparações à base de carne de aves.

maior for o consumo de carnes e de produtos lácteos, maiores tendem a ser os níveis de emissões associados às dietas (MARLOW *et al.*, 2009; BAJZELJ *et al.*, 2014; SCARBOROUGH *et al.*, 2014; SORET *et al.*, 2014; NEMECEK *et al.*, 2016).

Apesar da dificuldade de se contrastar os resultados encontrados para o Brasil com aqueles identificados para outros países, este esforço é importante para situar o padrão brasileiro de consumo alimentar no contexto mundial. Analisando o nível de emissão por estrato de renda (Tabela 2), nota-se que as médias de emissões de GEE dos consumidores brasileiros, inclusive dos mais ricos, são inferiores às emissões *per capita* diárias estimadas para a França (VIEUX *et al.*, 2012), para os Estados Unidos (HELLER; KEOLEAIN, 2014), para o Reino Unido (HOLOHAN *et al.*, 2013) e para a Austrália (HENDRIE *et al.*, 2014). O nível emitido pelos consumidores brasileiros do terceiro estrato de renda (e, também, pelos consumidores do segundo estágio em Belém e Rio Branco), porém, é similar ao emitido pelos suecos (WALLÉN; BRANDT; WENNERSTEN, 2004). Ademais, em quatro capitais (Manaus, Palmas, Porto Velho e Recife) os consumidores de maior renda têm níveis de emissões similares ao estimado por Vieux *et al.* (2012) para a França, sendo o nível de emissão em Manaus próximo ao estimado para os EUA por Heller e Keoleain (2014). Esta comparação permite ver que um desejável aumento da renda dos brasileiros tende a ter o efeito indesejável de contribuir ainda mais com as emissões de GEE, aproximando a dieta brasileira da dos países desenvolvidos. Políticas que visem a induzir alterações de hábitos de consumo em direção a dietas de baixa emissão de GEE, portanto, já introduzidas em países de maior renda, poderiam, também, ser cogitadas para o Brasil.

Efeitos de Mudanças nas Dietas Sobre as Emissões de Gee

Como parte significativa da população mundial (FAO *et al.*, 2017) e brasileira (IBGE, 2014) não tem acesso adequado aos alimentos, a demanda alimentar deve aumentar para se combater a desnutrição e a fome. O aumento da renda e a urbanização, porém, têm sido fatores que levam a um maior consumo de carnes e calorias, incluindo açúcares e gorduras refinados, bebidas alcoólicas e óleos (FAO, 2009; TILMAN; CLARKE, 2014). Logo, tende a haver um aumento nas emissões de GEE induzidas pela alimentação caso as fontes de nutrientes não sejam alteradas.

A dieta dos consumidores de maior renda em Manaus segue esta tendência, por ser a localidade em que o nível de emissão de GEE, associado à alimentação deste estrato, é o mais elevado, atingindo a média de 4,87 kg de CO₂e *per capita* por dia (Tabela 2), com elevada participação do consumo de carnes e produtos lácteos. Simulando a adoção desta dieta pelos demais consumidores, as emissões brasileiras de GEE atingiriam 62,25 mil toneladas de CO₂e por dia, o dobro das emissões de GEE associadas à alimentação em 2008-2009. Ou seja, elevar o consumo alimentar para se atingir uma situação de segurança alimentar, sem alterar a composição das dietas, teria um impacto substancial nas emissões de GEE.

Como se observa na Tabela 4, as necessidades de ingestão de proteínas são, em média, atendidas, havendo até excesso nos estratos 2 e 3. Assim, haveria possibilidade de redução do consumo de carnes e produtos lácteos, substituindo-os por de outros alimentos para garantir a ingestão calórica. Seria possível adotar uma dieta alimentar que atendesse às necessidades nutricionais e que gerasse baixos níveis de emissões de GEE sem eliminar totalmente o consumo de carne e de produtos lácteos (MACDIARMID *et al.*, 2012). Este é o caso, por exemplo, da dieta dos consumidores de maior renda residentes em Natal, a qual, dentre todas as dietas que

atendem às necessidades nutricionais (Tabela 4), é a que gera o menor nível de emissão de GEE (3,55 kg de CO₂e *per capita* por dia, segundo a Tabela 2). Se houvesse a adoção desta dieta pelos consumidores que originalmente emitem mais, as emissões seriam de 21,6 mil toneladas de CO₂e por dia, gerando redução de 25% do total emitido pelos consumidores em 2008-2009 (29 mil toneladas de CO₂e por dia) a um nível de emissão 65% inferior ao que seria emitido no caso de a dieta de Manaus ser reproduzida pelos consumidores de todas as capitais.

Tabela 4 – Grau de atendimento das necessidades de calorias e proteínas a partir da aquisição de alimentos para consumo dentro do domicílio, por capital e por estrato de renda, em 2008-2009

Capitais	Calorias			Proteínas		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Porto Velho	51%	98%	118%	97%	170%	193%
Rio Branco	51%	73%	96%	85%	129%	169%
Manaus	61%	73%	129%	138%	169%	252%
Boa Vista	49%	67%	97%	94%	124%	176%
Belém	75%	89%	110%	145%	182%	196%
Macapá	75%	77%	72%	159%	152%	159%
Palmas	48%	51%	91%	87%	92%	186%
São Luís	49%	60%	53%	108%	117%	120%
Teresina	53%	67%	86%	102%	133%	167%
Fortaleza	59%	68%	97%	103%	120%	150%
Natal	57%	82%	113%	98%	137%	181%
João Pessoa	51%	63%	99%	91%	115%	151%
Recife	53%	70%	97%	85%	135%	192%
Maceió	42%	47%	67%	79%	90%	131%
Aracaju	48%	67%	88%	96%	126%	175%
Salvador	40%	70%	74%	77%	121%	143%
Belo Horizonte	46%	62%	88%	92%	109%	164%
Vitória	38%	73%	86%	58%	128%	166%
Rio de Janeiro	53%	64%	87%	94%	128%	172%
São Paulo	44%	59%	71%	75%	102%	120%
Curitiba	31%	62%	97%	61%	101%	166%
Florianópolis	66%	64%	103%	112%	108%	188%
Porto Alegre	56%	53%	85%	112%	100%	147%
Campo Grande	46%	74%	92%	82%	129%	157%
Cuiabá	52%	62%	81%	91%	108%	149%
Goiânia	39%	50%	80%	83%	87%	135%
Distrito Federal	48%	68%	94%	88%	111%	165%
Média	51%	64%	84%	95%	118%	152%

Legendas: (1) Até um salário mínimo; (2) De um a três salários mínimos; (3) Acima de três salários mínimos.

Fonte: Elaboração própria a partir dados de Otten, Hellwig e Meyers (2006) e da POF 2008-2009 (IBGE, 2010a).

Existe, portanto, a possibilidade de se alterar os hábitos de consumo, como diversas políticas têm procurado fazer em vários países do mundo, reorientando as dietas para maior consumo de produtos de origem vegetal, o que traria benefícios tanto para a mitigação das emissões de GEE, quanto para a saúde pública, pois o consumo excessivo de carnes também é associado à obesidade, às doenças coronárias e a alguns tipos de câncer (GARNETT, 2014; TILMAN; CLARKE, 2014; SPRINGMANN *et al.*, 2017). Deve-se atentar, contudo, que as carnes são fontes de nutrientes essenciais, como ferro e zinco (SCARBOROUGH *et al.*, 2014), que, de alguma forma, precisariam ser providos pelos alimentos substitutos. Assim, embora a simulação feita neste trabalho indique a possibilidade de se atender às necessidades de macronutrientes com outras dietas, os micronutrientes precisariam ser analisados. Outra possibilidade, sem se restringir às dietas específicas consumidas nos vários Estados, seria a simples substituição do consumo de carne bovina pelo consumo de outros produtos animais, tais como ovos e carnes de suínos e aves, o que, por si só, já traria considerável redução nas emissões de GEE.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa mostrou que os alimentos de origem animal, com destaque para a carne bovina e os produtos lácteos, são os principais emissores de GEE entre os alimentos produzidos no Brasil. Os resultados obtidos mostram que as emissões de GEE, associadas ao consumo alimentar, variam tanto em razão da renda dos consumidores quanto de hábitos regionais. As dietas que mais emitem são encontradas nas capitais da Região Norte, assim como entre os consumidores de maior renda. Caso o padrão de consumo destes, baseado em elevado consumo de carne bovina e produtos lácteos, se difunda por todo o país, haverá aumento substancial nas emissões associadas à dieta alimentar dos brasileiros. Por outro lado, a enorme variabilidade das dietas consumidas no país sugere que há ampla possibilidade de adoção de dietas adequadas nutricionalmente e de menor impacto em termos de emissão de GEE.

Neste sentido, a despeito das limitações defrontadas neste trabalho no que se refere à base de dados, limitações estas que também estão presentes na maioria dos estudos feitos no exterior, os resultados aqui obtidos contribuem para o desenvolvimento da literatura brasileira a respeito do tema e trazem informações importantes para embasar os governos na elaboração de políticas que visem a mitigar as emissões de GEE a partir de mudanças nas dietas alimentares, além de fornecerem, aos consumidores, informações sobre as consequências de suas escolhas alimentares que até então eram desconhecidas. Embora a adoção de dietas ambientalmente sustentáveis pelos consumidores brasileiros não cause, por si só, redução considerável nas emissões que ocorrem na produção agrícola do país, a qual atende fortemente aos mercados externos, um novo padrão de consumo doméstico se somaria a tendências verificadas no exterior, aumentando a pressão por um novo padrão de produção alimentar.

Futuros estudos serão importantes para agregar mais informações sobre o tema, seja identificando dietas adequadas nutricionalmente que minimizassem as emissões de GEE, seja avaliando os impactos da tributação no consumo alimentar e nas emissões de GEE associadas aos alimentos. Também seria de extrema relevância o aprimoramento da base de dados referente às emissões de GEE, de forma que as emissões em outros elos da cadeia de produção alimentar pudessem ser contabilizadas para os diversos produtos e para as diferentes regiões do país.

REFERÊNCIAS

- AIRTON, K.; GIROTTI, A. F.; MONTICELLI, C. J.; KICH, J. D.; FÁVERO, J. A.; LUDKE, J. V.; MORES, N.; ABREU, P. G.; SILVEIRA, P. R. S. *Sistema de produção de suínos*. Embrapa Suínos e Aves, Sistema de Produção, 2003. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=4911&p_r_p_-996514994_topicold=5248. Acesso em: 30 maio 2017.
- AUESTAD, N.; FULGONI III, V. L. What Current Literature Tell Us about Sustainable Diets: Emerging Research Linking Dietary Patterns, Environmental Sustainability, and Economics. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, v. 6, n. 1, p. 19-36, 2015.
- BAJZELJ, B.; RICHARDS, K. S.; ALLWOOD, J. M.; SMITH, P.; DENNIS, J. S.; CURMI, E.; GILLIGAN, C. A. Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change*, v. 4, p. 924-929, 2014.
- BRASIL. *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil*. 3. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento; Coordenação Geral do Clima, 2016.
- CARVALHO, A. M.; CÉSAR, C. L. G.; FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L. Excessive meat consumption in Brazil: diet quality and environmental impacts. *Public Health Nutrition*, v. 16, n. 10, p. 1.893-1.899, 2013.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. *Custos trimestrais bovinos*. 2016. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0120311001495043414.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- DRUCKMAN A.; JACKSON T. The carbon footprint of UK households 1990-2004: A socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input-output model. *Ecological Economics*, v. 68, n. 7, p. 2.066-2.077, 2009.
- EDJABOU, L. D.; SMED, S. The effect of using consumption taxes on foods to promote climate friendly diets – The case of Denmark. *Food Policy*, 39(C), p. 84-96, 2013.
- FAO. Food and Agriculture Organization. *Technical conversion factors for agricultural commodities*. Rome, 2000. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf>. Acesso em: 30 maio 2017.
- FAO. Food and Agriculture Organization. *How to Feed the World in 2050*. Rome, 2009. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf. Acesso em: 26 out. 2017.
- FAO. Food and Agriculture Organization. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017*. Building resilience for peace and food security. Rome, 2017.
- FAOSTAT. *Emissions – Agriculture*. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 25 out. 2017.
- FIELD, B.; FIELD, M. K. *Environmental economics*. Dubuque: McGraw-Hill Education, 2016.
- FIGUEIREDO, E. A. P.; AVILA, V. S.; ROSA, P. S.; JAENISH, F. R. F. Produção de ovos das poedeiras de ovos castanhos. Embrapa 031. *Embrapa Suínos e Aves, Instrução Técnica Para o Avicultor*, 20, 2001.
- GARNETT, T. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Police*, v. 36, n. 1, p. 23-32, 2011.
- GARNETT, T. Food sustainability: problems, perspectives and solutions. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 21, n. 1, p. 29-39, 2013.
- GARNETT, T. What is a sustainable healthy diet: a discussion paper. *Food Climate Research Network*, 2014. Disponível em: <https://ccafs.cgiar.org/resources/publications/what-sustainable-healthy-diet-discussion-paper>.
- GARNETT, T. Planting up solutions: can eating patterns be both healthier and more sustainable? *Science Magazine*, v. 353, ISSUE 6305, setembro 2016.
- HANLEY, N.; SHOGREN, J. F.; WHITE, B. *Environmental Economics: in theory and practice*. 2. ed. Londres: Palgrave-Macmillan, 2007.
- HELLER, M. C.; KEOLEAIN, G. A. Greenhouse Gas Emission Estimates of U.S. Dietary Choices and Food Loss. *Journal of Industrial Ecology*, v. 19, n. 3, 2014.

- HENDRIE, G. A.; RIDOUTT, B. G.; WIEDMANN, T. O.; NOAKES, M. Greenhouse Gas Emissions and the Australian Diet – Comparing Dietary Recommendations with Average Intakes. *Nutrients*, v. 6, p. 289-303, 2014.
- HOOLOHAN, C.; BERNERS-LEE, M.; MCKINSTRY-WEST, J.; HEWITT, C. N. Mitigating the greenhouse gas emissions embodied in food through realistic consumer choices. *Energy Policy*, v. 63, p. 1.065-1.074, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. *Pesquisa Trimestral do Abate de Animais 2008*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/abate/tabelas>. Acesso em: 20 out. 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – Microdados*. 2010a. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009/microdados.shtm. Acesso em: abr. 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Despesas, Rendimentos e Condições de Vida*. 2010b.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil*. 2011a.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil*. 2011b.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Segurança Alimentar 2013*. 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. *Pesquisa Pecuária Municipal 2008*. Rio de Janeiro, v. 43, 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 20 out. 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. *Produção Agrícola Municipal 2008*. Rio de Janeiro, v. 43, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20 out. 2017.
- IPNI. International Plant Nutrition Institute. *Consumo de nutrientes pelas principais culturas brasileiras em 2008*. 2018. Disponível em: <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3133#resultados>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- JOYCE, A.; HALLETT, J.; HANNELLY, T.; CAREY, G.. The impact of nutritional choices on global warming and policy implications: Examining the link between dietary choices and greenhouse gas emissions. *Energy and Emissions Control Technologies*, 2, p. 33-43, 2014.
- MACDIARMID, J. I.; KYLE, J.; HORGAN, G. W.; LOE, J.; FYFE, C.; JOHNSTONE, A.; McNEILL, G. Sustainable diets for the future: can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *The American Journal of Clinical Nutrition*, USA, v. 3, n. 96, p. 632-639, 2012.
- MARLOW, H. J.; HAYES, W. K.; SORET, S.; CARTER, R. L.; SCHWAB, E. R.; SABATÉ, J. Diet and the environment: does what you eat matter? *Am J Clin Nutri*, v. 89, 2009.
- MARTINS, F. M.; FILHO, J. I. S.; SANDI, A. J.; MIELE, M.; LIMA, G. J. M. M.; BERTOL, T. M.; AMARAL, A. L.; MORÉS, N.; KICH, J. D.; COSTA, O. A. D. Coeficientes técnicos para o cálculo de custo de produção de suínos. *Embrapa, Comunicado Técnico 506*, 2012.
- MIELE, M.; ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; JAENISCH, F. R. F.; MARTINS, F. M.; MAZZUCO, H.; SANDI, A. J.; FILHO, J. I. S.; TREVISOL, I. M. Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de frango de corte. *Embrapa, Comunicado Técnico 483*, 2010.
- NEMECEK, T.; JUNGBLUTH, N.; CANALS, L. M.; SCHENCK, R. Environmental impacts of food consumption and nutrition: where are we and what is next? *Int J Life Cycle Assess*, v. 21, p. 607-620, 2016.
- OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. (ed.). *Dietary reference intakes: The essential guide to nutrients requirements*. Washington, DC: The National Academies Press, 2006.
- SALL S.; GREN, I.M. Effects of an environmental tax on meat and dairy consumption in Sweden. *Food Policy*, 55, p. 41-53, 2015.
- SCARBOROUGH, P.; APPLEBY, P. N.; MIZDRAK, A.; BRIGGS, A. D. M.; TRAVIS, R.; BRADBURY, K. E.; KEY, T. J. Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climatic Change*, v. 125, n. 2, p. 179-192, 2014.
- SCHINAIDER, A. D.; SILVA, L. X.; COSTA, M. A. C.; SCHINAIDER, A. D. Qual a influência do veganismo no setor alimentar? *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 13, n. 1, p. 111-133, 2020.
- SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Observatório do Clima (OC). *Base de Dados de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil 1970-2016 – SEEG 5.0*. 2017. Disponível em: <http://seeg.eco.br/tabela-geral-de-emissoes/>. Acesso em: 20 out. 2017.

SORET, S.; MEJIA, A.; BATECH, M.; JACELDO-SIEGL, K.; HARWATT, H.; SABATÉ, J. Climate change mitigation and health effects of varied dietary patterns in real-life settings throughout North America. *The American Journal of Clinical Nutrition*, USA, n. 99, p. 490S-495S, 2014.

SPRINGMANN, M.; MASON-D'CROZ, D.; ROBINSON, S.; WIEBE, K.; GODFRAY, H. C. J.; RAYNER, M.; SCARBOROUGH, P. Mitigation potential and global health impacts from emissions pricing of food commodities. *Nature Climate Change*, v. 7, n. 1, p. 69-74, 2017.

TAKEUTI, D.; OLIVEIRA, J. M. Para além dos aspectos nutricionais: uma visão ambiental do sistema alimentar. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 194-203, 2013.

TIETENBERG, T.; LEWIS, L. *Environmental & Natural Resource Economics*. 10. ed. Boston: Pearson, 2014.

TILMAN, D.; CLARK, M.; Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, v 515, p. 518-532, 2014.

UNICADATA. *Histórico de produção e moagem: por produto*. 2017. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>. Acesso em: jan. 2018.

VIEUX, F.; DARMON, N.; TOUAZI, D.; SOLER, L. G. Greenhouse gas emissions of self-selected individual diets in France: Changing the diet structure or consuming less? *Ecological Economics*, v. 75, p. 91-101, 2012.

WALLÉN, A.; BRANDT, N.; WENNERSTEN, R. Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions? *Environmental Science & Policy*, v. 7, p. 525-535, 2004.