



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROF. ANTÔNIO GARCIA FILHO  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

RAQUEL CRUZ FONSECA

**COMPILAÇÃO DE DADOS DE EMISSÃO DE CARBONO PARA A  
FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DIETAS ECODIET**

**COMPILATION OF CARBON EMISSION DATA FOR THE ECODIET  
DIET ANALYSIS TOOL**

LAGARTO/ SE

2025

RAQUEL CRUZ FONSECA

**COMPILAÇÃO DE DADOS DE EMISSÃO DE CARBONO PARA A  
FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DIETAS ECODIET**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto a banca examinadora como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição, pela Universidade Federal de Sergipe.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vivianne de Sousa Rocha  
(orientadora)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carolina Cunha de Oliveira  
(1º membro)

---

Prof<sup>ª</sup>. Me. Diana Sousa Costa  
(2º membro)

LAGARTO/ SE  
2025

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço, primeiramente, à Deus por toda sabedoria que me concedeste para realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Rosileide e Joaldo que me incentivaram e me apoiaram durante toda graduação.

As minhas irmãs, Rafaela, Gabriela, Izabela e Raiane que contribuíram direta e indiretamente para que esse trabalho.

Agradeço a minha orientadora, Viviane de Sousa Rocha, por todo desprendimento em ajudar.

Aos meus amigos e colegas de classe por toda colaboração e amizade.

## SUMÁRIO

<b>1 CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO</b>	
1.1 Dieta Sustentável e sua importância na diminuição do impacto ambiental .....	6
1.2 Uso da informática para elaboração de aplicativos na área da nutrição .....	9
1.3 Importância de um software que avalie o impacto ambiental da dieta.....	10
<b>2 CAPÍTULO II: ARTIGO .....</b>	<b>12</b>
<b>3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
4.1 Ferramenta de análise .....	17
4.2 Dados de impacto ambiental.....	17
4.3 Análise de dados .....	18
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
.....	18
.....	19
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>

## **CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO**

## **1. Dieta Sustentável e sua importância na diminuição do impacto ambiental**

A dieta atual está pautada em um modelo insustentável, sendo composta por alimentos com alto percentual calórico, com vasto uso da terra e produtos agrícolas para a sua produção. Por isso, uma alimentação saudável deve ter como dimensão principal a sustentabilidade (Martinelli; Cavalli, 2019).

Uma das definições mais importantes sobre dietas sustentáveis foi sugerida pela FAO (2010) que afirma que essa dieta possui baixo impacto ambiental, visando contribuir para a sustentabilidade em uma perspectiva futura, otimizando recursos naturais e respeitando a biodiversidade. Mediante a essa definição, Meibeck e Gitz (2017) trazem uma contribuição semelhante ao caracterizar dieta sustentável como sendo aquela que contribui para saúde do indivíduo e da comunidade, relacionando-se com um bom estado nutricional e com os sistemas alimentares sustentáveis, proporcionando uma segurança alimentar e nutricional a longo prazo.

Em uma conjuntura atual, Silva *et al* (2021), afirmam que o Brasil mudou seus hábitos alimentares para uma dieta que prejudica a saúde humana e planetária, nos últimos 30 anos. O estudo mostrou que os gases de efeito estufa (GEE) provenientes da dieta aumentaram em 21%, com destaque no consumo de carnes ultraprocessadas, associados a um sistema baseado em monoculturas. Isso contribui para a perda de recursos naturais, evidenciado também no aumento de 17% da pegada ecológica. Segundo o Fundo Mundial da Natureza (2013), a pegada ecológica mede os impactos do homem sobre o meio ambiente, analisando a área produtiva necessária para suprir a demanda humana dos recursos naturais renováveis (grãos vegetais, carne, peixe, energia renovável, entre outros).

O impacto ambiental é calculado através de 3 indicadores (pegada de carbono, pegada hídrica e pegada ecológica). A pegada de carbono é o indicador mais historicamente utilizado e existem padrões mais estabelecidos para o seu cálculo. Esse coeficiente calcula o impacto das emissões de gás carbônico (kg CO<sub>2</sub>-eq) de produção de uma mercadoria ou serviço durante todo seu ciclo de vida. Para isso, considera as emissões de todos os gases efeito estufa, determinado pelas variáveis quantidade emitida e o impacto através do fator de Potencial de Aquecimento Global (PAG). As emissões são convertidas para CO<sub>2</sub> equivalente, conforme os parâmetros fixos definidos pelo Painel

Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) que é um órgão que funciona como suporte das Nações Unidas (BCFN, 2016).

Quando a pegada de carbono se relaciona com a alimentação, observa-se a carga de poluentes atmosféricos lançados na natureza por quilo de alimento. No contexto brasileiro, a dieta excede em cerca de 30% a pegada que poderia atender as recomendações nutricionais e conter as elevadas temperaturas do planeta. As maiores pegadas de carbono foram encontradas na região Norte e Centro-Oeste, onde ambas possuem um alto consumo alimentar de carne bovina (Garzillo et al). Segundo Poore e Nemecek (2019), em 100 g de proteína da carne bovina são emitidos 105 kg de equivalente de CO<sub>2</sub> e o uso da terra é de 370 m<sup>2</sup> ao ano.

O grupo dos alimentos de origem animal é responsável pelos principais impactos ambientais por vários motivos. Dentre eles, o fato de os ruminantes serem alimentados por rações, necessitando de grandes quantidades de grãos para o seu desenvolvimento até o abate. Somado a isso, o transporte das rações por períodos prolongados aumenta a concentração de GEE, o que contribui cada vez mais com o desmatamento. Os metabólitos oriundos da digestão desses animais, seja gases ou fezes, no momento que são expelidos no meio ambiente aumentam a concentração de CO<sub>2</sub>, estando diretamente relacionado às mudanças climáticas (Triches, 2020).

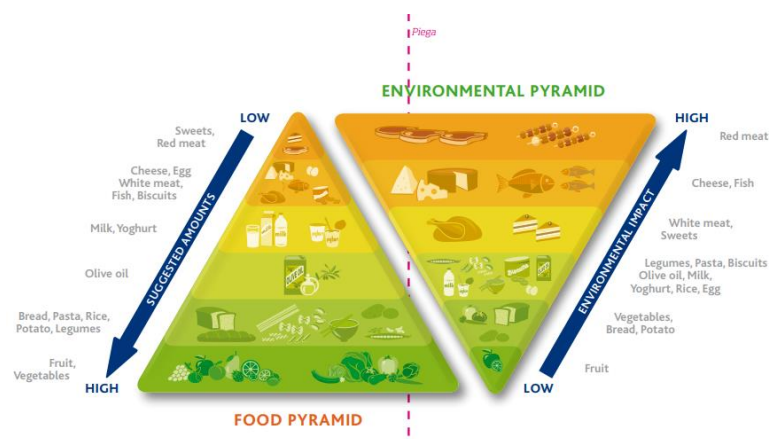
O Guia Alimentar para a População Brasileira (2014) considera uma dieta equilibrada aquela que causa menor prejuízo a natureza e promove mais saúde. Dessa forma, a escolha dos alimentos *in natura* e minimamente processados devem ser priorizados para diminuir a emissão dos GEE. Em contrapartida, o grupo dos ultraprocessados causam impactos danosos ao meio ambiente e devem ser evitados, uma vez que a escala de produção desde o processo de manufatura até as embalagens que são descartadas causa problemas ambientais. As matérias primas na fabricação destes alimentos estimulam monoculturas dependentes de agrotóxicos, os produtos industrializados passam por longos percursos de transporte, gerando um grande gasto de energia e emissão de gases poluentes na atmosfera, redução da biodiversidade e comprometimento de reservas naturais (Brasil, 2014).

Nessa perspectiva, segundo as diretrizes nutricionais, o consumo de grupos alimentares específicos como cereais, tubérculos, hortaliças e verduras devem compor maior parte da dieta, devido ao aporte nutricional que apresentam. Em relação ao

ambiente, percebe-se que esses alimentos têm demonstrado baixa emissão de GEE, com exceção do arroz que devido a irrigação gera maior liberação de metano. Algumas frutas e hortaliças menos sensíveis como cenoura, beterraba e maçã produzem menos GEE, já as mais frágeis como morangos e tomates necessitam de proteção para serem produzidas, os folhosos precisam de refrigeração e por isso liberam mais GEE. Além disso, algumas variedades necessitam de mais água e por serem mais susceptíveis as pragas utiliza-se mais agrotóxicos (Triches, 2020).

A pirâmide alimentar é um instrumento importante para avaliar a frequência dos grupos alimentares que devem ser consumidos. Na base da pirâmide estão os alimentos de origem vegetal (característicos do padrão alimentar mediterrâneo), que apresentam menor densidade energética e são ricos em nutrientes, fibras e compostos bioativos. Subindo a pirâmide estão os alimentos com maior densidade energética que devem ser consumidos com menor frequência. A Barilla Center for Food and Nutrition desenvolveu a pirâmide dupla (*figura 1*) formada pela união da pirâmide alimentar com a pirâmide ambiental, sendo representado do lado oposto, ilustrando uma preocupação não apenas com a qualidade nutricional, mas também com a ambiental. Nesse modelo, observa-se que os alimentos mais recomendados são aqueles que apresentam menor impacto ambiental (BCFN). A figura 1 apresenta a ilustração da pirâmide dupla representando o impacto dos alimentos sobre o meio ambiente.

Figura 1 – Pirâmide alimentar e Pirâmide ambiental



Fonte: Barilla Center for Food and Nutrition



## **2. Uso da informática para elaboração de aplicativos na área da nutrição**

Entre os 17 Objetivos do Desenvolvimento das Nações Unidas, pelo menos 12 deles contêm indicadores ligados a nutrição, principalmente relacionado a eliminação da fome, melhoria da segurança alimentar e promoção da agricultura sustentável. (Joshi et al, 2021). Para execução desta meta é preciso dominar a informática nutricional para a qualidade dos cuidados prestados, desde a análise e coleta de dados a planejamento e avaliação de cardápios por parte dos nutricionistas. A capacitação profissional para uso tecnológico se mostra um desafio ao mesmo tempo que vem crescendo o uso desses meios em saúde (Joshi et al, 2021).

A informática ligada a nutrição é um campo de atividade que está em constante crescimento. O conhecimento acerca do uso de tecnologias é imprescindível para que o profissional desta área se mantenha atualizado e tenha conhecimentos e habilidades que contribuam com a otimização da prática profissional. A internet pode ser o principal meio na prestação de serviços nutricionais e sua utilização tem se destacado por ser uma ferramenta importante de promoção a saúde (Stefanidis; Poulos, 2022).

A informática nutricional é um termo que vem sendo utilizado há décadas. O primeiro artigo evidenciando o uso do computador para avaliar a ingestão alimentar foi em 1962, através de registros eletrônicos e com coleta de dados para favorecer uma melhor adesão dos pacientes. Um exemplo do uso da informática na nutrição são os sistemas de recomendação nutricional. Essa ferramenta serve para ajudar na mudança de comportamento dos usuários a partir do alcance de objetivos visando um estilo de vida mais saudável. Esse sistema tem uma tecnologia eficaz para extrair informações, porém depende de requisitos técnicos e um projeto que se baseie na sua funcionalidade. Existem técnicas para criar recomendações personalizadas, podendo ter vários tipos de sistemas, cada um com um intuito próprio, como os sistemas de recomendação baseado em conteúdo, em filtragem colaborativa, baseados em conhecimento e recomendação híbrida (Abhari et al, 2019).

Um outro exemplo citado por Curioni (2013) é o uso do telessaúde, um meio que vem crescendo na área da saúde com uso de modernas tecnologias de informação e comunicação, com intuito de promover educação e pesquisa em saúde. Por isso, o autor

traz a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS) sobre como a tecnologia pode ser utilizada na saúde:

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define e-saúde como o uso de tecnologias da informação e comunicação no setor da saúde e a considera como uma das áreas de maior crescimento na saúde atualmente, por centralizar em uma só área, os temas de ciências da saúde e das ciências da informática, informação e telecomunicações. (Curioni, 2013, p.3)

No âmbito da nutrição, surge a telenutrição, contendo assuntos sobre alimentação e nutrição como meio de promover discussões entre os profissionais. A informação em tecnologia pode apoiar a tomada de decisão dos nutricionistas e auxiliar na mudança de comportamento por parte dos usuários (Curioni, 2013).

### **3. Importância de um software que avalie o impacto ambiental da dieta**

A utilização de softwares na área da saúde tem se tornado cada vez mais comum e tem o objetivo de acompanhar o paciente por meio de informações e conhecimentos que possibilitem ajudar na saúde do usuário. De forma específica na área da nutrição, percebe-se sua utilização para obter conhecimentos sobre alimentação e saúde (Lopes, 2022).

Diversas aplicações de informática na área de nutrição e dietética tem contribuído para a prestação de serviço, desde sistemas de apoio, bancos de dados de composição de alimentos a utilização de softwares. Os softwares na nutrição têm ganhado visibilidade, principalmente no trabalho dietético que é realizado no ambiente clínico. As principais características deste recurso são a avaliação das necessidades nutricionais, algoritmos de diagnóstico para determinar intervenções dietéticas sugeridas e servir de apoio a decisões, análise das dietas clínicas, entre outras funções (Stefanidis; Poulos, 2022).

Por conseguinte, a Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio (PNAD) realizada em 2018, mostra que 79,3% de toda população possui smartphone. Nesse contexto, é notório que um dispositivo móvel é imprescindível atualmente, exerce função desde entretenimento até comunicação em saúde. No âmbito da promoção a saúde o uso

de aplicativos nos telefones celulares tem se destacado pela praticidade e o vínculo entre profissional e usuário com a troca de informações (Ribeiro et al).

Desse modo, considerando a contribuição negativa dos GEE, surgem organizações não governamentais (ONG) com o objetivo de fomentar causas sustentáveis, apoiando-se na utilização de tecnologias. A ONG Iniciativa Verde disponibiliza de maneira rápida a calculadora de CO<sub>2</sub> que utiliza do programa “Carbon Free”. Neste aplicativo o próprio usuário calcula sua pegada de carbono segundo o seu próprio estilo de vida. O programa contém aspectos do dia a dia individual que estariam relacionados de alguma forma com GEE como consumo de energia elétrica, transporte, alimentação, entre outros. Na categoria alimentação, são oferecidas 6 opções: carne bovina, carne de frango, carne de porco, dieta equilibrada entre os 3 tipos, consumo raro de carne e dieta vegetariana que são os alimentos que mais contribuem para geração de GEE. No final é obtido o resultado e calculado a quantidade de árvores que o usuário deve plantar para compensar suas emissões (Brito; Tavares, 2016).

As iniciativas para análise de emissão de CO<sub>2</sub> pela dieta ainda são insuficientes e pouco abordadas. A criação de uma plataforma pode contribuir para ampliar a conscientização sobre o impacto ambiental das escolhas alimentares.

Por isso, o objetivo do presente estudo é realizar a compilação de dados da literatura sobre emissão de gás carbônico de alimentos, para o desenvolvimento da ferramenta de análise “Ecodiet”. Dessa forma, será possível realizar pesquisas que incentivem a sustentabilidade alimentar a partir de medidas que preservem a natureza.

## **CAPÍTULO II: ARTIGO**

**ARTIGO SERÁ SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE EPIDEMIOLOGIA**

**COMPILAÇÃO DE DADOS DE EMISSÃO DE CARBONO PARA A  
FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DIETAS ECODIET**

**COMPILATION OF CARBON EMISSION DATA FOR THE ECODIET DIET  
ANALYSIS TOOL**

## **RESUMO**

O cenário atual está baseado em uma alimentação que gera impactos significativos ao meio ambiente. Mediante a esse contexto, surge a importância de medidas voltadas para amenizar esse quadro, já que, a produção de alimentos é responsável por um terço do desmatamento ambiental. O objetivo desse estudo é o desenvolvimento de uma ferramenta de análise de emissão de gás carbônico da dieta. Para isso, primeiramente foi realizado a compilação de dados de estudos publicados na literatura nacional e internacional que fizeram análise de alimentos. O software, denominado Ecodiet, foi desenvolvido em parceria com alunos do curso de computação da Universidade Federal de Sergipe e será preenchido com dados da literatura que foram previamente compilados. Foram abordados os 30 alimentos mais consumidos no Brasil com base na Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2008-2009 e 2017-2018. Os resultados mostraram que os alimentos como a carne bovina e o café foram os que mais tiveram elevadas emissões de CO<sub>2</sub>. O presente estudo revela que a dieta brasileira é insustentável e o uso dessa ferramenta pode ajudar a reverter esse quadro e contribuir para pesquisas na área, incentivando medidas que preservem a biodiversidade.

**Palavras chaves:** dieta; sistema alimentar sustentável; impacto ambiental; software

## **ABSTRACT**

The current scenario is based on a diet that generates significant impacts on the environment. In this context, the importance of measures aimed at alleviating this situation arises, since food production is responsible for a third of environmental deforestation. The objective of this study is the development of a tool for analyzing dietary carbon dioxide emissions. To achieve this, data was first compiled from studies published in national and international literature that analyzed food. The software, called Ecodiet, was developed in partnership with students from the computing course at the Federal University of Sergipe and will be filled with literature data that was previously compiled. The 30 most consumed foods in Brazil were covered based on the 2008-2009 and 2017-2018 Family Budget Survey. The results showed that foods such as beef and coffee had the highest CO<sub>2</sub> emissions. The present study reveals that the Brazilian diet is unsustainable and the use of this tool can help to reverse this situation and contribute to research, encouraging measures that preserve biodiversity.

**Keywords:** diet; sustainability; environmental impact; software

## INTRODUÇÃO

A produção de alimentos é um dos fatores que mais impacta o meio ambiente e precisa urgentemente de mudanças, sendo responsável por um terço do desmatamento ambiental, o que torna os sistemas alimentares atuais insustentáveis em múltiplas dimensões, ambientais, sociais e econômicas (FAO, 2022).

A dieta sustentável é aquela com baixa emissão de gases de efeito estufa e que promove o menor impacto ambiental possível através do consumo consciente e medidas que otimizem a biodiversidade (FAO, 2019). Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável é definido mais amplamente pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (FAO) como “a gestão e conservação da base de recursos naturais, e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de modo a assegurar a consecução e satisfação continuada das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras” (FAO, 2019).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para avaliar qual a emissão de gases e outros efeitos ecológicos da alimentação ao meio ambiente. Alguns desses estudos avaliam modelos de padrões alimentares já conhecidos, como dietas do mediterrâneo e dietas vegetarianas, já outros avaliam o consumo rotineiro de alimentos de determinada população (Dixon, Michelsen, Carpenter, 2023).

Todavia, os dados para obtenção da pegada de carbono dos alimentos são pulverizados em muitos estudos publicados e diferentes fontes são utilizadas para cálculos do impacto ambiental. A pegada de carbono é uma medida para avaliar a sustentabilidade, através da emissão de gases de efeito estufa (carbono, óxido nitroso, metano), expressos em quilograma de equivalentes de dióxido de carbono. Para os alimentos significa que é calculado o uso de recursos naturais e a emissão de poluentes para cada quilo de alimento no ambiente (Silva, et al, 2013; Garzillo et al, 2021).

Nesse estudo, o que se propõe é a compilação de dados ambientais publicados sobre os alimentos em uma ferramenta, o “Ecodiet”, que visa padronizar e facilitar os cálculos de pegada de carbono para estudos de caráter nacional contribuindo com ações para o fortalecimento de dietas mais sustentáveis.



## **METODOLOGIA**

Estudo de desenvolvimento da ferramenta de análise de dietas, para obter dados sobre a emissão de gás carbônico.

### **Ferramenta de análise**

A ferramenta “Ecodiet” foi desenvolvida por alunos do curso de Computação da Universidade Federal de Sergipe, como projeto de disciplina do departamento de computação e acompanhamento e supervisão de docentes do departamento. O software contém duas interfaces, um para Nutricionista em atendimento ambulatorial e outra para o pesquisador com relatórios de resultados de pesquisa.

O software armazena dados sobre avaliação antropométrica, composição corporal, dados bioquímicos e ingestão de alimentos em gramas, e para análise foram adicionados dados da Tabela de Composição de Alimentos (TACO), para macro e micronutrientes. O programa permite a inclusão de dados de emissão de gás carbônico por alimentos, expresso em gCO<sub>2</sub>eq/100g. Além disso, novos alimentos e preparações culinárias podem ser adicionados e analisados.

### **Dados de impacto ambiental**

Para obtenção dos dados de emissão de carbono, foram selecionados estudos publicados na literatura nacional e internacional que realizaram a análise em alimentos. As principais base de dados para pesquisa foram Pubmed, Embase, Lilacs e Repositórios institucionais. Para o critério de seleção foram utilizadas as seguintes palavras chaves: “Food” and “green house” and “gas emission” sem limite de período e idiomas.

Foram selecionados três estudos com análise de emissão de gás carbônico dos mais diversos alimentos: Garzillo et al. (2019), Ritchie et al. (2022), Heller et al. (2018) que atenderam os critérios de seleção e fizeram análise de emissão de CO<sub>2</sub> de vários alimentos.

Posteriormente, foram selecionados os 30 alimentos mais consumidos segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2008-2009 e 2017-2018 e, analisados quanto a emissão de gás carbônico dos alimentos consumidos pelos brasileiros.

### Análise de dados

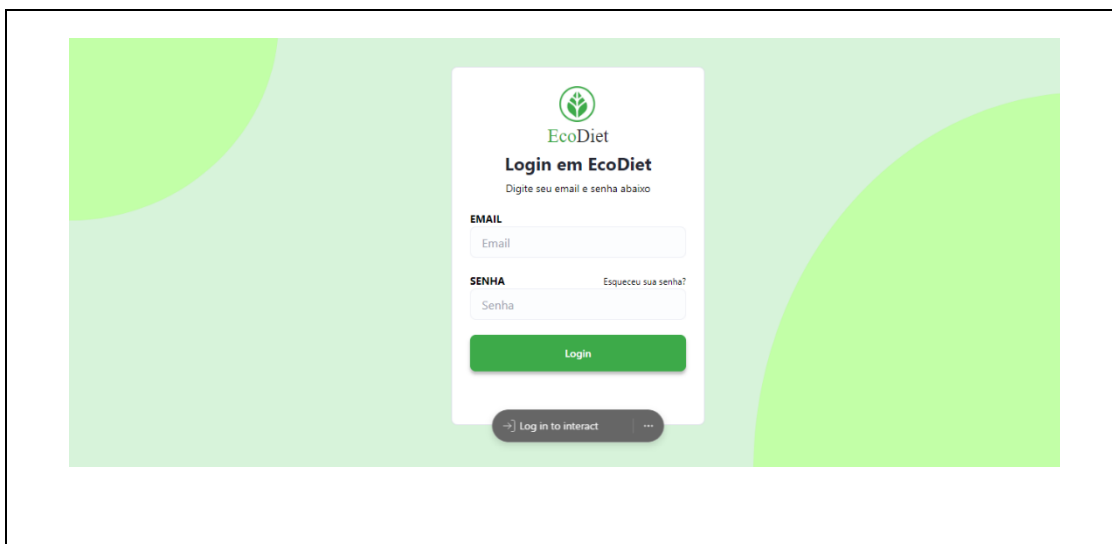
Os dados foram armazenados e analisados pelo programa Excel e apresentados como média e desvio padrão. Posteriormente foi realizado a diferença entre os dados dos três estudos utilizados para verificar a similaridade de dados.

## RESULTADOS

Na *figura 1* se encontra a página inicial do software, EcoDiet, desenvolvido pelos alunos do curso de computação da UFS, com o login de acesso, através do email e senha para o nutricionista ou pesquisador entrarem no sistema.

Figura 1- Interfaces do software desenvolvido para análise de emissão de gás carbônico das dietas





No quadro 1 são apresentados os estudos obtidos na literatura e suas respectivas metodologias de análise.

No estudo de Garzillo et al. (2019), os alimentos foram registrados na base de dados em sua forma crua e foi realizado uma média. Posteriormente, foram calculados as preparações e alimentos na forma como são consumidos, desde as técnicas de preparo a fonte de emissão de gás (forno ou fogão).

Ritchie et al. (2022) seus dados foram baseados na pesquisa de Poore e Nemeck (2019), contemplando os seguintes indicadores: uso da terra, retiradas de água doce ponderadas por escassez no local de água, GEE, acidificante e emissões eutrofizantes. O sistema que avaliou começa desde os impactos ambientais em cada cadeia de abastecimento envolvendo quantidade de fertilizantes, tipo de irrigação, solo, condições climáticas, até o varejo que seria o ponto de escolha.

Heller et al. (2018) agregam dados de emissão de GEE e demanda de energia nos EUA. Nesse estudo, foi utilizado o Food Commodities Intake Database (FCID) um banco de dados para análise de pesticidas e outros resíduos em produtos alimentares. A energia cumulativa e GEE foram calculados da fazenda até o processamento para cada alimento específico e comparados ao FCID.

Quadro 1 - Metodologia de cada estudo para obter os dados de CO2.

<b>Tabelas de emissão de CO2</b>	<b>Metodologia utilizada</b>
<p>Fonte de dados A: Garzillo et al. (2019)</p>	<p>O indicador de gás de efeito estufa foi calculado dentro do arcabouço metodológico de avaliação do ciclo de vida (NBR-ISO14040).</p> <p>A fonte de dados ambientais para pegada de carbono foi coletada por bases secundárias publicadas.</p> <p>A grande maioria das pegadas encontradas nesse levantamento foram para alimentos não produzidos no Brasil. Posteriormente, esses dados foram ajustados através de cálculos matemáticos das pegadas de carbono na forma como os alimentos são consumidos e para preparações culinárias.</p>
<p>Fonte de dados B: Ritchie et al. (2022)</p>	<p>Os dados foram provenientes de uma meta-análise abrangente que após critérios de padronização resultaram em 570 estudos julgados como adequados. O impacto ambiental dos alimentos que compôs esse conjunto de dados envolveu 5 indicadores: uso da terra, retiradas de água doce ponderadas por escassez no local de água, GEE, acidificante e emissões eutrofizantes.</p> <p>Para emissão de GEE desagregou-se ainda mais a fase agrícola em 20 fontes de emissões. Para preencher lacunas no processamento, embalagem, varejo usou-se meta-análises de 153 estudos fornecendo 550 observações. Para validação da representatividade global da amostra comparou-se os rendimentos médios com dados da FAO, onde constou: total de terras aráveis e retiradas da água doce para reconciliar com as estimativas da FAO. As emissões provenientes da desflorestação e do metano agrícola enquadram-se em gamas de modelos independentes.</p>
	<p>Agrega dados sobre emissão de GEE e demanda de energia para estimar o impacto das escolhas alimentares nos EUA. Foi construído um banco de</p>

<p>Fonte de dados C: Heller et al. (2018)</p>	<p>dados de impactos alimentares através de uma exaustiva revisão de estudos de avaliação de ciclo de vida dos alimentos e vinculada a mais de 6000 alimentos e preparações culinárias. Para vincular os impactos ambientais aos 332 alimentos básicos no FCID foi realizado um processo de 4 etapas:</p> <p>1- Utilizou-se dados das pesquisas originais sobre alimentos específicos na revisão de literatura descrita. A média, Desvio Padrão e os valores mínimo e máximo de demanda de energia cumulativa (CED) não renovável e emissões de gases efeito estufa (GHGE) na porta da fazenda e na porta do processador foram calculados para cada alimento específico e em seguida comparados ao FICID.</p> <p>2- Para as fases 1 e 2 do processo de ligação foram feitas correspondências de demanda cumulativa de energia não renovável para 37% e dos produtos alimentares e emissão de gases efeito estufa para 47%.</p> <p>3- Os alimentos restantes do FICID foram preenchidos com valores de alimentos semelhantes aos substitutos.</p> <p>4- Os dados do FCID incluem formas minimamente processadas de frutas e vegetais.</p>
---	--

Foram abordados os 30 alimentos mais consumidos no Brasil com base na Pesquisa de Orçamento Familiares (POF) de 2008-2009 e 2017-2018. Na *tabela 1* foi realizada uma média e desvio padrão entre os dados das referências analisadas. Observa-se que a média foi significativa para padronizar os resultados provenientes do cálculo de emissão de gás carbônico de cada um dos três estudos e evidenciou que a carne bovina (55,69) e o café (11,6983) foram os alimentos que mais contribuíram com a emissão de GEE.

Tabela 1- Média e desvio padrão da quantidade de emissão de gás carbônico em alimentos (kg/CO<sub>2</sub>eq), segundo dados publicados na literatura.

<b>Alimentos</b>	<b>Dados A</b>	<b>Dados B</b>	<b>Dados C</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
<b>POF 2008- 2009</b>					
Carne bovina	4,215	129,75	33,10	55,690	53,680
Sopas e caldos	0,07	11,23		5,650	5,580
Aves	0,984	9,27	4,18	4,814	3,412
Macarrão e preparações a base de macarrão	0,072	1,63		0,851	0,779
Leite integral (vaca)	0,127	3,27		1,699	1,572
Chá	0,003	17,62		8,812	8,809
Laranja	0,04	0,47	0,29	0,268	0,177
Banana	0,139	0,87	0,37	0,461	0,305
Bebidas lácteas (iogurte)	0,343	3,11		1,727	1,384
<b>POF 2017-2018</b>					
Feijão	0,035	1,37	0,308	0,571	0,576
Feijão verde/corda	0,037		0,75	0,396	0,359
Arroz	0,106		1,54	0,824	0,718
Milho e preparações	0,055	0,97	0,76	0,595	0,391
Salada crua	0,081	2,08	0,22	0,797	0,909
Pepino	0,044	0,85	0,40	0,434	0,330
Tomate	0,082	2,27	0,47	0,941	0,953
Batata doce	0,025	0,41	0,30	0,246	0,162

Batata Inglesa	0,044		0,21	0,131	0,087
Abacaxi	0,04	0,93	0,91	0,628	0,416
Açaí	0,185			0,185	0,000
Mamão	0,144		0,21	0,180	0,036
Farinha de Mandioca	0,059			0,059	0,000
Pão de sal	0,055	0,88		0,468	0,413
Peixes frescos	0,53		3,02	1,776	1,246
Cerveja	0,125	0,49		0,308	0,183
Café	0,036	28,78	6,27	11,698	12,345
Pizzas	0,44	7,4		3,920	3,480
Sanduíches	0,9			0,900	0,000
Sucos	0,022	0,49		0,256	0,234
Refrigerantes	0,069			0,069	0,000

Legenda: Dados A: fonte Garzillo; Dados B: fonte Ritchie; Dados C: fonte Heller.

Tabela 2- Diferença entre as quantidades de emissão de gás carbônico em alimentos, segundo dados publicados na literatura.

<b>Alimentos</b>	<b>Diferença A e B</b>	<b>Diferença A e C</b>	<b>Diferença B e C</b>
<b>POF 2008- 2009</b>			
Carne bovina	-125,535	-28,89	-96,645
Sopas e caldos	-11,16	0,07	-11,23
Aves	-8,286	-3,204	-5,082
Macarrão e preparações a base de macarrão	-1,558	0,072	-1,63

Leite integral (vaca)	-3,143	0,127	-3,27
Chá	-17,617	0,003	-17,62
Laranja	-0,43	-0,254	-0,176
Banana	-0,731	-0,235	-0,496
Bebidas lácteas (iogurte)	-2,767	0,343	-3,11

### **POF 2017-2018**

Feijão	-1,335	-0,273	-1,062
Feijão verde/corda	0,037	-0,717	0,754
Arroz	0,106	-1,435	1,541
Milho e preparações	-0,915	-0,705	-0,21
Salada crua	-1,999	-0,148	-1,851
Pepino	-0,806	-0,365	-0,441
Tomate	-2,188	-0,388	-1,8
Batata doce	-0,385	-0,277	-0,108
Batata Inglesa	0,044	-0,173	0,217
Abacaxi	-0,89	-0,874	-0,016
Açaí	0,185	0,185	0
Mamão	0,144	-0,072	0,216
Farinha de Mandioca	0,059	0,059	0
Pão de sal	-0,825	0,055	-0,88



Peixes frescos	0,53	-2,491	3,021
Cerveja	-0,365	0,125	-0,49
Café	-28,744	-6,243	-22,501
Pizzas	-6,96	0,44	-7,4
Sanduíches	0,9	0,9	0
Sucos	-0,468	0,022	-0,49
Refrigerantes	0,069	0,069	0
<b>Média</b>	<b>- 7,076</b>	<b>-1,487</b>	<b>-5,588</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>22,863</b>	<b>5,268</b>	<b>17,765</b>

---

Legenda: Dados A: fonte Garzillo; Dados B: fonte Ritchie; Dados C: fonte Heller.

Os resultados da *tabela 2* mostram as diferenças entre os dados das tabelas de análise, evidenciando que a tabela da Nupens e Heller apresentaram resultados mais parecidos, com uma média de diferença de -1,487 e desvio padrão de 5,268.

## DISCUSSÃO

O padrão alimentar atual emite GEE em excesso e isso contribui para impactos ambientais. Nesse estudo, é reforçado a contribuição que os alimentos têm para uma dieta insustentável, principalmente relacionado ao consumo de carnes e café que foram os alimentos que apresentaram valores mais elevados de emissão de CO<sub>2</sub>.

As associações entre o consumo de carne bovina e emissões de GEE são vistas em muitos estudos. Da Cruz (2023), afirma que a produção agrícola de carne bovina se baseia em um sistema de degradação da terra, desmatamento, perda da biodiversidade e alto consumo de água. O estudo de Dixon et al (2023) comparou dietas de alta emissão (dieta americana) e outra categoria de dieta de baixa emissão (vegana, vegetariana). Ele mostrou que a carne bovina causa maior impacto e quando substituída por frango ou porco tem uma diminuição significativa na pegada de carbono.

Dessa forma, umas das maiores estratégias para diminuição de impactos ambientais é uma dieta com menor participação de alimentos de origem animal. Todavia, o Brasil é o

principal fornecedor de carne bovina no mercado internacional, surgindo a urgência em sistemas de produção pecuária que adotem medidas para resultar em impactos ambientais mais baixos (Garzillo et al, 2022).

Nesse sentido, segundo Medori et al (2023) a dieta mediterrânea é a dieta considerada a referência planetária. Ela se baseia em alimentos de origem vegetal, reduzindo a dependência da pecuária que é responsável por 70% do desmatamento florestal e o maior contribuidor para emissão de GEE. No entanto, Kowalsky et al (2022) mostra que o consumo de carne está amplamente enraizado na nossa cultura, por isso, o que se propõe é priorizar outras fontes de carnes como aves e peixes junto com os alimentos de origem vegetal.

Os resultados mostraram que o segundo alimento que mais causa impactos negativos é o café. O Brasil é o maior produtor e exportador de café no mundo (IBGE 2020), o que torna o cenário brasileiro mais desafiador. A prática do plantio do café pode levar a perda dos horizontes superficiais, deformação do terreno, redução da biomassa e biodiversidade, entre outras (Navarro et al, 2021).

Nesse contexto, a sustentabilidade ambiental é um aspecto crucial para cafeicultura sustentável. Por isso, medidas como agrofloresta, manejo de pragas de doenças e conservação da biodiversidade são formas de diminuir impactos negativos do café no ecossistema (Figueiredo et al, 2023).

Por fim, nota-se a importância de apoiar a dieta sustentável. Por isso, iniciativas que fomentem a ideia de utilizar meios digitais para alertar sobre a importância de aderir a uma dieta sustentável são de suma relevância.

Os dados coletados do impacto ambiental dos principais alimentos consumidos no Brasil serão inseridos na ferramenta de análise Ecodiet (*figura 1*) para servirem de base para calcular o impacto ambiental dos alimentos. Espera-se que essa ferramenta seja útil para estudos que avaliem a sustentabilidade alimentar, visto que há uma limitação em conteúdos referentes a essa temática. Como também útil na prática clínica conscientizando sobre a importância de adotar um padrão alimentar que gere menor impacto no meio ambiente.

Deve ser levado em consideração as limitações inerentes a esse estudo como a base de dados internacionais, pois os alimentos podem sofrer mudanças dependendo do local que estão pela variação do solo, clima, entre outros fatores. Há também a limitação com relação a alimentos regionais e nesse estudo desconsidera métodos de produção como agricultura

familiar, orgânica, convencional, entre outros.

## **CONCLUSÃO**

O presente estudo revela que a dieta atual brasileira é insustentável e precisa de medidas efetivas para mitigar os impactos ambientais associados ao padrão alimentar adotado. Nesse contexto, o software “Ecodiet” surge como uma ferramenta inovadora que permite calcular o impacto ambiental da dieta. Dessa forma, espera-se que esse estudo fomenta novos investimentos em pesquisas e tecnologias que abordem sobre a temática do impacto ambiental proveniente da alimentação.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABHARI, S.; SAFDARI, R.; AZADBAKHT, L.; LANKARANI, K. B.; NIAKAN KALHORI, SH. R.; HONARVAR, B.; ABHARI, K.; AYYOUBZA-DEH, S. M.; KARBASI, Z.; ZAKERABASALI, S.; JALILPIRAN, Y. A systematic review of nutrition recommendation systems: With focus on technical aspects. *Journal of Biomedical Physics and Engineering*, v. 9, n. 6, p. 591–602, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31661/jbpe.v.0i0.1248>. Acesso em 16 nov. 2023.

BARILLA CENTER FOR FOOD & NUTRITION. Double Pyramid 2016: A more sustainable future depends on us. Brasil, 2016.

BARILLA CENTER FOR FOOD & NUTRITION. Double Pyramid: healthy food for people, sustainable food for the planet.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. Brasília. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica, 2014.

BRITO, T. M.; TAVARES, J. L. Pegada de carbono-análise comparativa de uma geração individual de CO<sub>2</sub> equivalente por metodologia da ONG iniciativa verde, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2016, Campina Grande. Anais [...] Campina Grande: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2016. p. 1-8.

CURIONI, C.C.; BRITO F.S.B.; BOCCOLINI, C.S. O uso de tecnologias de informação e comunicação na área da nutrição. *Jornal Brasileiro de Telessaúde*, v. 2 n. 3, p.103-111, 2013.

DA CRUZ, G. L.; LOUZADA, M. L.C.; SILVA, J. T.; GARZILLO, J. M. F.; ROUBER, F.; RIVERA, X.S.; REYNOLDS, C.; LEVY, R. B. The environmental impact of beef and ultra-processed food consumption in Brazil. *Public Health Nutrition*, v. 27, n. 34, p.1-10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980023002975>. Acesso em 12 jan. 2024.

DIXON K.A.; MICHELSEN M.K.; CARPENTER C.L. Modern Diets and the Health of Our Planet: Na Investigation into the Environmental Impacts of Food Choices. *Nutrients*, v. 15, f. 692, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15030692>. Acesso em 7 de dez 2023.

FAO. International Scientific Symposium: Biodiversity and Sustainable Diets – United Against Hunger. Rome, 2010.

FAO; WHO. Sustainable healthy diets – Guiding principles. Rome, 2019.

FAO; World Economic Forum. Transforming food systems: Pathways for country-led innovation, 2022.

FIGUEIREDO, C. H.; SOUZA, B. A.; SANTOS, C. S.; LOPES, G. D.; RITA, F.S. Cafeicultura sustentável de baixo carbono: práticas e estratégias para uma pegada ambiental reduzida, In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 20, 2023, Poços de Caldas. Anais [...] Poços de Caldas: Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, 2023. p. 1-8.

FUNDO MUNDIAL DA NATUREZA. Pegada ecológica nosso estilo de vida deixa marcas no planeta. Brasília, 2013.

GARZILLO, J. M. F.; MACHADO P. P.; LOUZADA, M. L. C.; LEVY, R.B.; MONTEIRO, C. A. Pegadas dos alimentos e das preparações culinárias consumidos no Brasil. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 2019.

GARZILLO, J. M. F.; MACHADO, P. P.; LEITE, F. H. M.; STEELE, E. M.; POLI, V. F. S.; LOUZADA, M. L.C.; LEVY, R.B.; MONTEIRO, C. A. Carbon footprint of the Brazilian diet. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 55, n. 90, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003614>. Acesso em 29 dez. 2023.

GARZILLO, J. M. F.; POLI, V. F. S.; LEITE, F. H. M.; STEELE, E.M., MACHADO, P. P., LOUZADA, M. L. C., LEVY, R. B.; MONTEIRO, C. A. Consumo alimentar no Brasil: influência da carne bovina no impacto ambiental e na qualidade nutricional da dieta. *Revista de Saúde Pública*, 56: 102. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004830>. Acesso em 12 de ago. 2024.

HELLER, M. C.; WILLITS-SMITH, A.; MEYER, R.; KEOLEIN, G. A.; DONALD, R. Greenhouse gas emissions and energy use associated with production of individual self-selected US diets. *Environ. Res. Lett.* 13 (2018). Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab0ac>. Acesso em 16 de out. 2023.

JOSHI, A.; GABA, A.; THAKUR, S.; GROVER, A. Need and importance of nutrition informatics in India: A perspective. *Nutrients*, v.13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu13061836>. Acesso em 6 de dez. 2023.

KOWALSKY T.O., OSA, R. M. N.; CERRILLO, I. Sustainable Diets as Tools to Harmonize the Health of Individuals, Communities and the Planet: A Systematic Review. *Nutrients*. Feb 22; 14(5): 928, 2022. Disponível em: 10.3390/nu14050928. Acesso em 14 de nov 2023.

LOPES, Daniel Bolotaro. Direcionamento nutricional a partir de aplicação móvel: problemas e soluções. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal do Paraná, Londrina, 2022.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva* v. 24, n. 11, p. 4251–4262, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017>. Acesso em 25 de out 2023.

MEDORI, M. C.; DONATO, L. STUPPIA, BECCARI, T.; DUNDAR, M.; MARKS, R. S.; MICHELINI, S.; BORGHETTI, E.; ZUCCATO, C.; SEPPILLI, L.; ELSANGAK, H. G.; SOZANSKI, G.; MALACARNE, D.; BERTELLI, M. Achievement of sustainable development goals through the Mediterranean diet. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 27 (6 Suppl): 89-99, 2023.

MEYBECK, A.; GITZ, V. Sustainable diets within sustainable food systems. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 76, n. 1, p. 111, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0029665116000653>. Acesso em 3 de set. 2023.

NAVARRO, R.; Martelócio, A.C.; SEVILHA, R.R.; BIDO, G. S.; MANNIGEL, A. R. Manejo do solo para o sistema de cultivo de café no Brasil, 2021.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992, 2019.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and

consumers. Science, v. 360, p. 987–992, 2018. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/>. Acesso em 16 de nov. 2024.

RIBEIRO, A.; LUSTOSA, A.; BELLUCCO, G.; CORREA, N. F.; Prototipação de um aplicativo nutricional para uso no atendimento remoto.

SANTOS, R.C. Desenvolvimento de uma metodologia para avaliação de usabilidade de sistemas utilizando a lógica fuzzy baseado na ISO. 2007. 115 p, Rio de Janeiro: Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, 2007.

SILVA, J. T.; GARZILLO, J. M. F.; RAUBER, F.; KLUCZKOVSKI, A.; RIVERA, X. S.; CRUZ, G. L.; FRANKOWSKA, A.; MARTINS, C. A.; LOUZADA, M. L. C.; MONTEIRO, C. A.; REYNOLDS, C.; BRIDLE, S.; LEVY, R. B. Greenhouse gas emissions, water footprint, and ecological footprint of food purchases according to their degree of processing in Brazilian metropolitan areas: a time series study from 1987 to 2018. The Lancet Planetary Health, v. 5, p. e775–e785, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00254-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00254-0). Acesso em 9 de fev de 2024.

SILVA, V. P. R.; ALEIXO, D. O.; DANTAS NETO, J.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L.E. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. Gestão e Controle Ambiental. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.1, p.100–105, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100014>. Acesso em 13 de fev. 2024.

STEFANIDIS, V.; MARIOS, P. Nutrition Informatics Review and Bibliometric Analysis. European Journal of Engineering and Technology Research, p. 35–42, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.24018/ejeng.2022.1.cie.2961>. Acesso em: 6 de nov. 2023.

TRICHES, R. M. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. Saúde Em Debate, Rio de Janeiro, v. 44, n.126, p. 881–894, jul-set.2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01031104202012622>. Acesso em: 17 de set. 2023.