

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Impacto ambiental da redução do consumo de carne
bovina em modelos de substituição de alimentos**

Gabriel Messina Coimbra

**Trabalho apresentado à disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso II -
0060029, como requisito parcial para a
graduação no Curso de Nutrição da
FSP-USP**

Orientador: Dr. Alisson Diego Machado

São Paulo
2022

Impacto ambiental da redução do consumo de carne bovina em modelos de substituição de alimentos

Gabriel Messina Coimbra



Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II - 0060029, como requisito parcial para a graduação no Curso de Nutrição da FSP-USP

Orientador: Dr. Alisson Diego Machado

São Paulo

2022

Coimbra GM. Impacto ambiental da redução do consumo de carne bovina em modelos de substituição de alimentos. [Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Graduação em Nutrição]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2022

RESUMO

A cadeia de produção de alimentos enfrenta problemas relacionados à capacidade dos sistemas alimentares atuais em promover a segurança alimentar e nutricional ao mesmo tempo em que garante a sustentabilidade ambiental. Um ponto crítico em relação à sustentabilidade é a criação massiva de animais, sobretudo de gado bovino, que tem sua produção associada ao desmatamento, degradação do solo, emissão de gases de efeito estufa, contaminação das águas e perda de biodiversidade. A carne bovina é um dos alimentos que apresenta maior impacto ambiental e, portanto, reduzir o seu consumo é uma estratégia que pode ser adotada para promover sistemas alimentares mais sustentáveis. Assim, o objetivo do presente estudo foi quantificar o impacto ambiental do cardápio do brasileiro médio e avaliar a alteração no impacto ambiental em três cenários de redução do consumo de carne bovina com substituição isocalórica por feijão. Os indicadores utilizados para avaliar o impacto ambiental foram a emissão de gases do efeito estufa (em equivalente de dióxido de carbono), eutrofização, uso de água e uso da terra arável. Os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2017-2018 foram utilizados para criar o cardápio diário que representa a alimentação dos brasileiros e os impactos ambientais foram calculados a partir da estimativa proposta pelo WWF-Brasil. Os resultados indicam que reduzir o consumo de carne bovina traz uma importante redução no impacto ambiental. A substituição total desse alimento pelo feijão promoveria a redução das emissões de gases do efeito estufa em 53,9%, diminuiria o uso de terras aráveis em 62,1% e reduziria a eutrofização em 33,9%. Uma substituição de 40% no consumo de carne bovina por feijão diminuiria a emissão de gases de efeito estufa em 30,0%, o uso de terras aráveis em 37,3%, e a eutrofização em 19,1%. Em contrapartida, o uso de água teria um leve aumento, chegando a 2,6% com a substituição total da carne bovina pelo feijão. Existem tecnologias, estratégias e políticas que podem ser aplicadas para mitigar o impacto ambiental da produção de carne bovina. Entretanto, esses esforços podem não ser

suficientes para superar a demanda crescente por carne e outros produtos de origem animal. Assim, é necessário buscar outras alternativas que melhorem os parâmetros de sustentabilidade dos sistemas alimentares. Este trabalho mostra que a redução do consumo de carne bovina pode ser uma possibilidade de mitigar esses impactos ambientais. Embora as mudanças nos sistemas alimentares sejam complexas e exijam vários atores, a redução do consumo de carne poderia ser incentivada e utilizada como estratégia para reduzir as pressões e demandas pelos recursos naturais do planeta.

Descritores: Carne; Pegada de Carbono; Meio Ambiente; Dieta

Coimbra GM. [Environmental impact of reducing beef consumption in food substitution models]. [Monograph]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2022. Portuguese.

ABSTRACT

The food supply chain faces problems related to the ability of current food systems to promote food and nutrition security while ensuring environmental sustainability. A critical point to sustainability is the massive animal husbandry, especially cattle, whose production is associated with deforestation, soil degradation, greenhouse gas emissions, water contamination, and biodiversity loss. Beef is one of the foods with the highest environmental impact. Therefore, reducing its consumption is a strategy that can be adopted to promote more sustainable food systems. Thus, the objective of the present study was to quantify the environmental impact of the average Brazilian menu and to evaluate the change in the environmental impact in three scenarios of reduction in beef consumption with an isocaloric substitution for beans. The indicators used to estimate the environmental impact were greenhouse gas emissions (in carbon dioxide equivalent), eutrophication, water use, and arable land use. We used data from the 2017-2018 Consumer Expenditure Survey (POF) to create the daily menu representing the Brazilians' diet. We estimated the environmental impact based on that proposed by WWF-Brazil. The results indicate that reducing the consumption of beef represents a relevant reduction in the environmental impact. The total substitute of this food by beans would reduce greenhouse gas emissions by 53.9%, decrease the use of arable land by 62.1% and reduce eutrophication by 33.9%. A 40% substitute of beef consumption by beans would reduce greenhouse gas emissions by 30.0%, arable land use by 37.3%, and eutrophication by 19.1%. On the other hand, water use would have a weightless increase, reaching 2.6% with the total substitute of beef by beans. There are technologies, strategies, and policies that can be applied to mitigate the environmental impact of beef production. However, these efforts may not be enough to overcome the growing demand for meat and other animal products. Thus, it is necessary to pursue other alternatives that improve the sustainability parameters of food systems. This study shows that reducing beef consumption may be a possibility to mitigate these environmental impacts. Although changes in food systems are

complex and require several actors, reducing beef consumption could be encouraged and used as a strategy to reduce pressures and demands on the planet's natural resources.

Keywords: Meat; Carbon Footprint, Environment; Diet

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 MÉTODOS.....	11
3.1 DESENHO DO ESTUDO.....	11
3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	11
3.3 ÉTICA EM PESQUISA.....	12
4 RESULTADOS.....	13
5 DISCUSSÃO.....	18
6 CONCLUSÕES.....	23
7 IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA NO CAMPO DE ATUAÇÃO.....	24
8 REFERÊNCIAS.....	25
9 ANEXO 1.....	29

1 INTRODUÇÃO

O desafio alimentar que o mundo enfrenta na atualidade é definitivamente complexo e, não por acaso, a alimentação tem se tornado cada vez mais uma dimensão que afeta a viabilidade de nossa própria existência no planeta. Acredita-se que caso o sistema alimentar continue sendo reproduzido em sua conformação atual não será possível sustentar a população mundial, considerando a exploração insustentável dos recursos naturais (TRICHES, 2020).

Os sistemas alimentares são caracterizados por envolverem uma teia complexa de atividades que incluem os processos envolvidos desde a produção de alimentos até o seu descarte, como cultivo (agricultura e pecuária), processamento, distribuição, abastecimento, marketing, comercialização, preparo e consumo, incluindo ainda o desperdício de alimentos (MARTINELLI; CAVALLI, 2019; FANZO et al., 2020). Suas implicações são amplas e afetam não somente a nutrição e saúde humana como também o meio ambiente e o bem-estar social e econômico da população (BÉNÉ et al., 2020). Além disso, é necessário observar que os sistemas alimentares podem ser classificados em diferentes escalas, como do nível global até o local, e que múltiplos sistemas alimentares coexistem simultaneamente em um dado país (FAO, 2017).

Em relação ao sistema alimentar brasileiro, um ponto de atenção é a sua relação com os aspectos do sistema produtivo, como a concentração fundiária (MARTINELLI; CAVALLI, 2019; JACOB; CHAVES, 2018), uma vez que poucas pessoas são donas de grandes áreas que muitas vezes são voltadas para a produção de carne ou monocultura de milho, soja, algodão, cana-de-açúcar, o que contribui para aumentar a desigualdade (MARTINELLI; CAVALLI, 2019). Outro ponto a se destacar do sistema brasileiro é a produção e o estímulo ao consumo de produtos processados industrialmente que se constituem como uma importante falha do sistema alimentar (JACOB; CHAVES, 2018).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), um sistema alimentar sustentável pode ser definido como aquele que garante a segurança alimentar e nutricional para todos, de tal forma que as

bases econômicas, sociais e ambientais para gerar segurança alimentar e nutricional das gerações futuras não sejam comprometidas (FAO, 2017).

No que diz respeito aos sistemas alimentares insustentáveis, estes têm sua produção caracterizada pela agricultura convencional, que tem bases nos moldes de agricultura patronal, de monocultura e com uso excessivo de agrotóxicos e transgênicos. A comercialização desses produtos dispõe de uma lógica insustentável, pois é baseada em cadeias longas que envolvem um grande número de intermediários e é caracterizada pela longa distância entre produtor e consumidor. Tais fatores acarretam preços elevados e desvalorização dos produtos locais em detrimento da valorização de grandes redes varejistas. Por fim, o consumo não é sustentável pois está relacionado a hábitos alimentares não saudáveis, indisposição para comprar produtos sustentáveis, elevado consumo de alimentos ultraprocessados, busca por alimentos de rápido preparo e alimentação não diversificada. Todos esses pontos levam a manutenção de um sistema alimentar insustentável com elevado desperdício de alimentos e recursos, como energia, solo e água (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

No que diz respeito ao ambiente, a criação animal tem um impacto importante sobre a sustentabilidade dos sistemas alimentares, pois sua produção está associada às mudanças climáticas, degradação do solo, emissão de gases de efeito estufa, contaminação das águas e perda de biodiversidade (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

Segundo Carneiro et al. (2019), 1 kg de carne bovina produzida no Brasil leva a um consumo de 15 mil litros de água e equivale a 10 mil m² de floresta desmatada. Em termos de comparação, para a produção de carne a partir de uma única cabeça de gado bovino, são necessários 4 hectares de terra, onde seria possível produzir 9 toneladas de feijão, 19 toneladas de arroz ou 35 toneladas de cenoura.

A emissão de gases de efeito estufa relacionados à produção pecuária tem aumentado consideravelmente. O gás metano é o principal poluente atmosférico emitido pelo setor, e é 28% mais potente que o dióxido de carbono. No Brasil, em 1991, o cultivo de arroz gerou uma emissão de 360 mil toneladas de gás metano, e em 2021 foram emitidas 377 mil toneladas. Em contrapartida, em 1991 a carne bovina produziu cerca de 10,4 milhões de toneladas de metano, saltando para 13,6

milhões de toneladas após as mesmas três décadas (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2021).

Portanto, uma das formas de se reduzir o impacto ambiental na alimentação é reduzir o consumo de alimentos de origem animal (MARTINELLI; CAVALLI, 2019). Estima-se que uma dieta sem produtos de origem animal possa reduzir a emissão de gases de efeito estufa e uso da terra em até 50% (MARTINELLI; CAVALLI, 2019). Sendo assim, padrões alimentares como o vegetarianismo, que é caracterizado principalmente pela exclusão do consumo de carnes, ou flexitarianismo, no qual o consumo de alimentos de origem animal é reduzido, estão diretamente associados a elementos de sustentabilidade e poderiam auxiliar na mitigação dos impactos ambientais negativos da alimentação onívora (DAMBROS, 2018; CARNEIRO et al., 2019; SILVA, 2018).

Soma-se a isso o fato de o consumo de carne vermelha, incluindo a bovina, ser elevado, como é o caso do Brasil. De acordo com dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2008-2009, mais de 80% da população brasileira consumia um valor de carne vermelha e processada maior do que a recomendação do Fundo Mundial para Pesquisa em Câncer (CARVALHO et al. 2016), que é de 500 g/semana, ou cerca de 70 g/dia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o impacto ambiental (emissão de gases de efeito estufa, uso de terra arável, eutrofização e uso de água) da redução do consumo de carne bovina em diferentes modelos de substituição de alimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar o impacto ambiental do cardápio de um dia de um brasileiro médio.

Verificar o impacto ambiental da substituição isocalórica de carne bovina por feijão em 40%, 70% e 100% do total presente no cardápio.

Observar a variação da composição nutricional após a substituição dos alimentos.

3 MÉTODOS

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Neste trabalho foram utilizados os dados da POF 2017-2018, no documento de “Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil”, referindo-se ao consumo alimentar médio dos alimentos mais consumidos pela população brasileira na Tabela 2: “Frequência de consumo alimentar, consumo alimentar médio per capita e percentual de consumo fora do domicílio, por sexo, segundo os alimentos e preparações - Brasil - período 2017-2018” (IBGE, 2020). A partir dos valores obtidos na publicação, foi calculada a média do consumo alimentar entre homens e mulheres e foi criado um cardápio médio da dieta do brasileiro considerando a ingestão de alimentos de um dia, com recorte para alimentos na qual a ingestão diária foi superior a 10 gramas/dia na POF.

O impacto dessa dieta foi calculado por meio da tabela de cálculo de impactos ambientais cedida pela organização não governamental WWF-Brasil, que estimou o impacto ambiental considerando a produção de alimentos no país. Os indicadores de impacto ambiental incluídos no estudo foram a emissão de gases de efeito estufa, uso de terra arável, eutrofização e uso de água. Para essas estimativas foi utilizado o peso cru de cada alimento e considerou-se também o fator de correção de cada um deles para esse cálculo (ANJOS, 2007).

3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram criados três novos cenários, nos quais a carne bovina foi substituída por uma leguminosa (feijão), como preconizado pelas recomendações do *EAT-Lancet Commission* (Willett et al., 2019). Para o cenário 1, houve uma redução de 40% no consumo de carne bovina; no cenário 2, essa redução foi de 70%; e no

cenário 3 a substituição da carne foi de 100%. Para cada um dos cenários foi utilizada novamente a referência do WWF-Brasil para realizar o cálculo de impacto ambiental. A substituição adotada foi isocalórica, ou seja, a quantidade de carne bovina reduzida foi substituída por uma quantidade de feijão carioca que forneceu a mesma quantidade de calorias do valor deduzido, a fim de não comprometer o valor energético total dos cardápios.

A composição nutricional de todos os cardápios e cenário foi calculada utilizando-se a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) para registrar os valores de macronutrientes (carboidratos, gorduras totais e proteínas) e energia (calorias). A descrição de cada alimento está no Anexo 1.

A diferença nos indicadores do impacto ambiental dos diferentes tipos de dieta foi apresentada pela diferença (delta) entre o cardápio composto por carne bovina e cada um dos cardápios em que o modelo de substituição foi aplicado. Todas as análises foram realizadas no software Microsoft Excel 365.

3.3 ÉTICA EM PESQUISA

O presente trabalho não utilizou ou coletou dados primários. Logo, não houve a necessidade de submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa da universidade.

4 RESULTADOS

A partir da publicação da POF 2017-2018, foram identificados 25 alimentos que foram mais consumidos pela população brasileira e cuja média de ingestão diária entre homens e mulheres foi de pelo menos 10 gramas/dia (Tabela 1)

Tabela 1. Consumo alimentar médio per capita (g/dia) dos alimentos e preparações mais consumidos pela população brasileira na Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2017-2018

Alimento	Quantidade total (g)	Medida caseira
Arroz branco	131,4	1 e ½ escumadeira cheia
Feijão	142,2	1 concha média cheia
Salada crua	20,7	4 folhas pequenas de alface
Batata inglesa	10,7	½ colher de sopa cheia
Banana	16,3	1 pedaço
Laranja	10,7	½ gomo
Pão de sal	46,4	1 unidade
Bolos	10,8	⅓ fatia pequena
Carne bovina	50,2	2 colh. de sopa cheia
Carne suína	15,8	½ costela média cozida
Aves	47,4	1 sobrecoxa ensopada
Peixes frescos	13,1	1 e ½ colher de sopa rasa picado
Ovos	11,2	1 fatia média (cozido)
Leite integral	16,5	IBGE
Óleos e gorduras	11,1	6 colhe de chá
Cerveja	34,7	⅓ de copo pequeno cheio

Sucos	124,5	½ copo duplo cheio
Refrescos/sucos industrializados	16,9	1 colher de sopa
Refrigerantes	67,1	½ copo americano
Bebidas lacteas	15	1 colher de sopa
Café	163,2	1 copo pequeno cheio
Chá	48,4	⅓ de copo pequeno
Sanduíches	21	⅓ de sanduiche
Sopas e caldos	38,2	1 concha pequena cheia
Macarrão e preparações à base de macarrão	37,9	1 e ½ colheres de sopa cheias

Para o cálculo do impacto ambiental de cada alimento foi obtido o seu peso bruto, considerando-se o índice de cocção e o fator de correção de cada um dos itens. Esses valores estão descritos na tabela 2.

Tabela 2. Fatores de cocção e correção e peso líquido e bruto dos alimentos e preparações mais consumidos pela população brasileira na Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2017-2018

Alimento	Peso líquido (g)	Índice de cocção	Fator de correção	Peso bruto (g)
Arroz (branco)	131,4	2,33	1	56,39
Feijão	142,2	1,89	1,05	79
Salada crua	20,7	-	1,31	27,12
Batata inglesa	10,7	1,6	0,95	6,36
Banana	16,3	-	1,66	27,06
Laranja	10,7	-	1,76	18,83
Pão de sal	46,4	-	1	46,4
Bolos	10,8	-	-	10,8
Carne bovina	50,2	0,78	1,05	67,58
Carne suína	15,8	0,80	1,06	20,94

Aves	47,4	0,61	1,5	116,55
Peixes frescos	13,1	0,78	2,08	34,92
Ovos	11,2	0,96	1,13	13,18
Leite integral	16,5	-	1	16,5
Óleos e gorduras	11,1	-	1	11,1
Cerveja	34,7	-	-	34,7
Sucos	124,5	-	-	124,5
Refrescos/sucos industrializados	16,9	-	-	16,9
Refrigerantes	67,1	-	-	67,1
Bebidas lácteas	15	-	1	15
Café, infusão	163,2	-	1	163,2
Chá, infusão	48,4	-	-	48,4
Sanduíches	21	-	1	21
Sopas e caldos	38,2	-	0,94	35,99
Macarrão e preparações à base de macarrão	37,9	2,83	1	13,39

A partir do valor bruto de cada alimento, foi calculada a estimativa de emissão de gases de efeito estufa, eutrofização, uso de água e uso de terra desse cardápio. O impacto ambiental estimado foi de 14,35 kg de gases de efeito estufa emitidos, 37,01 kg de eutrofização, 447,58 L de água utilizados e 24,53 kg de terras aráveis empregadas.

A Tabela 3 apresenta esses valores e também para cada um dos cenários de substituição da carne bovina pelo

Tabela 3. Valores do impacto ambiental da dieta do brasileiro para cada cenário proposto da substituição isocalórica da carne bovina pelo feijão

% redução	Gases do efeito estufa (kg CO2eq)	Eutrofização (kg)	Uso de água (L)	Uso de terra (kg)
0%	14,35	37,01	447,58	24,53
40%	10,05	29,96	450,88	15,37
70%	8,32	27,16	453,02	11,70

100%	6,61	24,45	459,35	8,11
------	------	-------	--------	------

É possível notar que a substituição total de carne bovina por feijão em apenas um dia do brasileiro médio seria responsável pela redução de 7,74 kg de CO₂ e também de 12,56 kg de eutrofização e 16,42 kg no uso de terra.

Tabela 4. Variação dos impactos ambientais de acordo com substituição de alimentos.

% redução	Gases do efeito estufa	Eutrofização	Uso de água	Uso de terra
0%	-	-	-	-
40%	- 29,97%	-19,05%	+0,74%	-37,34%
70%	-42,02%	-26,61%	+1,22%	-52,30%
100%	-53,94%	-33,94%	+2,63%	-62,05%

A redução do consumo de carne bovina no Brasil gerou uma diminuição nos níveis de emissão de gases do efeito estufa, eutrofização dos solos e uso de terra arável. A exclusão total do consumo de carne bovina reduz pouco mais da metade das emissões de gases do efeito estufa (53,94%), enquanto a redução parcial de 40% e 70% no consumo desse alimento diminui as emissões de gases em 29,97% e 42,02%, respectivamente, Esse benefício foi igualmente identificado para a eutrofização e uso da terra. Por outro lado, a substituição isocalórica da carne bovina pelo feijão seria responsável por um pequeno aumento do uso de água, chegando a 2,63% no último cenário.

Tabela 5. Nutrientes do cardápio médio do brasileiro por cenário de substituição de alimentos (em gramas)

% redução	Carboidratos	Proteínas	Gorduras totais
0%	133,85	61,14	30,58
40%	138,7	57,49	29,11
70%	142,34	54,76	28,01

100%	145,97	52,02	26,91
------	--------	-------	-------

Também foram calculados os impactos na distribuição de macronutrientes desse cardápio. É possível observar que a substituição total da carne bovina pelo feijão seria responsável por um pequeno aumento da quantidade de carboidratos, ao passo que reduziria a quantidade total de gorduras totais e proteínas (Tabela 5). Apesar de não se tratar do objetivo do presente estudo, entender o impacto dessa substituição no conteúdo de macronutrientes é importante para que possam ser identificados os pontos mais críticos na proposição de cardápios que fazem essa troca.

5 DISCUSSÃO

De maneira geral, os resultados deste trabalho mostram que a substituição parcial (40%) de carne bovina por feijão já seria responsável por uma redução importante do impacto ambiental. Essa redução, naturalmente, seria ainda maior para uma substituição completa, reduzindo em mais de 50% a emissão de gases de efeito estufa e em pouco mais de 60% o uso da terra. Contudo, essa substituição seria responsável por um pequeno aumento no uso de água.

A agropecuária é um setor com expressiva emissão de gás metano (ALENCAR, 2022). Animais ruminantes como boi, ovelhas, carneiros e cabras contribuem significativamente com a emissão de gases de efeito estufa, uma vez que em seu processo de digestão é produzido o gás metano. Isso ocorre a partir da fermentação entérica, na qual os carboidratos celulósicos (celulose e fibras alimentares) são decompostos com o auxílio de microrganismos que habitam o sistema digestivo desses animais (JOHNSON; JOHNSON, 1995; CLEAR CENTER, 2020).

O metano é 28 vezes mais potente que o dióxido de carbono (CO₂) em relação à capacidade de promover o aquecimento do planeta. No entanto, ele se degrada em cerca de 12 anos, sendo assim classificado como um poluente climático de vida curta (JOHNSON; JOHNSON, 1995; CLEAR CENTER, 2020; ALENCAR, 2022). As características desse poluente, como o seu alto poder de aquecimento e a considerada curta duração tornam o metano um atrativo alvo para políticas que visam diminuir rapidamente os níveis de gases do efeito estufa na atmosfera (ALENCAR, 2022). Em 2020, as emissões globais de metano chegaram a 364 milhões de toneladas, o que representa 16% das emissões globais de gases de efeito estufa medidos em equivalentes de CO₂ (ALENCAR, 2022).

Na Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de 2021 (COP 26), foi assinado um documento (Compromisso Global do Metano) em que mais de cem países se comprometeram a reduzir as emissões de metano em 30% até 2030 em relação aos níveis de 2020 (ALENCAR, 2022). O Brasil figura como o quinto maior emissor de metano do mundo, mas se o país aplicar as melhores práticas e tecnologias existentes que são possíveis de implementar até 2030 é possível chegar

a uma redução de 36,4% em relação ao que foi emitido em 2020 (ALENCAR, 2022). Essa meta foi criada visando um objetivo maior, contribuir para limitar o aquecimento global a 1,5°C, como firmado no Acordo de Paris. Estima-se que o corte das emissões de metano possa evitar 0,2°C de aquecimento até 2050. (ALENCAR, 2022).

Um bovino pode produzir de 250 a 500 litros de metano por dia (JOHNSON; JOHNSON, 1995). São vários os fatores que contribuem para os níveis de emissão de metano dos ruminantes, como processo de alimentação, tipo de carboidrato ingerido, ingestão de lipídios, alterações de microflora, entre outros (BERNDT, 2012). Alguns estudos procuram identificar técnicas e procedimentos que mitiguem a emissão dos gases de efeito estufa como melhoramento genético, alterações na dieta animal, manipulação da fermentação ruminal, etc. (BERNDT, 2012).

Apesar dessas estratégias, a redução ou exclusão do consumo de carne bovina mostra-se como um método viável e eficaz para diminuir as emissões de metano, como mostram os resultados do presente trabalho e também levando-se em consideração que a ingestão de carne no Brasil é elevada (CARVALHO et al., 2016). As iniciativas individuais podem gerar um impacto ambiental positivo e tais mudanças alimentares como a redução do consumo de carne bovina podem ser potencializadas a partir de políticas públicas, campanhas de conscientização, entre outras (CLARK et al).

Em um estudo semelhante, Garzillo et al. (2021) trouxeram dados sobre a pegada de carbono da dieta no Brasil. Os autores mostraram uma média de 4.489 g CO₂eq/pessoa/dia (~4,5 kg), que é menor do que a pegada de carbono encontrada neste estudo, sendo que a diferença na convergência dos dados se justifica principalmente pela metodologia pela qual os impactos ambientais foram calculados. Ainda assim, esse valor supera em cerca de 30% o preconizado para uma dieta que satisfaz as demandas nutricionais de uma alimentação saudável e ainda contribui com a contenção da temperatura média do planeta (GARZILLO et al., 2021).

A criação intensiva de gado bovino e outros animais tem gerado um importante problema, já que uma quantidade significativa de dejetos animais é produzida e esse acúmulo de resíduos gera preocupação em relação a parâmetros de conservação ambiental, uma vez que as áreas agrícolas para a reciclagem desse estrume são finitas (WON et al., 2017). Em relação à eutrofização dos solos, a

exclusão total da carne bovina reduz a eutrofização em 33,94%, já a diminuição de 40% no consumo leva a uma diminuição em 19,05%. Esse dado é interessante ao levar em consideração que a redução da eutrofização poderia, de certa forma, compensar o aumento do uso da água decorrente de uma maior inclusão de leguminosas na alimentação.

Os nutrientes dos dejetos animais se acumulam nas terras agrícolas e o excesso desemboca em córregos, causando a eutrofização (WON et al., 2017) O fósforo (P) e o nitrogênio (N) são os principais compostos orgânicos relacionados a esse problema, já que seu excesso contamina corpos d'água (rios, lagos, mares) e estimula o crescimento de algas que reduzem a penetração da luz e disponibilidade de oxigênio, gerando danos para o ecossistema aquático e morte de espécies (WON et al., 2017).

É importante implementar tecnologias mais eficientes, tanto do ponto de vista econômico quanto produtivo, que ajudem no tratamento e reuso de nutrientes dos resíduos animais (DADRASNIA et al., 2021). Inúmeras regulamentações nacionais e internacionais foram criadas para reduzir e adequar o descarte de dejetos animais, assim como modular seu manejo. Entretanto, grandes volumes de gases, matéria orgânica e outras substâncias ainda são geradas por esses resíduos (DADRASNIA et al., 2021). Sendo assim, alterações na dieta podem contribuir para abrandar esse problema.

No caso do uso de terra arável, haveria um uso 62,05% menor dessas terras por pessoa a partir da substituição total da ingestão de carne bovina por feijão. A pecuária ocupa cerca de 77% das terras agrícolas globais, mas produz menos de 20% do suprimento de calorias em relação aos outros itens alimentícios (RITCHIE, 2017). Esses dados mostram como as escolhas alimentares podem ser mais importantes do que a quantidade de alimento ingerido, considerando a quantidade de terra necessária para produzir a comida (RITCHIE, 2017).

Com o enriquecimento das nações, a alimentação tende a diversificar e o consumo per capita de carne aumenta. O desenvolvimento econômico tende a exercer um impacto crescente em relação aos recursos da terra (RITCHIE, 2017). É esperado que aumente a demanda por produtos de origem animal, o que intensifica ainda mais a pressão global por terra. Esse fator amplia os riscos de conversão de florestas, pântanos ou pastagens naturais em terras agrícolas, resultando em

desmatamento com consequente emissão de gases de efeito estufa, perda de biodiversidade e outros serviços ecossistêmicos importantes (VAN ZANTEN et al., 2015).

A produtividade no campo aumentou significativamente nos últimos cinquenta anos, o que permitiu poupar terras que de outra forma teriam sido convertidas para a agricultura. Embora o aumento da produtividade ainda seja esperado, estima-se que em 2050 a população mundial vai chegar aos 9 bilhões de pessoas e as projeções indicam que a produção de alimentos não acompanhará esse crescimento (RITCHIE, 2017; MELGES et al., 2022).

Além disso, o maior contribuinte para o uso de terra arável é o gado e, apesar da produtividade da pecuária também ter aumentado, o rendimento de carne por gado bovino teve um aumento de cerca de um terço desde 1961, enquanto a produção global de carne quadruplicou no mesmo período (RITCHIE, 2017).

Portanto, embora os ganhos de produtividade tanto na produção agrícola quanto na pecuária possam diminuir a crescente necessidade de novas terras para a agricultura, o aumento populacional e os limites biofísicos significam que é improvável que esses aumentos mudem o mapa global das necessidades de terra habitável (RITCHIE, 2017).

O único indicador que teve um aumento decorrente da substituição da carne vermelha por feijão foi o uso da água. A substituição total do consumo de carne bovina geraria um aumento de 2,63% no gasto de água. Isso pode ser explicado devido ao fato da produção de leguminosas utilizar ligeiramente mais água do que a produção de carne bovina. Outro ponto relevante é que em todos os cenários de substituição é necessário adicionar mais do que o dobro da quantidade em gramas de feijão para tornar as substituições da carne isocóricas. Apesar disso, esse aumento é bem menor quando comparado à redução dos outros indicadores.

Também é importante citar que a pecuária é uma atividade que consome grandes quantidades de água potável e sua influência nos recursos globais de água doce está aumentando devido à crescente demanda por produtos de origem animal. Estima-se que 4,387 km³ de água azul e verde sejam usadas anualmente para a produção de ração animal, o que equivale a 41% do uso total de água na agricultura (HEINKE et al., 2020).

O uso de água na pecuária está localizado principalmente na produção de alimento para os animais. Além disso, o uso de água pode sofrer variações importantes considerando diferentes fatores como o tipo de gado, região, sistema de produção, entre outros (HEINKE et al., 2020)

O custo ambiental da produção e consumo de alimentos deve ser sempre considerado ao serem estabelecidas determinadas recomendações de consumo. (GONZÁLEZ, 2020, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). No Brasil, o consumo interno de produtos de origem animal como carne bovina e suína é elevado - cerca de 80% e 82%, respectivamente - o que contribui para a elevação do consumo per capita desse grupo de alimentos (LOKEN, 2022). Sendo assim, parece evidente que os hábitos alimentares humanos relacionados ao consumo de carnes em geral e principalmente as carnes vermelhas devem ser significativamente alterados, com uma diminuição imediata da ingestão (GONZÁLEZ, 2020).

Nesse contexto, o Brasil é uma peça-chave na mitigação das mudanças climáticas. O sistema alimentar do país tem a otimização do uso da terra, a restauração da biodiversidade e o aumento do armazenamento de carbono como possíveis alavancas com maior potencial para a transformação do sistema alimentar para um modelo mais sustentável (LOKEN, 2022). Além disso, as ações que visam melhorar as práticas de produção têm a capacidade de gerar benefícios sociais, como garantir renda maior para os agricultores e reduzir a insegurança alimentar. As práticas sustentáveis de produção geram benefícios que vão além de preservar a biodiversidade e mitigar as mudanças climáticas, já que outros serviços ecossistêmicos também são melhorados, o que contribui para os meios de subsistência e o bem-estar das pessoas. (LOKEN, 2022).

A dieta tradicional da população brasileira tem como base o arroz e feijão, essa combinação é considerada nutricionalmente adequada sendo a leguminosa uma importante fonte de nutrientes e fibra alimentar (VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, 2012). A combinação entre cereais e leguminosas é inteligente do ponto de vista da nutrição, pois há uma complementação dos aminoácidos essenciais, o que torna melhor a qualidade da composição proteica (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998). O guia Alimentar Para a População Brasileira preconiza uma alimentação saudável para a população do país, esse documento propõe o consumo diário de uma porção de feijão e considera adequados os níveis médios de consumo nacional

da leguminosa relatados na POF 2002-2003, ainda, incentiva a manutenção ou aumento desse consumo (VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, 2012). Um ponto a se considerar é relativo à substituição proposta no presente estudo, em termos de quantidade, para substituir 100% da carne bovina é necessário adicionar mais uma concha média de feijão cheia, para além do consumo diário de 142,2 gramas.

Este trabalho possui algumas limitações que devem ser destacadas. Primeiramente, foram incluídos apenas os alimentos que tiveram um mínimo de consumo de 10 gramas/dia. Apesar disso, isso não afetou o objetivo do trabalho, que era investigar qual o impacto ambiental da redução de carne bovina. Outro ponto que se caracteriza como limitação é o fato de ter sido considerado apenas a média do consumo entre homens e mulheres e não os dados de cada participante, o que permitiria estimar o impacto ambiental entre pessoas que já consomem quantidades baixas de carne e aqueles com ingestão elevada deste alimento.

6 CONCLUSÕES

Em três modelos de substituição da carne vermelha por feijão foi possível verificar uma importante redução do impacto ambiental considerando-se os indicadores de emissão de gases de efeito estufa (-53,9%), eutrofização (-33,9%) e uso da terra (-62,1%). O único indicador que possuiu aumento decorrente dessa substituição foi o uso da água (+2,6%).

A redução ou exclusão do consumo de carne bovina do cardápio do brasileiro pode contribuir significativamente para a diminuição de uma série de impactos ambientais negativos. Embora existam estratégias para mitigar tais impactos em diversas frentes da cadeia de produção, com o aumento da demanda mundial por produtos de origem animal é provável que tais ganhos de produtividade não sejam suficientes para conter os danos ambientais causados.

Nesse cenário, os resultados descritos mostram como a mudança nas escolhas alimentares tem um importante efeito na redução dos impactos ambientais da alimentação e assim podem ajudar a fortalecer a pressão para tornar os sistemas alimentares mais sustentáveis. Por fim, a substituição da carne bovina por feijão, proposta neste trabalho, faz ainda mais sentido no contexto brasileiro, pois o feijão faz parte do cardápio cotidiano e tem alta aceitação da população brasileira.

7 IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA NO CAMPO DE ATUAÇÃO

O Conselho Federal de Nutricionistas aponta a sustentabilidade como um importante fator para guiar a conduta de nutricionistas, sendo uma questão de ética e cidadania que está alinhada ao comprometimento com a qualidade de vida da população e das próximas gerações. (CFN, 2022).

Nas diversas áreas de atuação do nutricionista, o profissional pode ajudar a promover uma alimentação saudável e ambientalmente sustentável, uma vez que as possibilidades de se envolver nas diversas etapas do sistema alimentar, desde a produção de alimentos até o consumo, são numerosas (PREUSS, 2009).

Em alimentação coletiva é possível adotar práticas como se informar quanto à origem e modo de produção dos materiais e produtos utilizados no preparo das refeições e priorizar alimentos provenientes de um modo de produção ambientalmente sustentável. Já em nutrição clínica, é possível realizar a prescrição da dieta com alimentos de menor impacto ambiental e conscientizar os pacientes sobre esse assunto (PREUSS, 2009)

Com os resultados obtidos neste trabalho, é possível afirmar que o nutricionista, independente de área de atuação que esteja inserido, pode e deve contribuir para uma alimentação mais saudável e ambientalmente sustentável, promovendo ações que visem diminuir o consumo de carne bovina.

8 REFERÊNCIAS

- Alencar A, Zimbres B, Silva C, Tsai D, Silva FB, Quintana GO, et al. Desafios e Oportunidades para Redução das Emissões de Metano no Brasil. Brasil: Observatório do Clima; 2022. Disponível em: http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2022/10/ObsClima_SEEG2022_FINAL.pdf
- Anjos MCR, Relação de fatores de correção e índice de conversão (cocção) de alimentos [internet]. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 2007 [acesso em 2 jun 2022]. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~monica.anjos/Fatores.pdf>
- Béné C, Fanzo J, Prager SD, Achicanoy HA, Mapes BR, Toro PA, Cedrez CB. Global drivers of food system (un)sustainability: A multi-country correlation analysis. Plos one. 2020; 15(4). Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0231071>
- Berndt A. Mitigação da produção de metano em ruminantes por meio da alimentação. In: Palestra no Congresso brasileiro de zootecnia; 22. 2012; Cuiabá. Cuiabá: ABZ; 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71257/1/PROCI-2012.00179.pdf>
- Carneiro LG, Gomes HLX, Cunha AS, Santos MJP. Dieta vegetariana como prática sustentável. In: Andrade DF, editor. Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia. Belo Horizonte: Poisson; 2019. v.1, p. 35–43. Disponível em: <https://www.poisson.com.br/livros/ambiente/mst/volume3/MST3.pdf#page=36>
- Cfn.org.br [internet]. Brasília: Conselho Federal de Nutricionistas [acesso em 08 nov 2022]. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/index.php/nutricao-e-sustentabilidade-alimente-essa-ideia-o-planeta-agradece/#:~:text=E%20como%20profissionais%20da%20%C3%A1rea,pela%20seguran%C3%A7a%20alimentar%20e%20nutricional>
- Clark M, Macdiarmid J, Jones AD, Ranganathan J, Herrero M, Fanzo J. The Role of Healthy Diets in Environmentally Sustainable Food Systems. Food Nutr Bull. 2020; 41(2): 31-58. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0379572120953734>
- Clear.ucdavis.edu [internet]. Califórnia: Clarity and Leadership for Environmental Awareness and Research at UC Davis; c2020 [acesso em 11 out 2022]. Disponível

em:<https://clear.ucdavis.edu/explainers/why-methane-cattle-warms-climate-differently-co2-fossil-fuels>

Dadrasnia A, Muñoz IB, Yañez EH, Lamkaddam IU, Moea M, Ponsá S et al. Sustainable nutrient recovery from animal manure: A review of current best practice technology and the potential for freeze concentration. *Journal of Cleaner Production*. 2021; 315. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621023246>

Dambros V. Vegetarianismo e dieta sustentável: interfaces possíveis. Porto Alegre: Faculdade de Medicina UFRGS, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Nutrição. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/202090>

De Carvalho AM, Selem SS, Miranda AM, Marchioni DM. Excessive red and processed meat intake: relations with health and environment in Brazil. *Br J Nutr*. 2016; 115(11):2011-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27040312/>

De Carvalho AM, César CL, Fisberg RM, Marchioni DM. Meat consumption in São Paulo-Brazil: trend in the last decade. *PLoS One*. 2014; 2;9(5). Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0096667>

Fanzo J, Bellows AL, Spiker ML, Thorne-Lyman AL, Bloem MW. The importance of food systems and the environment for nutrition. *Am J Clin Nutr*. 2020; 24: 7–16. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33236086/>

Garzillo JMF, Machado PP, Leite FHM, Steele EM, Poli VFS, Louzada MLC et al . Pegada de carbono da dieta no Brasil. *Rev. Saúde Pública*. 2021; 55:90. Disponível em:

https://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-89102021000100280&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro; 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>

Jacob MCM, Chaves VM. Falhas do sistema alimentar brasileiro: contribuições da geografia literária para o fortalecimento da democracia alimentar. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*. 2019; 29: 1–23 <https://www.scielo.br/j/physis/a/VHVvrm4pqGgWm4Lnd3tWsy/?lang=pt#:~:text=A%2>

Opportunities%20de%20uma%20abordagem,uma%20leitura%20sist%C3%AAmica%20e%20problematizadora

Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*. 1995; 73(8): 2483-92. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/8/2483/4632901>

Kebebe EG, Oosting SJ, Haileslassie A, Duncan AJ, de Boer IJ. Strategies for improving water use efficiency of livestock production in rain-fed systems. *Animal*. 2015; 9(5):908-16. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25496957/>

Loken B, McFeely P, Newton P, Brumberg H, Dueñas-Ocampo S, Eichhorst W et al. Resolvendo o grande quebra-cabeça alimentar: 20 alavancas para expandir a ação nacional. WWF. 2022; Suíça. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?84042/Estudo-do-WWF-mostra-como-producao-e-consumo-de-alimentos-pode-barrar-crise-climatica>

Martinelli SS, Cavalli SB. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2019; 24:4251–61. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/z76hs5QXmyTVZDdBDJXHTwz/?lang=pt>

Melges F, Da Silva MBO, Moura Filho JB. A Instituição de Novos Hábitos Alimentares: Por uma Agenda de Redução do Consumo de Carne Vermelha. In: XI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD; 26-27 mai de 2022; Anpad; 2022. Disponível em: <http://anpad.com.br/uploads/articles/117/approved/f69041d874533096748e2d77480c1fea.pdf>

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Nutrition and food systems, A report by The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. FAO. 2017; 12: 21-41. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i7846e/i7846e.pdf>

Plataforma.seeg.eco.br [internet]. Brasil: Observatório do Clima; c2022 [acesso em 13 out 2022]. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>

Preuss K. Integrando Nutrição e Desenvolvimento Sustentável: Atribuições e ações do nutricionista. *Netsaber*. 2009; Disponível em: https://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_19289/artigo_sobre_integrando_nutricao_e_desenvolvimento_sustentavel_atribuicoes_e_acoes_do_nutricionista

Ritchie H. Ourworldindata.org [internet]. Oxford: Oxford Martin School; c2017 [acesso em 16 out 2022]. Disponível em:

<https://ourworldindata.org/agricultural-land-by-global-diets>

Silva MCB. Flexitarianismo: revisão de literatura. Vitória de Santo Antão: Centro Acadêmico de Vitória UFPE, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Nutrição. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/23915/1/SILVA%2c%20Mayara%20Concei%2c%20a7%2c%20a3o%20Barboza%20da.pdf>

TBCA.net.br [internet]. São Paulo: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TBCA 7.1. c2022. Disponível em: <http://www.tbca.net.br/>

Triches RM. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. Saúde debate. 2020; 44: 881–94. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/gyXnR5ZJv6YLSBdRYKZTsLp/?lang=pt>

Van Zanten HHE, Mollenhorst H, Klootwijk CW *et al.* Global food supply: land use efficiency of livestock systems. *Int J Life Cycle*. 2016; 21: 747–58. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-015-0944-1>

Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*. 2019; 393: 447–492. Disponível em:

[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext)

Won S, Shim SM, You BG, Choi YS, Ra C. Nutrient production from dairy cattle manure and loading on arable land. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2017; 30(1):125-32. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5205587/>

Zanten HHEV, Mollenhorst H, Klootwijk CW, Middelaar CEV, De Boer IJM. Global food supply: land use efficiency of livestock systems. *Int J Life Cycle Assess* 2015. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-015-0944-1>

ANEXO 1

Lista de alimentos utilizados para cálculo nutricional (Tabela brasileira de composição dos alimentos - TBCA)

Feijão, carioca, cozido (50% grão e 50% caldo), s/ óleo, s/ sal, *Phaseolus vulgaris* L.,
Arroz, polido, cozido, s/ sal e óleo (média diferentes cultivares), *Oryza sativa* L.,
Alface, crua, *Lactuca sativa* L.

Batata, inglesa, s/ casca, cozida, drenada, s/ óleo, c/ sal, *Solanum tuberosum* L.

Laranja, *in natura*, *Citrus* spp

Pão francês, trigo, branco, de padaria (médias de diferentes amostras)

Carne, boi, coxão mole (polpa, chã de dentro), s/ gordura, cozida, s/ óleo, s/ sal, *Bos taurus*

Carne, porco, preparada, s/ sal (média de diferentes cortes e preparos), *Sus ssp.*,

Carne, frango, coxa, s/ pele, cozida, s/ óleo, s/ sal, *Gallus gallus*

Peixe, água doce, Tilápia, filé s/ pele, cozido, s/ óleo, s/ sal, *Oreochromis niloticus*,

Ovo, galinha, inteiro, cozido, s/ sal (média de várias amostras),

Leite, vaca, integral, UHT (média de diferentes amostras),

Óleo, soja,

Bebida alcoólica, cerveja, Pilsen

Suco, laranja, Lima, s/ açúcar, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck,

Suco, néctar, manga,

Refrigerante, regular, c/ açúcar (média de diferentes amostras),

Bebida láctea (média de diferentes sabores),

Bebida, café, infusão 10%, s/ açúcar

Bebida, chá, camomila, infusão, s/ açúcar,

Sanduíche, misto quente, pão forma tradicional, c/ presunto, queijo muçarela, c/ maionese,

Sopa, mandioca (aipim, macaxeira), s/ sal, (mandioca (aipim, macaxeira), c/ caldo de vegetais, salsa, c/ óleo, cebola e alho, s/ sal),

Macarrão, trigo, seco, cozido, drenado, s/ sal (média de diferentes marcas)