

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**CAROLINE MANFRIN**

**COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTAS, VERDURAS E LEGUMES SOB  
SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL E O PROGRAMA  
NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR NO PARANÁ, BRASIL: UMA  
REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

MARINGÁ - PR

2022

**CAROLINE MANFRIN**

**COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTAS, VERDURAS E LEGUMES SOB  
SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL E O PROGRAMA  
NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR NO PARANÁ, BRASIL: UMA  
REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional (PROFAGROEC), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucimar Pontara Peres.

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José Ozinaldo Alves de Sena.

MARINGÁ - PR

2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

M276c

Manfrin, Caroline

Composição físico-química de frutas, verduras e legumes sob sistemas de cultivo orgânico e convencional e o Programa Nacional de Alimentação Escolar no Paraná, Brasil : revisão sistemática de literatura / Caroline Manfrin. -- Maringá, PR, 2023.

91 f.: il. color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Lucimar Pontara Peres.

Coorientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2023.

1. Alimentos orgânicos. 2. Bioativos. 3. Agrotóxicos - Agricultura. 4. Composição nutricional - Alimentos orgânicos. 5. Saúde humana - Alimentação. I. Peres, Lucimar Pontara, orient. II. Sena, José Ozinaldo Alves de, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título.

CDD 23.ed. 631.584

Márcia Regina Paiva - CRB-9/1267

## FOLHA DE APROVAÇÃO

CAROLINE MANFRIN

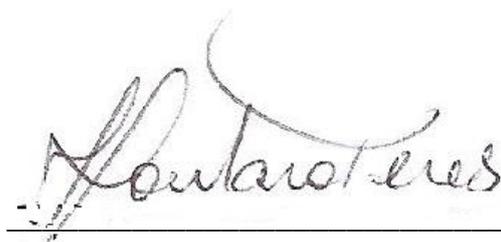
**COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTAS, VERDURAS E LEGUMES SOB SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL E O PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR NO PARANÁ, BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia para o Programa de Pós-Graduação em Agroecologia Mestrado Profissional, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucimar Pontara Peres  
Coorientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena

**APROVADO** em 24 de fevereiro de 2022.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucimar Pontara Peres  
Orientadora, Presidente.



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to read 'Lucimar Pontara Peres'. The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer a todos que de alguma maneira fizeram parte do meu sonho é realmente muito difícil. Assim, deixo meu agradecimento profundo a todos que sabem que de alguma forma me incentivaram e estiveram ao meu lado.

Agradeço de maneira especial aos meus pais, Heberson Manfrin e Andréa da Cunha Manfrin, por todo esforço e exemplo de perseverança. Sem eles, não seria possível a realização desse sonho.

Agradeço de coração a toda minha família e amigos por sempre estarem ao meu lado e me apoiarem.

Agradeço profundamente, aos professores Dr<sup>o</sup>. José Ozinaldo Alves de Sena e Dr<sup>a</sup>. Lucimar Pontara Peres, por terem aceitado me orientar nessa dissertação, e por terem sido tão efetivos e competentes desde o início.

Agradeço também a professora Dr<sup>a</sup>. Alessandra Aparecida Silva por sempre ter estado disponível para me auxiliar quando precisei, e por tanto conhecimento passado.

Agradeço a Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao seu Programa de Pós-graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional, à Superintendência de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade.

Agradeço a todo corpo docente que me transmitiram conhecimento em algum momento, sendo eles, peça fundamental desse sonho, e a todos meus amigos de curso que trilharam esse caminho ao meu lado.

Agradeço também ao meu filho Otávio Henrique Manfrin Cadamuro, por ser a luz da minha vida e do meu caminho, por ser a minha razão de luta e perseverança, por ser meu ponto de paz e por ter me dado a graça de ser sua mãe, me tornando desta forma alguém melhor, mais responsável, mais batalhadora, e, por consequência, mais capaz para realização desse sonho tão desejado.

Agradeço ao meu marido e amor Antonio Modos Cadamuro, por sempre me apoiar, ajudar, incentivar e por estar ao meu lado.

E finalmente, agradeço a Deus acima de tudo, por ter me dado saúde, forças e capacidade, sendo sempre tão bom, desde o início, agora e sempre.

## RESUMO

Os alimentos orgânicos se diferenciam em muitos aspectos quando comparados aos alimentos convencionais, sendo eles manejados e cultivados de forma mais sustentável, resultando em produtos livres de agrotóxicos e de outros insumos químicos. Essas diferenças afetam diretamente o meio ambiente, a qualidade do solo e as condições de cultivo do alimento, que por consequência podem influenciar sua composição nutricional. Sendo assim, esta pesquisa teve por objetivo a realização de um levantamento de estudos que compararam a composição físico-química de frutas, verduras e legumes sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, a fim de identificar e discutir as possíveis diferenças nutricionais existentes. Inicialmente, foi possível levantar 425 estudos, entretanto, os mesmos passaram por um filtro de seleções científicas, restando assim, 34 artigos. Observando todos os alimentos analisados por esses 34 artigos, e incluindo apenas as variáveis (características físico-químicas) avaliadas em quatro ou mais alimentos, foi possível encontrar diferenças que foram divididas em três grupos para cada variável (ORG: Alimentos Orgânicos com maiores teores que suas versões Convencionais, NDS: Alimentos Orgânicos e Convencionais que Não apresentaram Diferenças Significativas entre si, e CONV: Alimentos Convencionais com maiores teores que suas versões Orgânicas). Para comparar a porcentagem de alimentos desses três grupos, o teste do Qui-quadrado foi aplicado. Diferenças de porcentagens foram consideradas significativas quando o valor de probabilidade para o teste foi de 5% ou menor. Observou-se então, que uma maior porcentagem de frutas apresentou maiores teores de vitamina C (62,50%) e Compostos Fenólicos Totais (92,31%) quando submetidas ao sistema de cultivo orgânico, e uma maior porcentagem de das verduras e legumes apresentaram maiores teores de Matéria Seca (76,47%), vitamina C (85,71%) e Compostos Fenólicos Totais (82,35%) também quando submetidos ao sistema de cultivo orgânico. A maioria dos 34 artigos afirmaram que os alimentos orgânicos apresentaram composição nutricional melhor e/ou superior que os convencionais, e nenhum definiu os alimentos orgânicos como inferiores aos convencionais. Tais resultados reforçam a importância do consumo de alimentos orgânicos na alimentação escolar e da obtenção da meta da aquisição de 100% desses alimentos, no âmbito das escolas públicas estaduais paranaenses até 2030. Assim, nota-se uma grande necessidade da realização de mais estudos na área, além da elaboração de uma tabela completa de composição nutricional de alimentos orgânicos, ou de uma tabela abordando os nutrientes que já não geram mais discussões sobre suas superioridades nos alimentos orgânicos, como é o caso da vitamina C, principalmente por ser uma vitamina prioritária em creches públicas brasileiras, e quando essa tabela for elaborada, é imprescindível sua adoção por parte do Programa de Alimentação Escolar do estado de Paraná e do Brasil.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; Bioativos; Cardápios; Nutrição; Saúde.

## ABSTRACT

Organic foods are different in many ways when compared to conventional foods, as they are managed and grown in a more sustainable way, resulting in products free of pesticides and other chemical inputs. These differences directly affect the environment, the quality of the soil and the conditions under which the food is grown, which consequently can influence its nutritional composition. Therefore, this research aimed to carry out a survey of studies that compared the physicochemical composition of fruits and vegetables under organic and conventional cultivation systems, in order to identify and discuss the possible existing nutritional differences. Initially, it was possible to survey 425 studies, however, they went through a filter of scientific selections, leaving 34 articles. Observing all the foods analyzed by these 34 articles, and including only the variables (physicochemical characteristics) evaluated in four or more foods, it was possible to find differences that were divided into three groups for each variable (ORG: Organic foods with higher contents than its Conventional versions, NSD: Organic and Conventional foods that did Not present Significant Differences between them, and CONV: Conventional foods with higher contents than their Organic versions). To compare the percentage of foods from these three groups, the chi-square test was applied. Percentage differences were considered significant when the probability value for the test was 5% or less. It was then observed that a higher percentage of fruits presented higher levels of vitamin C (62.50%) and Total Phenolic Compounds (92.31%) when submitted to the organic cultivation system, and a higher percentage of vegetables showed higher contents of Dry Matter (76.47%), vitamin C (85.71%) and Total Phenolic Compounds (82.35%) also when submitted to the organic cultivation system. Most of the 34 articles stated that organic foods had a better and/or superior nutritional composition than conventional foods, and none defined organic foods as inferior to conventional foods. These results reinforce the importance of consuming organic foods in school meals and achieving the goal of acquiring 100% of these foods, within the scope of state public schools in Paraná by 2030. Thus, there is a great need to carry out more studies in the area, in addition to the elaboration of a complete table of the nutritional composition of organic foods, or a table addressing nutrients that no longer generate discussions about their superiority in organic foods, as is the case of vitamin C, mainly because it is a priority vitamin in Brazilian public day care centers, and when this table is prepared, its adoption by the School Feeding Program of the state of Paraná and Brazil is essential.

**Keywords:** Pesticides; Bioactives; Menus; Nutrition; Health.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Comparação das porcentagens de Frutas dos três grupos (ORG: Frutas Orgânicas com maiores teores que suas versões Convencionais, NDS: Frutas Orgânicas e Convencionais que Não apresentaram Diferenças Significativas entre si; e CONV: Frutas Convencionais com maiores teores que suas versões Orgânicas) para cada variável analisada pelos estudos levantados.....41
- Tabela 2:** Comparação das porcentagens de Verduras e Legumes dos três grupos (ORG: Verduras e Legumes Orgânicos com maiores teores que suas versões Convencionais, NDS: Verduras e Legumes Orgânicos e Convencionais que Não apresentaram Diferenças Significativas entre si; e CONV: Verduras e Legumes Convencionais com maiores teores que suas versões Orgânicas) para cada variável analisada pelos estudos levantados .....42
- Tabela 3:** Total de pesquisas analisadas, separadas pelo critério de alegação sobre superioridade, semelhança ou inferioridade nutricional de alimentos orgânicos comparados aos alimentos convencionais.....60

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Fluxograma das etapas de metodologia de acordo com suas fases: identificação, seleção e inclusão ..... 33
- Figura 2:** Porcentagem de frutas orgânicas que são superiores, iguais ou inferiores quanto o teor de cada variável apresentada, comparadas as convencionais ..... 39
- Figura 3:** Porcentagem de verduras e legumes orgânicos que são superiores, iguais ou inferiores quanto o teor de cada variável apresentada, comparados aos convencionais..... 40

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1:** Estudos que compararam a composição físico-química de frutas.....34

**Quadro 2:** Estudos que compararam a composição físico-química de verduras e legumes .....35

## SUMÁRIO

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>1</b>   |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....  | <b>3</b>   |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL .....  | 3          |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 3          |
| <b>3</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | <b>4</b>   |
| 3.1      | HISTÓRIA E PRODUÇÃO DOS ALIMENTOS ORGÂNICOS .....   | 4          |
| 3.2      | COMPARAÇÕES DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE ENTRE OS ALIMENTOS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS ..... | 9          |
| 3.3      | SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (SAN) E O DIREITO HUMANO À ALIMENTAÇÃO ADEQUADA (DHAA) .....    | 15         |
| 3.4      | PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE) .....   | 22         |
| 3.5      | PRESCRIÇÃO DE CARDÁPIOS E DIETAS ORGÂNICAS .....  | 29         |
| <b>4</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>32</b>  |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>38</b>  |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | <b>65</b>  |
|          | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | <b>66</b>  |
|          | <b>ARTIGO CIENTÍFICO</b> .....  | <b>82</b>  |
|          | <b>Abstract</b> .....   | <b>85</b>  |
|          | <b>Introduction</b> .....   | <b>86</b>  |
|          | <b>Materials and Methods</b> .....  | <b>88</b>  |
|          | <b>Results</b> .....  | <b>93</b>  |
|          | <i>Fruits</i> .....   | 93         |
|          | <i>Vegetables</i> .....   | 96         |
|          | <b>Discussion</b> .....   | <b>99</b>  |
|          | <b>Conclusions</b> .....  | <b>108</b> |
|          | <b>References</b> .....   | <b>110</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A palavra inglesa *agriculture* derivada do latim, *ager* (campo) e *culture* (cultivar), no português, agricultura, é uma palavra muito abrangente, utilizada para caracterizar as muitas formas que plantas agrícolas e animais domésticos são manejados, a fim de produzir alimentos e outros insumos destinados à população humana e animal. Apesar de geralmente implicar em duas atividades que envolvem o manejo do reino vegetal e animal, o termo é ocasionalmente restrito ao cultivo de plantas/vegetais, excluindo a criação de animais (HARRIS; FULLER, 2014).

Em relação à produção agropecuária brasileira, nota-se que a mesma é composta em sua maior parte por alimentos convencionais. Tais alimentos são cultivados a partir do modelo preconizado pela Revolução verde, adotado no Brasil na década de 70, sendo este um modelo de agricultura e de criação animal baseado no uso intensivo de insumos químicos como herbicidas, fungicidas, inseticidas, fertilizantes e adubos químicos, antibióticos, coccidiostáticos, reguladores de crescimento e outras drogas. Nesse tipo de sistema de cultivo/produção, preconiza-se a necessidade do aumento da produção e da durabilidade do alimento, considerado como uma mercadoria, visando prioritariamente quantidades produzidas e não questões relacionadas à saúde humana, animal ou ambiental (ROSSI; LEMOS, 2013; MARIANI; HENKES, 2015).

Como alternativa aos alimentos convencionais, observa-se o sistema de produção orgânica, cujos métodos utilizados durante o cultivo dos alimentos são alternativos, e devem atender aos padrões orgânicos descritos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no Brasil. Esta regulamentação proíbe ou limita o uso de agrotóxicos e insumos químicos. Além disso, os alimentos orgânicos não são processados com irradiação, solventes industriais ou aditivos alimentares sintéticos, o que melhora a saúde do agroecossistema e do meio ambiente. Por esses aspectos podem ser considerados mais saudáveis e seguros que os alimentos convencionais, contribuindo para promoção da saúde e de uma boa qualidade de vida para todos os envolvidos em sua cadeia de produção (GOPALAKRISHNAN, 2019; VILELA *et al.*, 2019; BRASIL, 2021d; FAO, 2021).

Johann, Dalmoro e Maciel (2019) destacam que além dos alimentos convencionais apresentarem maior toxicidade que os orgânicos devido as grandes quantidades de químicos utilizadas, eles também podem apresentar uma menor

qualidade nutricional; isso pode ocorrer pois os dois tipos de sistemas de produção possuem manejos distintos. Os alimentos orgânicos são produzidos em solos mais equilibrados em nutrientes, com um maior nível de fertilidade e sem a utilização de agrotóxicos. Também, na higienização e processamento dos alimentos orgânicos procura-se manter a qualidade nutricional, sabor, odor e textura originais.

Apesar dessa afirmação, observa-se que existem poucos estudos na literatura científica, que comparam a composição nutricional dos alimentos orgânicos e convencionais. A falta de tais pesquisas demonstra uma grande necessidade de incentivo, investimento e preocupação por parte de instituições de pesquisa e do governo, a fim de produzir informações sobre esse objeto, visto que, esta é uma temática de interesse para saúde pública, nacional e mundial. Além disso, ações relacionadas à atividade orgânica, como é o caso de estudos na área, fomentam o sistema, expandindo e aprimorando este tipo de produção (SILVA; SILVA, 2016).

A Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e seus princípios de Soberania Alimentar e do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA), garantem o direito de todos ao acesso a alimentos de qualidade sanitária e nutricional em quantidade suficiente e frequência adequada, de forma que não prejudique o acesso a outras necessidades essenciais, promova a saúde de todos, e que seja cultural, ambiental, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006; FAO, 2013).

Porém, ao contrário do que muitos pensam, não são só as pessoas em estado de fome e desnutrição que são privadas desse direito; na realidade, a maioria sofre essa violação, isso porque, a SAN se configura também pela qualidade nutricional dos alimentos consumidos e pela ausência de agrotóxicos, contaminantes e de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) (DAROLT, 2003; ABRANDH, 2013).

Assim, em função da busca por parte da população por alimentos mais saudáveis e seguros, a procura por alimentos orgânicos vem aumentando nos últimos anos, assim como a oferta desses alimentos, e a tendência é que essa procura/oferta continue aumentando (BORGUINI; TORRES, 2006).

Outra realidade em relação à tendência de crescimento do consumo de orgânicos, vem sendo observada nas políticas públicas do Brasil. Desde 2009 o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (Brasil, 2021b), definiu que deve haver a priorização da aquisição de alimentos orgânicos sempre que possível, e que ao menos 30% da verba para aquisição de alimentos nas escolas públicas do Brasil, deve ser destinada para compra de alimentos da agricultura familiar. Nesse sentido,

o estado do Paraná foi além, instituindo que a alimentação das escolas públicas do Estado deverá ser 100% orgânica até o ano de 2030 (PARANÁ, 2010; AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2019; PARANÁ, 2020).

Entretanto, como os aspectos nutricionais dos alimentos caracterizam uma importante vertente da SAN, e poucos estudos são realizados nessa área, é de suma importância a realização de mais pesquisas sobre o diferencial da qualidade dos alimentos orgânicos em relação aos convencionais, fornecendo mais informações e realizando comparações entre a composição química dos alimentos pertencentes a esses dois tipos de sistemas de produção.

Portanto, considerando o contexto discutido e os objetivos da presente pesquisa, apresenta-se como hipóteses norteadoras desse estudo, os seguintes itens:

1. Há diferenças na composição nutricional de frutas, verduras e legumes orgânicos e convencionais; 2. As frutas, verduras e legumes orgânicos apresentam, de forma geral, mais nutrientes que trazem benefícios à saúde humana comparados aos convencionais; e 3. As frutas, verduras e legumes orgânicos apresentam menos compostos que podem prejudicar a saúde humana comparados aos convencionais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar as diferenças na composição físico-química de frutas, verduras e legumes sob sistemas de cultivo orgânico e convencional.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantar estudos que comparem a composição nutricional de alimentos orgânicos e convencionais;
- Comparar as características da composição físico-química de alimentos orgânicos e convencionais;
- Levantar evidências que reforcem a importância da obtenção de informações sobre composição nutricional de alimentos orgânicos, tanto para um melhor planejamento de cardápios da alimentação escolar no Paraná e no Brasil, como para fundamentar/estimular o consumo de orgânicos de forma geral.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 HISTÓRIA E PRODUÇÃO DOS ALIMENTOS ORGÂNICOS

A agroecologia é uma ciência que tem como base, a agropecuária e agricultura voltadas para o cuidado dos elementos da natureza como um todo. Uma confusão que sempre ocorre, é sobre a relação entre alimentos orgânicos e ecológicos, o objetivo central do sistema orgânico é a questão da não utilização de produtos químicos em sua produção, já o sistema da ciência agroecológica, além da questão da produção orgânica, se preocupa também com questões que vão desde a relação homem e meio ambiente, até assuntos sociais, cuidados com animais, aspectos culturais, políticos, éticos e econômicos. Em suma, os alimentos ecológicos sempre são orgânicos (CPRA, 2011; SOUZA; SANTOS; BEZERRA, 2012; CPRA, 2018; MACHADO *et al.*, 2018).

Desde as origens remotas da agricultura (cerca de 10 mil anos atrás), observa-se que os solos que são muito manejados através de grandes números de plantios, reduzem sua produção, e para corrigir tal fato, utilizava-se o descanso (pousio) da terra e a adubação orgânica (KHATOUNIAN, 2001).

Porém, no final do século XIX na Grã-Bretanha, que era o poder comercial dominante do mundo na época, iniciou-se a agricultura convencional, havendo a descoberta dos fertilizantes minerais e dos adubos químicos, o surgimento das primeiras grandes empresas agrícolas com atuação no mundo todo, iniciando o trabalho agrícola mecanizado, e a criação e venda de agrotóxicos. Dessa forma, um solo que já não produzia tanto, com poucos quilos de adubos químicos começava a produzir novamente, sem a necessidade do pousio, que levaria anos, nem do uso de uma grande quantidade de esterco e esforço humano (KHATOUNIAN, 2001; SANTOS; GLASS, 2018).

Havendo assim uma forte crise em relação a degradação de solo, aumento de pragas, doenças e plantas invasoras, piora nas condições de vida de populações rurais e alimentos de má qualidade entre a primeira e segunda guerras mundiais. Tal tendência iria acentuar-se gradativamente ao longo do tempo e particularmente após a segunda guerra mundial (SANTOS; GLASS, 2018; IPEA, 2020a).

No processo que envolveu a segunda guerra, houve o uso de armamentos químicos, e após a finalização desse evento, as substâncias que haviam sido

empregadas passaram a ser utilizadas para vários outros fins, inclusive na produção de alimentos e na jardinagem de casas. Assim, no período pós-guerra, houve um grande crescimento das empresas agrícolas, que se tornariam na sequência, as gigantes do complexo agroindustrial do setor de agroquímicos, tendo forte poder de influência na esfera privada e governamental, apesar dos preocupantes impactos gerados por suas ações na área ambiental em todo o mundo (KHATOUNIAN, 2001; SANTOS; GLASS, 2018; IPEA, 2020a).

Como forma de contrapor esse método, na década de 1920, os primeiros pesquisadores da agricultura orgânica, realizaram trabalhos e estudos científicos, propondo um novo sistema de produção mais preocupado com o meio ambiente. Apesar dos importantes trabalhos realizados nesse período e de seus resultados, o debate sobre agricultura orgânica, adquiriu maior visibilidade e crescimento, a partir da década de 1970, quando as discussões sobre a deterioração e o esgotamento dos recursos naturais, causados pelo modelo de desenvolvimento, se intensificaram (IPEA, 2020a).

No final dessa mesma década (1970), um movimento orgânico foi iniciado no Brasil por diversas Organizações Não Governamentais (ONGs), em parceria com movimentos sociais e organizações de agricultores familiares, que começaram a desenvolver várias iniciativas a fim de buscar uma agricultura alternativa ao modelo modernizado (IPEA, 2020a).

Porém, nessa época foi onde o uso de agrotóxicos teve uma grande expansão no país, e as poucas vozes que contrapunham esse método, eram hostilizadas e ridicularizadas, destacando-se dentre elas o protagonismo de José Lutzenberger, Ana Maria Primavesi e Adilson Paschoal, pelo grande alcance que tiveram (KHATOUNIAN, 2001).

Assim, esse movimento envolvendo agricultores e agricultoras, técnicos, consumidores e ambientalistas, passa a ter um maior desenvolvimento a partir das décadas de 80 e 90, quando há um relativo crescimento do número de produtores orgânicos. Em 2000, estima-se que o crescimento desse mercado era de 30% ao ano, mas não há dados oficiais. Em 2002 foi criada a Articulação Nacional de Agroecologia (ANA) durante o I Encontro Nacional de Agroecologia (I ENA), porém, apenas no ano de 2003 é que a Lei 10.831 foi aprovada (Brasil, 2003b), e em 2007 com a regulamentação dessa lei através do Decreto nº 6.323 (Brasil, 2007), o setor brasileiro

de produção orgânica passa a ser impulsionado de forma mais consistente (KHATOUNIAN, 2001; SANTOS; GLASS, 2018; VIVELA *et al.*, 2019; IPEA, 2020a).

A legislação se tornou então, um eixo orientador para diferentes tipos de sistemas de agricultura alternativa, e as leis e políticas públicas tornaram o Brasil um dos países que mais avançaram em favor a produção orgânica. Apesar disso, o Brasil enfrentou inúmeras barreiras em relação a promoção da agricultura orgânica, isso porque o método convencional de agricultura continuou sendo priorizado na agenda macroeconômica e na política interna do país (VIVELA *et al.*, 2019; IPEA, 2020a).

No mundo, as áreas de cultivo orgânico, bem como os agricultores voltados a esse tipo de sistema, e os consumidores desses produtos, vêm aumentando expressivamente (NIGGLI, 2014; IPEA, 2020a).

De 2000 a 2017, a área mundial agrícola destinada a produção orgânica aumentou 365% em hectares, ou seja, a agricultura orgânica saltou de 15 milhões de hectares de terra, para 69,8 milhões de hectares nesse período, “deste total, 51% da área agrícola destinada à produção orgânica se encontra na Oceania, seguida pela Europa (21%), América Latina (11%), Ásia (9%), América do Norte (5%) e África (3%)”; o percentual dessa produção em relação ao total das terras agrícolas disponíveis no mundo ainda é pequeno, no ano de 2017, somente 1,4% das áreas agricultáveis do mundo foram destinadas ao cultivo orgânico, porém esse crescimento reflete bons resultados e demonstra um grande potencial da agricultura orgânica (NIGGLI, 2014; IPEA, 2020a).

A agricultura orgânica no Brasil, também contribui de forma extremamente significativa para alimentar a população. No ano de 2000, a área agrícola destinada a produção orgânica no país ocupava 803 mil hectares de terra agricultável, já no ano de 2017 essa área ultrapassou 1,13 milhão de hectares (0,4% da área agricultável brasileira), dessa forma, houve um crescimento médio nesse período de 29% da área ocupada por produção orgânica, isso se deve a associação do alimento orgânico à preservação do meio ambiente, bem como a melhores características sensoriais e nutricionais desses alimentos, comparados aos convencionais (VILELA *et al.*, 2019; IPEA, 2020a).

Já em relação as unidades produtoras de orgânicos no país, observa-se que entre os anos de 2010 a 2018, houve um crescimento médio anual de 19% (IPEA, 2020a). Essas unidades são aquelas devidamente registradas no MAPA, observando-se mais de 17 mil produtores e de 22 mil unidades de produção orgânica em 2018,

distribuídas por todas as regiões brasileiras, com maior concentração nas regiões nordeste e sul, sendo o Paraná o estado com o maior número de unidades produtoras de orgânicos (VILELA *et al.*, 2019; IPEA, 2020a).

O MAPA estabelece requisitos para produção orgânica no Brasil, com regras e normas que um produtor deve seguir para que seu produto seja considerado orgânico. A última atualização sobre, é a portaria nº 52, de 15 de março de 2021 (Brasil, 2021d); que além das normas já existentes, incorporou novas regras para produção de sementes, mudas e de cogumelos na agricultura orgânica. Houve também, o incremento da obrigatoriedade da adoção de medidas de proteção contra contaminação por unidades de produção vizinhas, e algumas mudanças nas regras para produção animal e de mel, entre outras alterações e inclusões, a fim de melhorar o sistema de produção orgânico no Brasil.

Para se ter certeza de que os alimentos foram de fato produzidos de forma orgânica, eles são identificados através de certificações orgânicas, que garantem que sua produção respeitou os padrões orgânicos de manuseio, processamento e marketing (FAO, 2021).

A Lei 10.831 de 2003 (Brasil, 2003b), que dispõe sobre a agricultura orgânica no Brasil, institui o selo SisOrg para produtores orgânicos certificados, sendo este selo, único, e que identifica que o produto é certificado pelo MAPA como alimento orgânico cultivado, criado e processado dentro das normas estabelecidas. No Brasil há 3 tipos de certificações: certificação por auditoria (feita por uma certificadora pública ou privada credenciada no MAPA), certificação por sistema participativo de garantia de qualidade (responsabilidade dos membros do sistema, podendo ser produtores, consumidores, técnicos e outros) e a certificação por controle social na venda direta (usado apenas para agricultura familiar, e que exige credenciamento em uma organização de controle social) (VILELA *et al.*, 2019).

Os alimentos orgânicos, normalmente vem da agricultura familiar, já que cerca de 90% da produção orgânica do Brasil é obtido da agricultura familiar (AZEVEDO; SCHMIDT; KARAM, 2011). A agricultura familiar é aquele método de produção onde, “a família, ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo” (WANDERLEY, 2000).

De acordo com dados do último Censo agropecuário (IBGE, 2017), a agricultura familiar ocupa apenas 23% da área agrícola total do Brasil e produz cerca de 70% dos alimentos consumidos no país, e mesmo produzindo tanto em pouca área,

ainda não possui recursos e políticas públicas engajadas como o agronegócio. Para efeito de comparação, em 2008 13 bilhões de reais foram investidos na produção familiar, enquanto no agronegócio mais de 100 bilhões foram investidos (AZEVEDO; SCHMIDT; KARAM, 2011).

As grandes multinacionais do setor de produção e venda de orgânicos, estão aumentando seus investimentos no país, isso se deve a pressão dos consumidores por alimentos mais saudáveis, além do destaque dessas empresas frente as rivais de menor porte, colocando no mercado produtos que atendam às exigências dos consumidores mais rapidamente (IPEA, 2020a).

Grandes empresas se destacam no setor, como é o caso da empresa brasileira Mãe Terra, considerada a nona maior do seguimento no país, nota-se também a Nestlé com a comercialização de aveia orgânica e leite orgânico, investindo milhões em laboratórios de qualidade com foco em novos produtos orgânicos, até mesmo o setor varejista (supermercados) como os grupos Pão de Açúcar (GPA) e Carrefour vem investindo nessa área (IPEA, 2020a).

No entanto, essa situação, ao mesmo passo que promoveria o consumo de alimentos orgânicos, acaba recebendo críticas, já que as empresas transnacionais estão se apropriando da agricultura orgânica, fazendo dos agricultores familiares apenas seus fornecedores, controlando assim, os preços dos produtos orgânicos, que muitas vezes são supervalorizados, pelo rótulo comercial que o selo orgânico possui (BINSZTOK, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Embora os supermercados sejam os principais canais de comercialização dos orgânicos no país, há outros importantes distribuidores, como feiras, clubes de compra, lojas especializadas e Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA), contribuindo para uma maior acessibilidade e menor preços desses produtos, que são os dois principais motivos que impedem a aquisição de orgânicos por parte da população (IPEA, 2020a).

Infelizmente os alimentos orgânicos certificados ainda são mais caros que os alimentos convencionais, em média de 10% a 40% (FORMAN *et al.*, 2012). Isso se deve a vários fatores, como as áreas agrícolas serem, em sua grande maioria, destinadas a produção convencional, o que reduz a quantidade produzida de alimentos orgânicos; os custos com a produção, onde normalmente os alimentos orgânicos para animais são mais caros; a grande necessidade de mão de obra na capina manual; o custo com a certificação orgânica; além das cadeias de

comercialização e distribuição desses alimentos não serem muito eficientes devido aos pequenos volumes produzidos, já que normalmente esses produtos veem de pequenos produtores. Apesar disso, com o aumento da demanda por alimentos orgânicos, haverá a necessidade de mais inovações tecnológicas no ramo, o que pode reduzir os preços desses alimentos (SANTOS; GLASS, 2018; SILVA, 2022).

No mercado de orgânicos, não há um parâmetro para definição dos preços dos produtos, entretanto, sabe-se que os preços variam grandemente de acordo com o estabelecimento comercial, as feiras possuem menores preços que os supermercados, sendo elas, grandes impulsionadoras do setor, além de permitir um vínculo entre o produtor e o consumidor (BORGUINI; TORRES, 2006; IPEA, 2020a).

Apesar de todo avanço ocorrido nos últimos anos, o Brasil infelizmente vive uma ruptura de ordem democrática, cuja extinção do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e a publicação de leis e decretos voltados para desestruturação das políticas de fortalecimento da agricultura familiar, agroecologia e produção orgânica, vem ameaçando os direitos dos assentados da reforma agrária, camponeses, agricultores familiares, povos indígenas, quilombolas e outras comunidades tradicionais (SANTOS; GLASS, 2018).

Independente das barreiras e dificuldades, a produção agroecológica vem se mantendo graças a sua dinamicidade diária e coletiva, demonstrando seu potencial na produção, promoção da saúde, e na relação com o meio ambiente e lutas contra preconceitos (SANTOS, GLASS, 2018).

### 3.2 COMPARAÇÕES DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE ENTRE OS ALIMENTOS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS

Os agrotóxicos utilizados na produção convencional são substâncias ou misturas de substâncias que diferem nas suas propriedades físicas e químicas, sendo eles classificados em quatro (4) classes pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de acordo com a toxicidade: I- Extremamente perigosos, II- altamente perigosos, III- moderadamente perigosos e IV- ligeiramente perigosos, e a utilização inadequada dessas substâncias pode causar graves efeitos prejudiciais aos seres vivos e ao meio ambiente (MAJEED, 2018).

Em relação a preservação do meio ambiente, observa-se uma grande diferença entre alimentos sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. A proteção

das plantas da agricultura convencional é extremamente dependente do uso de agrotóxicos. Já a agricultura orgânica geralmente depende de recursos biológicos para essa proteção, ainda assim, alguns poucos agrotóxicos são aprovados para uso na agricultura orgânica, porém em sua maioria não estão associados a qualquer toxicidade identificada, ou então porque eles são aprovados apenas para uso em armadilhas para insetos, tendo um risco insignificante de entrar em contato com os alimentos produzidos (MIE *et al.*, 2017).

Os principais riscos em relação ao uso de agrotóxicos são: 1- a poluição de águas (rios, mares, bacias fluviais e até mesmo a chuva), onde, de acordo com Mariani e Henkes (2015), a contaminação das águas brasileiras por agrotóxicos ou fertilizantes é a segunda maior causa de contaminação de águas do país, ficando atrás somente de esgotos; 2- a contaminação de solos e ar; 3- a toxicidade para peixes, anfíbios, insetos, abelhas e microrganismos; 4- o surgimento de ervas daninhas e pragas resistentes a agrotóxicos causando instabilidade ecológica; e 5- a toxicidade para o ser humano e outros organismos (NIGGLI, 2014; SILVA; SILVA, 2016; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; MAJEED, 2018).

Além disso, a maioria dos agrotóxicos não faz diferenças entre as pragas e outros organismos, eliminando todos. Um bom exemplo, é o fato de que regiões com aumento no número de fazendas orgânicas, tem implicado no aumento da diversidade e da abundância de abelhas, o que contribui para polinização de maiores áreas de lavouras e plantas silvestres (NIGGLI, 2014).

A partir do momento que os agricultores passam a usar agrotóxicos em suas lavouras, o controle natural e biológico de pragas diminui gradualmente, forçando os agricultores a continuarem usando agrotóxicos para proteger as plantações das doenças. Assim, com o passar do tempo, a dependência de agrotóxicos e o método convencional de agricultura baseado em monocultura, degradam o solo agrícola. Com isso, os agricultores relatam a presença de solos muito duros, tornando o cultivo mais difícil e trabalhoso, poucas ou nenhuma minhoca no solo, e plantas e árvores doentes. Isso leva os agricultores a usarem ainda mais agrotóxicos, gerando maiores custos e maiores riscos, além de perceberem uma menor produção (FAO, 2021).

O pensamento agrônômico convencional classifica as pragas, doenças, plantas invasoras e adversidades climáticas, como processos independentes que atrapalham o funcionamento normal da relação solo-planta-atmosfera. Já a agricultura ecológica une todos os itens dos ecossistemas agrícolas, tratando os “problemas” de

forma integrada, exemplo: a praga não é um problema dentro da agricultura ecológica, mas sim, provavelmente, a consequência da carência de micronutrientes, que se torna indisponível devido a compactação do solo, que resulta num revolvimento excessivo do mesmo e na adubação química, e esses por sua vez estão associadas a tantas outras variáveis (KHATOUNIAN, 2001).

Chaboussou (1987), no seu livro “Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos – a Teoria da Trofobiose”, publicado no Brasil em 1987, explica que a Teoria da Trofobiose defende que todo e qualquer ser vivo só consegue sobreviver se houver alimentos para ele, sendo assim uma planta só vai desenvolver doenças e ser atacada por pragas e insetos, quando tiver na sua seiva o alimento necessário para esses organismos.

Esses “alimentos”, em sua grande maioria, constituem-se de aminoácidos, que normalmente são produzidos em excesso quando a planta é manejada com agrotóxicos e fertilizantes químicos. Isso porque, algumas enzimas que são importantes para catalisação da síntese de proteínas das plantas, quando em excesso ou falta de nutrientes, podem perder sua eficiência, gerando o acúmulo de aminoácidos, açúcares redutores, esteróis, vitaminas e outros nutrientes simples no tecido vegetal, que se mantém em suspensão ao redor da planta, atraindo insetos em função do seu valor nutricional, que se alimentam desses nutrientes, aumentando sua reprodução, e atacando as lavouras de forma ainda mais intensa (CHABOUSSOU, 1987).

Chaboussou (1987), também explica que o controle biológico de insetos, ácaros, nematoides, fungos, bactérias e vírus de um sistema agrícola equilibrado, é realizado por predadores e parasitas, exemplo: pulgão (praga) é controlado por joaninhas (predador); dessa forma os inseticidas podem prejudicar esse controle, visto que podem matar, além das pragas, os predadores e/ou parasitas. Além disso, as doenças e pragas só atacam plantas que foram maltratadas de alguma forma, já que elas possuem em sua seiva os nutrientes disponíveis para insetos e doenças; outro ponto é que as plantas tratadas com agrotóxicos possuem menor resistência interna as doenças e pragas, já que ficam dependentes desses produtos.

Ademais, o modelo orgânico de cultivo, também possui solos com boa fertilidade, superioridade nutricional, maior teor de matéria orgânica, biomassa, atividades enzimáticas de micro-organismos, melhor estabilidade de agregados, maior capacidade de infiltração e retenção de água e menos suscetibilidade à erosão

hídrica e eólica, o que pode aumentar os rendimentos de produtos orgânicos em períodos de seca (FORMAN *et al.*, 2012; NIGGLI, 2014).

As fazendas de produção orgânica também são consideradas melhores que as convencionais em termos de sustentabilidade, possuindo diversos ecossistemas, como plantas, insetos e animais que interagem de forma mais harmônica. De acordo com Niggli (2014), avaliações que comparam a biodiversidade em propriedades orgânicas e convencionais, revelam uma diversidade de espécies 30% maior, e uma abundância 50% maior de flora e fauna nos campos orgânicos. Essa maior biodiversidade se aplicaria aos microrganismos, minhocas, plantas espontâneas, flores silvestres, insetos, mamíferos e pássaros.

Ainda sobre sustentabilidade, as produções orgânicas podem deter de uma capacidade mais eficiente de uso de nitrogênio e menor produção de gases do efeito estufa, utilizam também menos energia no sistema de produção e geram menos resíduos, sendo elas mais benéficas do ponto de vista ambiental que as convencionais (FORMAN *et al.*, 2012).

Apesar de todos os benefícios citados, Shiva (2017) afirma que muitos defendem a ideia de que uma produção agroecológica não consegue se manter e fornecer a quantidade de alimentos necessária para abastecimento das cidades. Ao contrário dessa posição, a autora afirma que esse tipo de produção não só se mantém, como é a solução para alimentar o mundo sem o uso de substâncias biocidas. A mesma autora cita ainda como exemplo a fundação Navdanya, uma fazenda criada por ela no estado indiano de Uttarakhand há pouco mais de 30 anos. O local é rico em agro biodiversidade, havendo nele uma profusão de maritacas, papagaios, e outros animais, árvores e plantas de várias espécies, além de um banco de sementes, com mais de 700 variedades de arroz, 200 de trigo, 120 de feijões e outros alimentos que estavam correndo o risco de se extinguir.

Shiva (2017) também destaca que ao contrário do que se pensa, é a agroecologia que alimenta o mundo há 10 mil anos, e que nos últimos 50 anos, a agricultura convencional reducionista e mecanicista, tornou a produção alimentar algo não sustentável, com o uso de aditivos químicos, agrotóxicos, maior utilização de água e capital, deixando o solo mais vulnerável a secas e com perda de 10 a 40 vezes da velocidade da sua recuperação por meios naturais, o que vem devastando a natureza e causando a insegurança alimentar.

Os agrotóxicos também podem causar uma série de efeitos tóxicos aos seres humanos, que variam desde uma intoxicação aguda por grandes doses, até afeitos subclínicos sutis de exposição a doses baixas e de longo prazo (FORMAN *et al.*, 2012).

Os agrotóxicos quando em contato direto com os seres humanos podem causar toxicidade, neurotoxicidade, genotoxicidade e disfunção hormonal. Além do contato direto, os seres humanos podem ser afetados através da ingestão de água e alimentos contaminados, levando a uma exposição crônica, que pode estar associada a inúmeros problemas de saúde, afetando os olhos, o trato gastrointestinal, o fígado, os rins e os sistemas cardiovascular, nervoso, reprodutor e endócrino, causando também distúrbios de memória, doenças renais, artrites reumatóides, problemas respiratórios e dermatológicos, depressão, déficits neurológicos como doença de Parkinson, abortos espontâneos, malformação fetal e diferentes tipos de cânceres (FORMAN *et al.*, 2012; SILVA; SILVA, 2016; MAJEED, 2018).

Apesar das consequências negativas que o uso de agrotóxicos pode causar, o Brasil possui políticas públicas que fomentam a utilização desses produtos na agricultura nacional, como a redução de impostos e custo baixo, colocando o país na posição de maior consumidor de agrotóxicos do mundo desde 2008 (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Nesse cenário avassalador, estima-se que em média o brasileiro consuma 7 kg de agrotóxicos por ano (total de agrotóxicos utilizados per capita), sendo que a região sul do país é responsável por 30% desse consumo, e o estado do Paraná se destaca negativamente, com um uso de 12 kg de agrotóxicos/hectare/ano, ultrapassando a média brasileira que segundo com o IPEA (2020b) passou de 3,2 kg de agrotóxicos/hectare/ano em 2005, para 6,7 kg/hectare/ano em 2014 (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; FROTA; SIQUEIRA, 2021).

Em 2017 haviam 3.897.408 estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil, com maior concentração na região Nordeste, seguida pela Sudeste, Sul, Norte e Centro-oeste. Desse montante, 36% declararam o uso de agrotóxicos no Censo agropecuário de 2017, sendo que a região Sul se destacou negativamente com 72% de seus estabelecimentos declarando o uso de agrotóxicos (IBGE, 2017).

Além dos dados oficiais do uso de agrotóxicos, existem os produtos que são contrabandeados, ou seja, comercializados de forma ilegal e, portanto, não

contabilizados. No período de 2007 a 2017, 3.202 produtos foram apreendidos e provavelmente eram frutos de contrabando (IPEA, 2021).

Apesar das apreensões registradas anualmente serem significativas, elas não são tidas como amostras reais do número de agrotóxicos que são contrabandeados, isso porque, muitos produtos contrabandeados não são apreendidos. Das apreensões que foram registradas, 68% se tratavam de produtos com nível de toxicidade III- moderadamente perigosos ou IV- ligeiramente perigosos, e 2% eram produtos proibidos. 47,9% das apreensões foram realizadas no Rio Grande do Sul, 21,7% no Paraná, 11,2% no Mato Grosso do Sul, e o restante nos demais estados do país (IPEA, 2021).

Já não bastando esse quadro preocupante, em 2021, o presidente Jair Bolsonaro assinou o Decreto 10.833 (Brasil, 2021a), que altera a Lei dos Agrotóxicos que está em vigor desde 1989. O texto permite a utilização de agrotóxicos que antes eram proibidos, devido a associação com doenças, como o câncer, caso exista um “limite seguro de exposição”. O decreto também estipula uma tramitação prioritária para aprovação de novos produtos, o que flexibiliza o registro de agrotóxicos no país. Desde 1º de janeiro de 2019, 1.411 agrotóxicos foram aprovados no Brasil. Hoje existem 3.477 pesticidas no mercado brasileiro, ou seja, 40% de todos os produtos vendidos no país foram aprovados no governo Bolsonaro (FREITAS; GRIGORI, 2021).

Todas essas situações citadas até o momento, ligadas a agricultura convencional (degradação e contaminação ambiental), contribuem para o surgimento de novas doenças e pandemias (RABELLO; OLIVEIRA, 2020; SICHE, 2020). Isso ocorre, pois, os vírus estão presentes em praticamente todos os lugares do planeta, como por exemplo na Floresta Amazônica. Lá eles interagem com sua fauna, sem lhes causar mal, porém, o desmatamento e o garimpo, aumentam o risco de os seres humanos entrarem em contato com vírus desconhecidos, que podem estar circulando entre os animais há milhares de anos, e vírus que antes eram transmitidos apenas entre animais, se adaptam geneticamente e passam a contaminar pessoas, foi assim com o vírus do Ebola e HIV, e agora com o novo coronavírus (2019-nCov) (ACOSTA *et al.*, 2020; RABELLO; OLIVEIRA, 2020).

Dessa forma, a pandemia causada pelo novo coronavírus, não é algo accidental, muito menos inesperado, já que as pandemias demonstram ligação direta com fatores socioeconômicos, ambientais e ecológicos (RABELLO; OLIVEIRA, 2020).

O sistema agroalimentar atual consiste no desmatamento para plantação de monoculturas e pastagem de animais, o que gera perdas de biodiversidade e dificulta grandemente o controle natural de patógenos que se concentram em algumas espécies animais. Além do desmatamento, toda cadeia produtiva do agronegócio e da produção de proteína animal, favorecem o surgimento de doenças zoonóticas, como a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), a encefalite espongiforme bovina (Doença da vaca louca) e as influências viária e suína (ACOSTA *et al.*, 2020; RABELLO; OLIVEIRA, 2020).

Quando os ecossistemas estão saudáveis, possuindo diversas espécies, e espaço para uma existência sustentável, estes são resistentes a doenças, porém, com a redução da biodiversidade, a imunidade do planeta também diminui. Com uma degradação ambiental exacerbada e com sistemas de produção que o planeta não suporta mais, não será possível combater e/ou evitar novas pandemias (RABELLO; OLIVEIRA, 2020).

### 3.3 SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (SAN) E O DIREITO HUMANO À ALIMENTAÇÃO ADEQUADA (DHAA)

A Segurança Alimentar e Nutricional, passou por diversas mudanças conceituais ao longo do tempo. Após a Segunda Guerra Mundial, se entendia por Insegurança Alimentar a falta de alimentos às pessoas, em função da produção artesanal dos alimentos e de sua baixa rentabilidade, causando a fome e pobreza. Com isso, houve a implementação da revolução verde, a fim de reduzir a fome mundial, cujo foco principal se tornou a quantidade de alimentos produzidos, favorecendo a disseminação do uso de fertilizantes químicos, agrotóxicos, mecanização exagerada e sementes geneticamente modificadas altamente dependentes de insumos químicos (ABRANDH, 2013).

Apesar desse processo aumentar a produção de certa forma, seus desdobramentos causam inúmeras consequências negativas, como a redução da biodiversidade, contaminação ambiental e menor resistência as pragas. Além disso, há uma pior constatação: a fome no mundo não diminui na mesma intensidade do aumento da produção alimentar. Isso demonstra que a fome é um problema social e não de quantidade de alimentos. Ela acontece nos países mais pobres, que não

possuem terras para produzir e/ou renda para comprar alimentos suficientes para sua população (ABRANDH, 2013).

Assim, ainda que se considere o aumento da produção de alimentos, o método de cultivo convencional se mostra insustentável a longo prazo, o que têm contribuído para a desaceleração da taxa de crescimento da produção alimentar (ABRANDH, 2013).

Com o decorrer do tempo, evidências foram demonstrando que o simples fato de produzir alimentos não garantia a Segurança Alimentar. Então, esse conceito foi se alterando de acordo com a evolução dessa compreensão. Inicialmente a mudança ocorreu com a defesa de que não bastava apenas produzir alimentos, mas também era necessário garantir o acesso e a sua disponibilidade mediante a regularidade de abastecimento (ABRANDH, 2013).

Nos anos 80, houve o consenso internacional de que a Segurança Alimentar deveria ser compreendida como a garantia física, econômica e permanente de acesso aos alimentos a todas as pessoas e em quantidades suficientes. Até que a partir da década de 90, o conceito enfim avançou para uma denominação mais abrangente: Segurança Alimentar e Nutricional, Tal conceito engloba aspectos nutricionais e sanitários dos alimentos, mostrando que além de garantir a quantidade adequada de alimentos, estes devem ser de boa qualidade nutricional, biológica, tecnológica e sanitária, de modo que sejam livres de contaminações biológicas e químicas, como agrotóxicos e modificações genéticas, que sejam produzidos de maneira sustentável, equilibrada, culturalmente aceitável e que incorpore o acesso à informação (ABRANDH, 2013).

Dessa forma, entende-se que para enfrentar a fome, a má nutrição e os agravos relacionados ao excesso de peso, a Segurança Alimentar e Nutricional é essencial, sendo ela baseada nos princípios da Soberania Alimentar e do Direito Humano à Alimentação Adequada (NAVOLAR; RIGON; PHILIPPI, 2010).

O princípio da Soberania Alimentar, é definido pelo Foro Mundial sobre Soberania Alimentar, Havana (2001), como o “direito dos povos definirem suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos, que garantam o direito à alimentação para toda a população, com base na pequena e média produção”, sendo que esse direito é realizado de forma que respeite suas próprias culturas e diversidades.

Em outras palavras, a soberania alimentar se trata de um sistema de produção de alimentos, em que as próprias pessoas que produzem, distribuem e consomem os alimentos devem ser também responsáveis pelo controle dos mecanismos e políticas públicas para produção e distribuição dos mesmos. Sendo assim, a Soberania Alimentar seria “a via para se erradicar a fome e a desnutrição e garantir a Segurança Alimentar duradoura e sustentável para todos os povos” (HAVANA, 2001).

A agricultura convencional por sua vez, não respeita a soberania alimentar, já que poucas empresas multinacionais controlam a maioria da produção alimentar mundial, assegurando o domínio sobre agrotóxicos, e sobre o material genético em sementes através dos transgênicos, realizando patentes sobre esses produtos, assegurando que os produtores tenham que comprar suas sementes, e nunca as reproduzir, controlando assim o setor de sementes, a Soberania e Segurança Alimentar mundiais (SANTOS; GLASS, 2018).

Com isso, concentra-se ainda mais poder e riqueza nas mãos das grandes corporações transnacionais, e quanto maior a multinacional, maior o seu poder em relação ao meio político e às legislações. Por exemplo, no Brasil, entre 2017 e 2018, o ministro e o alto escalão do MAPA, fizeram oito reuniões com representantes da Monsanto, sete com da Bayer, quatro com da Dupont e três com da Syngenta (SANTOS; GLASS, 2018).

Por outro lado, observa-se a agroecologia, um modelo de produção que possui princípios sociais, sustentáveis e que respeita a Soberania Alimentar, assumindo compromissos com a democratização do direito à terra, água e aos recursos naturais e ao conhecimento de produção (SANTOS; GLASS, 2018).

Enquanto isso, o princípio do Direito Humano a Alimentação Adequada (DHAA), faz com que a alimentação adequada seja um direito de qualquer ser humano, e tem como base a garantia da alimentação em quantidade suficiente e qualidade (nutricional e sanitária) a todos os seres humanos, porém, apesar disso, muitas pessoas ainda se enquadram em um cenário bem diferente do almejado por esse direito, onde a fome e deficiências vitamínicas e minerais se fazem presente de forma ainda inaceitável, além do consumo de alimentos contaminados e considerados com qualidade duvidosa por grande parte da população mundial (ABRANDH, 2013).

Ao se realizar uma breve linha do tempo do Direito Humano à Alimentação Adequada no Brasil, pode-se notar que a preocupação com a fome no mundo teve um maior destaque no início do século XX, após a Primeira Guerra Mundial, época que

diversos países tiveram suas economias profundamente afetadas, e mais tarde a situação se agravou com a eclosão da Segunda Guerra Mundial. Nesse cenário o Brasil sempre manteve um papel ativo nos debates internacionais em relação ao combate à fome e à miséria, e paralelamente a esse debate mundial, conquistas internas brasileiras foram ocorrendo (IPEA, 2014).

Nas décadas de 1930 e 1940, obtiveram-se então as primeiras noções sobre alimentação adequada, e aconteceram as primeiras ações governamentais direcionadas à essa área. Nessa época a fome e a desnutrição foram reconhecidas como graves problemas de saúde pública no país, observando-se que tanto a classe operária como a população como um todo, viviam em condições alimentares precárias (ABRANDH, 2013; PEIXINHO, 2013).

A partir de 1930 Josué de Castro, um importante pensador e político brasileiro, denuncia a natureza social, econômica e política da fome e da má nutrição. Nessa época as ações relacionadas a alimentação e nutrição tinham como preocupação maior a disponibilização do alimento, por ser esse o problema mais candente (ABRANDH, 2013; PEIXINHO, 2013).

Josué de Castro, sempre reforçou em seus trabalhos, que para reverter esse cenário, seriam necessárias políticas públicas específicas, sua crítica em relação a falta de renda ser a principal ameaça a alimentação das famílias, influenciou a criação do salário mínimo em 1º de maio de 1940, baseado na compra de uma “ração mínima” para o trabalhador, e em agosto de 1940, houve também a criação do Serviço de Alimentação da Previdência Social (SAPS), destinado à melhoria dos hábitos alimentares dos trabalhadores brasileiros e que pode ser considerada a primeira política pública de alimentação do país (ABRANDH, 2013; PEIXINHO, 2013; IPEA, 2014).

Para comandar as políticas públicas de alimentação no Brasil, em 1945 foi constituída a Comissão Nacional de Alimentação (CNA), que através de um diagnóstico sobre os hábitos alimentares e estado nutricional da população brasileira, criou o I Plano Nacional de Alimentação de Nutrição (PNAN) em 1952. A CNA foi substituída em 1972 pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), que deu grande assistência alimentar, e criou programas voltados para populações vulneráveis (IPEA, 2014).

Em todas essas ações houve a presença de Josué de Castro, atuando em órgãos criados ou realizando pesquisas e propostas sobre o tema. Ele passou a atuar

no Congresso Nacional como deputado federal em 1950, e em 1957 auxiliou na fundação da Associação Mundial de Luta contra a Fome (Ascofam), que foi a primeira organização independente e mundial que discutiu a fome e políticas para sua resolução (IPEA, 2014).

Josué de Castro também foi o pioneiro a citar a “fome oculta”, destacando que a subnutrição não é caracterizada apenas pela deficiência diária de proteínas e calorias, mas também de micronutrientes como ferro e vitamina A. Ele também foi um grande defensor da reforma agrária no Brasil, afirmando que devido sua extensão territorial, havia a necessidade da democratização da terra, garantindo assim a Soberania Alimentar. Porém, ele mesmo afirmava que há grandes dificuldades políticas para efetuar um projeto como este no Brasil, já que esse tema sempre gerou grandes conflitos políticos (IPEA, 2014)

No início da década de 60, o governo criou políticas de produção, armazenamento e abastecimento de alimentos, e nas décadas de 1970 e 1980 as Políticas de Alimentação e Nutrição implementadas pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), adotaram ações de enfrentamento da desnutrição no grupo materno infantil e o apoio a produção familiar de alimentos, mediante a sua aquisição pelo governo. Por serem políticas mais focalizadas não obtiveram um alcance maior em termos do escopo das políticas sociais, sobretudo num contexto de autoritarismo em que a prioridade do governo militar era o crescimento econômico, mesmo que num cenário de predomínio da pobreza no perfil populacional (ABRANDH, 2013).

Na década de 1990 houve um retrocesso das políticas públicas de alimentação e nutrição no país, em função dos programas de ajuste estrutural preconizados pelo Fundo Monetário Internacional para o pagamento das dívidas brasileiras e a implementação de uma política do Estado Mínimo pelo governo Collor que na metade de seu mandato enfrentou um processo de *impeachment*, sendo afastado do governo (ABRANDH, 2013).

Por outro lado, ocorre uma grande mobilização da sociedade brasileira, em função da publicação do Mapa da Fome no Brasil pelo IPEA, em 1992. Nesse documento ocorre a denúncia de que 32 milhões de brasileiros se encontravam numa condição de fome e miséria no país. A constatação demanda campanhas nacionais contra fome, miséria e pela vida encabeçadas pelo sociólogo Betinho e pelo

movimento Ação da Cidadania no período do governo de Itamar Franco (ABRANDH, 2013).

Como resposta governamental a essa situação ocorre a instituição do Conselho Nacional de Segurança Alimentar (CONSEA) em 1992, um órgão de assessoramento imediato à Presidência da República, caracterizado como um espaço institucional para o controle social e participação da sociedade em relação as políticas públicas de Segurança Alimentar e Nutricional. O CONSEA juntamente com a Ação da Cidadania organizou em 1994 a I Conferência Nacional de Segurança Alimentar (I CNSAN) (ABRANDH, 2013).

Na primeira década de 2000, ocorreram avanços importantes na construção da institucionalidade das políticas de Segurança Alimentar e Nutricional no país. Várias medidas são tomadas a partir de 2003 como a implementação do Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA), a criação do Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e a recriação do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA), passando a existir um ambiente de valorização da política intersetorial da Segurança Alimentar e Nutricional para promoção do Direito Humano à Alimentação Adequada (BRASIL, 2003a; ABRANDH, 2013).

Nesse mesmo contexto político, ocorre em 2006, a criação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) nº 11.346 de 2006 (Brasil, 2006), que instituiu o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil. De acordo com a FAO (2013), ao adotar a LOSAN em 2006, o Brasil desenvolveu o mais abrangente quadro institucional e legislativo para realização do Direito Humano à Alimentação Adequada, declarando explicitamente obrigações do estado em relação a “respeitar, proteger, promover, fornecer, informar, monitorar, supervisionar e avaliar” a realização do DHAA.

Reforçando também os princípios da SAN, e levando em consideração o direito à saúde e a alimentação adequada e saudável, observa-se o Guia Alimentar para População Brasileira, publicado também no ano de 2006, que possui recomendações para uma alimentação considerada adequada e saudável para população brasileira, sendo este “um documento de apoio às ações de Educação Alimentar e Nutricional no SUS e também em outros setores”, incentivando assim as práticas alimentares saudáveis individuais e coletivas, subsidiando “políticas,

programas e ações que visem incentivar, apoiar, proteger e promover a saúde e a Segurança Alimentar e Nutricional a população” (BRASIL, 2014).

Nesse sentido, o Guia orienta o consumo de alimentos *in natura* ou minimamente processados, agroecológicos e orgânicos da agricultura familiar por parte da população brasileira, que utilizam os recursos naturais de forma sustentável, são livres de contaminantes químicos, contribuem para desconcentração de terras produtivas e protegem a biodiversidade (BRASIL, 2014).

Como resultado de todo esse processo, políticas públicas significativas foram concebidas nesse período e contribuíram para a implementação de ações estratégicas para produção orgânica e agroecológica, como a instituição da aquisição de alimentos da agricultura familiar pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) a partir de 2009 e a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) em 2012 (BRASIL, 2009, BRASIL, 2012).

A mobilização em relação a inserção dos princípios do Direito Humano à Alimentação Adequada, da Soberania Alimentar e da Segurança Alimentar e Nutricional em políticas públicas brasileiras, e a resistência aos transgênicos e demais tecnologias de manipulação foram e ainda são pautas importantes que aproximaram as articulações e ações entre o campo da Segurança Alimentar e Nutricional do Brasil com o campo da agroecologia, que no seu ideário também defende tais direitos (SANTOS; GLASS, 2018).

Nesse contexto que contempla as políticas públicas, mas também a atuação da sociedade civil e dos movimentos sociais, aumenta-se o número de pessoas que se preocupam cada vez mais com questões de saúde, meio ambiente e melhores hábitos alimentares, fazendo com que a procura por produtos orgânicos venha crescendo de maneira significativa nessas últimas décadas, o que causa o fortalecimento do sistema de produção orgânica. Assim a produção e disponibilização de alimentos de qualidade nutricional, sem o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos nos produtos vegetais, e que respeita os aspectos fisiológicos, sociais e comportamentais dos animais, passa a se verificar com maior frequência, reforçando os princípios da SAN e por consequência o DHAA e a Soberania Alimentar (BORGUINI; TORRES, 2006; ROSSI; LEMOS, 2013; MARIANI; HENKES, 2015).

Apesar dos avanços importantes dos sistemas sustentáveis de produção, processos como o desflorestamento, a desertificação, as queimadas e o avanço da fronteira agrícola para a plantação de commodities e criação de gado segue em frente.

Tais processos contribuem para a emissão de gases causadores do efeito estufa e para o aquecimento global. O desmatamento associado às práticas invasivas do ser humano em relação à natureza abriram caminho para o surgimento da pandemia do vírus COVID-19 que agora afeta diretamente a Segurança Alimentar e Nutricional das populações. As pandemias, inclusive esta, reduzem a economia, prejudicam o meio ambiente e outras atividades humanas, como a pecuária, agricultura, educação e saúde, devido à restrição de mobilidade e redução do poder de compra, tendo um maior impacto nas populações mais vulneráveis (SICHE, 2020).

O surgimento da COVID-19, demonstrou como ainda há extremas diferenças de realidades sociais no Brasil, o que reacendeu as discussões sobre a Segurança Alimentar Nutricional, reafirmando a grande necessidade da articulação de medidas governamentais nas esferas federal, estaduais e municipais, que assegurem o acesso à alimentação adequada e saudável, a fim de reduzir os impactos negativos da doença (SILVA *et al.*, 2020).

Nesse sentido, os elementos que fazem parte da agroecologia, servirão como modelo útil para discussões de muitas partes interessadas em prosseguir com o desenvolvimento agrícola através de abordagens inovadoras para um mundo pós-pandêmico (FAO, 2020).

### 3.4 PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE)

Ainda no sentido da garantia de uma alimentação adequada no Brasil, encontra-se a Alimentação Escolar, cujo termo vem sendo utilizado para denominar o conjunto de refeições ofertadas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), que visa fornecer alimentação aos alunos de toda rede de educação pública do Brasil realizando repasses financeiros, inclusive para educação estadual (SILVA; SANTOS; SOARES, 2018; BRASIL, 2021b).

O PNAE é o maior programa de suplementação alimentar da América Latina, e tem como fundamento a complementação parcial das necessidades nutricionais dos alunos das escolas públicas do Brasil, possuindo assim vários objetivos, dentre eles, destaca-se a formação de hábitos alimentares saudáveis dos escolares e a contribuição para nutrição e saúde desses, por meio de ações de Educação Alimentar e Nutricional, e através do fornecimento de merendas/refeições com qualidade nutricional, a fim de tentar reduzir a evasão escolar e atender às necessidades parciais

dos alunos de forma benéfica e saudável (FONSECA; CARLOS, 2015; FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019; BRASIL, 2021b).

Na década de 40, o governo federal não subsidiava verba alguma para Alimentação Escolar, porém, algumas escolas arrecadavam rendas para fornecer alimentação aos seus alunos criando as caixas escolares (FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019). Nessa mesma década o instituto de Nutrição defendia a oferta de alimentação para os alunos das escolas públicas do Brasil, entretanto, por falta de recursos financeiros, o governo não pode iniciar essa ação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Porém, ao perceber que a alimentação escolar reduzia a evasão dos alunos, e também a desnutrição infantil, que era uma grande preocupação da época, o governo tomou a iniciativa de criar o Plano Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) na década de 50, chamado de Conjuntura Alimentar e o Problema da Nutrição no Brasil. Nesse plano, foi possível evidenciar pela primeira vez a estrutura de um programa nacional de alimentação escolar pública (FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Foi então que o PNAE teve sua primeira etapa iniciada, contando para sua sobrevivência, com o financiamento do Fundo Internacional de Socorro à Infância (FISI), atualmente Fundo de Emergência Internacional das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) (PEIXINHO, 2013; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Em 1955, o decreto nº 37.106 (Brasil, 1955) foi assinado, instituindo a Campanha de Merenda Escolar, sendo ela subordinada ao Ministério da Educação e a única a sobreviver do Plano Nacional de Alimentação e Nutrição, além disso, ela também sofreu mudanças em sua denominação ao longo dos anos, até que em 1965, passou a se chamar Campanha Nacional de Alimentação Escolar (CNAE) com intuito de abranger todo o país (PEIXINHO, 2013; BRASIL, 2018; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

A década de 1960, pode ser vista como uma segunda etapa do programa, onde grande parte dos alimentos tinham como origem os Estados Unidos da América (EUA), porém com pouca efetividade de abrangência e de regularidade no fornecimento das refeições, já que o programa dependia de doações internacionais (PEIXINHO, 2013; FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019).

Na década de 1970, ocorreu a terceira etapa do programa, sendo marcada pela aquisição prioritária de alimentos nacionais, gerando o crescimento de várias

empresas alimentícias do país. Em 1976 seu objetivo passou a ser a suplementação alimentar aos pré-escolares e escolares do primeiro grau, através do oferecimento de uma refeição com valor nutricional de 15% das recomendações nutricionais diárias durante o ano letivo (PEIXINHO, 2013; FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019).

Em 1977, órgãos gestores do programa foram extintos sendo incorporados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que é o principal assistente financeiro de programas escolares, sendo vinculado ao Ministério da Educação (MEC) (PEIXINHO, 2013).

Em 1979, o programa passou a definitivamente se chamar Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), e entre 1976 e 1984 se constituiu em uma das diretrizes do II Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (II PRONAN). O II PRONAN propôs programas de suplementação nutricional para os escolares e compra de gêneros alimentícios do pequeno produtor (PEIXINHO, 2013).

Em 1983 o Programa Estadual de Alimentação Escolar (PEAE) foi instituído pelo Decreto nº 6.037/1983 no Paraná, e seu gerenciamento coube ao Instituto Paranaense de Desenvolvimento Educacional (FUNDEPAR) com atendimento às redes públicas estadual, municipais e filantrópicas (PEIXINHO, 2013; STOLARSKI *et al.*, 2017).

Em 1986, o direito à alimentação escolar foi estendido para todo o País e com a instituição da Constituição da república em 1988 (Brasil, 1988), houve a garantia do direito da alimentação escolar que deve ser fornecida pelos governos federal, estaduais e municipais a todos os alunos do ensino fundamental da rede pública do país (PEIXINHO, 2013; STOLARSKI *et al.*, 2017).

Entre 1983 a 1994, a coordenação nacional do programa era feita pela Fundação de Assistência ao Educando (FAE), possuindo a responsabilidade da aquisição dos alimentos para escolas públicas nacionais. Em 1996, a FAE extinguiu a obrigatoriedade do controle de qualidade dos gêneros alimentícios em âmbito nacional, entretanto o Paraná através da FUNDEPAR manteve essa exigência (STOLARSKI *et al.*, 2017).

No final de 1996 foi permitido pela FAE a possibilidade de seleção e aquisição de novos gêneros alimentícios, o que possibilitou a realização de pesquisas sobre hábitos e preferências alimentares dos alunos das escolas públicas do estado do Paraná pela FUNDEPAR em conjunto com as direções escolares, permitido assim a

aquisição de novos alimentos, com um maior respeito aos hábitos culturais e regionais dos discentes (STOLARSKI *et al.*, 2017).

Em 1999, todos os municípios e estados brasileiros passaram a receber recursos por transferência automática para aquisição de gêneros alimentícios. Em 2000 para que o repasse de verba fosse feito aos municípios, o governo instituiu a existência obrigatória dos Conselhos de Alimentação Escolar (CAEs), órgão deliberativo, fiscalizador e de assessoramento do PNAE/FNDE (PEIXINHO, 2013).

A partir de 2003 com o governo Lula e a Estratégia Fome Zero, avanços importantes foram verificados no PNAE, através da instituição de critérios técnicos e operacionais para maior eficiência do programa. Como por exemplo, a ampliação do fortalecimento dos CAEs, e estratégias normativas para inserção do nutricionista como responsável técnico do programa. Sendo que, neste mesmo ano, houve a introdução de um nutricionista na coordenação geral junto ao FNDE. Assim, a partir de 2003, a alimentação escolar começou a adquirir um caráter relacionado ao processo ensino-aprendizado, a ação educativa, e a promoção da saúde e da Segurança Alimentar e Nutricional aos alunos (PEIXINHO, 2013; FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Entre 2003 e 2011, houve um importante aumento dos valores per capita (por aluno) repassados pelo FNDE aos estados e municípios. A partir de 2007, o FNDE estabeleceu parcerias com Instituições Federais de Ensino Superior e construiu Centros de Colaboradores em Alimentação e Nutrição Escolar (CECANEs), em cinco regiões brasileiras, a fim de ampliar e garantir melhoria da execução do PNAE; atualmente são oito CECANEs atuantes no Brasil, um deles na Universidade Federal do Paraná (PEIXINHO, 2013; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Durante os períodos de 2005 a 2010, o Programa Escola Cidadã foi instituído para destinação de verbas estaduais às escolas paranaenses, a fim de complementar os cardápios escolares com alimentos locais e de agricultores regionais. Nesse período a Secretaria do Estado da Educação do Paraná implementou a Chamada Pública Eletrônica, sendo algo inédito no país, possibilitando a seleção de fornecedores e a compra de alimentos naturais e processados advindos da agricultura familiar, o que permitiu a redução na oferta de alimentos industrializados (STOLARSKI *et al.*, 2017).

Com o grande avanço e sucesso do PNAE, em 2005, o FNDE assinou um memorando de entendimento, a fim de estabelecer um regime de colaboração para

implementação de programas similares ao PNAE brasileiro em países em desenvolvimento, e em 2011, por influência do Brasil, foi criado o Centro de Excelência de Combate à Fome, um órgão do Programa Mais Aprendizagem (PMA), que atua em vários países da África, Ásia, América Latina e Caribe (PEIXINHO, 2013; FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Uma grande conquista para o PNAE, foi a Lei nº 11.947 de 2009 (Brasil, 2009), que evoluiu ao tratar da alimentação escolar em si, e não apenas de um programa. Universalizando o programa para toda educação básica (para educação infantil ao médio, e para jovens e adultos). Essa lei também fortaleceu a participação social em ações voltadas para alimentação escolar pública, e ainda determinou o apoio ao desenvolvimento sustentável, com incentivos para aquisição de gêneros alimentícios produzidos localmente, determinando que pelo menos 30% dos recursos devem ser destinados para aquisição da agricultura familiar. Portanto, segundo o PNAE os alimentos orgânicos e/ou agroecológicos devem ser priorizados, com uma remuneração de até 30% a mais aos produtores familiares que vendem alimentos orgânicos ao programa, em relação aos que vendem produtos convencionais (PEIXINHO, 2013; IPEA, 2020a).

A partir de 2010 o Paraná cumpriu a meta da destinação de 30% do recurso do FNDE para aquisição de alimentos da agricultura familiar, que chegou a atender todos os municípios do estado no ano de 2016 (STOLARSKI *et al.*, 2017). É possível notar que com a evolução da oferta de alimentos provenientes da agricultura familiar nas escolas públicas paranaenses, alimentos como frutas, verduras, legumes, sementes, temperos naturais, tubérculos, sucos, panificados e leite pasteurizado começaram a ser ofertados com maior frequência (STOLARSKI *et al.*, 2017).

No ano de 2013, a resolução FNDE nº 26 foi publicada, fortalecendo os eixos do PNAE e a Educação Alimentar e Nutricional (EAN). E em 2015 foi publicada a resolução CD/FNDE nº 4, alterando os artigos 25 a 32 da resolução FNDE nº 26, para fortalecer a agricultura familiar e sua contribuição para o desenvolvimento econômico e social (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2021).

Em 2017, a aquisição de produtos da agricultura familiar pelo PNAE era em média de 21,61% nos 2.704 municípios brasileiros e quase metade cumpriam ou superavam a cota da destinação de 30% dos recursos da alimentação escolar para compra de produtos da agricultura familiar. Os recursos investidos na compra dos orgânicos atingiram seu ápice em 2014, correspondendo a 3,1% do total dos recursos

do programa, sofrendo quedas nos anos posteriores até estacionar em 1,9% do total das aquisições em 2017 (IPEA, 2020a).

O Paraná utiliza dois sistemas para aquisição dos alimentos: aquisições centralizadas por pregão eletrônico e/ou registro de preço e a Chamada Pública Eletrônica para aquisição dos alimentos da agricultura familiar, o que diversifica e melhora a qualidade dos alimentos. Entre 2013 e 2017 por exemplo, a composição das compras para alimentação escolar do estado foi de “44,5% de alimentos não perecíveis, 11,5% de carnes congeladas e 44% de gêneros da agricultura familiar”, o geraria um “maior consumo de alimentos *in natura*, maior aporte de micronutrientes e fibras, maior aceitação da alimentação, maior adesão ao programa, garantia de mercado para a agricultura familiar e incentivo às práticas sustentáveis” (STOLARSKI *et al.*, 2017).

Em 23 de março 2020, a fim de enfrentar a pandemia do covid-19, o Brasil suspendeu as aulas e atividades presenciais nas escolas municipais, estaduais e federais em todo país (AMORIM; RIBEIRO JÚNIOR.; BANDONI, 2020). E no dia 07 de abril do mesmo ano, a Lei 13.987 (Brasil, 2020a) autorizou a distribuição de gêneros alimentícios do PNAE aos pais ou responsáveis dos alunos nas escolas públicas do país e 2 dias depois o FNDE publicou a resolução nº 2, de 9 de abril de 2020 (Brasil, 2020b) que determina a execução do PNAE durante a pandemia.

A resolução determinou que enquanto houver a pandemia e estado de calamidade no país, os alimentos adquiridos através de verbas do PNAE, podem ser entregues através de kits que devem continuar seguindo as determinações da legislação do PNAE em relação a qualidade nutricional e sanitária dos alimentos, e que esses devem continuar sendo sempre que possível, gêneros alimentícios da agricultura familiar, priorizando a compra local (BRASIL, 2020b).

Entretanto, no dia 4 de agosto de 2021, com a publicação da portaria interministerial nº 5, o governo brasileiro reconhece a importância nacional do retorno à presencialidade das atividades de ensino aprendizagem (BRASIL, 2021c). E no Paraná a Resolução SESA de 23 de setembro de 2021, recomenda que as atividades presenciais sejam priorizadas nas escolas públicas e privadas do estado, sendo garantido ensino remoto apenas para os alunos em isolamento ou em quarentena para Covid-19, e também aos que são portadores de comorbidades ou de acordo com outro critério médico (PARANÁ, 2021).

Em qualquer situação (ensino presencial ou a distância), o incentivo do consumo de alimentos orgânicos/agroecológicos nas redes públicas e filantrópicas de ensino, e em outros espaços políticos-institucionais auxilia no fortalecimento de um consumo político que valoriza a agricultura familiar bem como preocupa-se com o modo de produção dos alimentos e seus valores intrínsecos. A forma como as compras públicas são atendidas pela produção orgânica/agroecologia demonstra a capacidade da agricultura familiar em fornecer alimentos de qualidade e de melhorar a diversificação agrícola (IPEA, 2020a).

As diretrizes do PNAE, reforçam que a alimentação escolar é um direito do aluno e deve garantir a Segurança Alimentar e Nutricional aos mesmos, sendo estes, compromissos da gestão local e dos tomadores de decisão, que devem fornecer apoio necessário para aquisição dos gêneros alimentícios, priorizando os alimentos orgânicos e/ou agroecológicos (BRASIL, 2021b).

Sabendo disso, o estado do Paraná instituiu a Lei 16.751 de 29 de dezembro de 2010 (Paraná, 2010), que determina no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio, a merenda escolar orgânica, onde, as escolas estaduais públicas do Paraná, devem implementar a alimentação orgânica de maneira gradual, até atingir 100%.

Em setembro de 2019, o Decreto Estadual nº 4.211 de 06 de março de 2020 (Paraná, 2020), que regulamenta esta lei, foi assinado, instituindo que o alcance da alimentação orgânica em todas as escolas estaduais do Paraná deverá ocorrer ainda de maneira gradativa, porém, com um prazo definido: até o ano de 2030 (AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2019).

A responsabilidade técnica sobre a alimentação escolar do PNAE, é exclusivamente do profissional nutricionista, que possui grandes responsabilidades e atribuições, dentre elas, destaca-se o planejamento e realização dos cardápios da alimentação escolar. Em relação a esse tópico, o profissional deve se atentar a proibição de alguns alimentos e compostos alimentares, bem como a quantidade permitida de sódio, açúcares, gorduras saturadas e totais, e sempre adicionar nas fichas técnicas os valores de calorias e macronutrientes, e em caso de creches também de micronutrientes prioritários: cálcio, ferro e vitaminas A e C (BRASIL, 2021b).

No caso de uma inadequação nutricional na alimentação das escolas públicas, a situação seria grave, visto que para famílias mais carentes, em muitas situações o lanche escolar não é apenas mais um lanche no dia do aluno, mas sim a

refeição principal; outra situação é que a alimentação escolar auxilia o aluno em vários aspectos de desenvolvimento, desde o físico-motor, até o intelectual, emocional, econômico e social, o que influencia muito, a quantidade de alunos que necessitam da alimentação escolar para aprender (FONSECA; CARLOS, 2015).

Caso um aluno passe por uma privação alimentar, o açúcar sanguíneo tende a baixar, o que pode gerar dificuldades de concentração. Uma alimentação saudável reflete numa melhor capacidade cerebral, dessa forma, uma alimentação pouco nutritiva pode influenciar negativamente no desempenho escolar do estudante. As crianças em idade escolar em especial, necessitam de uma alimentação saudável, já que é nesse momento que as mesmas desenvolvem o sistema psicológico, personalidade e hábitos alimentares (FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019).

Portanto, é extremamente necessário que ocorram mais estudos quanto a composição nutricional dos alimentos orgânicos, a fim de melhorar o planejamento e adequação nutricional nos cardápios escolares.

### 3.5 PRESCRIÇÃO DE CARDÁPIOS E DIETAS ORGÂNICAS

Observa-se, até então, que muitas pesquisas apontam que a alimentação orgânica e convencional, possuem grandes diferenças, que atingem diretamente a nutrição e saúde humana. Cuppari (2005), define nutrição como a “ciência da saúde que estuda os alimentos, seus nutrientes, bem como a sua ação, interação e balanço em relação à saúde e doença, além dos processos pelos quais o organismo ingere, absorve, transporta, utiliza e elimina os nutrientes”. O nutricionista trata-se de “um profissional de saúde que, atendendo aos princípios da ciência da Nutrição, tem como função contribuir para a saúde dos indivíduos e da coletividade” (CONSELHOS FEDERAL E REGIONAIS DE NUTRICIONISTAS, 2018).

Esse profissional pode atuar em diversas áreas, como na alimentação coletiva (Unidades de Alimentação e Nutrição - UAN, restaurantes e similares, alimentação escolar e do trabalhador etc.), na nutrição clínica (hospitais, clínicas, instituições para idosos, consultórios, atendimento domiciliar etc.), na saúde coletiva (políticas e programas, atenção básica e vigilância sanitária), na docência (pesquisas, docência e coordenação), em indústrias de alimentos (desenvolvimento e produção de produtos relacionados à nutrição), em esportes (academias e similares), e no marketing

(marketing e publicidade científica) (CONSELHOS FEDERAL E REGIONAIS DE NUTRICIONISTAS, 2018).

A Lei nº 8.234, de 17 de setembro de 1991 (Brasil, 1991), que regulamenta a profissão de nutricionista e determina outras providências, destaca que a prescrição de dietas é atividade privatista do profissional nutricionista, em qualquer que seja sua área de atuação.

E de acordo com a Resolução nº 417, de 18 de março de 2008 (Conselho Federal de Nutricionistas, 2008), a prescrição de cardápios e orientações nutricionais por parte desses profissionais, deve ser feita sempre da maneira mais saudável e benéfica possível, considerando os hábitos alimentares, períodos de safra dos alimentos, aspectos sociais e econômicos, e calculando todos os nutrientes necessários de acordo com as particularidades dos indivíduos.

Assim, dados sobre a composição química e tabelas de composição nutricional dos alimentos, são de suma importância para realização de cardápios, dietas e prescrições. Contudo, nota-se a falta de dados relacionados à composição nutricional de alimentos orgânicos e sua comparação com os alimentos convencionais; além disso, as tabelas brasileiras de composição de alimentos selecionam os alimentos mais consumidos pela população do país, sendo eles, os alimentos convencionais (RIBEIRO *et al.*, 2003; BELAI *et al.*, 2016; SILVA; SILVA, 2016).

Verificando as tabelas brasileiras de composição de alimentos, observa-se que as seguintes tabelas não oferecem dados quanto à composição de alimentos orgânicos: Tabela brasileira de composição de alimentos da Universidade de Campinas (TACO) (2011); Philippi (2002) - 2ª edição da tabela de Composição de Alimentos; Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) e suas tabelas complementares de Flavonoides e perfil de carboidratos (TBCA, 2019a, 2019b); e Tabelas de Composição Químicas dos Alimentos (2018), disponíveis na Associação Brasileira de Nutrologia.

Amaya, Kimura e Farfan (2008), através da 2ª edição da tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos, pontuam na tabela apenas dois alimentos orgânicos: a couve manteiga e a couve tronchuda; os autores ressaltam que alguns alimentos orgânicos possuem maiores teores de carotenoides que suas versões convencionais. A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2019b) através de sua tabela complementar de Vitamina A e carotenoides, apresenta os

dados quanto a composição de carotenoides também das couves manteiga e tronchuda orgânicas.

A tabela de composição brasileira que mais apresenta alimentos orgânicos é a do IBGE (2011), porém, de acordo com a própria pesquisa, os dados utilizados nos alimentos intitulados como “orgânicos” na tabela, são, na realidade, os mesmos dados de suas versões convencionais.

Assim, é possível notar que o profissional nutricionista acaba sendo induzido a utilizar dados e tabelas de composição de alimentos convencionais para elaboração de cardápios orgânicos, comprometendo uma melhor adequação nutricional para o público consumidor de orgânicos, o que reforça ainda mais a necessidade de estudos voltados para essa área de conhecimento.

É importante ressaltar também, que a nutrição, e qualquer dieta, vai além do consumo e da disponibilidade dos alimentos, vai além também das questões nutricionais, englobando sistemas de produção alimentar mais saudáveis e sustentáveis, já que apenas a questão nutricional de forma isolada não consegue fornecer todos os benefícios necessários para saúde humana, animal e ambiental (LIMA; VIANELLO, 2011; RIBEIRO; JAIME; VENTURA, 2017).

Sendo assim, a Resolução CFN nº 600, de 25 de fevereiro de 2018 (Conselho Federal de Nutricionistas, 2018), que foi elaborada considerando várias vertentes, inclusive a Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação Adequada, afirma que o nutricionista deve promover ações de incentivo ao desenvolvimento e consumo sustentável em todas suas áreas de atuação.

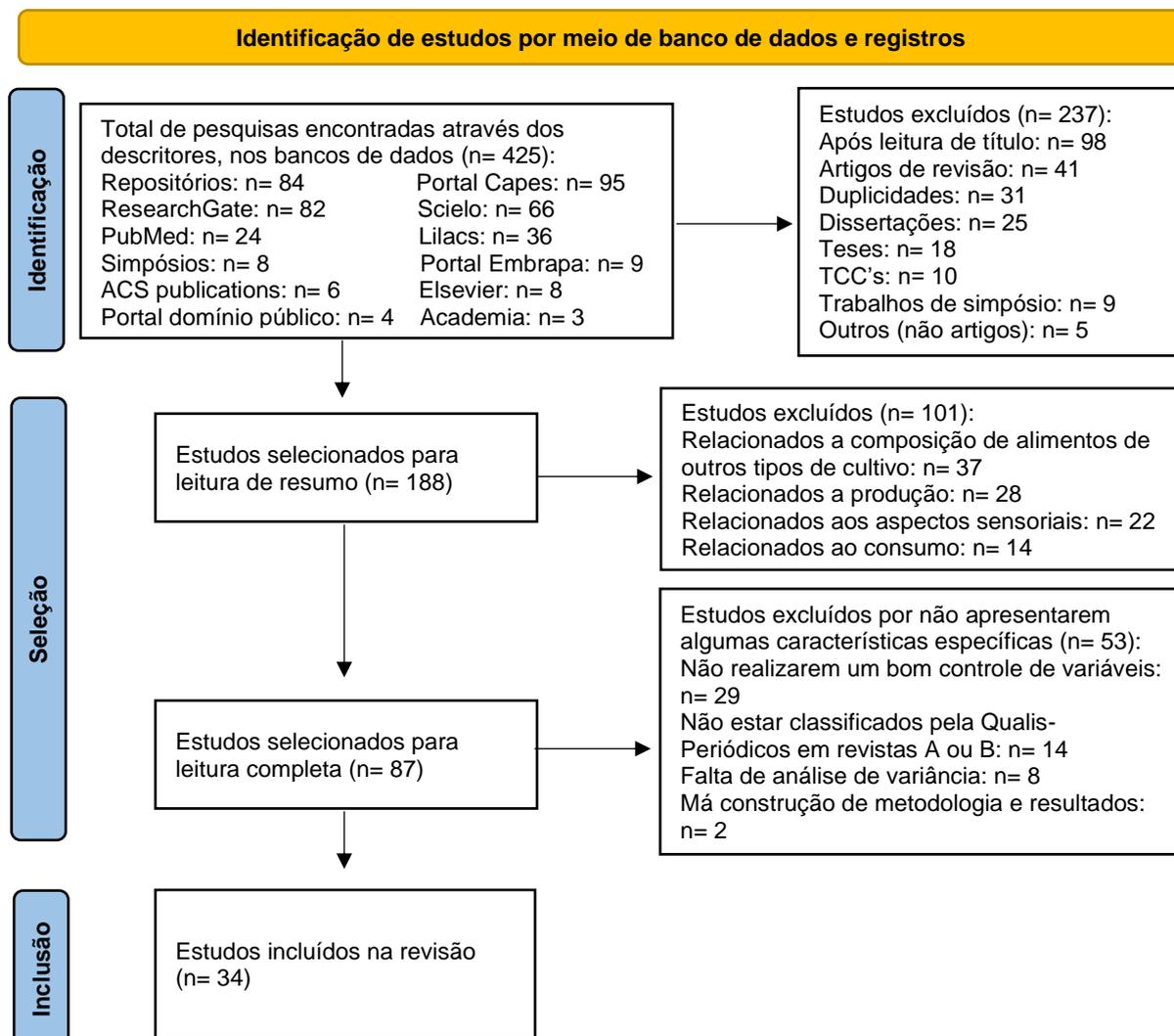
Dessa forma, mesmo que os alimentos orgânicos e convencionais se apresentassem semelhantes em termos nutricionais, os benefícios do consumo dos alimentos orgânicos sob os convencionais, sendo eles livres de agrotóxicos e de modificações genéticas, produzidos de maneira sustentável, equilibrada, e de forma que respeita os aspectos sociais, culturais e ambientais, já seriam motivos mais do que suficientes para que o consumo dos mesmos seja incentivado e priorizado.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi pautado em pesquisa bibliográfica e realizado através do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* (PRISMA, 2020), descrito por Galvão, Pansani e Harrad (2015). A mesma foi norteadada pelas seguintes perguntas: As frutas, verduras e legumes de sistemas de cultivo orgânico e convencional apresentam diferenças nutricionais? Se sim, quais são elas? Utilizando os seguintes descritores: “características químicas dos alimentos orgânicos”; “frutas, verduras e legumes orgânicos”; “alimentos orgânicos e convencionais”; “nutrientes dos alimentos orgânicos”, tendo assim caráter quali-quantitativo, descritivo e exploratório. A revisão contou com o levantamento de pesquisas de âmbito nacional e internacional, quanto a comparação nutricional dos alimentos orgânicos e convencionais, através das seguintes bases de dados: Academia, ACS publications, Elsevier, Lilacs, Portal Capes, Portal Domínio Público, Portal Embrapa, PubMed, Repositórios, ResearchGate, Scielo e Simpósios.

Inicialmente foram levantados 425 estudos, dos períodos de 2002 a 2021, destes, 237 foram excluídos após a leitura do título, constatando o não estabelecimento de relação com a qualidade nutricional dos alimentos orgânicos, ou por se tratarem de artigos de revisão, teses, dissertações, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's), trabalhos de simpósios ou de outros eventos, e de duplicidades. Dos 188 artigos restantes, 101 foram descartados após a leitura do resumo constatando não se tratar de uma comparação nutricional entre frutas, verduras e legumes orgânicos e convencionais; dos 87 estudos restantes, 53 foram eliminados por não apresentarem as seguintes características: análise de variância, adequação na construção de metodologia e resultados, por não estarem publicados em revistas classificadas pelo último *Ranking da CiteScore* (Scopus Preview, 2022) ou do Fator de Impacto – FI (*base Web of Science*) (Clarivate, 2022) em percentis que se enquadrem nos oito estratos da Qualis-Periódicos (2019) (revistas A ou B), e por não terem um bom controle de variáveis que influenciam na composição nutricional dos alimentos, como: clima, solo, cultivar e manejo; restando assim 34 artigos que foram incluídos na revisão. Um fluxograma detalhando a identificação, seleção e inclusão dos estudos pode ser observado na Figura 1.

**Figura 1:** Fluxograma das etapas de metodologia de acordo com suas fases: identificação, seleção e inclusão.



Os alimentos levantados através dos 34 artigos selecionados, foram então divididos em 2 grupos: Grupo das frutas e Grupo das verduras e legumes, seguindo a descrição dos grupos alimentares do Guia Alimentar para População Brasileira (Brasil, 2014) e da FAO (2014), observando-se então 17 artigos para cada grupo, estando eles dispostos em ordem cronológica nos Quadros 1 e 2, onde observa-se também o país onde cada um foi realizado e os alimentos analisados por eles.

**Quadro 1:** Estudos que compararam a composição físico-química de frutas.

| Artigo                            | País                      | Alimento/s analisado/s  |
|-----------------------------------|---------------------------|---|
| Carbonaro <i>et al.</i> (2002)    | Itália                    | 1- Pêssego Regina Bianca; e<br>2- Pera Williams.  |
| Amodio <i>et al.</i> (2007)       | Estados Unidos da América | 1- Kiwi Hayward.  |
| Fischer <i>et al.</i> (2007)      | Brasil                    | 1- Maracujá Amarelo.  |
| Roussos; Gasparatos (2009)        | Grécia                    | 1- Maçã Starking Delicious.   |
| Raganold <i>et al.</i> (2010)     | Estados Unidos da América | 1- Morango Diamante;<br>2- Morango Lanai; e<br>3- Morango San Juan.   |
| Cardoso <i>et al.</i> (2011)      | Brasil                    | 1- Caqui Rama Forte;<br>2- Acerola Oliver; e<br>3- Morango Oso Grande.  |
| Maciel <i>et al.</i> (2011)       | Brasil                    | 1- Manga Tommy Atkins.  |
| Ribeiro <i>et al.</i> (2012)      | Brasil                    | 1- Banana Caipira;<br>2- Banana Pacovan Ken;<br>3- Banana Maravilha;<br>4- Banana Prata-Anã;<br>5- Banana Thap maeo; e<br>6- Banana Tropical. |
| Petry <i>et al.</i> (2012)        | Brasil                    | 1- Laranja Valência.  |
| Amarante <i>et al.</i> (2015)     | Brasil                    | 1- Maçã Royal Gala.   |
| Kazimierczak <i>et al.</i> (2015) | Estados Unidos da América | 1- Framboesa Polka; e<br>2- Framboesa Polona.   |
| Kohn <i>et al.</i> (2015)         | Brasil                    | 1- Melão Valenciano.  |
| Pertuzatti <i>et al.</i> (2015)   | Brasil                    | 1- Maracujá Amarelo.  |
| Frias-Moreno <i>et al.</i> (2019) | México                    | 1- Framboesa Heritage.  |
| Zahedipour <i>et al.</i> (2019)   | Irã                       | 1- Uva Thompson.  |
| Srinil <i>et al.</i> (2020)       | Tailândia                 | 1- Goiaba Paen Srithong; e<br>2- Goiaba Kim Ju.   |
| Sangiorgio <i>et al.</i> (2021)   | Itália                    | 1- Framboesa Enrosadira.  |

**Quadro 2:** Estudos que compararam a composição físico-química de verduras e legumes.

| Artigo                            | País                      | Alimento/s analisado/s   |
|-----------------------------------|---------------------------|--|
| Moreira, Roura e Valle (2003)     | Argentina                 | 1- Acelga Bressane.  |
| Caris-Veyrat <i>et al.</i> (2004) | França                    | 1- Tomate Félicia;<br>2- Tomate Izabella; e<br>3- Tomate Paola.  |
| Bender <i>et al.</i> (2009)       | Estônia                   | 1- Cenoura Jõgeva Nantes.  |
| Arbos <i>et al.</i> (2010)        | Brasil                    | 1- Alface Verônica;<br>2- Rúcula; e<br>3- Almeirão.  |
| Citak e Sonmez (2010)             | Turquia                   | 1- Espinafre ( <i>Spinacia Oleracea L.</i> ).  |
| Resende <i>et al.</i> (2010)      | Brasil                    | 1- Cebola Red Creole;<br>2- Cebola Montana;<br>3- Cebola Baia Periforme;<br>4- Cebola Crioula do Mercosul;<br>5- Cebola Bola Precoce; e<br>6- Cebola Baia Periforme. |
| Silva <i>et al.</i> (2011)        | Brasil                    | 1- Alface Crespa.  |
| Hallmann e Rembialkowska (2012)   | Polônia                   | 1- Pimentão Roberta;<br>2- Pimentão Spartacus; e<br>3- Pimentão Berceo.  |
| Luthria <i>et al.</i> (2012)      | Estados Unidos da América | 1- Berinjela Blackbell; e<br>2- Berinjela Millionaire.   |
| Kazimierczak <i>et al.</i> (2014) | Polônia                   | 1- Beterraba Libero.   |
| Vinha <i>et al.</i> (2014)        | Portugal                  | 1- Tomate Redondo.   |
| Martins <i>et al.</i> (2017)      | Brasil                    | 1- Alface Rubra; e<br>2- Alface Crystal.   |
| Bender <i>et al.</i> (2020)       | Estônia                   | 1- Cenoura Jõgeva Nantes.  |
| Guilherme <i>et al.</i> (2020)    | Portugal                  | 1- Pimentão Doce Verde; e<br>2- Pimentão Doce Vermelho.  |
| Basay <i>et al.</i> (2021)        | Turquia                   | 1- Berinjela Pala-49;<br>2- Berinjela Topan374;<br>3- Tomate Rio Grande;<br>4- Tomate Rosa; e<br>5- Pimentão Kandil Dolma.   |
| Mian <i>et al.</i> (2021)         | Brasil                    | 1- Tomate Grazianni.   |
| Najman; Sodowska; Hallmann (2021) | Polônia                   | 1- Alho Harna Branco; e<br>2- Alho Harna Preto.  |

Após reunir todas as análises físico-químicas realizadas nos alimentos pelos 34 artigos, observou-se que haviam algumas delas que foram exploradas por poucos artigos e em poucos alimentos. Essa situação pode ser considerada um obstáculo para conclusões concisas sobre as diferenças encontradas, portanto, a fim de fornecer

um resultado confiável, a presente pesquisa excluiu de cada grupo alimentar, todas as variáveis que foram analisadas em três ou menos alimentos.

Sendo assim, no grupo da frutas, as variáveis excluídas foram: Matéria Seca (Raganold *et al.*, 2010); Frutose (Amodio *et al.*, 2007); Glicose (Amodio *et al.*, 2007); Sacarose (Amodio *et al.*, 2007); Pectina (Srinil *et al.*, 2020); Ácido Cítrico (Carbonaro *et al.*, 2002; Amodio *et al.*, 2007); Carotenoides (Kohn *et al.*, 2015; Pertuzatti *et al.*, 2015; Zahedipour *et al.*, 2019);  $\alpha$ -tocoferol (Carbonaro *et al.*, 2002; Pertuzatti *et al.*, 2015);  $\gamma$ -tocoferol (Carbonaro *et al.*, 2002);  $\beta+\gamma$  tocoferóis (Pertuzatti *et al.*, 2015);  $\delta$ -tocoferol (Pertuzatti *et al.*, 2015); Tocoferolquinona (Carbonaro *et al.*, 2002); Tocoferóis Totais (Pertuzatti *et al.*, 2015); Folatos (Kohn *et al.*, 2015); Clorofila (Zahedipour *et al.*, 2019); Ácido Clorogênico (Carbonaro *et al.*, 2002); Ácido Cafeico (Carbonaro *et al.*, 2002); Cálcio (Amodio *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009; Amarante *et al.*, 2015); Ferro (Roussos e Gasparatos, 2009); Potássio (Amodio *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009; Amarante *et al.*, 2015); Fósforo (Amodio *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009); Magnésio (Amodio *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009; Amarante *et al.*, 2015); Manganês (Roussos e Gasparatos, 2009); Nitrogênio (Amodio *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009; Amarante *et al.*, 2015); Sódio (Roussos e Gasparatos, 2009); Zinco (Roussos e Gasparatos, 2009); Enxofre (Amodio *et al.*, 2007); Cobre (Roussos e Gasparatos, 2009); e Boro (Amodio *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009).

Já no grupo das verduras e legumes, as variáveis excluídas foram: Relação SST/ATT (ratio) (Martins *et al.*, 2017; Mian *et al.*, 2021); Cinzas (Guilherme *et al.*, 2020); Açúcares Totais (Bender *et al.*, 2009; Kazimierczak *et al.*, 2014; Bender *et al.*, 2020); Açúcares Redutores (Kazimierczak *et al.*, 2014; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); Frutose (Mian *et al.*, 2021; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); Glicose (Mian *et al.*, 2021; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); Sacarose (Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); Fibras (Guilherme *et al.*, 2020); Carotenoides (Hallmann e Rembalkowska, 2012);  $\alpha$ -caroteno (Hallmann e Rembalkowska, 2012); Luteína (Hallmann e Rembalkowska, 2012); Clorofila (Moreira, Roura e Valle, 2003); Ácido Cafeico (Basay *et al.*, 2021); Ácido t-ferúlico (Basay *et al.*, 2021); Rutina (Caris-Veyrat *et al.*, 2004); Naringenina (Caris-Veyrat *et al.*, 2004); Cálcio (Bender *et al.*, 2009; Guilherme *et al.*, 2020); Ferro (Guilherme *et al.*, 2020); Potássio (Bender *et al.*, 2009; Guilherme *et al.*, 2020); Fósforo (Bender *et al.*, 2009; Guilherme *et al.*, 2020); Magnésio (Bender *et al.*, 2009; Guilherme *et al.*, 2020); Nitrogênio (Bender *et al.*, 2009;

Bender *et al.*, 2020); Zinco (Guilherme *et al.*, 2020); Enxofre (Guilherme *et al.*, 2020); Cobre (Guilherme *et al.*, 2020); e Cloro (Guilherme *et al.*, 2020).

Dessa forma, a presente pesquisa incluiu apenas as variáveis analisadas em quatro ou mais alimentos:

No grupo das frutas, as variáveis analisadas em quatro ou mais alimentos foram: 1- Umidade; 2- Sólidos Solúveis Totais (SST); 3- Acidez Titulável Total (ATT); 4- Relação SST/ATT (Ratio); 5- Potencial Hidrogeniônico (pH); 6- Açúcares Totais; 7- Açúcares Redutores; 8- Açúcares Não Redutores; 9- Vitamina C; 10- Licopeno; 11-  $\beta$ -caroteno; 12- Compostos Fenólicos Totais (CFT); 13- Flavonoides; 14- Antocianinas; e 15- Atividade Antioxidante.

No grupo das verduras e legumes, as variáveis analisadas em quatro ou mais alimentos foram: 1- Matéria Seca (MS); 2- Umidade; 3- Sólidos Solúveis Totais (SST); 4- Acidez Titulável Total (ATT); 5- Potencial Hidrogeniônico (pH); 6- Vitamina C; 7- Licopeno; 8-  $\beta$ -caroteno; 9- Compostos Fenólicos Totais (CFT); 10- Ácido Clorogênico; 11- Ácido Gálico; 12- Flavonoides; 13- Atividade Antioxidante e 14- Nitratos.

Levando em consideração então, todas essas seleções realizadas, a presente pesquisa definiu claramente a quantidade e porcentagem de frutas, verduras e legumes orgânicos, que mostraram, ou não, diferenças quanto a composição físico-química, quando comparados as suas versões convencionais.

Essas diferenças foram tabuladas com auxílio de planilhas eletrônicas, e foram divididas em três grupos para cada variável (característica físico-química) levantada (ORG: Alimentos Orgânicos com maiores teores que suas versões Convencionais, NDS: Alimentos Orgânicos e Convencionais que Não apresentaram Diferenças Significativas entre si, e CONV: Alimentos Convencionais com maiores teores que suas versões Orgânicas). Para comparar a porcentagem de alimentos desses três grupos, o teste do Qui-quadrado foi aplicado. Diferenças de porcentagens foram consideradas significativas quando o valor de probabilidade para o teste foi de 5% ou menor. As análises dos dados foram conduzidas usando o procedimento FREQ do software *Statistical Analysis System* (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA; versão 9.4). Os resultados foram então discutidos, através da exploração de toda informação necessária sobre o assunto.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As agências nacionais dos EUA, bem como as internacionais, não fazem distinção da composição química entre alimentos orgânicos e convencionais. Os dados sobre essa distinção, são de poucos estudos independentes, onde, alguns sugerem que os alimentos orgânicos tenham até 50% mais nutrientes que os produzidos convencionalmente (JACK, 2011).

A presente pesquisa, levantou, então, esses estudos independentes que analisaram e compararam as características físico-químicas de alimentos orgânicos e convencionais, podendo constatar o que foi destacado por Jack (2011): não existem muitas pesquisas nessa área. Esses estudos acabam se tornando ainda mais escassos, quando a pesquisa levou em consideração o adequado controle de variáveis que podem influenciar a composição de um alimento, como o tipo do solo, condições de ambiente (luz, temperatura e umidade), processamentos, armazenamento e variabilidade genética. O mesmo foi observado por Williams (2002), Borguini e Torres (2006), Williamson (2007), Lima e Vianello (2010) e Forman *et al.* (2012). Entretanto, foi essencial realizar essa seleção, para garantir comparações seguras da qualidade nutricional dos alimentos em sistemas diferentes de cultivo (WILLIAMS, 2002; STERTZ; FREITAS, 2005; FORMAN *et al.*, 2012).

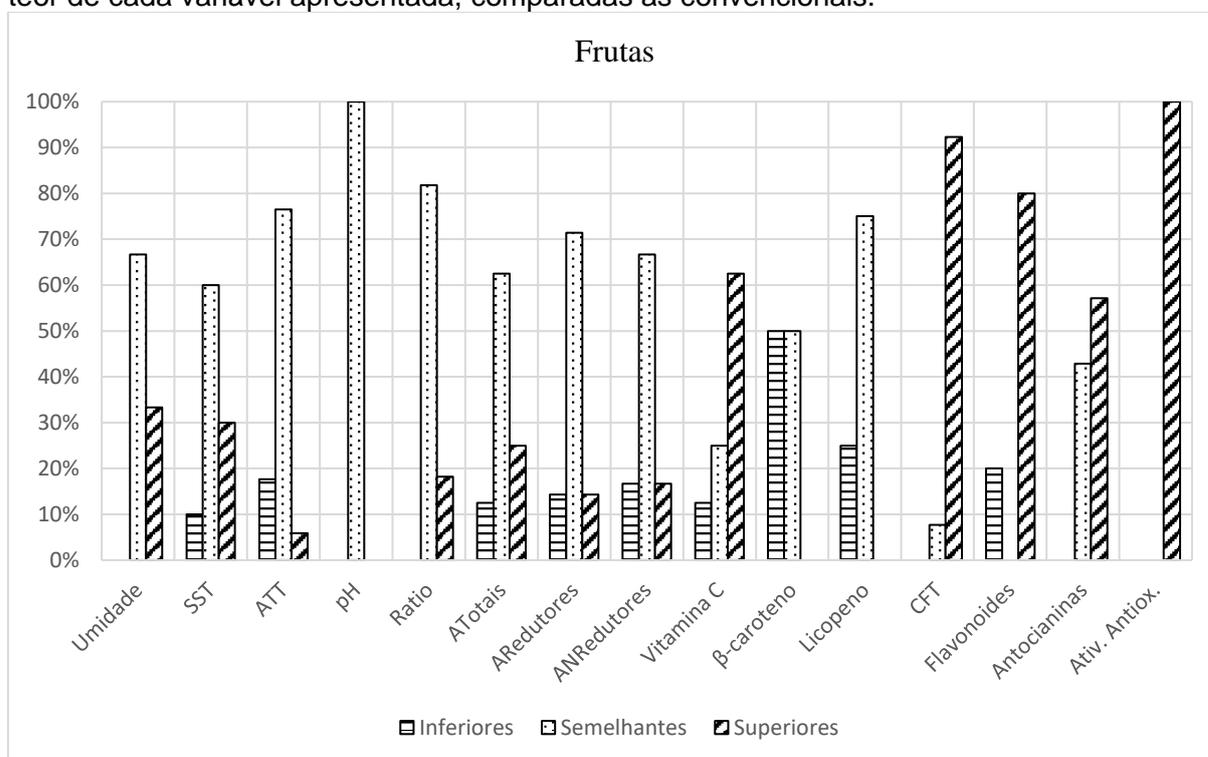
De acordo com a qualidade nutricional dos alimentos, eles podem ser divididos em três grandes grupos: alimentos construtores, energéticos e reguladores. Os construtores atuam na construção e reparação de tecidos do organismo, como ossos, pele e músculo, sendo eles ricos em proteínas, minerais e água, exemplos: água, carnes, peixes, leite e derivados, e ovos (SESC *et al.*, 2003; SILVA, 2020). Os energéticos atuam na disponibilização de calorias que geram a energia necessária para o funcionamento orgânico diário, sendo eles ricos em carboidratos (cada grama fornece 4 calorias), lipídeos (cada grama fornece 9 calorias) e proteínas (não é a principal função desse nutriente, entretanto, cada grama fornece 4 calorias), exemplos: pães, massas, farinhas, óleos, gorduras e manteiga. E os reguladores, que são aqueles que atuam na regulação do metabolismo e de outras funções orgânicas, auxiliando na prevenção de doenças e no crescimento, sendo eles ricos em água, proteínas, fibras, vitaminas e minerais, exemplos: água, frutas, verduras e legumes (SESC *et al.*, 2003; SILVA, 2020).

No presente estudo, como já ressaltado foram abordados frutas, verduras e legumes, que se enquadram no grupo dos alimentos reguladores e que possuem uma rica composição físico-química. A comparação nutricional dos alimentos orgânicos e convencionais, se dá através da análise dessa composição, levando em consideração o teor de água do alimento, matéria seca, açúcares, vitaminas, compostos antioxidantes, entre outros.

O conteúdo de água de um alimento é medido pelo teor de Umidade. E a Matéria Seca (MS), é a porção que sobra do alimento quando se retira a umidade. Normalmente a Matéria Seca é representada em porcentagem e varia muito de alimento para alimento, sendo influenciada pela cultivar e manejo de cultivo (RESENDE *et al.*, 2010; EMBRAPA, 2016).

Dos seis alimentos do grupo das frutas analisados pelos estudos levantados em relação ao teor de Umidade, quatro (66,67%) demonstraram teores semelhantes de Umidade entre os sistemas orgânico e convencional (Ribeiro *et al.*, 2012); e dois (33,33%) apresentaram maiores teores de Umidade em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Ribeiro *et al.*, 2012) (Figura 2).

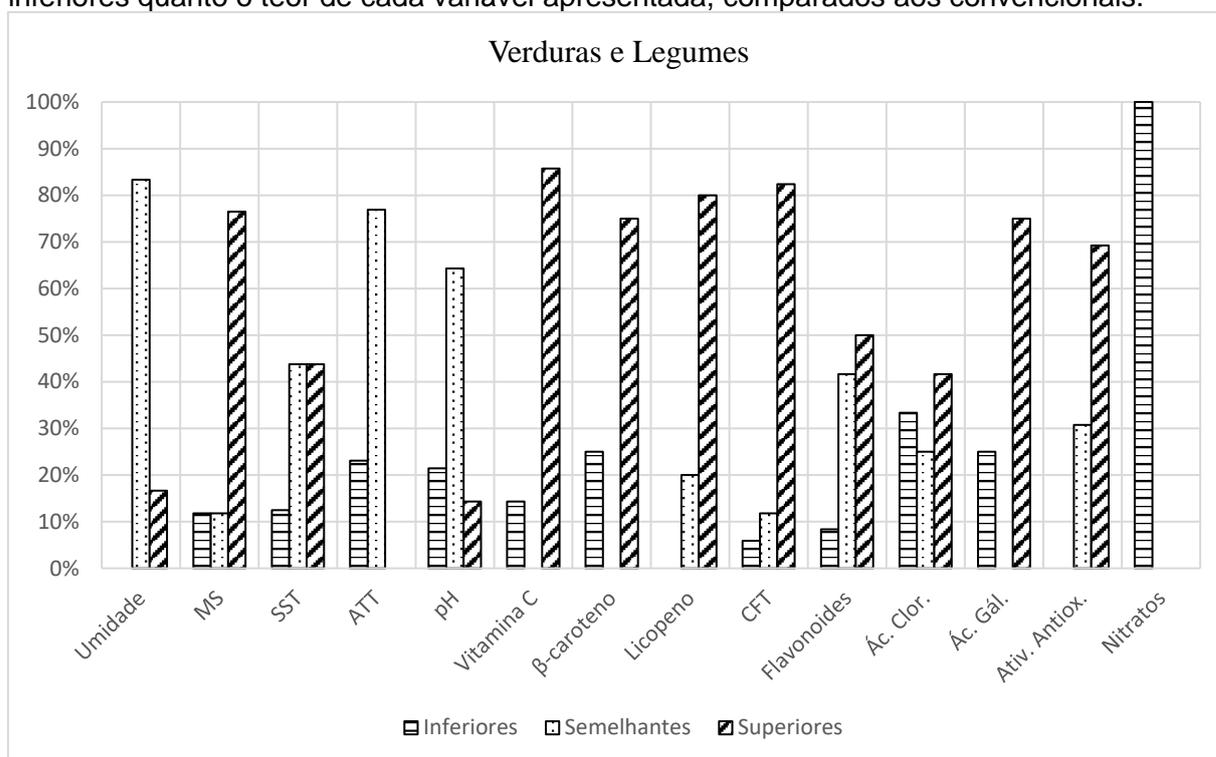
**Figura 2.** Porcentagem de frutas orgânicas que são superiores, iguais ou inferiores quanto ao teor de cada variável apresentada, comparadas as convencionais.



ATotais: Açúcares Totais; ARedutores: Açúcares Redutores; ANRedutores: Açúcares Não Redutores; Ativ. Antiox.: Atividade Antioxidante.

Dos seis alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao teor de Umidade, cinco (83,33%) apresentaram teores semelhantes de Umidade entre os sistemas orgânico e convencional (Moreira, Roura e Valle, 2003; Vinha *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2017; Guilherme *et al.*, 2020); e um (16,67%) apresentou maior teor de Umidade em sua versão orgânica comparada a convencional (Guilherme *et al.*, 2020) (Figura 3).

**Figura 3.** Porcentagem de verduras e legumes orgânicos que são superiores, iguais ou inferiores quanto o teor de cada variável apresentada, comparados aos convencionais.



Ác. Clor.: Ácido Clorogênico; Ác. Gál.: Ácido Gálico; Ativ. Antiox.: Atividade Antioxidante.

Sendo assim, em relação ao teor de Umidade, tanto as frutas, como as verduras e legumes orgânicos e convencionais não apresentaram diferenças significativas entre nenhum de seus grupos (ORG, NDS e CONV) (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Comparação das porcentagens de Frutas dos três grupos (ORG: Frutas Orgânicas com maiores teores que suas versões Convencionais, NDS: Frutas Orgânicas e Convencionais que não apresentaram Diferenças Significativas entre si; e CONV: Frutas Convencionais com maiores teores que suas versões Orgânicas) para cada variável analisada pelos estudos levantados.

| Variáveis    | Artigos (n <sub>1</sub> ) | Frutas (n <sub>2</sub> ) | ORG % (n)               | NDS % (n)               | CONV % (n)             | Valor de P |
|--------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| Umidade      | 1                         | 6                        | 33,33 (2)               | 66,67 (4)               | x                      | 0,4142     |
| SST          | 12                        | 20                       | 30,00 (6) <sup>ab</sup> | 60,00 (12) <sup>a</sup> | 10,00 (2) <sup>b</sup> | 0,0224     |
| ATT          | 10                        | 17                       | 5,88 (1) <sup>b</sup>   | 76,47 (13) <sup>a</sup> | 17,65 (3) <sup>b</sup> | 0,0007     |
| Ratio        | 6                         | 11                       | 18,18 (2) <sup>b</sup>  | 81,82 (9) <sup>a</sup>  | x                      | 0,0348     |
| pH           | 5                         | 11                       | x                       | 100,00 (11)             | x                      | x          |
| AT           | 3                         | 8                        | 25,00 (2)               | 62,50 (5)               | 12,50 (1)              | 0,1969     |
| AR           | 2                         | 7                        | 14,29 (1)               | 71,43 (5)               | 14,29 (1)              | 0,1017     |
| ANR          | 1                         | 6                        | 16,67 (1)               | 66,67 (4)               | 16,67 (1)              | 0,2231     |
| Vitamina C   | 9                         | 16                       | 62,50 (10) <sup>a</sup> | 25,00 (4) <sup>ab</sup> | 12,50 (2) <sup>b</sup> | 0,0388     |
| β-caroteno   | 2                         | 4                        | x                       | 50,00 (2)               | 50,00 (2)              | 1,0000     |
| Licopeno     | 2                         | 4                        | x                       | 75,00 (3)               | 25,00 (1)              | 0,3173     |
| CFT          | 9                         | 13                       | 92,31 (12) <sup>a</sup> | 7,69 (1) <sup>b</sup>   | x                      | 0,0023     |
| Flavonoides  | 4                         | 5                        | 80,00 (4)               | x                       | 20,00 (1)              | 0,1797     |
| Antocianinas | 4                         | 7                        | 57,14 (4)               | 42,86 (3)               | x                      | 0,7055     |
| AA           | 6                         | 8                        | 100,00 (8)              | x                       | x                      | x          |

n<sub>1</sub>: número total de artigos; n<sub>2</sub>: número total de frutas; % (n): Porcentagem (número de frutas); SST: Sólidos Solúveis Totais; ATT: Acidez Titulável Total; Ratio: relação entre STT e ATT; AT: Açúcares Totais; AR: Açúcares Redutores; ANR: Açúcares Não Redutores; CFT: Compostos Fenólicos Totais; AA: Atividade Antioxidante. <sup>a,b</sup>Porcentagens seguidas por uma mesma letra em cada característica não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste do Qui-quadrado. x: nenhuma fruta em um determinado grupo e, quando não há frutas em dois dos três grupos, não é possível realizar a comparação estatística.

**Tabela 2.** Comparação das porcentagens de Verduras e Legumes dos três grupos (ORG: Verduras e legumes Orgânicos com maiores teores que suas versões Convencionais, NDS: Verduras e Legumes Orgânicos e Convencionais que não apresentaram Diferenças Significativas entre si; e CONV: Verduras e Legumes Convencionais com maiores teores que suas versões Orgânicas) para cada variável analisada pelos estudos levantados.

| Variáveis    | Artigos (n <sub>1</sub> ) | Verduras e Legumes (n <sub>2</sub> ) | ORG % (n)               | NDS % (n)              | CONV % (n)              | Valor de P |
|--------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------|
| Umidade      | 4                         | 6                                    | 16,67 (1)               | 83,33 (5)              | x                       | 0,1025     |
| Matéria Seca | 7                         | 17                                   | 76,47 (13) <sup>a</sup> | 11,76 (2) <sup>b</sup> | 11,76 (2) <sup>b</sup>  | 0,0008     |
| SST          | 8                         | 16                                   | 43,75 (7)               | 43,75 (7)              | 12,50 (2)               | 0,2096     |
| ATT          | 6                         | 13                                   | x                       | 76,92 (10)             | 23,08 (3)               | 0,0522     |
| pH           | 6                         | 14                                   | 14,29 (2) <sup>b</sup>  | 64,29 (9) <sup>a</sup> | 21,43 (3) <sup>ab</sup> | 0,0464     |
| Vitamina C   | 10                        | 14                                   | 85,71 (12) <sup>a</sup> | x                      | 14,29 (2) <sup>b</sup>  | 0,0075     |
| β-caroteno   | 4                         | 8                                    | 75,00 (6)               | x                      | 25,00 (2)               | 0,1573     |
| Licopeno     | 3                         | 5                                    | 80,00 (4)               | 20,00 (1)              | x                       | 0,1797     |
| CFT          | 7                         | 17                                   | 82,35 (14) <sup>a</sup> | 11,76 (2) <sup>b</sup> | 5,88 (1) <sup>b</sup>   | <0,0001    |
| Flavonoides  | 5                         | 12                                   | 50,00 (6)               | 41,67 (5)              | 8,33 (1)                | 0,1738     |
| AC           | 4                         | 12                                   | 41,67 (5)               | 25,00 (3)              | 33,33 (4)               | 0,7788     |
| AG           | 2                         | 4                                    | 75,00 (3)               | x                      | 25,00 (1)               | 0,3173     |
| AA           | 6                         | 13                                   | 69,23 (9)               | 30,77 (4)              | x                       | 0,1655     |
| Nitratos     | 4                         | 4                                    | x                       | x                      | 100,00 (4)              | x          |

n<sub>1</sub>: número total de artigos; n<sub>2</sub>: número total de Verduras e Legumes; % (n): Porcentagem (número de Verduras e Legumes); SST: Sólidos Solúveis Totais; ATT: Acidez Titulável Total; CFT: Compostos Fenólicos Totais; AC: Ácido Clorogênico; AG: Ácido Gálico; AA: Atividade Antioxidante. <sup>a,b</sup>Porcentagens seguidas por uma mesma letra em cada característica não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste do Qui-quadrado. x: nenhuma verdura e legume em um determinado grupo e, quando não há verduras e legumes em dois dos três grupos, não é possível realizar a comparação estatística.

Ao abordar a variável matéria seca, foi possível levantar apenas alimentos do grupo das verduras e legumes. Dos 17 alimentos analisados, 13 (76,48%) apresentaram maiores teores de Matéria Seca nas suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Caris-Veyrat *et al.*, 2014; Resende *et al.*, 2010; Hallmann e Rembialkowska, 2012; Kazimierczak *et al.*, 2014; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); dois (11,76%) apresentaram teores semelhantes de Matéria Seca entre os sistemas (Bender *et al.*, 2009; Bender *et al.*, 2020); e dois (11,76%) apresentaram menores teores nas suas versões orgânicas comparados as convencionais (Resende *et al.*, 2010) (Figura 3).

Dessa forma, em relação ao teor de Matéria Seca das verduras e legumes, o grupo ORG (76,47%) foi significativamente superior ao grupo NDS (11,76%) e ao CONV (11,76%), enquanto estes dois últimos não apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 2). Outras revisões que também observaram maior teor

de Matéria Seca nos alimentos orgânicos foram Darolt (2003), Rembialkowska (2007), Lairon (2010) e Yu *et al.* (2018).

Observa-se que o nível de Matéria Seca normalmente é maior nas plantas orgânicas quando comparadas as convencionais, provavelmente porque na fertilização de sistemas orgânicos, o nitrogênio é absorvido pela planta após a mineralização, não “forçando” o crescimento da planta, tendo assim, um maior teor de Matéria Seca (CARIS-VEYRAT *et al.*, 2004).

Hallmann e Rembialkowska (2012), explicam que os adversários da agricultura orgânica dizem que os alimentos orgânicos passam por estresse hídrico e por isso apresentam maiores teores de Matéria Seca que os convencionais. Entretanto, as autoras reforçam que os pimentões orgânicos e convencionais avaliados por elas, foram irrigados regularmente, e o conteúdo de Matéria Seca foi maior nas culturas orgânicas, o que segundo as autoras esse é mais um resultado do metabolismo diferente das plantas orgânicas e convencionais.

Devido ao provável maior teor de Matéria Seca apresentado pelos alimentos orgânicos, os nutrientes podem se concentrar, principalmente se as análises ocorrerem em peso seco, já que o valor nutricional dos alimentos é proporcional ao teor de Matéria Seca (BOURN; PRESCOTT, 2002; MARTINS *et al.*, 2017).

Observando então os elementos nutricionais dos alimentos, observa-se a variável Sólidos Solúveis Totais, que é o total de sólidos de um alimento dissolvidos em água: açúcares, minerais, proteínas e ácidos. Eles são importantes tanto para o consumo dos alimentos (sabor), quanto para indústria (economia e rendimento). Como sua maior parte se trata dos açúcares, observa-se grande importância na qualidade organoléptica e nutricional das frutas; já nos vegetais essa é mais uma característica de preservação, pois quanto maior o teor de Sólidos Solúveis, maior sua duração. Entretanto, sobre a questão organoléptica pode não ter muita influência, já que o consumidor não espera um vegetal adocicado (SILVA, *et al.*, 2011; RIBEIRO, *et al.*, 2012; VINHA *et al.*, 2014; AMARANTE *et al.*, 2015).

Dos 20 alimentos do grupo das frutas analisados em relação ao teor de Sólidos Solúveis Totais, 12 (60%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Roussos e Gasparatos, 2009; Raganold *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2012; Kohn *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019; Srinil *et al.*, 2020; Sangiorgio *et al.*, 2021); seis (30%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Fischer *et al.*, 2007; Raganold *et*

*al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2012; Amarante *et al.*, 2015; Zahedipour *et al.*, 2019; Srinil *et al.*, 2020); e dois (10%) apresentaram menores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Amodio *et al.*, 2007; Petry *et al.*, 2012) (Figura 2).

Dos 16 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao teor de Sólidos Solúveis Totais, sete (43,75%), apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Basay *et al.*, 2009; Bender *et al.*, 2009; Resende *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2017; Guilherme *et al.*, 2020; Mian *et al.*, 2021); sete (43,75%) demonstraram maiores teores nas suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Resende *et al.*, 2010; Guilherme *et al.*, 2020; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021; Vinha *et al.*, 2021); e dois (12,5%) menores teores nas versões orgânicas comparadas as convencionais (Resende *et al.*, 2010) (Figura 3).

De acordo com Guilherme *et al.*, (2020), um maior teor de Sólidos Solúveis poderia ser visto nos alimentos orgânicos devido à redução desses compostos ocasionada pela fertilização nitrogenada da agricultura convencional, entretanto, a presente pesquisa não observou tal fato, onde o grupo NDS (60%) das frutas não apresentou diferenças significativas quanto ao grupo ORG (30%), mas foi significativamente superior ao grupo CONV (10%); já os grupos ORG (30%) e CONV (10%) não apresentaram diferenças significativas entre si; e os grupos das verduras e legumes não apresentaram nenhuma diferença significativa quanto ao teor de Sólidos Solúveis Totais (Tabela 1 e 2).

Além dos Sólidos Solúveis Totais, o pH e a Acidez de um alimento também são importantes para sua característica sensorial, porém ao invés de serem responsáveis pela doçura, eles determinam o sabor ácido ou azedo do alimento e, também, são importantes para aumentar a durabilidade do mesmo, podendo determinar seu grau de maturidade. Em geral, há uma diminuição da acidez com o amadurecimento das frutas, e as hortaliças normalmente já possuem baixa acidez, e por isso são susceptíveis à deterioração por bactérias (BORGUINI, 2006; ARROUCHA *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2017).

O pH e a Acidez de um alimento dependem do tipo e concentração dos ácidos existentes, da espécie do alimento, do seu grau de maturação, da atividade microbiana, da variedade do alimento, da idade da planta, da temperatura, do local de plantio, da época, de danos físicos e das condições de cultivo (MOREIRA; ROURA; VALLE, 2003; CAVALCANTI *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2017; SANGIORGIO *et al.*, 2021).

De acordo com Guilherme *et al.* (2020) e Cavalcanti *et al.* (2006), um maior teor de acidez seria um ponto negativo em um alimento, deixando o mesmo com sabor mais azedo e por consequência com menor palatabilidade, além disso, os alimentos ácidos, quando consumidos em excesso, poderiam gerar lesões erosivas na coroa dentária, o que causaria uma predisposição a carie. Em contrapartida, Pinho *et al.* (2008) e Resende *et al.* (2012), afirmam que uma maior acidez seria um ponto positivo, isso porque, um menor teor de ácidos poderia gerar uma maior susceptibilidade a microrganismos que causam doenças e deterioração diminuindo a durabilidade do alimento.

Do ponto de vista nutricional, os ácidos são antioxidantes, protegem a vitamina C em frutas que são submetidas ao congelamento, inativam traços de metais pesados, e na agricultura aumentam a disponibilidade de fósforo para as plantas (FIB, 2014; REIS *et al.*, 2016; SCOPEL *et al.*, 2017).

Dos 17 alimentos do grupo das frutas analisados em relação Acidez Titulável Total, 13 (76,47%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Fischer *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2009; Raganold *et al.*, 2010; Petry *et al.*, 2012; Ribeiro *et al.*, 2012; Amarante *et al.*, 2015; Kohn *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019); três (17,65%) apresentaram menores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Raganold *et al.*, 2010; Zahedipour *et al.*, 2009; Sangiorgio *et al.*, 2021); e um (5,88%) apresentou maior teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Raganold *et al.*, 2010) (Figura 2).

Dos 13 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação a Acidez Titulável Total, 10 (76,92%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Moreira, Roura e Valle, 2003; Resende *et al.*, 2010; Kazimierczak *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2017; Guilherme *et al.*, 2020); e três (23,08%) apresentaram menores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Resende *et al.*, 2010; Mian *et al.*, 2021) (Figura 3).

Os 11 alimentos (100%) do grupo das frutas analisados em relação ao pH, apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Roussos e Gasparatos, 2009; Ribeiro *et al.*, 2012; Kohn *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019; Srinil *et al.*, 2020) (Figura 2).

Dos 14 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao pH, nove (64,28%) apresentaram pH igual em sistemas orgânico e convencional (Moreira, Roura e Valle, 2003; Resende *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2017; Guilherme

*et al.*, 2020); três (21,43%) apresentaram menor pH em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Vinha *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2017; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); e dois (14,29%) apresentaram maior pH em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Resende *et al.*, 2010; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021) (Figura 3).

Segundo Guilherme *et al.* (2020), os fertilizantes nitrogenados da agricultura convencional aumentariam a acidez de um alimento, e Dangour *et al.* (2009) que também realizaram um trabalho de revisão, observaram esse resultado, encontrando uma maior acidez nos alimentos orgânicos comparados aos convencionais, entretanto, a presente pesquisa não observou esse fato, onde de acordo com a variável Acidez Titulável Total, o grupo NDS (76,47%) das frutas foi significativamente superior aos grupos ORG (5,88%) e CONV (17,65%), e estes não apresentaram diferenças significativas entre si; observa-se ainda que 100% das frutas se encontram no grupo NDS para pH, entretanto, como não há frutas em dois dos três grupos levantados, não foi possível realizar uma comparação estatística (Tabela 1).

Enquanto isso, as verduras e legumes não apresentaram diferenças significativas em relação a Acidez Titulável Total; e sobre o pH, o grupo NDS (64,29%) foi significativamente superior ao grupo ORG (14,29%), já o grupo CONV (21,43%) não apresentou diferenças significativas comparado aos dois grupos (Tabela 2).

É essencial que haja um equilíbrio entre a doçura de um alimento e a sua Acidez (ZAHEDIPOUR *et al.*, 2019). Esse equilíbrio é medido pela Relação SST/ATT (Ratio). Sendo assim, essa variável é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor apresentado pelo fruto, e quanto maior essa relação, melhor, devido ao melhor equilíbrio entre doçura e acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005; RIBEIRO, *et al.*, 2012).

Ao abordar a variável Relação SST/ATT (Ratio), foi possível levantar apenas alimentos do grupo das frutas. Dos 11 alimentos desse grupo, analisados, nove (81,82%) apresentaram Ratio semelhante entre os sistemas orgânico e convencional (Fischer *et al.*, 2007; Roussos e Gasparatos, 2019; Petry *et al.*, 2012; Ribeiro *et al.*, 2012; Kohn *et al.*, 2015); e dois (18,18%) apresentaram maior Ratio em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Ribeiro *et al.*, 2012; Zahedipour *et al.*, 2019) (Figura 2).

Não se observando assim, diferenças no teor de Ratio entre frutas orgânicas e convencionais, havendo superioridade significativa no grupo NDS (81,82%)

comparado ao ORG (18,18%), enquanto no grupo CONV não se observa nenhum alimento (Tabela 1).

Os carboidratos presentes nos alimentos são os principais fornecedores de energia para manutenção das atividades orgânicas dos seres humanos. Eles são encontrados na forma de amido e açúcares, e são em sua grande maioria vegetais, com exceção da lactose do leite e do glicogênio no tecido animal; os carboidratos são classificados em simples e complexos. Os simples, como o próprio nome já diz, são formados por carboidratos simples (monossacarídeos), e os complexos por cadeias complexas de açúcares (dois ou mais monossacarídeos). Os carboidratos com dois monossacarídeos são chamados de dissacarídeos, os com três a dez são chamados de oligossacarídeos, e os com mais de dez são os polissacarídeos, podendo apresentar uma digestão e absorção mais prolongada (SEYFFARTH, 2009; SANTOS; GEMMER; OLIVEIRA, 2016).

Os monossacarídeos (glicose, frutose e galactose), também são chamados de Açúcares Redutores (AR), pois possuem um grupo de aldeído ou cetona que ficam livres em solução aquosa, que podem reduzir o Bromo. Os demais carboidratos são os Açúcares Não Redutores (ANR), porque não possuem aldeídos ou cetonas livres em solução aquosa e, portanto, não são capazes de reduzir o Bromo; os Açúcares Totais são os mono e dissacarídeos (SANTOS; GEMMER; OLIVEIRA, 2016). O sabor dos alimentos é afetado consideravelmente de acordo com o teor de açúcares, principalmente dos açúcares redutores que são os mais importantes quanto a isso (RIBEIRO *et al.*, 2012).

Ao abordar as variáveis Açúcares Totais, Açúcares Redutores e Açúcares Não Redutores, foi possível levantar apenas alimentos do grupo das frutas.

Dos oito alimentos analisados em relação aos Açúcares Totais, cinco (62,5%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Ribeiro *et al.*, 2012); dois (25%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Kohn *et al.*, 2015; Zahedipour *et al.*, 2019); e um (12,5%) apresentou menor teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Ribeiro *et al.*, 2012) (Figura 2).

Dos sete alimentos analisados em relação aos Açúcares redutores, cinco (71,42%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Ribeiro *et al.*, 2012); um (14,29%) apresentou maior teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Kohn *et al.*, 2015); e um (14,29%) apresentou

menor teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Ribeiro *et al.*, 2012) (Figura 2).

Dos seis alimentos analisados em relação aos Açúcares Não Redutores, quatro (66,66%) apresentaram teores isemelhantes de Açúcares Não Redutores entre os sistemas orgânico e convencional (Ribeiro *et al.*, 2012); um (16,67%) apresentou maior teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Ribeiro *et al.*, 2012); e um (16,67%) apresentou menor teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Ribeiro *et al.*, 2012) (Figura 2).

De acordo com Borguini (2006) e Rembialkowska (2007), os alimentos orgânicos podem apresentar maiores teores de açúcares que os convencionais, o que conferiria aos mesmo uma melhor característica organoléptica. Entretanto, Ribeiro *et al.* (2012) afirma que não há comprovação dessa afirmação, e em concordância, a presente pesquisa também não observou diferenças significativas entre nenhum grupo das frutas em relação aos Açúcares Totais, Redutores e Não Redutores, como pode ser visto na Tabela 1.

As *Dietary Reference Intakes* (DRIs), mostram as recomendações nutricionais mais recentes adotadas pelos EUA e Canadá. As DRIs vêm sendo atualizadas ao longo dos anos e possuem 4 categorias, dentre elas, observa-se as *Recommended Dietary Allowances* (RDAs) que estipulam o nível médio de ingestão alimentar diária suficiente para atender às necessidades de nutrientes de quase todos indivíduos saudáveis (97 a 98% por cento) (PADOVANI *et al.*, 2006).

Segundo a RDA (Ross *et al.*, 2011a,b) a recomendação de carboidratos para crianças, mulheres e homens adultos é de 130g/dia, ou de 45 a 65% do Valor Energético Total (VET) diário, e os carboidratos simples não devem ultrapassar 25% do VET; já a Organização mundial da Saúde (OMS) (2003) recomenda de 45 a 75% de carboidratos totais do VET, e menos de 10% para carboidratos simples.

De acordo com o caderno de legislação do PNAE (Brasil, 2021b), recomenda-se que os açúcares simples adicionados na alimentação escolar pública brasileira, não ultrapassem 7% da energia total dos cardápios destinados as crianças maiores de 3 anos. Além disso, o caderno de legislação também determina que o nutricionista, ao elaborar os cardápios destinados aos alunos, deve atender porcentagens das necessidades nutricionais descritas pelo mesmo, utilizando os seguintes materiais recomendados: Para energia, utilizar as recomendações da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO); para Carboidratos, Proteínas e Lipídios

as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS); e para vitaminas e minerais as recomendações das Dietary Reference Intakes (DRIs) (BRASIL, 2021b).

Além dos nutrientes construtores e energéticos que foram citados até o momento, os nutrientes reguladores também possuem extrema importância para prevenção de doenças e promoção da saúde. Para melhor elucidar essa questão, é essencial o desdobramento quanto ao efeito deletério dos radicais livres, que são moléculas orgânicas e inorgânicas e átomos que possuem alta instabilidade, meia-vida extremamente curta e reatividade química muito alta; sua presença afeta muitas funções fisiológicas, e sua formação ocorre durante o metabolismo celular e a exposição a fatores externos como: radiações gama e ultravioletas, tabagismo, medicamentos, e dieta com o consumo excessivo de frituras e refinados (BIANCHI; ANTUNES, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 2014).

O desequilíbrio entre as moléculas oxidantes (radicais livres) e antioxidantes, causa danos celulares, e é chamado de estresse oxidativo. A produção de muitos radicais livres pode causar danos e mortes celulares, podendo estar associado a mais de 50 doenças relacionadas a danos no DNA e degenerativas, como: cardiopatias, problemas pulmonares, aterosclerose, cânceres, Parkinson, Alzheimer, artrite, disfunção cerebral, diabetes mellitus, catarata, envelhecimento, esclerose múltipla, inflamações crônicas e doenças do sistema imune (BIANCHI; ANTUNES, 1999; BORGUINI, 2006; BRASIL, 2014; VASCONCELOS *et al.*, 2014).

Dessa forma, a prevalência de mecanismos de defesa que inibem e reduzem as lesões celulares causadas pelos radicais livres é muito importante para evitar tais danos; esses mecanismos de defesa são chamados de compostos antioxidantes, alguns deles foram levantados pela presente pesquisa: Vitamina C, Licopeno,  $\beta$ -caroteno, Compostos Fenólicos Totais e específicos: Flavonoides, Antocianinas, Ácido Clorogênico e Gálico, porém existem outras inúmeras substâncias antioxidantes. As frutas, verduras e legumes possuem grandes quantidades desses compostos e estão ligadas à redução do desenvolvimento de doenças causadas pelos radicais livres (BIANCHI; ANTUNES, 1999; BORGUINI, 2006; MACIEL *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2016).

A vitamina C, além de sua função antioxidante, é importantíssima para cicatrização, defesa contra infecções orgânicas, síntese de colágeno (existente em praticamente todos os tecidos do corpo), atuação como cofator de enzimas, aumento

da fotoproteção e prevenção de escorbuto, e na natureza é encontrada apenas em frutas, verduras e legumes (MANELA-AZULAY *et al.*, 2003; YU *et al.*, 2018).

Dos 16 alimentos do grupo das frutas analisados em relação ao teor de Vitamina C, dez (62,5%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Carbonaro *et al.*, 2002; Amodio *et al.*, 2007; Raganold *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011; Kohn *et al.*, 2015; Pertuzatti *et al.*, 2015; Srinil *et al.*, 2020); quatro (25%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas (Carbonaro *et al.*, 2002; Cardoso *et al.*, 2011; Kazimierczak *et al.*, 2015); e dois (12,5%) apresentaram menores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Cardoso *et al.*, 2011; Petry *et al.*, 2012) (Figura 2).

Dos 14 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao teor de Vitamina C, 12 (85,72%) apresentaram maiores teores nas suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Moreira, Roura e Valle, 2003; Caris-Veyrat *et al.*, 2004; Citak e Sonmez, 2010; Silva *et al.*, 2011; Hallmann e Rembialkowska, 2012; Kazimierczak *et al.*, 2014; Vinha *et al.*, 2014; Bender *et al.*, 2020; Mian *et al.*, 2021); e dois (14,28%) apresentaram menores teores nas versões orgânicas comparadas as convencionais (Caris-Veyrat *et al.*, 2004; Bender *et al.*, 2009) (Figura 3).

Dessa forma, tanto as frutas, quanto as verduras e legumes levantados pela presente pesquisa apresentaram maiores teores de vitamina C em suas versões orgânicas comparadas as convencionais. O grupo ORG (62,5%) das frutas foi significativamente superior ao grupo CONV (12,50%), já o grupo NDS (25,00%), não diferiu significativamente de nenhum dos grupos. O grupo ORG (85,72%) das verduras e legumes, apresentou superioridade significativa ao grupo CONV (14,29%), enquanto no grupo NDS não se observa nenhum alimento (Tabelas 1 e 2).

Worthington (2001), Williams (2002), Darolt (2003), Magkos *et al.* (2003), Rembialkowska (2007), Williamson (2007), Lima e Vianello (2010), Forman *et al.* (2012) e Yu *et al.* (2018), são revisões que também encontraram maiores teores de vitamina C nos alimentos orgânicos comparados aos convencionais.

Uma teoria para tal resultado, seria devido aos fertilizantes nitrogenados da agricultura convencional, e sua grande dose de nitrogênio, aumentando a produção de proteínas e diminuindo a de carboidratos, e por consequência, a de ácido ascórbico (vitamina C), vitamina que depende do carboidrato para ser formada (PETRY *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2011).

Já Kazimierczak *et al.* (2014), Guilherme *et al.* (2020) e Mian *et al.* (2021), afirmam que o teor de vitamina C se apresenta maior nos alimentos orgânicos, devido a relação C/N, onde a elevada fertilização com nitrogênio (N), inibe a formação de metabólitos secundários que não possuem nitrogênio em sua molécula, como a vitamina C, ácidos fenólicos e flavonoides.

Enquanto isso, Cardoso *et al.* (2011) explica que a lentidão da absorção do nitrogênio pela planta na agricultura orgânica, aumenta e concentra a quantidade a vitamina C, além disso, os agrotóxicos prejudicam indiretamente a qualidade nutricional das frutas, verduras e legumes, já que afetam a ecologia do solo, e os microrganismos que produzem compostos importantes para plantas, como o lactato e o citrato, que se combinam com os minerais do solo e os tornam mais disponíveis para raízes das plantas (WORTHINGTON, 2001). Moreira, Roura e Valle (2003), ainda ressaltam que os agrotóxicos podem afetar a labilidade da vitamina C durante o armazenamento de um alimento.

É importante frisar que a vitamina C é um nutriente muito lábil, podendo ser afetada pelo tempo de armazenamento, luz, altas ou muito baixas temperaturas, teor de umidade, metais pesados, poluentes atmosféricos, agrotóxicos e danos físicos (MOREIRA; ROURA, VALLE, 2003).

Segundo a RDA a recomendação de vitamina C para mulheres adultas é de 75mg/dia, para homens adultos 90 mg/dia, e para crianças de 6 a 12 meses é de 50mg/dia, de 1 a 3 anos de 15 mg/dia, e de 4 a 8 anos 25 mg/dia (ROSS *et al.*, 2011c).

Na alimentação das escolas públicas brasileiras, é obrigatório a oferta de alimentos fonte de ferro heme no mínimo quatro dias por semana, e quando ofertar ferro não heme, é preciso que o mesmo seja acompanhado de nutrientes que facilitam sua absorção, como a vitamina C. Além disso, a vitamina C é um micronutriente prioritário em creches (crianças de 7 meses a 3 anos) e, portanto, deve estar explícito nas fichas técnicas elaboradas pelo nutricionista (BRASIL, 2021b).

Além dos antioxidantes, os compostos bioativos (nutrientes ou outras substâncias que promovem e mantêm a saúde orgânica) também são exemplos de elementos reguladores. Os alimentos que além da nutrição básica, são capazes de fornecer ao organismo humano esses compostos, são chamados de alimentos funcionais, alguns exemplos de compostos bioativos podem ser observados no presente estudo, como os carotenoides e os compostos fenólicos totais e específicos (flavonoides e antocianinas), outros compostos bioativos existentes são: carboidratos

não digeríveis (fibras solúvel e insolúvel), esteroides vegetais, fito estrógenos, ácidos graxos poli-insaturados (ômega-3, EPA e DHA), prebióticos e probióticos (FIGUEIREDO; CARVALHO, 2015).

Os compostos bioativos além de possuírem função antioxidante, também estão associados ao auxílio na redução do peso, ao bloqueio da atividade de toxinas virais ou bacterianas, a ativação de enzimas, a inibição da absorção de colesterol, a destruição de bactérias nocivas no trato gastrointestinal e a redução de aterosclerose. O consumo desses componentes é importante e há necessidade de incentivo para maior ingestão dietética dos mesmos (FIGUEIREDO; CARVALHO, 2015).

Abordando então os carotenoides, observa-se que eles são mais 600 estruturas, caracterizadas como pigmentos, do amarelo ao vermelho, presentes em frutas, vegetais, fungos, alguns pássaros e animais marinhos, e flores; eles são os principais precursores de vitamina A. A conversão dos carotenoides para vitamina A ocorre naturalmente no fígado e eles são extremamente importantes para saúde humana, pois além de todos os benefícios que geram por se tratarem de antioxidantes e compostos bioativos, ainda são essenciais para visão e sistema imune; nas plantas os carotenoides são importantes para absorção da luz do sol e são fotoprotetores contra danos oxidativo (BIANCHI; ANTUNES, 1999; BORGUINI, 2006; UENOJO; MARÓSTICA JÚNIOR; PASTORE, 2007; FIGUEIREDO; CARVALHO, 2015).

O  $\beta$ -caroteno é o mais importante carotenoide precursor da vitamina A, e juntamente com o Licopeno, um carotenoide comumente presente nos tomates e seus derivados, estão relacionados ao aumento da resposta imune, da proteção contra doenças degenerativas, e da redução de riscos de doenças cardíacas, dislipidemias, cânceres de próstata, pulmão, pele e bexiga (BIANCHI; ANTUNES, 1999; BENDER *et al.*, 2009; CARIS-VEYRAT *et al.*, 2004; UENOJO; MARÓSTICA JÚNIOR; PASTORE, 2007).

Dos quatro alimentos do grupo das frutas analisados em relação ao teor de  $\beta$ -caroteno, dois (50%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas orgânico e convencional (Cardoso *et al.*, 2011); e dois (50%) apresentaram menores teores nas suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Cardoso *et al.*, 2011; Pertuzatti *et al.*, 2015) (Figura 2).

Dos oito alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao teor de  $\beta$ -caroteno, seis (75%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Caris- Veyrat *et al.*, 2004; Hallmann e

Rembialkowska, 2012); e dois (25%) apresentaram menores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Bender *et al.*, 2009; Mian *et al.*, 2021) (Figura 3).

Dos quatro alimentos do grupo das frutas analisados em relação ao teor de Licopeno, três (75%) apresentaram teores semelhantes entre sistemas orgânico e convencional (Cardoso *et al.*, 2011); e um (25%) apresentou menor teor na sua versão orgânica comparada a convencional (Pertuzatti *et al.*, 2015) (Figura 2).

Dos cinco alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao teor de Licopeno, quatro (80%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas em relação as convencionais (Caris-Veyrat *et al.*, 2004; Vinha *et al.*, 2014); e um (20%) apresentou teor semelhante entre os sistemas (Mian *et al.*, 2021) (Figura 3).

Yu *et al.* (2018), também realizaram uma revisão de literatura, observaram maiores teores de carotenoides nos alimentos orgânicos comparados aos convencionais, entretanto, a presente pesquisa não observou nenhuma diferença significativa para  $\beta$ -caroteno e Licopeno, tanto nos grupos das frutas quanto nos das verduras e legumes (Tabelas 1 e 2). Esse é um achado muito importante, visto que um sistema de produção mais sustentável possui a mesma capacidade de fornecimento desses compostos, possuindo assim grande relevância, já que o corpo humano não é capaz de sintetizar os carotenoides, adquirindo-os através dos alimentos, principalmente de frutas, verduras e legumes (YU *et al.*, 2018).

Segundo a RDA a recomendação de vitamina A para mulheres adultas é de 700  $\mu\text{g}/\text{dia}$ , para homens adultos é de 900  $\mu\text{g}/\text{dia}$ , para crianças de 6 meses a 3 anos é de 300  $\mu\text{g}/\text{dia}$ , de 4 a 8 anos 400  $\mu\text{g}/\text{dia}$ , e de 9 a 13 anos 600  $\mu\text{g}/\text{dia}$  (ROSS *et al.*, 2011c).

Na alimentação escolar pública brasileira, a vitamina A é um micronutriente prioritário em creches (crianças de 7 meses a 3 anos) e, portanto, deve estar explícito nas fichas técnicas elaboradas pelo nutricionista. Além disso, é obrigatória a oferta de alimentos fontes de vitamina A pelo menos 3 dias por semana nos cardápios escolares (BRASIL, 2021b).

Os Compostos Fenólicos ou Polifenóis, são metabólitos secundários produzidos pelas plantas durante seu desenvolvimento ou como respostas a estresses, e podem ser divididos em dois grupos, os Flavonoides (antocianinas, flavonóis e isoflavonas) e os Não Flavonoides (ácidos fenólicos, como o Ácido

Clorogênico e o Ácido Gálico), existindo mais de 8.000 compostos fenólicos já identificados (PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014).

Eles normalmente estão relacionados ao mecanismo de defesa das plantas, entretanto, são importantes também para atrair abelhas, acelerando a polinização, dar cor as plantas para camuflagem e defesa contra herbívoros, além das atividades antifúngicas e antibacterianas (LIN *et al.*, 2016; ZAHEDIPOUR *et al.*, 2019).

Os Compostos Fenólicos são abundantes em alimentos vegetais e, provavelmente, os antioxidantes mais ricos na dieta humana, além de sua função antioxidante e bioativa, eles também podem ter ação antienvhecimento, antialérgica, antimicrobiana, antitrombótica, anti-inflamatória e antiproliferativa, além de prevenir síndrome metabólica, cânceres, diabetes mellitus, distúrbio neurológicos, aterosclerose e dislipidemias (MACIEL *et al.*, 2011; FIGUEIREDO; CARVALHO, 2015; LIN *et al.*, 2016; BASAY *et al.*, 2021).

Em função dos benefícios desses compostos, se há buscas por alimentos que possam possuir maiores teores dos mesmos, e nesse sentido, observa-se os alimentos orgânicos (HALLMANN; REMBIALKOWSKA, 2012; KAZIMIERCZAK *et al.*, 2015). Isso porque, o teor dos compostos fenólicos de um alimento pode ser influenciado pela cultivar, ambiente, tipo de solo, condições de crescimento e de armazenamento, mas também pelos modos de cultivos, orgânico ou convencional (LUTHRIA *et al.*, 2012).

Dos 13 alimentos do grupo das frutas analisados em relação ao teor de Compostos Fenólicos Totais, 12 (92,31%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Carbonaro *et al.*, 2002; Amodio *et al.*, 2007; Raganold *et al.*, 2010; Maciel *et al.*, 2011; Kazimierczak *et al.*, 2015; Kohn *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019; Zahedipour *et al.*, 2019); e um (7,69%) apresentou teor semelhante entre os sistemas (Roussos e Gasparatos, 2009) (Figura 2).

Dos 17 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação ao teor de Compostos Fenólicos Totais, 14 (82,36%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Arbos *et al.*, 2010; Hallmann e Rembalkowska, 2012; Luthria *et al.*, 2012; Vinha *et al.*, 2014; Basay *et al.*, 2021; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); dois (11,76%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas (Luthria *et al.*, 2012; Basay *et al.*, 2021); e um (5,88%)

apresentou menor teor em sua versão orgânica comparada a versão convencional (Kazimierczak *et al.*, 2014) (Figura 3).

A presente pesquisa, confirma então, a afirmação de que alimentos orgânicos possuem maiores teores de Compostos Fenólicos, onde o grupo ORG (92,31%) das frutas foi significativamente superior ao grupo NDS (7,69%), enquanto no grupo CONV não se observa nenhum alimento; e o grupo ORG (82,35%) das verduras e legumes, foi significativamente superior aos grupos NDS (11,76%) e CONV (5,88%), e estes dois últimos não apresentam diferenças estatísticas entre si (Tabelas 1 e 2).

Outras revisões que também encontraram resultados que mostram que os alimentos orgânicos possuem maiores teores de Compostos Fenólicos que os convencionais foram: Darolt (2003), Rembialkowska (2007), Mie *et al.* (2017) e Yu *et al.* (2018).

Existem muitas hipóteses do porquê os alimentos orgânicos apresentam maiores teores de substâncias antioxidantes. Uma delas está associada as fontes de nitrogênio usadas no modelo convencional de produção. De acordo com essa hipótese, o tipo de adubo nitrogenado usado na agricultura convencional, por possuir solubilidade alta em água, faz com que esse nutriente rapidamente seja disponibilizado às plantas e de forma abundante, o que direcionaria o uso do nitrogênio e de outras substâncias do metabolismo vegetal, para o crescimento da planta, e não para geração de outros compostos (que não possuem nitrogênio em sua composição), como açúcares simples e complexos, e metabólitos secundários como ácidos orgânicos, compostos fenólicos, pigmentos e vitaminas (CARIS-VEYRAT *et al.*, 2004; AMODIO *et al.*, 2007; HALLMANN; REMBIALKOWSKA, 2012; KAZIMIERCZAK *et al.*, 2015; FARINAZZO; SPINOSA; GARCIA, 2018; ZAHEDIPOUR *et al.*, 2019; BASAY *et al.*, 2021).

Outra hipótese é em relação ao estresse que a planta orgânica passa, já que devido à ausência dos agrotóxicos, elas precisam se defender sozinhas de insetos, doenças e plantas espontâneas, o que induziria a maior produção de substâncias de defesa, como os fenólicos, que estão presentes nas plantas associados ao mecanismos de defesa e em cicatrizes, e sua produção pode aumentar quando as mesmas passam por estresse (CARBONARO *et al.*, 2002; CARIS-VEYRAT *et al.*, 2004; WINTER; DAVIS, 2006; VINHA *et al.*, 2014; FARINAZZO; SPINOSA; GARCIA, 2018; FRIAS-MORENO *et al.*, 2019; ZAHEDIPOUR *et al.*, 2019; BASAY *et al.*, 2021).

Amodio *et al.* (2007) e Zahedipour *et al.* (2019), ainda destacam que a aplicação de pesticidas, fungicidas e herbicidas, afetam as etapas biossintéticas específicas desses metabólitos secundários, interrompendo suas produções. Assim, conforme as plantas convencionais são manejadas com o uso de nutrientes sintéticos e agrotóxicos, com o tempo espera-se um enfraquecimento de seus mecanismos naturais de defesa, o que contribui para uma menor resistência da planta (BASAY *et al.*, 2021).

Analisando os Compostos Fenólicos específicos levantados pela presente pesquisa, observa-se 4 deles; 1- os Flavonoides que se tratam de um grupo dos Compostos Fenólicos; 2- as Antocianinas que fazem parte do grupo dos Flavonoides, são pigmentos que dão cores as frutas e vegetais (variam de azul para vermelho), e são consideradas o antioxidante mais eficaz já encontrado; e 3 e 4- os Ácidos Clorogênico e Gálico que fazem do grupo dos Não Flavonoides dos Compostos Fenólicos (PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014; MARTINS *et al.*, 2017; YU *et al.*, 2018).

Dos cinco alimentos do grupo das frutas analisados em relação ao teor de Flavonoides, quatro (80%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Maciel *et al.*, 2011; Kazimierczak *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019; Zahedipour *et al.*, 2019); e um (20%) apresentou menor teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Roussos e Gasparatos, 2009) (Figura 2).

Dos 12 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação aos Flavonoides, seis (50%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Vinha *et al.*, 2014; Basay *et al.*, 2021; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); cinco (41,67%) apresentarem teores semelhantes entre os sistemas (Hallmann e Rembalkowska, 2012; Kazimierczak *et al.*, 2014; Basay *et al.*, 2021); e um (8,33%) apresentou menor teor de Flavonoides em sua versão orgânica comparada a convencional (Basay *et al.*, 2021) (Figura 3).

Dessa forma, observa-se que tanto as frutas, quanto as verduras e legumes não apresentaram diferenças significativas em relação ao teor de Flavonoides para nenhum de seus grupos (Tabelas 1 e 2).

Ao abordar a variável Antocianinas, foi possível levantar apenas alimentos do grupo das frutas. Dos sete alimentos analisados, quatro (57,14%) apresentaram maiores teores de Antocianinas em suas versões orgânicas comparadas as

convencionais (Kazimierczak *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019; Sangiorgio *et al.*, 2021); e três (42,86%) apresentaram teores semelhantes entre os sistemas (Raganold *et al.*, 2015) (Figura 2).

Sangiorgio *et al.* (2021), afirma que geralmente os teores de antocianinas diminuem com o aumento do nitrogênio aplicado na planta no sistema convencional, e Yu *et al.* (2018), que também realizaram uma revisão de literatura comparando a composição nutricional de alimentos orgânicos e convencionais, encontraram maiores teores de antocianinas nos alimentos orgânicos, entretanto, a presente pesquisa não confirma essa afirmação, já que levando em consideração as frutas aqui levantadas, não houveram diferenças significativas entre seus grupos (Tabela 1).

Ao abordar as variáveis Ácido Clorogênico e Ácido Gálico, foi possível levantar apenas alimentos do grupo das verduras e legumes.

Dos 12 alimentos analisados em relação ao Ácido Clorogênico, cinco (41,67%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Caris-Veyrat *et al.*, 2004; Hallmann e Rembialkowska, 2012; Basay *et al.*, 2021); quatro (33,33%) apresentaram menores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Caris-Veyrat *et al.*, 2004; Basay *et al.*, 2021); e três (25%) apresentarem teores semelhantes entre os sistemas (Kazimierczak *et al.*, 2014; Basay *et al.*, 2021) (Figura 3).

Dos quatro alimentos analisados em relação ao Ácido Gálico, três (75%) apresentaram maiores teores de Ácido Gálico em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Hallmann e Rembialkowska, 2012); e um (25%) apresentou menor teor em sua versão orgânica comparada a convencional (Kazimierczak *et al.*, 2014) (Figura 3).

Sendo assim, observa-se que não houveram diferenças significativas em nenhum dos grupos das verduras e legumes, tanto para o Ácido Clorogênico quanto para o Gálico (Tabela 2).

Como foi possível observar até o momento, existem muitos compostos com propriedades antioxidantes na natureza, como exemplos, observa-se os levantados pela presente pesquisa e já citados anteriormente (Vitamina C, Licopeno,  $\beta$ -caroteno, Compostos Fenólicos Totais e específicos: Flavonoides, Antocianinas, Ácidos Clorogênico e Gálico), e por isso atualmente existem vários métodos para determinação da Atividade Antioxidante geral de um alimento, já que além de serem

muitos compostos, estes possuem modo de atuação complexo quanto ao combate dos radicais livres (SOARES *et al.*, 2008).

Dentre os métodos disponíveis para determinação da Atividade Antioxidante de alimentos e bebidas, existem três muito empregados, sendo eles o DPPH (2,2-difenil1-picrilhidrazina), o ABTS [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico], e o FRAP (método de Redução de Ferro). O DPPH e o ABTS são espécies de radicais estáveis, e o FRAP ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas; assim, de acordo com as análises das reações do alimento em relação a eles, e os resultados finais encontrados, pode-se determinar a Atividade Antioxidante geral de um alimento (EMBRAPA, 2008; SOARES *et al.*, 2008).

Dos estudos levantados pela presente pesquisa, oito utilizaram o método DPPH: Amodio *et al.* (2007), Bender *et al.* (2009), Arbos *et al.* (2010), Maciel *et al.* (2011), Vinha *et al.* (2014), Kohn *et al.* (2015), Frias-Moreno *et al.* (2019) e Basay *et al.* (2021); dois utilizaram dois métodos, o DPPH e o FRAP: Zahedipour *et al.* (2019) e Mian *et al.* (2021); e dois utilizaram o método ABTS: Raganold *et al.* (2010) e Najman, Sodowska e Hallmann (2021).

Todos os oito alimentos (100%) do grupo das frutas analisados em relação a Atividade Antioxidante, apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Amodio *et al.*, 2007; Raganold *et al.*, 2010; Maciel *et al.*, 2011; Kohn *et al.*, 2015; Frias-Moreno *et al.*, 2019; Zahedipour *et al.*, 2019) (Figura 2).

Dos 13 alimentos do grupo das verduras e legumes analisados em relação a Atividade Antioxidante, nove (69,23%) apresentaram maiores teores em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Arbos *et al.*, 2010; Vinha *et al.*, 2014; Basay *et al.*, 2021; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); e quatro (30,77%) apresentaram Atividade Antioxidante semelhante entre os sistemas (Bender *et al.*, 2009; Basay *et al.*, 2021; Mian *et al.*, 2021) (Figura 3).

Sendo assim, 100% das frutas orgânicas se encontram no grupo ORG, entretanto, como não há frutas em dois dos três grupos levantados, não foi possível realizar a comparação estatística. Já para verduras e legumes não houveram diferenças significativas em nenhum dos grupos (Tabelas 1 e 2).

Além dos nutrientes e compostos bioativos e antioxidantes, os alimentos podem apresentar em sua composição, elementos que podem apresentar efeitos nocivos à saúde humana, como é o caso dos Nitratos. Eles podem reagir com aminas

e formar nitrosaminas, substâncias cancerígenas e mutagênicas que causam cânceres do trato digestivo e leucemia. Além disso, os nitratos convertidos em nitritos podem oxidar a hemoglobina e causar metemoglobinemia, intoxicação aguda e cânceres (DAROLT, 2003; SILVA *et al.*, 2011; YU *et al.*, 2018; GOLIJAN; SEČANSKI, 2021).

Ao abordar a variável Nitratos, foi possível levantar apenas alimentos do grupo das verduras e legumes. Os quatro alimentos (100%) analisados apresentaram menores teores de Nitratos em suas versões orgânicas comparadas as convencionais (Bender *et al.*, 2009; Citak e Sonmez, 2010; Silva *et al.*, 2011; Bender *et al.*, 2020) (Figura 3).

Sendo assim, 100% das verduras e legumes encontram-se no grupo CONV para Nitratos, entretanto, como não há verduras e legumes em dois dos três grupos levantados, não foi possível realizar a comparação estatística (Tabela 2). Worthington, (2001), Bourn e Prescott (2002), Williams (2002), Darolt (2003), Rembialkowska (2007), Williamson (2007) e Yu *et al.* (2018) também fizeram trabalhos de revisão de literatura e observaram que os alimentos orgânicos apresentam menores teores de nitratos em relação aso convencionais.

Os alimentos convencionais provavelmente apresentam maiores teores de nitratos que os orgânicos, devido aos fertilizantes químicos utilizados, que podem afetar o conteúdo de vários compostos produzidos pela planta devido ao maior fornecimento de nitrogênio comparado aos fertilizantes orgânicos, o que contribui para formação de compostos com nitrogênio em sua cadeia química, como o nitrato (LIMA; VIANELLO, 2011; GUILHERME *et al.*, 2020).

Entretanto, Bender *et al.* (2020), observaram que mesmo com ofertas iguais de nitrogênio, os nitratos se mostraram inferiores em cenouras orgânicas comparadas as convencionais, sendo assim, a diferença pode estar associada a velocidade que esse nitrogênio é liberado as plantas, já que o convencional fornece grandes quantidades em um curto período de tempo, enquanto o orgânico fornece adubos que são decompostos gradualmente liberando o nitrogênio aos poucos.

Portanto, o provável maior teor de nitratos nas verduras e legumes convencionais, reafirmariam que as maiores quantidades de antioxidantes e compostos fenólicos nas plantas orgânicas, são influenciadas pela oferta e liberação de nitrogênio distintas entre o manejo orgânico e convencional, além disso, o teor de nitrato dos alimentos, principalmente dos convencionais, deve ser evitado e

controlado, em particular os destinados a alimentação infantil (LIMA; VIANELLO, 2011; SILVA *et al.*, 2018).

Analisando todos os 34 estudos levantados, nota-se que 20 deles afirmaram que, de forma geral, os alimentos orgânicos por eles analisados foram superiores e/ou melhores que os convencionais (Caris-Veyrat *et al.*, 2004; Bender *et al.*, 2009; Arbos *et al.*, 2010; Citak e Sonmez, 2010; Raganold *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011; Carbonaro *et al.*, 2012; Hallmann e Rembialkowska, 2012; Maciel *et al.*, 2014; Amarante *et al.*, 2015; Kazimierczak *et al.*, 2015; Kohn *et al.*, 2015; Zahedipour *et al.*, 2015; Bender *et al.*, 2020; Srinil *et al.*, 2020; Basay *et al.*, 2021; Mian *et al.*, 2021; Najman, Sodowska e Hallmann, 2021); sete afirmaram que eles se mostraram iguais/semelhantes aos convencionais (Moreira; Roura; Valle, 2003; Roussos e Gasparatos, 2009; Luthria *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2017; Frias-Moreno *et al.*, 2019); sete não definiram superioridade, igualdade ou inferioridade, apenas apresentaram os dados obtidos (Amodio *et al.*, 2007; Petry *et al.*, 2012; Kazimierczak *et al.*, 2014; Pertuzatti *et al.*, 2015; Fischer *et al.*, 2019; Guilherme *et al.*, 2020; Sangiorgio *et al.*, 2021); e nenhum estudo classificou os alimentos orgânicos como inferiores aos convencionais (Tabela 3).

**Tabela 1:** Total de pesquisas analisadas, separadas pelo critério de alegação sobre superioridade, semelhança ou inferioridade nutricional de alimentos orgânicos comparados aos alimentos convencionais.

| Total de pesquisas | ORG | SEM | CONV | NDA |
|--------------------|-----|-----|------|-----|
| 34                 | 20  | 7   | 0    | 7   |

ORG: total de pesquisas que classificaram os Alimentos Orgânicos como superiores e/ou melhores que os Alimentos Convencionais; SEM: total de pesquisas que classificaram os Alimentos Orgânicos como iguais e/ou semelhantes aos Alimentos Convencionais; CONV: total de pesquisas que classificaram os Alimentos Orgânicos como inferiores aos Alimentos Convencionais; NDA: Não Definido pelos Autores.

Observa-se então, que a agricultura orgânica por utilizar técnicas de conservação do solo, como rotação e consorciação de culturas (evita o esgotamento de nutrientes); adubos verdes (plantio de safras especiais que enriquecem o solo); cobertura de solo (protege o solo contra erosões); compostos vegetais e animais (matéria orgânica para o solo); cultivo mínimo; variedades resistentes; controle alternativo e integrado de pragas; e ausência de agrotóxicos e fertilizantes químicos, preserva a estrutura do solo, fornece alimento para os microrganismos do solo, evita o surgimento de pragas, reduz a perda e deslocamento de nutrientes e a contaminação do solo, ocasionando a liberação lenta de nutrientes para as plantas,

ao contrário da agricultura convencional (WORTHINGTON, 2001; MIE et al., 2017; SILVA; POLLI, 2020).

Pereira, Franceschini e Priore (2020), ao também realizarem uma revisão de literatura levantando estudos que comparam a composição físico-química de alimentos orgânicos e convencionais, destacaram que os alimentos produzidos organicamente são mais nutritivos e seguros que os alimentos convencionais, e que o consumo dos mesmos pode ser incentivado tanto por questões ambientais como pelos seus benefícios nutricionais. Já Mie *et al.* (2017), afirmam que as diferenças na composição entre as culturas orgânicas e convencionais são limitadas.

Enquanto isso, Borguini e Torres (2006), observaram uma tendência de maiores quantidades de nutrientes nos alimentos produzidos organicamente em relação aos produzidos convencionalmente, porém, o estudo destaca que não é possível afirmar que os alimentos orgânicos são superiores, uma vez que poucas pesquisas são realizadas nesse sentido. Essas autoras recomendam “que pesquisas sejam desenvolvidas controlando-se a ampla gama de fatores que podem afetar a composição dos alimentos, tais como: fatores genéticos, práticas agrônômicas, clima e condições de pós colheita”. O mesmo é afirmado por Bourn e Prescott (2002), com a exceção da constatação de um menor teor de nitratos nos alimentos orgânicos, indicando a necessidade de mais estudos na área.

Por outro lado, Lairon (2010), também levantou estudos que comparam a composição nutricional de alimentos orgânicos e convencionais, e afirma que os produtos orgânicos mostraram alto padrão de qualidade. Já Williamson (2007) declara que os estudos que comparam a composição nutricional de alimentos orgânicos e convencionais são limitados, diagnosticando poucas diferenças na composição nutricional desses alimentos.

Forman *et al.* (2012), também relatam a escassez de estudos nessa área, principalmente com bons controles de variáveis, além disso, os autores afirmam que não há evidências diretas que dietas orgânicas ofereçam benefícios nutricionais significativos às crianças que consomem esses alimentos ao invés dos convencionais. Dangour *et al.* (2009), já afirmam o contrário, onde, avaliando 55 estudos, os autores destacaram que as diferenças dos alimentos em relação ao método de produção são biologicamente plausíveis, ou seja, devem ser levados em consideração ao se abordar assuntos biológicos.

Em concordância, Berri e Pelisser (2016), levantaram 6 estudos que comparam a composição nutricional de alimentos vegetais orgânicos e convencionais, e concluíram que de maneira geral os alimentos orgânicos mostraram melhor qualidade nutricional que os alimentos convencionais. Porém, Darolt (2003) afirma que os estudos sobre elementos nutritivos dos alimentos orgânicos e convencionais são pouco conclusivos, alguns demonstram superioridade dos alimentos orgânicos e outros demonstram a não existência de diferenças entre esses alimentos. Porém, assim como a presente pesquisa, o autor declara que é importante destacar que não encontrou estudos que mostraram superioridade nutricional de alimentos convencionais em relação aos orgânicos.

Lima e Vianello (2010), também indicam a necessidade de mais estudos na área, para melhor elucidar a superioridade dos alimentos orgânicos, principalmente de estudos que realizem um bom controle das variáveis que influenciam a composição de um alimento. No mesmo sentido, Williams (2002), afirma ser difícil encontrar bons estudos que comparam a composição nutricional de alimentos orgânicos e convencionais, dessa forma, a autora selecionou as principais pesquisas que comparam nutricionalmente esses alimentos e observou que poucas diferenças foram consistentes.

Outra revisão (Magkos *et al.*, 2003), declarou que os alimentos orgânicos apresentam poucos nutrientes em maiores quantidades que os convencionais, e que tanto dietas orgânicas como convencionais se balanceadas são capazes de melhorar a saúde humana. Entretanto, sabe-se que a saúde humana está fortemente relacionada a outros aspectos, como os ambientais e a ausência de contaminantes químicos, e isso, os alimentos convencionais, na grande maioria das vezes, não podem proporcionar (ABRANDH, 2013).

Ferraz, Malheiros e Cintra (2013), destacam que a composição química dos alimentos orgânicos e convencionais podem ser iguais ou diferentes de acordo com cada alimento, não sendo possível concluir algo definitivo sobre essa questão, entretanto, é possível considerar um maior teor de fitoquímicos nos alimentos vegetais orgânicos. Já Worthington (2001) analisando 41 estudos que comparam a composição nutricional de alimentos vegetais orgânicos e convencionais, relata que, por existirem fortes evidências de que os alimentos orgânicos são nutricionalmente superiores aos alimentos convencionais, são extremamente necessárias mais pesquisas na área.

Sousa *et al.* (2012), ainda ressalta a importância de levar em consideração que a qualidade do solo e a quantidade de nutrientes, principalmente vitaminas e minerais, podem ser reduzidos com o tempo nos alimentos produzidos em sistemas convencionais de cultivo.

Os alimentos orgânicos mostraram-se então, superiores nutricionalmente aos alimentos convencionais, e nenhum estudo constatou uma inferioridade desses alimentos, ou seja, ou o alimento orgânico é superior nutricionalmente ao convencional como observado na presente pesquisa, ou semelhante, qualquer uma das duas opções se caracterizam como achados extremamente importantes, pois um alimento produzido de forma mais sustentável, com a ausência de agrotóxicos e com respeito aos aspectos ambientais, sociais, culturais e de saúde humana e animal, são capazes de gerar produtos com qualidade nutricional no mínimo semelhante aos alimentos convencionais.

Apesar de todos esses estudos e teorias, o impacto nutricional de alimentos orgânicos sobre a saúde humana ainda não está claro (FARINAZZO; SPINOSA; GARCIA, 2018), e para isso existem alguns estudos que tentam elucidar essa questão, como por exemplo Olsson *et al.* (2006), que realizaram a análise de extratos de morangos orgânicos e convencionais em relação as células de câncer de mama e de cólon, observando uma atividade antiproliferativa maior dos morangos orgânicos, o que segundo os autores, se deve aos maiores teores de metabólitos secundários presentes nos morangos orgânicos.

Dolinsky *et al.* (2018) avaliaram o efeito de sucos orgânicos e convencionais de laranja, em 18 ratos, que foram divididos em três grupos: Grupo Controle (GC); Grupo de Sucos Orgânicos (OJG) e Grupo de Sucos Convencionais (CJG). Os três grupos receberam uma dieta balanceada, o GC recebeu água juntamente com a dieta, o CJG recebeu 15 ml de suco de laranja orgânico/dia, e o OJG recebeu 15 ml de suco de laranja convencional/dia. Após 30 dias coletou-se o sangue dos animais, não havendo diferenças em relação aos níveis de glicose, triglicerídeos e colesterol total e LDL. Entretanto, o HDL se mostrou maior no OJG, o que pode ser explicado segundo os autores, pela maior quantidade de polifenóis que o suco de laranja orgânico apresentou. Sendo assim, o suco de laranja orgânico demonstrou um maior efeito cardioprotetor.

Caris-Veyrat *et al.* (2004), como já mostrado encontraram maiores teores de vitamina C,  $\beta$ -caroteno, licopeno, entre outros compostos fenólicos nos tomates

orgânicos. Entretanto, ao realizarem uma avaliação bioquímica no sangue das pessoas que haviam consumido tomates orgânicos e das que haviam consumido tomates convencionais por 3 semanas, nenhuma diferença foi observada. Já Kazimierczak *et al.* (2014), observou atividade anticancerígena mais forte de sucos fermentados orgânicos de beterraba, quando comparados aos convencionais. Os autores realizaram a análise *in vitro* em adenocarcinoma gástrico, observando que os sucos orgânicos geraram níveis menos elevados de apoptose precoce e necrose das células cancerígenas.

## 6 CONCLUSÕES

Há diferenças na composição físico-química de frutas, verduras e legumes sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. Uma maior porcentagem de frutas apresentou maiores teores de vitamina C (62,50%) e Compostos Fenólicos Totais (92,31%) quando submetidas ao sistema de cultivo orgânico, e uma maior porcentagem de verduras e legumes apresentaram maiores teores de Matéria Seca (76,47%), vitamina C (85,71%) e Compostos Fenólicos Totais (82,35%) também em suas versões orgânicas.

Todas as frutas apresentaram teores semelhantes de pH, e maiores teores de Atividade Antioxidante quando submetidas ao sistema de cultivo orgânico; e todas as verduras e legumes apresentaram menores teores de Nitratos em suas versões orgânicas comparadas as convencionais.

Tais resultados reforçam a importância do consumo de alimentos orgânicos na alimentação escolar e da obtenção da meta da aquisição de 100% desses alimentos, no âmbito das escolas públicas estaduais paranaenses até o ano de 2030.

Devido aos poucos estudos encontrados na área, observa-se a necessidade de mais estudos que comparem a composição nutricional entre alimentos sob sistemas de cultivo/produção orgânico e convencional; mais estudos *in vivo* para conclusão sobre os reais impactos dessas diferenças na saúde humana e animal; elaboração de uma tabela completa de composição nutricional de alimentos orgânicos, ou de uma tabela com os nutrientes que não apresentam mais discussões sobre suas superioridades nos alimentos orgânicos, como é o caso da vitamina C, principalmente por ser uma vitamina prioritária em creches públicas brasileiras; e adoção dessa tabela por parte do Programa de Alimentação Escolar do estado de Paraná e do Brasil.

É fundamental a instituição e aperfeiçoamento de Políticas Públicas que garantem investimentos financeiros, incentivo às pesquisas, apoio às famílias produtoras de orgânicos e a garantia de profissionais de nutrição nas escolas e colégios públicos municipais, estaduais e nacionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANDH (AÇÃO BRASILEIRA PELA NUTRIÇÃO E DIREITOS HUMANOS). **O Direito Humano à Alimentação Adequada e o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. 263 p. Brasília: ABRANDH e Ministério da saúde, 2013.
- ACOSTA, A. L. *et al.* Interfaces à transmissão e spillover do coronavirus entre florestas e cidades. **Revista Estudos Avançados**, v. 34, n. 99, 2020. DOI: 10.1590/s0103-4014.2020.3499.012
- AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. Governo do Estado do Paraná. **Merenda nas escolas estaduais será 100% orgânica até 2030**, Curitiba, 2019. Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103564>. Acesso em: 12 out. 2019.
- AMAYA, D. B. R.; KIMURA, M.; FARFAN, J. A. Fontes brasileiras de carotenoides. **Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos**, Brasília, 2. ed., 101 p., 2008.
- AMODIO, M. L. *et al.* A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, DOI: 10.1002/jsfa.2820, v. 87, p. 1228–1236, 2007.
- AMORIM A. L. B.; RIBEIRO JUNIOR, J. R. S.; BANDONI, D. H. Programa Nacional de Alimentação Escolar: estratégia para enfrentar a insegurança alimentar durante e após a covid-19. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, n. 54, v. 4, p. 1134-1145, 2020.
- ARBOS, K. A. *et al.* Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501-506, 2010.
- ARROUCHA, E. M. M. *et al.* Acidez em frutas e hortaliças. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v. 5, n. 2, p. 1-4, 2010. ISSN 1981-8203.
- AZEVEDO, E.; PELICIONE, M. C. F. Promoção da saúde, sustentabilidade e agroecologia: uma discussão intersetorial. **Saúde e sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 715-729, 2011.
- AZEVEDO, E.; SCHMIDT W.; KARAM K. F. Agricultura familiar orgânica e qualidade de vida. Um estudo de caso em Santa Rosa de Lima, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, vol. 6 n. 3, p. 81-106, 2011. ISSN: 1980-9735
- BARANSKI, M. *et al.* Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. **British Journal of Nutrition**, v. 112, p. 794–811, 2014. DOI:10.1017/S0007114514001366
- BASAY, S. *et al.* Organic and conventional solanaceous vegetables: Comparison of phenolic constituents, antioxidant and antibacterial potentials. **Acta Alimentaria**, v. 50, n. 3, p. 442-452, 2021. DOI: 10.1556/066.2021.00085

BATISTA, E. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.

BERNACCHIA, R.; PRETI, R.; VINCI, G. Organic and conventional foods: differences in nutrients. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 565-578, 2016.

BELAI, D. R. *et al.* Sistema especialista de elaboração de cardápios nutricionais. **Revista Internacional de Tecnología Ciencia y Sociedad**, v. 5, n. 2, p. 179-184, 2016.

BENDER, I. *et al.* Organic Carrot (*Daucus carota* L.) Production Has an Advantage over Conventional in Quantity as Well as in Quality. **Agronomy**, v. 10, n. 9, 2020. DOI:10.3390/agronomy10091420

BENDER, I. *et al.* Quality of organic and conventional carrots. **Agronomy Research**, v. 7, Special issue II, p. 572–577, 2009.

BERRI, A. S.; PELISSER, M. R. Diferenças bromatológicas nos sistemas de produção de alimentos orgânicos e convencionais: uma revisão sistemática. **Revista Maiêutica**, Indaial, v. 4, n. 1, p. 89-114, 2016.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BINSZTOK J. Transformações sócio espaciais da agricultura familiar na Amazônia. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, vol. 12, n. 270, p. 741-798, 2008.

BJELAKOVIC, G.; NIKOLOVA, D.; GLUUD, C. Antioxidant supplements and mortality. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, Bethesda, v. 17, n. 1, p. 40-44, 2014.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. Orientadora: Elizabeth A. F. da Silva Torres. 2006. 178 f. Tese (doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 2, n. 13, p. 64-75, 2006.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, New Zealand, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado Federal**: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 20 fev. 2021.

BRASIL. Decreto 10.833, de 7 de outubro de 2021. Altera o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a

utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 out. 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.833-de-7-de-outubro-de-2021-351524955>. Acesso em: 11 jan. 2022.

BRASIL. Decreto 37.106, de 31 de março de 1955. Institui a companhia da Merenda Escolar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 mar.1955. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-37106-31-marco-1955-332702-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 01 set. 2021.

BRASIL. Decreto 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 dez. 2007.]

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 ago. 2012.

BRASIL. Lei 10.696, de 2 de julho de 2003. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 jul. 2003a.

BRASIL. Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2003b.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISVAN com vista em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 set. 2006.

BRASIL. Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nºs 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jun. 2009.

BRASIL. Lei nº 13.987, de 7 de abril de 2020. Altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, para autorizar, em caráter excepcional, durante o período de suspensão das aulas em razão de situação de emergência ou calamidade pública, a distribuição de gêneros alimentícios adquiridos com recursos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) aos pais ou responsáveis dos estudantes das escolas públicas de educação básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 abril 2020a.

BRASIL. Lei nº 8.234, de 17 de setembro de 1991. Regulamenta a profissão de nutricionista e determina outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 19909, 17 set. 1991.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Caderno de Legislação 2021**. Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE, 536 p., 2021b. Disponível em: <https://www.fn.de.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-area-gestores/pnae->

manuais-cartilhas/item/12094-caderno-de-legisla%C3%A7%C3%A3o-2020. Acesso em: 04 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para População Brasileira, Secretaria de Atenção à Saúde**. Departamento de Atenção Básica, 2ª ed., 1ª reimpr., Brasília: Ministério da Saúde, 156 p., 2014.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 5, de 4 de agosto de 2021. Reconhece a importância nacional do retorno à presencialidade das atividades de ensino e aprendizagem. **Diário Oficial da União**. E. 147, seção 1, p. 33, Brasília, DF, 4 de ago. 2021c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/leiturajornal?data=05-08-2021&secao=DO1>. Acesso em: 09 mar. 2022.

BRASIL. Portaria nº 52, de 15 de março de 2021. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. **Diário Oficial da União**. Ed. 55, seção 1, p. 10, Brasília, DF, 23 mar. 2021d. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720>. Acesso em: 28 maio 2021.

BRASIL. **Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE**. Ministério da Educação (MEC). Fundo Nacional de Desenvolvimento de Educação (FNDE), 8ª ed. atualizada, 144p. Brasília-DF: MEC, FNDE, 2018.

BRASIL. Ministério da educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resolução nº 2, de 9 de abril de 2020**. Dispõe sobre a execução do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE durante o período de estado de calamidade pública, reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020, e da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do novo coronavírus – Covid-19. Brasília-DF, 2020b. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/item/13453-resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%B0-02,-de-09-de-abril-de-2020>. Acesso em 04 set. 2021.

CARBONARO, M. *et al.* Modulation of Antioxidant Compounds in Organic vs Conventional Fruit (Peach, *Prunus persica* L., and Pear, *Pyrus communis* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 19, p. 5468-5462, 2002.

CARDOSO, P. C. *et al.* Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, v. 126, p. 411-416, 2011. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.10.109

CARIS-VEYRAT, C. *et al.* Influence of Organic versus Conventional Agricultural Practice on the Antioxidant Microconstituent Content of Tomatoes and Derived Purees; Consequences on Antioxidant Plasma Status in Humans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 21, p. 6503-6509, 2004.

CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality, **Meat Science**, Elsevier Science Ltd. All rights reserved. v. 60, p. 219-225, 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00124-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00124-3)

- CAVALCANTI, A. L. *et al.* Determinação dos Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e pH em Bebidas Lácteas e Sucos de Frutas Industrializados. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, Paraíba-BR, v. 6, n. 1, p. 57-64, 2006.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**, L&PM, Porto Alegre, 253 p., 1987.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo**, Lavras: UFLA, 2ª ed. 785p., 2005.
- CITAK, S.; SONMEZ, S. Effects of conventional and organic fertilization on spinach (*Spinacea oleracea* L.) growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 4, p. 415-420, 2010. DOI:10.1016/j.scienta.2010.08.010
- CLARIVATE. **Fator de impacto – FI (base Web of Science)**. Journal Citation Reports. Disponível em: <https://jcr.clarivate.com/jcr/home>. Acesso em: 01 fev. 2022.
- CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS (Brasília). **Resolução nº 417 de 18 de março de 2008**. Dispõe sobre procedimentos nutricionais para atuação dos nutricionistas e dá outras providências, 2008. Disponível em: [http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res\\_417\\_2008.htm](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_417_2008.htm). Acesso em: 09 out. 2019.
- CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS (Brasília). **Resolução nº 600 de 25 de fevereiro de 2018**. Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, indica parâmetros numéricos mínimos de referência, por área de atuação, para a efetividade dos serviços prestados à sociedade e dá outras providências, 2018. Disponível em: [https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res\\_600\\_2018.htm](https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_600_2018.htm). Acesso em: 13 jan. 2022.
- CONSELHOS FEDERAL E REGIONAIS DE NUTRICIONISTAS (Brasília). **Cartilha: Nutrição**. Sistemas Conselho Federal e Regionais de Nutricionistas, 2018. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2018/05/Cartilha-Nutri%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.
- CPRA, Centro Paranaense de referência em agroecologia. **Conceito e importância**, 2011. Disponível em: <http://www.cpra.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=62>. Acesso em: 06 out. 2019.
- CPRA, Centro Paranaense de referência em agroecologia. **Sustentabilidade: Reflexões sobre um conceito mal compreendido**, 2018. Disponível em: <http://www.cpra.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=478&tit=Sustentabilidade-reflexoes-sobre-um-conceito-mal-compreendido>. Acesso em: 06 out. 2019.
- CUPPARI, L. **Guia de Nutrição: Nutrição Clínica no Adulto**. 2ª. ed. São Paulo: Manole, 2005.
- DANGOUR, A. D. *et al.* Nutritional quality of organic foods: a systematic review. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 3, p. 680-685, 2009. DOI:10.3945/ajcn.2009.28041
- DAROLT, M. R. Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e convencional. In: **STRINGHETA, P.C & MUNIZ, J.N.** Alimentos Orgânicos:

Produção, Tecnologia e Certificação, 1 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, p. 289-312, 2003.

DE LORENZO, A. *et al.* The effects of Italian Mediterranean organic diet (IMOD) on health status. **Current Pharmaceutical Design**, v. 16, n. 7, p. 814-824, 2010.

AMARANTE, C. V. T. *et al.* Atributos do solo e qualidade de frutos nos sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs no Sul do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v. 46, n. 1, p. 99-109, 2015.

DOLINSKY, M. *et al.* Total phenolic content of organic and conventional oranges and the effects of their juices on biochemical parameters of wistar rats. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 2, p. 842-847, 2018.

EMBRAPA. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de Redução do Ferro (FRAP)**. EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3713/determinacao-da-atividade-antioxidante-total-em-frutas-pelo-metodo-de-reducao-do-ferro-frap->. Acesso em: 01 fev. 2022.

EMBRAPA. **Gado de corte: Perguntas frequentes**. EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016. Disponível em: <https://cloud.cnpgc.embrapa.br/sac/2016/05/24/o-que-e-materia-seca-ms-dos-alimentos-qual-a-sua-importancia-como-determina-%c2%adla/>. Acesso em: 22, set. 2021.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **Manual “A vegetable garden for all”**. 5ª edição, 2014. ISBN 978-92-5-108105-1. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3556e/i3556e.pdf>. Acesso em: 24 de maio 2021.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **Organic foods: Are they safer?** Food safety technical toolkit for Asia and the Pacific, n. 6, Bangkok, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/3/cb2870en/cb2870en.pdf>. Acesso em: 24 de maio 2021.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **Responding to the impact of the covid-19 outbreak on food value chains through efficient logistics**, Global Forum on Security and Nutrition, n. 166, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/cb1292en/CB1292EN.pdf>. Acesso em: 02 de jun. 2021.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **The Human Right to Adequate Food in the Global Strategic framework food food security and nutrition: A global consensus**, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3546e/i3546e.pdf>. Acesso em: 26 de maio 2021.

FERRAZ, A. P. C.; MALHEIROS, J. M.; CINTRA, R. M. G. A produção, o consumo e a composição química de alimentos orgânicos. **Revista Simbio-Logias**, v. 6, n. 9, 2013.

FERREIRA, H. G. R.; ALVES, R. G.; MELLO, S. C. R. P. O Programa nacional de Alimentação Escolar (PNAE): Alimentação e aprendizagem. **Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 44, p. 90-113, 2019.

FIB (FOOD INGREDIENTS BRAZIL). Aplicações do ácido cítrico na indústria de alimentos, **FIB: Food Ingredients Brazil**, n. 30, 2014. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060501597001464892932.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060501597001464892932.pdf). Acesso em: 23 set. 2021.

FIGUEIREDO, H. R.; CARVALHO, V. R. J. **Alimentos funcionais: Compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde**. 9º Congresso Pós-Graduação UNIS. Artigo de Evento. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/460>. Acesso em 10 mar. 2022.

FISCHER, I. H. *et al.* Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 29, n. 2, p. 254-259, 2007.

FONSECA, A. N. G.; CARLOS, J. **Merenda escolar: Um estudo exploratório sobre a implementação do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE, na unidade integrada padre Newton Pereira em São Luiz**. Educere, 2015. Trabalho apresentado ao XII Congresso Nacional de Educação, 2015.

FORMAN, J. *et al.* Organic foods: Health and Environmental Advantages and Disadvantages. **American Academy of Pediatrics**, v. 130, n. 5, 2012. Disponível em: <https://pediatrics.aappublications.org/content/130/5/e1406>. Acesso em: 31 maio 2021.

FORO MUNDIAL SOBRE SOBERANÍA ALIMENTARIA, 2001, Havana. **Declaración Final: Por el derecho de los Pueblos a producir, a alimentarse y a ejercer su soberanía alimentaria**. Havana, Cuba, 2001. Disponível em: <http://www.edualter.org/material/sobirania/declaracion%20cubapdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

FREITAS, H.; GRIGORI, P. **Via decreto, Bolsonaro altera Lei dos Agrotóxicos e flexibiliza aprovação dos venenos**. Agência Pública e Repórter Brasil, 2021. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2021/10/via-decreto-bolsonaro-altera-lei-dos-agrotoxicos-e-flexibiliza-aprovacao-dos-venenos/>. Acesso em: 11 jan. 2022.

FRIAS-MORENO, M. N. *et al.* Yield, Quality and Phytochemicals of Organic and Conventional Raspberry Cultivated in Chihuahua, Mexico. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n. 2, p. 522-530, 2019. DOI:10.15835/nbha47211385

FROTA, M. T. B. A.; SIQUEIRA, C. E. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v37n2/1678-4464-csp-37-02-00004321.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia Serviços Saúde**, Brasília, v. 2, n. 24, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ress/v24n2/2237-9622-ress-24-02-00335.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

GOLIJAN, J. M.; SEČANSKI, M. D. Organic plant products are of more improved chemical composition than conventional ones. **Food and Feed Research**, v. 48 n. 2, p. 79-117, 2021.

GOPALAKRISHNAN, R. Advantages and Nutritional Value of Organic Food on Human Health. **International Journal of Trend in Scientific Research and Development**, v. 3, ed. 4, p. 242-245, 2019.

GUILHERME, R. *et al.* Elemental Composition and Some Nutritional Parameters of Sweet Pepper from Organic and Conventional Agriculture. **Plants**, v. 9, n. 7 863, 2020. DOI:10.3390/plants9070863

HALLMANN, E.; REMBIALKOWSKA, E. Characterisation of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, ed. 12, p. 2409-2415, 2012. DOI:<https://doi-org.ez79.periodicos.capes.gov.br/10.1002/jsfa.5624>

HARRIS, D. R.; FULLER, D. Q. Agriculture: Definition and Overview. In **Encyclopedia of Global Archeology (Claire Smith, Ed.)**. Springer, Nova York, p. 104-113, 2014.

IBGE. **Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil**. IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 351 p., 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50002.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados>. Acesso em: 11 jan. 2022.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). A trajetória histórica da Segurança Alimentar e Nutricional na agenda política nacional: projetos, descontinuidades e consolidação, 1953. **Ministério da economia**. Brasília, Rio de Janeiro: IPEA, 2014. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3019/1/TD\\_1953.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3019/1/TD_1953.pdf). Acesso em: 12 de jan. 2022.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). Contrabando de agrotóxicos no Brasil: o perigo é real? Uma análise com base em laudos periciais de produtos apreendidos (2008-2018), 2630. **Ministério da economia**. Brasília, Rio de Janeiro: IPEA, 2021. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10493/1/td\\_2630.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10493/1/td_2630.pdf). Acesso em: 12 de jan. 2022.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil, 2538. **Ministério da economia**. Brasília, Rio de Janeiro: IPEA, 2020a. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9678/1/TD\\_2538.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9678/1/TD_2538.pdf). Acesso em: 26 de maio 2021.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). O crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do censo agropecuário 2017, nº 65. **Ministério da economia**. Brasília, Rio de Janeiro: IPEA, 2020b. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota\\_tecnica/200429\\_nt\\_disoc\\_n65.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200429_nt_disoc_n65.pdf). Acesso em: 12 de jan. 2022.

JACK, A. Nutrient Guide. Food Composition tables for More Than 400 Natural and Conventional Foods. **Planetary Health/Amberwaves**, 22 p. 2011.

JOHANN, L.; DALMORO, M.; MACIEL, M. J. **Alimentos orgânicos: dinâmicas na produção e comercialização**, 1ª ed., 191 p., Lajeado: Editora Univates, 2019.

KAZIMIERCZAK, R. *et al.* Beetroot (*Beta vulgaris* L.) and naturally fermented beetroot juices from organic and conventional production: Metabolomics, antioxidant levels and anticancer activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 13, 2014. DOI 10.1002/jsfa.6722

KAZIMIERCZAK, R. *et al.* Biocompounds content in organic and conventional raspberry fruits. **Acta Fytotechnica et Zootechnica**, v. 18, p. 40-42, 2015. DOI:doi:http://dx.doi.org/10.15414/afz.2015.18.si.40-42

KHATONIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Editora Agroecológica, CDD 631.583, 345 p., Botucatu, 2001.

KOHN, R. A. G. *et al.* Physical and chemical characteristics of melon in organic farming. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.19, n.7, p.656–662, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p656-662

LAIRON, D. Nutritional quality and safety of organic food. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, p. 33-41, 2010. DOI: 10.1051/agro/2009019

LIMA, G. P. P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 1-13, 2011. DOI:10.1111/j.1365-2621.2010.02436.x

LIN, D. *et al.* An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. **Molecules**, v. 21, n. 10, 2016. DOI:10.3390/molecules21101374

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Revista Saúde em Debate**. Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

LUTHRIA, D. *et al.* Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: Plant-to-plant variation. **Food Chemistry**, v. 121, p. 406–411, 2010. DOI:10.1016/j.foodchem.2009.12.055

MACHADO, L. S. *et al.* Alimentos orgânicos e/ou agroecológicos na alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul, Brasil. **Demetra: Alimentação, nutrição e saúde**, Porto Alegre, vol. 13, n. 1, p. 101-115, 2018.

MACIEL, L. F. *et al.* Antioxidant activity, total phenolic compounds and flavonoids of mangoes coming from biodynamic, organic and conventional cultivations in three maturation stages, **British Food Journal**, v. 113, n. 9, p. 1103-1113, 2011.

MAGKOS, F. *et al.* Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 54, n. 5, p. 357-371, 2003.

MARTINS, L. M. *et al.* Physical and chemical characteristics of lettuce cultivars grown under three production systems. **Bioscience Journal**, Uberlândia – MG, v. 33, n. 3, p. 621-630, 2017.

MAJEED, A. Application of Agrochemicals in Agriculture: Benefits, Risks and Responsibility of Stakeholders. **Journal of Food Science and Toxicology**, v. 2, n. 1, 2018.

MANELA-AZULAY, M. *et al.* Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 265-274, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/hgLDMrqqx63MpNKC8XH5TzG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 set. 2021.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x convencional: Soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315-338, 2015.

MELO, L. F.; ARAÚJO, A. E. Agroecologia e nutrição no combate a produção e consumo de agrotóxicos e na promoção de hábitos alimentares mais saudáveis. **Revista Lugares de Educação - RLE**, Bananeiras-PB, v. 6, n. 12, p. 125-138, 2016.

MIAN, S. *et al.* Post-harvest quality and sensory acceptance of Italian tomatoes grown under organic, integrated and conventional management. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 417-424, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210411>

MIE, A. *et al.* Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. **Environmental Health**, 2017 v. 16 DOI 10.1186/s12940-017-0315-4. Disponível em: <https://ehjournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12940-017-0315-4.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Programa Nacional de Alimentação Escolar – Sobre o programa – histórico**. Brasília-DF: Função Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, 2021. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>. Acesso em: 03 set. 2021.

MOREIRA, M. R.; ROURA, S. L.; VALLE C. E. Quality of Swiss chard produced by conventional and organic methods. **LWT - Food Science and Technology**, Mar del Plata - Buenos Aires, v. 36, n. 1, p. 135-141, 2003. DOI: doi:10.1016/S0023-6438(02)00207-4

NAJMAN, K.; SADOWSKA, A.; HALLMANN, E. Evaluation of Bioactive and Physicochemical Properties of White and Black Garlic (*Allium sativum* L.) from Conventional and Organic Cultivation. **Applied Sciences**, v. 11, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11020874>

NASCIMENTO, D. V. C. *et al.* Quando o orgânico se torna “rótulo”: discussões críticas sobre consumo e Agroecologia a partir de um empreendimento de Economia Solidária. **Estudos Sociedade e Agricultura**, vol. 26, n. 3, p. 608-629, 2018.

NAVOLAR, T. S.; RIGON, S. A.; PHILIPPI, J. M. S. Dialogo entra agroecologia e promoção da saúde. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortalkeza-CE, v. 23, n. 1, p. 69-79, 2010.

NIGGLI, U. Sustainability of organic food production: challenges and innovations. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 74, n. 1, p. 1-6, 2014.

OLSSON, M. E. *et al.* Antioxidant levels and inhibition of cancer cell proliferation in vitro by extracts from organically and conventionally cultivated strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 4, p. 1248-1255, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint**. WHO/FAO, expert consultation, série 916, Geneva, 2003. Disponível em: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO\\_TRS\\_916.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf?sequence=1). Acesso em: 22 set. 2021.

PADOVANI, R. M. *et al.* Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 741-760, 2006.

PARANÁ (Estado). Decreto Estadual 4.211, de 06 de março de 2020. Regulamenta a Lei nº 16.751, de 29 de dezembro de 2010, que institui a alimentação escolar orgânica no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, 06 mar. 2020.

PARANÁ (Estado). Lei 16.751, de 29 de dezembro de 2010. Institui, no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio, merenda escolar orgânica. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, 29 dez. 2010.

PARANÁ (Estado). Resolução SESA nº 860 de 23 de setembro de 2021. Altera a Resolução SESA nº 0735/2021 que dispõe sobre as medidas de prevenção, monitoramento e controle da COVID-19 nas instituições de ensino públicas e privadas do Estado do Paraná. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, 23 set. 2021.

PEIXINHO, A. M. L. A trajetória do programa nacional de alimentação escolar no período de 2003 a 2010: relato do gestor nacional. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Brasília, v. 18, n. 4, p. 909-916, 2013.

PEREIRA, N.; FRANCESCHINI, S.; PRIORE, S.. Qualidade dos alimentos segundo o sistema de produção e sua relação com a segurança alimentar e nutricional: revisão sistemática. **Revista Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 29, n. 4, 2020.

PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. **Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo**, Lavras-MG: Ed. UFLA, texto acadêmico 72, 90 p., 2014.

PETRY, H. B. *et al.* Qualidade de laranjas “Valência” produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 167-174, 2012.

PERTUZATTI P. B. *et al.* Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 64, n. 1, p. 259-263, 2015.

PINHO, L. *et al.* Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagos – MG, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de Composição de Alimentos: Suporte para decisão nutricional**. 2ª ed. São Paulo: Coronário, 2002. 135 p.

PRISMA. **PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only**. Transparent reporting of systematic reviews and meta-analyses, 2020. Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>. Acesso em: 24 set. 2021.

QUALIS-PERÍODICOS. **Relatório do Qualis Periódico**. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Diretoria de Avaliação: CAPES, 7 p., 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio-qualis-eng4-pdf>. Acesso em: 2021.

RABELLO, A. M.; OLIVEIRA, D. B. **Impactos ambientais antrópicos e o surgimento de pandemias**. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, uncategorised, Pará, 2020. Disponível em: [https://acoescovid19.unifesspa.edu.br/images/conteudo/Impactos\\_ambientais\\_antr%C3%B3picos\\_e\\_o\\_surgimento\\_de\\_pandemias\\_Ananza\\_e\\_Danielly.pdf](https://acoescovid19.unifesspa.edu.br/images/conteudo/Impactos_ambientais_antr%C3%B3picos_e_o_surgimento_de_pandemias_Ananza_e_Danielly.pdf). Acesso em: 12 jan. 2022.

RAGANOLD, J. P. *et al.* Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional Strawberry Agroecosystems. **PLoS ONE**, v. 5, n. 9, 2010. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0012346&type=printable>. Acesso em: 27 jan. 2022.

REGINATO, J. B.; LEAL, R. M. P. Comportamento e impacto ambiental de antibióticos usados na produção animal brasileira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, 2010.

REIS, R. C. *et al.* Alimentos com efeitos na saúde humana, em especial na obesidade: compostos bioativos e atividade antioxidante. **Revista Interdisciplinar**, ISSN 2317-5079, v. 9, n. 3, p. 36-41, 2016.

REMBIALKOWSKA, E. Quality of plant products from organic agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 15, p. 2757-2762, 2007. DOI:10.1002/jsfa.3000

RESENDE, J. T. V. *et al.* Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 305-311, 2010.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Revista Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, 2017. DOI:10.1590/s0103-40142017.31890016

RIBEIRO, L. R. *et al.* Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 34, n. 3, p. 774-782, 2012.

RIBEIRO, R. C. *et al.* Adapted food portions: an instrument proposal for nutrition education. **Nutrire: Revista da Associação Brasileira de Alimentação e Nutrição**, <http://dx.doi.org/10.4322/nutrire.2013.017>, São Paulo, SP, v. 38, n. 2, p. 172-188, 2013.

RIBEIRO, P. *et al.* Tabelas de composição química dos alimentos: análise comparativa com resultados laboratoriais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 216-225, 2003.

ROSS, A. C. *et al.* **Dietary Reference Intakes (DRIs): Acceptable Macronutrient Distribution Ranges**. Institute of Medicine (US), Washington (DC): National Academies Press (US); 2011a. Disponível em: [https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary\\_Reference\\_Intakes.aspx](https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary_Reference_Intakes.aspx). Acesso em: 22, set. 2021.

ROSS, A. C. *et al.* **Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Total Water and Macronutrients**. Institute of Medicine (US), Washington (DC): National Academies Press (US); 2011b. Disponível em: [https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary\\_Reference\\_Intakes.aspx](https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary_Reference_Intakes.aspx). Acesso em: 22, set. 2021.

ROSS, A. C. *et al.* **Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins**. Institute of Medicine (US), Washington (DC): National Academies Press (US); 2011c. Disponível em: [https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary\\_Reference\\_Intakes.aspx](https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary_Reference_Intakes.aspx). Acesso em: 22, set. 2021.

ROSSI, G. A. M.; LEMOS, P. P. L. Comparação da produção animal entre os sistemas orgânico e convencional. **Revista de Educação Contínua em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo: Conselho Regional de Medicina Veterinária, v. 11, n. 1, p. 6-13, 2013.

ROUSSOS, P. A.; GASPARATOS, D. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. **Scientia Horticulturae**, v. 123, p. 247-252, 2009. DOI:10.1016/j.scienta.2009.09.011

SANGIORGIO, D. *et al.* Does Organic Farming Increase Raspberry Quality, Aroma and Beneficial Bacterial Biodiversity? **Microorganisms**, vol. 9, 1617, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081617>

SANTOS, G. L.; GEMMER, R. E.; OLIVEIRA, E. C. Análise de açúcares totais, redutores e não redutores em refrigerantes pelo método Titulométrico de Eynon-Lane. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 8, n. 4, 2016.

SANTOS, M.; GLASS, V. **Atlas do agronegócio: fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos**. Rio de Janeiro: Fundação Rosa Luxemburgo, 2018.

SCOPEL, E. *et al.* Extração de Ácido Cítrico do Limão e sua Utilização para a Remoção da Dureza da Água: Um Método Alternativo para Aulas de Química. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 3, p. 912-923, 2017.

SCOPUS PREVIEW. **CiteScore**, Elsevier. Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>. Acesso em: 01 fev. 2022.

SESC (SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO) *et al.* **Banco de Alimentos e Colheita Urbana: Noções Básicas sobre Alimentação e Nutrição**. Mesa Brasil: SESC. Programa Alimentos Seguros. Rio de Janeiro: SESC/DN, 20 p., 2003. ISBN: 85-89336-05-0

SEYFFARTH, A. S. Capítulo 1 - Os alimentos: Calorias, macronutrientes e micronutrientes, *In: Manual do profissional, Sociedade Brasileira de Diabetes*, 2009. Disponível em: <https://profissional.diabetes.org.br/wp-content/uploads/2021/07/manual-nutricao.pdf>. Acesso em 22, set. 2021.

SHIVA, V. **¿Quién alimenta realmente al mundo? El fracaso de la agricultura industrial y la promesa de la agroecología**. Trad. Amélia Pérez de Villar. Madrid: Capitán Swing, 2017.

SICHE, R. What is the impact of COVID-19 disease on agriculture? **Scientia Agropecuaria**, v. 11, n. 1, p. 3-6, 2020. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.01.00

SILVA, Á. T.; SILVA, S. T. Panorama da agricultura orgânica no Brasil. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 23, p. 1031-1040, 2016.

SILVA, C. K. C. *et al.* Fertilizer source influence on antioxidant activity of lettuce. **African Journal of Agricultural Research**, Alagoas – BR, v. 13, n. 50, p. 2855-2861, 2018. DOI: 10.5897/AJAR2018.13042

SILVA, D. A.; POLLI, H. Q. A importância da agricultura orgânica para saúde e o meio ambiente. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 505-516, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.825

SILVA, E. O.; SANTOS, L. A.; SOARES, M. D. Alimentação escolar e constituição de identidades dos escolares: da merenda para pobre ao direito à alimentação. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 4, p. 1-13, 2018.

SILVA, E. M. N. C. P. *et al.* Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011.]

SILVA, L. A. **Alimentação Saudável**. Itabuna: Universidade Federal do Sul da Bahia. 44 f. il. – (Séria Qualidade de vida na UFSB), ISBN: 978-65-87232-03-4 (e-book), 2020.

SILVA, R. C. R. *et al.* Implicações da pandemia COVID-19 para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3421-3430, 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020259.22152020.

SILVA, W. J. M. **Por que os alimentos orgânicos são mais caros?** Portal educação, 2022. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/por-que-os-alimentos-organicos-sao-mais-caros/59075>. Acesso em: 11 jan. 2022.

SOARES, M. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 727-732, 2008.

SOUSA, A. A. *et al.* Alimentos orgânicos e saúde humana: estudo sobre as controvérsias. **Revista Panamericana Salud Pública**, v. 31, n. 6, p. 513-517, 2012.

SOUZA, A. A.; SANTOS, P. C. T.; BEZERRA, O. M. P. A. Agroecologia. **Centro Colaborador em Alimentação e Nutrição do Escolar CECANE/UFOP**, 20 p., 2012.

SRINIL, K. *et al.* Physico-chemical properties of Guava fruits from organic and conventional cultivation systems. **E3S Web of Conferences**, n. 187, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018704017>

STERTZ, S. C; FREITAS, R. J. S. Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. **Revista Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 6, n. 2, 2005.

STOLARSKI, M. C. *et al.* Alimentação escolar: do soja à comida de verdade. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, vol.38, n.133, p.147-161, 2017.

TABELAS DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS, São Paulo: ABRAN, 2018. Disponível em: <https://abran.org.br/tabelas/>. Acesso em 02 jan. 2020.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA), Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.1, 2019a. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 14 out. 2019.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Tabelas Complementares. Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.0. São Paulo, 2019b. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca/>. Acesso em: 20 mar. 2020

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO), Campinas: UNICAMP, 4. ed. rev. e ampl., 161 p., 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>. Acesso em: 16 out. 2019.

TOLEDO, P.; ANDRÉN, A.; BJORK, L. Composition of raw milk from sustainable production systems. **International Dairy Journal**, Elsevier Science Ltd. All rights reserved, v. 12, p. 75-80, 2002. PII: S 0958-6946(01)00148-0

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VASCONCELOS, T. B. *et al.* Radicais livres e antioxidantes: Proteção ou Perigo?, **Journal of Health Sciences**, v. 16, n. 3, p. 213-219, 2014.

VILELA, G. F. *et al.* **Agricultura orgânica no Brasil: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campinas: EMBRAPA Territorial, Documentos 127, 20 p. 2019. ISSN 0103-7811

VINHA, A. F. *et al.* Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. **Food and Chemical Toxicology**, v. 67, p. 139-144, 2014.

WANDERLEY, M.N.B. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas - o "rural" como espaço singular e ator coletivo. **Estudos Sociedades e Agricultura**, Rio de Janeiro, UFRRJ/CPDA, n.15, p. 87-146, 2000.

WILLIAMS, C. M. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, n. 1, p. 19-24, 2002.

WILLIAMSON, C. S. Is organic food better for our health?. **British Journal of Nutrition**, London, v. 32, p. 104-108, 2007.

WINTER, C. K.; DAVIS, S. F. Organic foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 9, p. 117-124, 2006.

WORTHINGTON, V. Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, Washington, v. 7, n. 2, p. 161-173, 2001.

YU, X. *et al.* Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. **Acta Ecologica Sinica**. Ecological Society of China, v. 38, p. 53-60, 2018.

ZAHEDIPOUR, P. *et al.* A comparative study on quality attributes and physiological responses of organic and conventionally grown table grapes during cold storage. **Scientia Horticulturae**, n. 247, p. 86-95, 2019.

## ARTIGO CIENTÍFICO

(Normas da revista científica International Journal of Food Science and Nutrition)

### **Physicochemical composition of fruits and vegetables under organic and conventional growing systems: a systematic review**

Caroline Manfrin\*, José O. A. de Sena, Alessandra A. Silva, and Lucimar P. Peres

Department of Agronomy, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brazil

\* Correspondence to: Caroline Manfrin. e-mail: karol-manfrin@hotmail.com

#### **ABSTRACT**

Thirty-four articles were collected that analyzed and compared the physical-chemical composition of organic and conventional fruits and vegetables, and they were obtained after a scientific filtering of an initial number of 425 studies. Observing, then, all the foods analyzed by these 34 articles, and including only the nutrients evaluated in four or more foods, it is observed that 62.5% of organic fruits have higher levels of Vitamin C, 92.31% of Total Phenolic Compounds, 80% Flavonoids, 57.14% Anthocyanins and 100% Antioxidant Activity, compared to conventional ones. Regarding vegetables, 76.48% of their organic versions had higher contents of Dry Matter, 85.72% of Vitamin C, 80% of Lycopene, 75% of  $\beta$ -carotene, 82.36% of Phenolic Compounds Totals, 75% of Gallic Acid, 69.23% of Antioxidant Activity, and 100% showed lower levels of Nitrates, compared to the conventional ones.

#### **KEYWORDS**

Bioactives; Health; Menus; Nutrition; Pesticides.

## **Introduction**

Brazilian agricultural production is composed mostly of conventional food, where, in the 70s, the government adopted the Green Revolution, an agriculture model based on the intensive use of chemical inputs, thus having an exponential increase in agricultural production and livestock in the country, however, with great incentives for the use of pesticides (herbicides, fungicides and insecticides), fertilizers and chemical fertilizers. This is due to the fact that in this type of production system, the need for durability and resistance of the product is recommended, prioritizing quantities produced and not human, animal or environmental health issues (Rossi and Lemos 2013; Mariani and Henkes 2015).

As an alternative to conventional foods, the organic production system is observed, whose methods used during food cultivation are alternative, and must meet the organic standards described by the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) in Brazil, which prohibits or limits the use of pesticides and chemical inputs, in addition, organic foods are not processed with irradiation, industrial solvents or synthetic food additives, which improves the health of the agroecosystem and the environment, they can also be considered healthier and safer than conventional foods, promoting a good quality of life for everyone involved in its production chain (Vilela et al. 2019; Brazil 2021; FAO 2021).

The main risks in relation to the use of pesticides are water pollution (rivers, seas, river basins and even rain); contamination of soils and air; toxicity to fish, amphibians, insects, bees and microorganisms; the emergence of pesticide-resistant weeds and pests causing ecological instability; and toxicity to humans and other organisms (Silva and Silva 2016; Lopes and Albuquerque, 2018; Majeed 2018).

Pesticides when in direct contact with humans can cause toxicity, neurotoxicity, genotoxicity and hormonal dysfunction (Forman et al. 2012). Besides direct contact, humans can be affected through ingestion of contaminated food and water, leading to chronic exposure, which can be

associated with numerous health problems, affecting the eyes, gastrointestinal tract, liver, kidneys and cardiovascular, nervous, reproductive and endocrine systems, also causing memory disorders, kidney diseases, rheumatoid arthritis, respiratory and dermatological problems, depression, neurological deficits such as Parkinson's disease, miscarriages, fetal malformation and different types of cancers (Forman et al. . 2012; Silva and Silva 2016; Majeed 2018).

Johann et al. (2019) point out that in addition to conventional foods having greater toxicity than organic foods due to the large amounts of chemicals used, they may also have a lower nutritional quality.

This is because organic agriculture uses soil conservation techniques, such as crop rotation and intercropping (which prevents nutrient depletion), green manures (planting special crops that enrich the soil), mulching (protects the soil against erosion ), plant and animal compost (organic matter for the soil) and minimal cultivation; resistant varieties; alternative and integrated pest control; absence of pesticides and chemical fertilizers, preserving the soil structure, providing food for soil microorganisms, preventing the emergence of pests, reducing the loss and displacement of nutrients and soil contamination, and causing the slow release of nutrients to the plants ; unlike conventional agriculture (Worthington 2001; Silva and Polli 2020).

It is also important to emphasize that nutrition, and any diet, goes beyond the consumption and availability of food, it also goes beyond nutritional issues, encompassing healthier and more sustainable food production systems, since only the nutritional issue in isolation does not manages to provide all the necessary benefits for human, animal and environmental health (Lima and Vianello 2011; Ribeiro et al. 2017).

In this way, even if organic and conventional foods were similar in nutritional terms, the benefits of organic foods over conventional foods, in relation to good sanitary quality, being free of pesticides and genetic modifications, produced in a sustainable, balanced, and in a way

that respects social, cultural and environmental aspects, would be more than enough reasons for their consumption to be encouraged.

However, as organic foods may have higher nutrient contents than conventional foods (Worthington, 2001) and nutritional aspects characterize an important aspect of Food and Nutrition Security (FAO 2013), and few studies have been carried out in this area, especially when the adequate control of variables that can influence the composition of a food is taken into account, such as soil type, environmental conditions (light, temperature and humidity), processing, storage and genetic variability (Williams 2002; Lima and Vianello 2010; Forman et al. 2012), it is extremely important to carry out this research on the subject, providing more information and quality comparisons between the physical-chemical composition of organic and conventional foods.

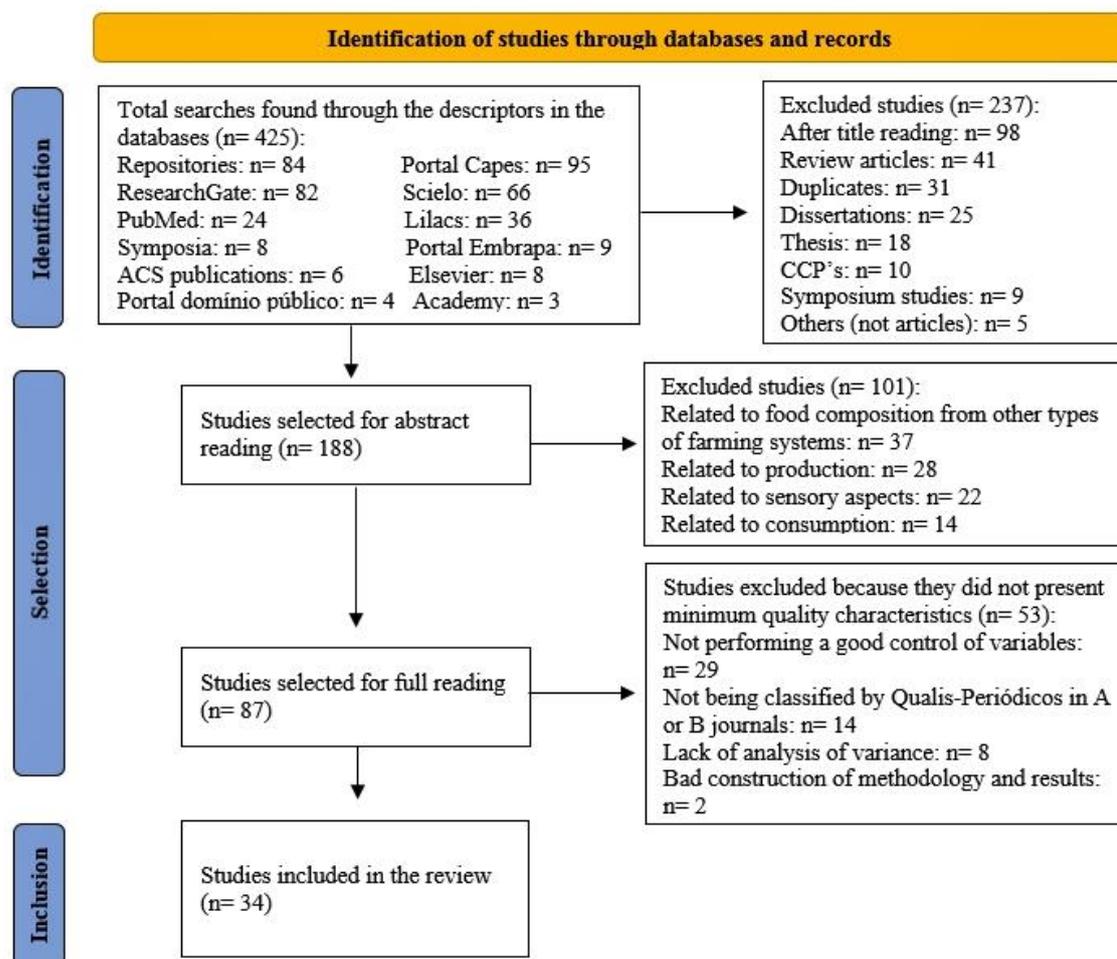
Therefore, the present research sought to identify the nutritional differences between fruits and vegetables grown under organic and conventional systems.

## **Materials and Methods**

The study was based on bibliographic research and carried out using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews method (PRISMA 2020), described by Galvão et al. (2015). It was guided by the following questions: Do fruits and vegetables from organic and conventional farming systems present nutritional differences? If yes, what are they? Using the following descriptors: “chemical characteristics of organic foods”; “organic fruits and vegetables”; “organic and conventional foods”; “organic food nutrients”, thus having a qualitative-quantitative, descriptive and exploratory character. The review included the survey of national and international research, regarding the nutritional comparison of organic and conventional foods, through the following databases: Academia, ACS publications, Elsevier, Lilacs, Portal

Capes, Portal Dominio Público, Portal Embrapa, PubMed, Repositories, ResearchGate, Scielo and Symposia.

Initially, 425 studies were collected, from 2002 to 2021, of which 237 were excluded after reading the title, noting the lack of establishment of a relationship with the nutritional quality of organic foods, or because they were review articles, thesis, dissertations, Course Conclusion Papers (CCP's), papers from symposia or other events, and duplications. Of the 188 remaining articles, 101 were discarded after reading the abstract, noting that it was not a nutritional comparison between organic and conventional fruits and vegetables; of the remaining 87 studies, 53 were eliminated because they did not present minimum quality characteristics, such as: analysis of variance, adequacy in the construction of methodology and results, as they were not published in journals classified by the latest CiteScore Ranking (Scopus Preview 2022) or the Factor Impact - FI (Web of Science database) (Clarivate 2022) in percentiles that fit into the eight strata (A or B Journals) of Qualis-Periódicos (2019), and for not having a good control of variables that influence nutritional composition of food, such as: climate, soil, cultivation and management; leaving 34 articles. A flowchart detailing the identification, selection and inclusion of studies can be seen in Figure 1.



**Figure 1.** Flowchart of the methodology steps according to their phases: identification, selection and inclusion.

The foods collected through the 34 selected articles were divided into 2 groups: Fruit Group and Vegetables Group, following the description of the Food Guide for the Brazilian Population (Brazil 2014) and FAO (2014), which divide the foods taking into account their nutritional characteristics (Table 1).

**Table 1.** Food groups of fruits and vegetables.

| Fruit Group      |  |
|------------------|--|
| Description      | They support good health, are rich in fiber, vitamins and minerals, prevent cancers, and aid digestion, preventing constipation. |
| Food examples    | Guava, apple, banana, orange, mango, papaya etc.   |
| Vegetables Group |  |
| Description      | They contribute positively with an important amount of water, vitamins and minerals, contributing to good health in general.     |
| Food examples    | Pumpkin, chayote, cauliflower, broccoli, tomatoes, onions, cabbage, peppers, lettuce, arugula, chicory etc.                      |

Of the 34 articles, 17 are from the fruit group and 17 from the vegetables group, which are arranged in chronological order in Tables 2 and 3. The Tables show the country where each study took place and the foods analyzed by them.

**Table 2.** Articles that compared the physicochemical composition of fruits, in chronological order, including the country where each study took place and the foods analyzed by them.

| Article                       | Country                  | Food/s analyzed   |
|-------------------------------|--------------------------|---|
| Carbonaro et al. (2002)       | Italy                    | 1- Regina Bianca Peach; and<br>2- Williams Pear.  |
| Amodio et al. (2007)          | United States of America | 1- Hayward Kiwi.  |
| Fischer et al. (2007)         | Brazil                   | 1- Yellow Passion Fruit.  |
| Roussos and Gasparatos (2009) | Greece                   | 1- Starking Delicious Apple.  |
| Raganold et al. (2010)        | United States of America | 1- Diamante Strawberry;<br>2- Lanai Strawberry; and<br>3- San Juan Strawberry.  |
| Cardoso et al. (2011)         | Brazil                   | 1- Rama Forte Persimmon;<br>2- Oliver Acerola; and<br>3- Oso Grande Strawberry.   |
| Maciel et al. (2011)          | Brazil                   | 1- Tommy Atkins Mango.  |
| Ribeiro et al. (2012)         | Brazil                   | 1- Caipira Banana;<br>2- Pacovan Ken Banana;<br>3- Maravilha Banana;<br>4- Prata-Anã Banana;<br>5- Thap maeo Banana; and<br>6- Tropical Banana. |
| Petry et al. (2012)           | Brazil                   | 1- Valência Orange.   |
| Amarante et al. (2015)        | Brazil                   | 1- Royal Gala Apple.  |
| Kazimierczak et al. (2015)    | United States of America | 1- Polka Raspberry; and<br>2- Polona Raspberry.   |
| Kohn et al. (2015)            | Brazil                   | 1- Valenciano Melon.  |
| Pertuzatti et al. (2015)      | Brazil                   | 1- Yellow Passion Fruit.  |
| Frias-Moreno et al. (2019)    | Mexico                   | 1- Heritage Raspberry.  |
| Zahedipour et al. (2019)      | Iran                     | 1- Thompson Grape.  |
| Srinil et al. (2020)          | Thailand                 | 1- Paen Srithong Guava; and<br>2- Kim Ju Guava.   |
| Sangiorgio et al. (2021)      | Italy                    | 1- Enrosadira Raspberry.  |

**Table 3.** Articles that compared the physicochemical composition of vegetables, in chronological order, including the country where each study took place and the foods analyzed by them.

| Article                          | Country                  | Food/s analyzed  |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| Moreira et al. (2003)            | Argentina                | 1- Bressane Chard.   |
| Caris-Veyrat et al. (2004)       | France                   | 1- Félicia Tomato;<br>2- Izabella Tomato; and<br>3- Paola Tomato.  |
| Bender et al. (2009)             | Estonia                  | 1- Jõgeva Nantes Carrot.   |
| Arbos et al. (2010)              | Brazil                   | 1- Verônica Lettuce;<br>2- Arugula; and<br>3- Chicory.   |
| Citak and Sonnez (2010)          | Turkey                   | 1- Spinach ( <i>Spinacia Oleracea</i> L.).   |
| Resende et al. (2010)            | Brazil                   | 1- Red Creole Onion;<br>2- Montana Onion;<br>3- Baia Periforme Onion;<br>4- Crioula do Mercosul Onion;<br>5- Bola Precoce Onion; and<br>6- Baia Periforme Onion. |
| Silva et al. (2011)              | Brazil                   | 1- Curly Lettuce.  |
| Hallmann and Rembalkowska (2012) | Poland                   | 1- Roberta Bell Pepper;<br>2- Spartacus Bell Pepper; and<br>3- Berceo Bell Pepper.   |
| Luthria et al. (2012)            | United States of America | 1- Blackbell Eggplant; and<br>2- Millionaire Eggplant.   |
| Kazimierczak et al. (2014)       | Poland                   | 1- Libero Beet.  |
| Vinha et al. (2014)              | Portugal                 | 1- Redondo Tomato.   |
| Martins et al. (2017)            | Brazil                   | 1- Rubra Lettuce; and<br>2- Crystal Lettuce.   |
| Bender et al. (2020)             | Estonia                  | 1- Jõgeva Nantes Carrot.   |
| Guilherme et al. (2020)          | Portugal                 | 1- Green Sweet Pepper; and<br>2- Red Sweet Pepper.   |
| Basay et al. (2021)              | Turkey                   | 1- Pala-49 Eggplant;<br>2- Topan374 Eggplant;<br>3- Rio Grande Tomato;<br>4- Pink Tomato; and<br>5- Kandil Dolma Pepper.   |
| Mian et al. (2021)               | Brazil                   | 1- Grazianni Tomato.   |
| Najman et al. (2021)             | Poland                   | 1- White Harna Garlic; and<br>2- Black Harna Garlic.   |

After gathering all the physicochemical analyzes carried out on foods by the 34 articles, it was observed that there were some of them that were explored by few articles and in few foods. This situation can be considered an obstacle to concise conclusions about the differences found, therefore, in order to provide a reliable result, the present research excluded from each food

group, all variables that were analyzed in three or less foods. Thus, the present research included only the variables analyzed in four or more foods.

In the fruit group, the variables analyzed in four or more foods were: 1- Total Soluble Solids (TSS); 2- Total Titratable Acidity (TTA); 3- TSS/TTA ratio; 4- Hydrogenonic Potential (pH); 5- Moisture; 6- Total Sugars; 7- Reducing Sugars; 8- Non-Reducing Sugars; 9- Vitamin C; 10- Lycopene; 11-  $\beta$ -carotene; 12- Total Phenolic Compounds (TPC); 13- Flavonoids; 14- Anthocyanins; and 15- Antioxidant Activity.

In the vegetables group, the variables analyzed in four or more foods were: 1- Total Soluble Solids (TSS); 2- Total Titratable Acidity (TTA); 3- Hydrogenonic Potential (pH); 4- Moisture; 5- Dry Matter (DM); 6- Vitamin C; 7- Lycopene; 8- $\beta$ -carotene; 9- Total Phenolic Compounds (TPC); 10- Flavonoids; 11- Chlorogenic Acid; 12- Gallic Acid; 13- Antioxidant Activity and 14- Nitrates.

Taking into account, then, all these selections made, the present research clearly defined the amount of organic fruits and vegetables, which showed, or not, differences in physicochemical composition, when compared to their conventional versions. These differences were tabulated with the help of electronic spreadsheets, and discussed by exploring all necessary information on the subject.

## **Results**

### ***Fruits***

Of the 20 fruits analyzed in relation to the content of Total Soluble Solids, 12 (60%) had equal levels between the organic and conventional systems; six (30%) had higher contents in their organic versions compared to the conventional ones; and two (10%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the 17 fruits analyzed in terms of Total Titratable Acidity, 13 (76.47%) had equal contents between the organic and conventional systems; three (17.65%) had lower contents in their

organic versions compared to the conventional ones; and one (5.88%) had a higher content in its organic version compared to the conventional one.

The 11 fruits (100%) analyzed in relation to pH, presented equal contents between the organic and conventional systems.

Of the 11 fruits analyzed in relation to Ratio, nine (81.82%) had equal contents between the organic and conventional systems; and two (18.18%) had higher contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the six fruits analyzed in terms of Moisture content, four (66.67%) had equal levels between the organic and conventional systems; and two (33.33%) had higher contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the eight fruits analyzed in relation to Total Sugars, five (62.5%) had equal contents between the organic and conventional systems; two (25%) had higher contents in their organic versions compared to the conventional ones; and one (12.5%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the seven fruits analyzed in relation to Reducing Sugars, five (71.42%) had equal contents between the organic and conventional systems; one (14.29%) had a higher content in its organic version compared to the conventional one; and one (14.29%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the six fruits analyzed in relation to Non-Reducing Sugars, four (66.66%) had equal levels of Non-Reducing Sugars between the organic and conventional systems; one (16.67%) had a higher content in its organic version compared to the conventional one; and one (16.67%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the 16 fruits analyzed in terms of Vitamin C content, ten (62.5%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; four (25%) showed equal levels between

the systems; and two (12.5%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the four fruits analyzed in terms of lycopene content, three (75%) had equal levels in the organic and conventional versions; and one (25%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the four fruits analyzed in terms of  $\beta$ -carotene content, two (50%) had equal levels in the organic and conventional versions; and two (50%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the 13 fruits analyzed in terms of Total Phenolic Compounds content, 12 (92.31%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and one (7.69%) had the same content between the systems.

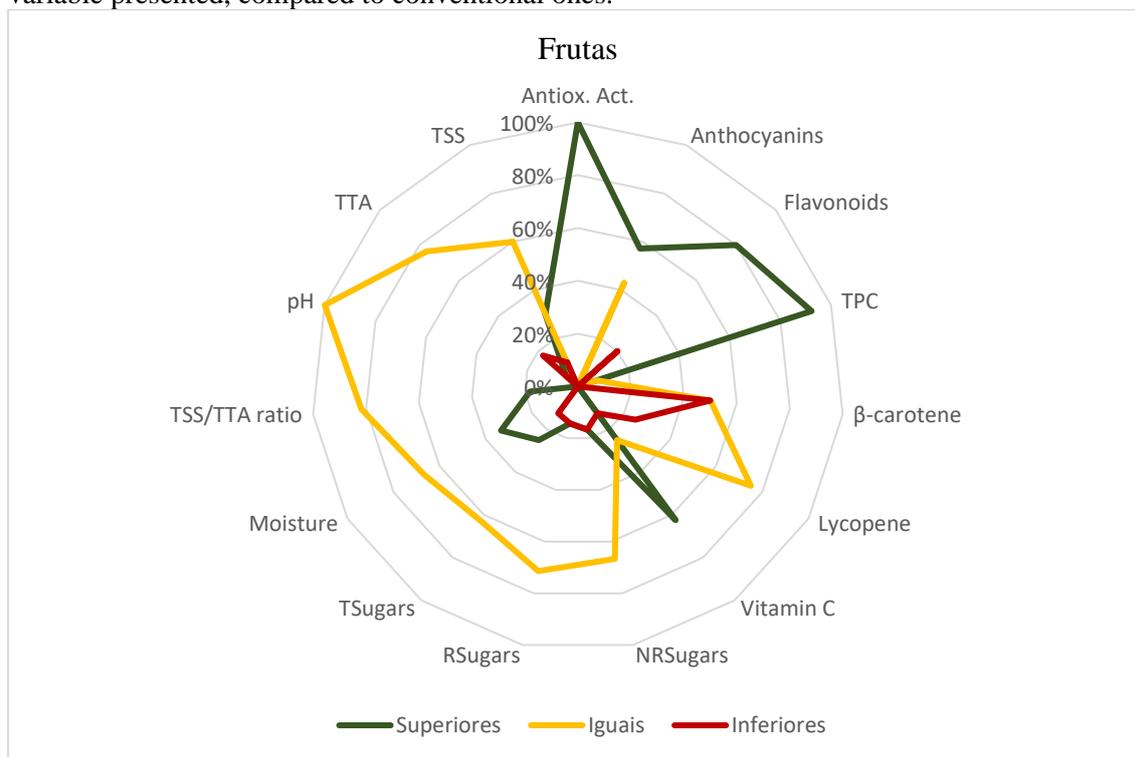
Of the five fruits analyzed in terms of Flavonoid content, four (80%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and one (20%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the seven fruits analyzed in terms of Anthocyanins content, four (57.14%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and three (42.86%) had equal contents between the systems.

All eight fruits (100%) analyzed in relation to Antioxidant Activity, showed higher levels in their organic versions compared to the conventional ones.

Figure 2 shows the variables analyzed in the fruit group, arranged in equi-angular rays. Three lines connect the variables of each ray, a green one (to indicate the percentage of organic fruits superior to the conventional ones), a yellow one (to indicate the percentage of organic fruits equal to the conventional ones) and a red one (to indicate the percentage of organic fruits that are inferior conventional ones).

**Figure 2.** Percentage of organic fruits that are higher, equal or lower in terms of the content of each variable presented, compared to conventional ones.



TSugars: Total Sugars; RSugars: Reducing Sugars; NRSugars: Non-Reducing Sugars; Antiox. Act.: Antioxidant Activity,

### ***Vegetables***

Of the 16 vegetables analyzed in relation to the content of Total Soluble Solids, seven (43.75%) had equal levels between the organic and conventional systems; seven (43.75%) showed higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and two (12.5%) lower contents in the organic versions compared to the conventional ones.

Of the 13 vegetables analyzed in relation to Total Titratable Acidity, 10 (76.92%) had equal contents in organic and conventional systems; and three (23.08%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the 14 vegetables analyzed in terms of pH, nine (64.28%) had the same pH in organic and conventional systems; three (21.43%) had lower pH in their organic versions compared to the conventional ones; and two (14.29%) had higher pH in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the six vegetables analyzed in terms of Moisture content, five (83.33%) had equal levels in organic and conventional systems; and one (16.67%) had a higher content in its organic version compared to the conventional one.

Of the 17 vegetables analyzed in terms of Dry Matter content, 13 (76.48%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; two (11.76%) had equal levels between the systems; and two (11.76%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the 14 vegetables analyzed in terms of Vitamin C content, 12 (85.72%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and two (14.28%) had lower contents in the organic versions compared to the conventional ones.

Of the five vegetables analyzed in terms of Lycopene content, four (80%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and one (20%) presented equal content between the systems.

Of the eight vegetables analyzed in terms of  $\beta$ -carotene content, six (75%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; and two (25%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones.

Of the 17 vegetables analyzed in relation to the content of Total Phenolic Compounds, 14 (82.36%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; two (11.76%) had equal levels between the systems; and one (5.88%) had a lower content in its organic version compared to the conventional version.

Of the 12 vegetables analyzed in relation to Flavonoids, six (50%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; five (41.67%) presented equal levels between the systems; and one (8.33%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the 12 vegetables analyzed in relation to Chlorogenic Acid, five (41.67%) had higher levels in their organic versions compared to the conventional ones; four (33.33%) had lower contents in their organic versions compared to the conventional ones; and three (25%) presented equal contents between the systems.

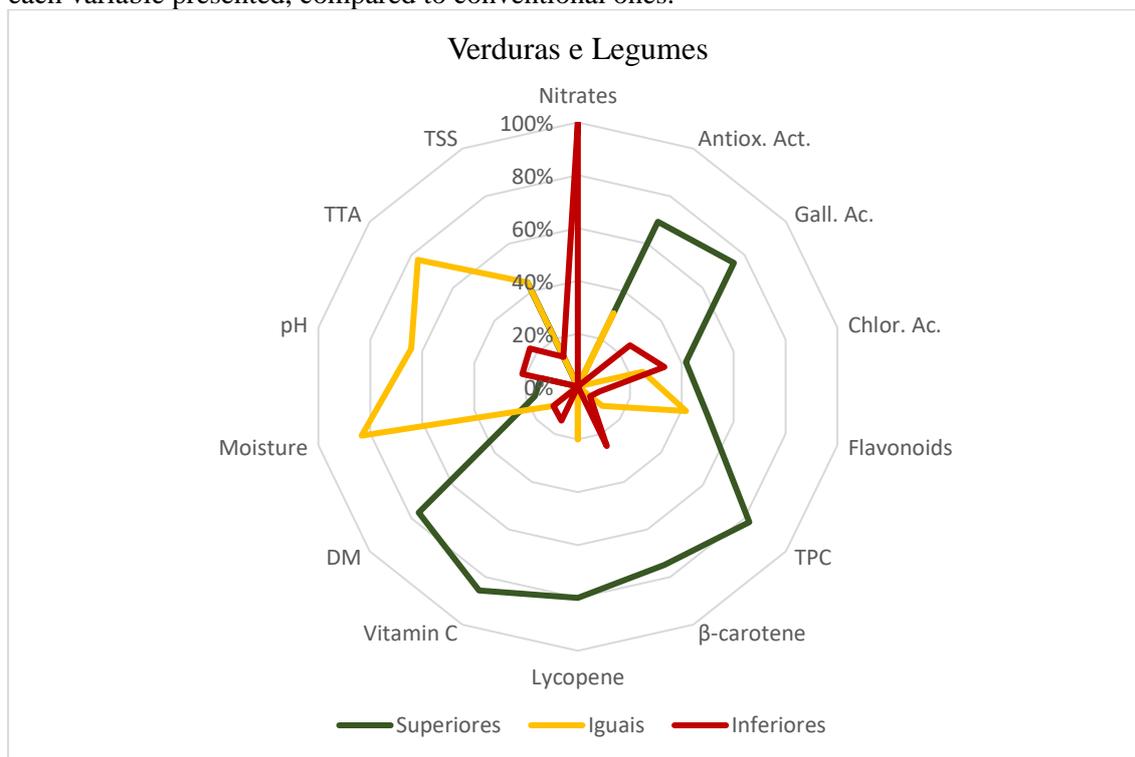
Of the four vegetables analyzed in relation to Gallic Acid, three (75%) had higher levels of Gallic Acid in their organic versions compared to the conventional ones; and one (25%) had a lower content in its organic version compared to the conventional one.

Of the 13 vegetables analyzed in relation to Antioxidant Activity, nine (69.23%) had higher Antioxidant Activity in their organic versions compared to the conventional ones; and four (30.77%) had the same Antioxidant Activity between the systems.

The four vegetables (100%) analyzed in terms of Nitrate content had lower levels in their organic versions compared to the conventional ones.

Figure 3 shows the variables analyzed in the vegetables group, arranged in equi-angular radii. Three lines connect the variables of each ray, a green one (to indicate the percentage of organic vegetables higher than the conventional ones), a yellow one (to indicate the percentage of organic vegetables equal to the conventional ones) and a red one (to indicate the percentage of organic vegetables inferior to the conventional ones).

**Figure 3.** Percentage of organic vegetables that are higher, equal or lower in terms of the content of each variable presented, compared to conventional ones.



Chlor. Ac.: Chlorogenic Acid; Gall. Ac.: Gallic Acid; Antiox. Act.: Antioxidant Activity.

Analyzing all 34 studies surveyed (Tables 2 and 3), it is noted that 20 of them stated in their conclusions that, in general, the organic foods analyzed by them were better and/or superior to the conventional ones; and no study classified organic foods as inferior to conventional foods.

## Discussion

A lower content of Total Soluble Solids could be seen in organic foods due to the reduction of these compounds caused by nitrogen fertilization in conventional agriculture (Guilherme et al. 2020), however, the present research did not observe this fact, and still, despite the fruits, vegetables and legumes were equal in terms of Total Soluble Solids contents, it is observed that there were more organic foods with higher Soluble Solids contents compared to conventional ones, than conventional foods compared to organic ones.

The opposite could be seen about the acidity of a food, where nitrogen fertilizers from conventional agriculture could increase it (Guilherme et al. 2020), however, the present

research did not observe this result, since most organic and conventional foods were equal in both Total Titratable Acidity and pH.

The Total Soluble Solids content is a strong indicator of the sweetness of a food, and despite being a very important variable, it is essential that there is a balance between sweetness and acidity (Zahedipour et al. 2019). And this balance is measured by the Ratio of Total Soluble Solids to Total Titratable Acidity (Ratio) (Zahedipour et al. 2019). However, there were no differences in Ratio between organic and conventional fruits; as for the group of vegetables, it was not possible to raise four or more Ratio comparisons.

As for Total, Reducing and Non-Reducing Sugars, organic foods could have higher levels than conventional ones, which would give them a better organoleptic characteristic (Borguini 2006). However, according to Ribeiro et al. (2012) there is no proof of this statement, and in agreement, the present research also found results that show that most organic and conventional fruits have equal contents in relation to Total, Reducing and Non-Reducing Sugars; as for the group of vegetables, it was not possible to raise four or more comparisons of Sugars.

Regarding the Moisture content, the organic and conventional fruits, vegetables and vegetables surveyed were the same. Regarding the dry matter content, only vegetables were analyzed in four or more foods, and the absolute majority showed higher levels in their organic versions.

This could be explained because in the fertilization of the organic system, nitrogen is absorbed by the plant after mineralization, not “forcing” the growth of the plant, thus inducing a higher content of Dry Matter (Caris-Veyrat et al. 2004). Kazimierczak et al. (2014) report that conventional foods usually have a higher water content, as nitrogen fertilization would increase food yield, and consequently also increase the water content in plant cells.

Hallmann and Rembalkowska (2012) explain that opponents of organic agriculture say that organic foods undergo water stress and therefore would have higher levels of Dry Matter. However, the authors emphasize that the organic and conventional peppers evaluated by them

were irrigated regularly, and the dry matter content was higher in organic crops, which according to the authors, is another result of the different metabolism of organic and conventional plants.

Due to the higher content of Dry Matter presented by organic foods, nutrients can be concentrated, especially if the analyzes are carried out in dry weight, since the nutritional value of foods is proportional to the content of Dry Matter (Bourn and Prescott 2002; Martins et al. 2017).

Free radicals are organic and inorganic molecules and atoms that have high instability, extremely short half-life and very high chemical reactivity; its presence affects many physiological functions, and its formation occurs during cellular metabolism and exposure to external factors such as: gamma and ultraviolet radiation, smoking, medications, and diet, such as the consumption of a lot of fried food and refined foods (Bianchi and Antunes 1999; Vasconcelos et al. 2014).

The imbalance between oxidant and antioxidant molecules causes cellular damage and is called oxidative stress (Bianchi and Antunes 1999). The production of many free radicals (oxidizing molecules) can cause cell damage and death, and may be associated with more than 50 diseases related to DNA damage and degenerative diseases, such as: heart disease, lung problems, atherosclerosis, cancers, Parkinson's, Alzheimer's, arthritis, brain dysfunction, diabetes mellitus, cataracts, aging, multiple sclerosis, chronic inflammation, and immune system diseases (Bianchi and Antunes 1999; Borguni 2006; Brazil 2014; Vasconcelos et al. 2014).

Thus, the prevalence of defense mechanisms that inhibit and reduce cell damage caused by free radicals is very important to prevent such damage; these defense mechanisms are called antioxidant compounds, such as those raised by the present research: Vitamin C, Lycopene,  $\beta$ -carotene and Total and specific Phenolic Compounds: Chlorogenic and Gallic Acids, Flavonoids and Anthocyanins (Bianchi and Antunes 1999; Borguini 2006; Maciel et al. 2011).

Fruits and vegetables have large amounts of these compounds and are linked to reducing the development of diseases caused by free radicals (Bianchi and Antunes 1999).

Vitamin C, in addition to its antioxidant function, is very important for healing, defense against organic infections, collagen synthesis (existing in practically all body tissues), acting as a cofactor of enzymes, increasing photoprotection and preventing scurvy, and in nature is found only in fruits and vegetables (Manela-Azulay et al. 2003; Yu et al. 2018). Both fruits and vegetables surveyed by this research showed higher levels of vitamin C in their organic versions compared to conventional ones.

One theory for such a result would be due to nitrogen fertilizers from conventional agriculture, and their large dose, increasing the production of proteins and decreasing the production of carbohydrates, and consequently, that of ascorbic acid (vitamin C), a vitamin that depends on carbohydrates to be formed (Petry et al. 2012; Silva et al. 2011).

On the other hand, Kazimierczak et al. (2014), Guilherme et al. (2020) and Mian et al. (2021) state that the vitamin C content is higher in organic foods, due to the C/N ratio, where high fertilization with nitrogen (N) inhibits the formation of secondary metabolites that do not have nitrogen in their molecule, such as vitamin C, phenolic acids and flavonoids.

Meanwhile, Cardoso et al. (2011) explains that pesticides indirectly harm the nutritional quality of fruits and vegetables, as they affect soil ecology, and the microorganisms that produce important compounds for plants, such as lactate and citrate, which combine with minerals from the soil and make them more available to plant roots (Worthington 2001). Moreira et al. (2003) also point out that pesticides can affect the lability of vitamin C during food storage.

Lycopene and  $\beta$ -carotene are carotenoids, and are precursors of vitamin A (transformation occurs naturally in the liver) (Uenojo et al. 2007).  $\beta$ -carotene is the most important precursor of this vitamin, and together with lycopene (a carotenoid commonly present in tomatoes and their derivatives), it increases the immune response and prevents degenerative and heart

diseases, dyslipidemias and cancers (Bianchi and Antunes 1999; Bender 1999; Bender). et al. 2009; Caris-Veyrat et al. 2004; Uenojo et al. 2007).

According to the survey of the present research, it is observed that organic fruits have equal contents of Lycopene and  $\beta$ -carotene, whereas organic vegetables have higher contents of both nutrients. This is a very important finding, since the human body is not able to synthesize carotenoids, acquiring them through food, especially fruits and vegetables (Yu et al. 2018).

Phenolic Compounds or Polyphenols, are secondary metabolites produced by plants during their development or as responses to stress, and can be divided into Flavonoids (anthocyanins, flavonols and isoflavones) and Non-Flavonoids (phenolic acids, such as Chlorogenic Acid and Gallic Acid), with more than 8,000 phenolic compounds already identified (Pereira and Angelis-Pereira 2014).

They are usually related to the defense mechanism of plants, however, they are also important for attracting bees, accelerating pollination, coloring plants for camouflage and defense against herbivores, in addition to antifungal and antibacterial activities (Lin et al. 2016; Zahedipour et al. al. 2019).

Phenolic Compounds are abundant in plant foods and are probably the richest antioxidants in the human diet, in addition to their antioxidant function, they may also have anti-aging, antiallergic, antimicrobial, antithrombotic, anti-inflammatory and antiproliferative action, in addition to preventing metabolic syndrome, cancer, diabetes mellitus, neurological disorders, atherosclerosis and dyslipidemias (Maciel et al. 2011; Lin et al. 2016; Basay et al. 2021).

Due to the benefits of these bioactive compounds, there are searches for foods that may have higher levels of them, and in this sense, organic foods are observed (Hallmann and Rembalkowska 2012; Kazimierczak et al. 2015). This is because the content of phenolic compounds in a food can be influenced by the cultivar, environment, soil type, growth and

storage conditions, but also by the cultivation methods, organic or conventional (Luthria et al. 2012).

The present research confirms this statement, since both the fruits and the organic vegetables surveyed had higher levels of Total Phenolic Compounds than the conventional ones. As for Specific Phenolic Compounds, it is observed that in relation to Chlorogenic Acid, it cannot be said that most organic vegetables and vegetables had higher levels, however, there were more organic vegetables and vegetables showing higher levels of Chlorogenic Acid than the conventional ones, that there were organic vegetables with levels equal to or lower than the conventional ones. Regarding Gallic Acid, most organic vegetables and vegetables had higher levels than their conventional versions; as for the fruit group, it was not possible to make four or more comparisons of Chlorogenic and Gallic Acids.

Flavonoids were superior in most organic fruits compared to conventional ones, in relation to organic vegetables it cannot be said that most had higher levels, however, there were more organic vegetables and vegetables showing higher levels of flavonoids than conventional ones, than there were organic vegetables with levels equal to or less than conventional ones.

Anthocyanins that are part of flavonoids, are characterized as pigments that give color to fruits and vegetables, and range from blue to red, they are considered the most effective antioxidant ever found (Martins et al. 2017; Yu et al. 2018). And according to the studies raised by the present research, most of the fruits had higher levels of anthocyanins in their organic versions compared to the conventional ones; as for the group of vegetables, it was not possible to make four or more comparisons of anthocyanins.

There are many hypotheses as to why organic foods have higher levels of antioxidant substances. One of them is associated with the nitrogen sources used in the conventional production model. According to this hypothesis, the type of nitrogen fertilizer used in conventional agriculture, due to its high solubility in water, makes this nutrient quickly and

abundantly available to plants, which would direct the use of nitrogen and other substances of plant metabolism, for plant growth, and not for the generation of other compounds (which do not have nitrogen in their composition), such as simple and complex sugars, and secondary metabolites such as organic acids, phenolic compounds, pigments and vitamins (Caris-Veyrat et al. 2004; Amodio et al. 2007; Hallmann and Rembalkowska 2012; Kazimierczak et al. 2015; Zahedipour et al. 2019; Basay et al. 2021).

Another hypothesis is in relation to the stress that the organic plant undergoes, since due to the absence of pesticides, they need to defend themselves against insects, diseases and spontaneous plants, which would induce a greater production of defense substances, such as phenolics, which are present in plants associated with defense mechanisms and in scars, and their production can increase when they undergo stress (Carbonaro et al. 2002; Caris-Veyrat et al. 2004; Vinha et al. 2014; Farinazzo et al. 2018; ; Frias-Moreno et al. 2019; Zahedipour et al. 2019; Basay et al. 2021).

Amodio et al. (2007) and Zahedipour et al. (2019) also emphasize that the application of pesticides, fungicides and herbicides affect the specific biosynthetic steps of these secondary metabolites, interrupting their production. Thus, as conventional plants are managed using synthetic nutrients and pesticides, over time, their natural defense mechanisms are expected to weaken, which contributed to lower plant resistance (Basay et al. 2021).

Currently, there are several methods for determining the general antioxidant activity of a food, since there are many compounds with this property, as examples of these compounds, the aforementioned ones are observed, in addition to being complex in the way they fight free radicals (Soares et al. 2008). Taking into account, the foods evaluated by these studies, both fruits and organic vegetables, showed higher Antioxidant Activity than conventional ones.

According to the studies carried out by the present research, organic vegetables have lower levels of nitrates compared to conventional ones; as for the fruit group, it was not possible to

make four or more comparisons of Nitrates. In this way, there is an advantage of organic vegetables over conventional ones. This is because nitrates have harmful effects on human health. They can react with amines to form nitrosamines, carcinogens and mutagens that cause cancers of the digestive tract and leukemia; in addition, nitrates converted to nitrites can oxidize hemoglobin and cause methemoglobinemia, acute poisoning, and cancers (Silva et al. 2011; Yu et al. 2018; Golijan and Sečanski 2021).

Conventional foods probably have higher levels of nitrates than organic ones, due to the chemical fertilizers used, which can affect the content of various compounds produced by the plant due to the greater supply of nitrogen compared to organic fertilizers, which contributes to the formation of compounds with nitrogen in its chemical chain, such as nitrate (Lima and Vianello 2011; Silva et al. 2011; Guilherme et al. 2020).

However, Bender et al. (2020) observed that even with equal nitrogen supply, nitrates were lower in organic carrots compared to conventional ones, so the difference may be associated with the speed at which this nitrogen is released to plants, since the conventional one provides large amounts in a short period of time, while the organic one provides fertilizers that are decomposed gradually releasing nitrogen little by little.

Thus, according to the survey carried out, a greater amount of organic fruits have higher levels of Vitamin C, Total Phenolic Compounds, Flavonoids, Anthocyanins and Antioxidant Activity, compared to conventional ones; and equality in the other parameters (Table 4). While a greater amount of organic vegetables and vegetables have higher contents of Dry Matter, Vitamin C, Lycopene,  $\beta$ -carotene, Total Phenolic Compounds, Gallic Acid and Antioxidant Activity; and lower levels of Nitrates, compared to conventional ones; and equality in the other parameters (Table 5).

**Table 4.** Number of surveys comparing the physical-chemical composition of organic and conventional foods in the period from 2002 to 2021, for the Fruit Group.

| <b>Physicochemical characteristics</b> | <b>Number of studies</b> | <b>Total Food</b> | <b>OF &gt; CF</b> | <b>OF = CF</b> | <b>OF &lt; CF</b> |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| TSS                                    | 12                       | 20                | 6                 | 12             | 2                 |
| TTA                                    | 10                       | 17                | 1                 | 13             | 3                 |
| TSS/TTA ratio                          | 6                        | 11                | 2                 | 9              | 0                 |
| pH                                     | 5                        | 11                | 0                 | 11             | 0                 |
| Moisture                               | 1                        | 6                 | 2                 | 4              | 0                 |
| Total Sugars                           | 3                        | 8                 | 2                 | 5              | 1                 |
| Reducing Sugars                        | 2                        | 7                 | 1                 | 5              | 1                 |
| Non-reducing Sugars                    | 1                        | 6                 | 1                 | 4              | 1                 |
| <b>Vitamin C</b>                       | 9                        | 16                | 10                | 4              | 2                 |
| Lycopene                               | 2                        | 4                 | 0                 | 3              | 1                 |
| $\beta$ -carotene                      | 2                        | 4                 | 0                 | 2              | 2                 |
| <b>Total Phenolic Compounds</b>        | 9                        | 13                | 12                | 1              | 0                 |
| <b>Flavonoids</b>                      | 4                        | 5                 | 4                 | 0              | 1                 |
| <b>Anthocyanins</b>                    | 4                        | 7                 | 4                 | 3              | 0                 |
| <b>Antioxidant Activity</b>            | 6                        | 8                 | 8                 | 0              | 0                 |

OF > CF: total Organic Foods higher than Conventional Foods; OF = CF: total of the same Organic and Conventional Foods; OF < CF: total Organic Foods lower than Conventional Foods.

**Bold:** Variables that present a greater number of superior Organic Foods in relation to Conventional Foods.

*Italics:* Variables that present a greater number of lower Organic Foods in relation to Conventional Foods.

**Table 5.** Number of surveys comparing the physical-chemical composition of organic and conventional foods in the period from 2002 to 2021, for the Vegetables Group.

| Physicochemical characteristics | Number of studies | Total Food | OF > CF | OF = CF | OF < CF |
|---------------------------------|-------------------|------------|---------|---------|---------|
| TSS                             | 8                 | 16         | 7       | 7       | 2       |
| TTA                             | 6                 | 13         | 0       | 10      | 3       |
| pH                              | 6                 | 14         | 2       | 9       | 3       |
| Moisture                        | 4                 | 6          | 1       | 5       | 0       |
| <b>Dry Matter</b>               | 7                 | 17         | 13      | 2       | 2       |
| <b>Vitamin C</b>                | 10                | 14         | 12      | 0       | 2       |
| <b>Lycopene</b>                 | 3                 | 5          | 4       | 1       | 0       |
| <b>β-carotene</b>               | 4                 | 8          | 6       | 0       | 2       |
| <b>Total Phenolic Compounds</b> | 7                 | 17         | 14      | 2       | 1       |
| Chlorogenic Acid                | 4                 | 12         | 5       | 3       | 4       |
| <b>Gallic Acid</b>              | 2                 | 4          | 3       | 0       | 1       |
| Flavonoids                      | 5                 | 12         | 6       | 5       | 1       |
| <b>Antioxidant Activity</b>     | 6                 | 13         | 9       | 4       | 0       |
| <i>Nitrates</i>                 | 4                 | 4          | 0       | 0       | 4       |

OF > CF: total Organic Foods higher than Conventional Foods; OF = CF: total of the same Organic and Conventional Foods; OF < CF: total Organic Foods lower than Conventional Foods.

**Bold:** Variables that present a greater number of superior Organic Foods in relation to Conventional Foods.

*Italics:* Variables that present a greater number of lower Organic Foods in relation to Conventional Foods.

## Conclusions

1- 62.5% of organic fruits have higher levels of Vitamin C, 92.31% of Total Phenolic Compounds (CFT), 80% of Flavonoids, 57.14% of Anthocyanins and 100% of Antioxidant Activity, compared to conventional ones.

2- 76.48% of organic vegetables have higher contents of Dry Matter, 85.72% of Vitamin C, 80% of Lycopene, 75% of β-carotene, 82.36% of Total Phenolic Compounds (CFT), 75% Gallic Acid and 69.23% Antioxidant Activity; and 100% lower levels of Nitrates, compared to conventional ones.

3- Most of the studies surveyed, stated in their conclusions, that the organic foods analyzed were better or superior to the conventional ones, and no study classified the organic foods as inferior to the conventional ones.

Thus, it is observed that cropping systems influence the nutritional composition of foods, which demonstrates the very important need for further studies in the area. Going further, the elaboration of a table of nutritional composition of organic foods must be discussed urgently, or else, a table with nutrients that no longer present discussions about their superiority in organic foods, such as vitamin C.

### **Acknowledgements**

We thank the Universidade Estadual de Maringá (UEM), and its Postgraduate Program in Agroecology – Professional Master's.

### **Disclosure statement**

No potential conflict of interest.

### **Funding**

We thank the Superintendence of Science, Technology and Higher Education of Paraná (SETI) funded by the Government of the State of Paraná, Brazil, and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) funded by the Ministry of Education, Brazil.

### **Declaration of data availability**

Data supporting the findings of this study are available from the corresponding author [C.M.] upon reasonable request.

## References

- Amarante CVT, Rosa EFF, Albuquerque JA, Filho OK, Steffens CA. 2015. Atributos do solo e qualidade de frutos nos sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs no Sul do Brasil. *Rev Cienc Agron.* 46(1): 99-109.
- Amodio ML, Colelli G, Hasey JK, Kader AA. 2007. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *J Sci Food Agric.* 87(7): 1228–1236.
- Arbos KA, Freitas RJS, Stertz SC, Dornas MF. 2010. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Rev Cienc Tecnol Alimen.* 30(2): 501-506.
- Basay S, Cimen A, Baba Y, Yildirim AB, Turker AU. 2021. Organic and conventional solanaceous vegetables: Comparison of phenolic constituents, antioxidant and antibacterial potentials. *Acta Aliment.* 50(3): 442-452.
- Bender I, Edesi L, Hiiesalu I, Ingyer A, Kaart T, Kaldmae H. 2020. Organic Carrot (*Daucus carota* L.) Production Has an Advantage over Conventional in Quantity as Well as in Quality. *Agron.* 10(9): 1420. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091420>
- Bender I, Ess M, Matt D, Moor U, Tõnutare T, Luik A. 2009. Quality of organic and conventional carrots. *Agron Res.* 7(Special issue II): 572–577.
- Bianchi MLP, Antunes LMG. 1999. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev Nutr.* 12(2): 123-130.
- Borguini RG. 2006. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional [Thesis] [São Paulo]: Universidade de São Paulo.
- Bourn D, Prescott J. 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 42(1): 1-34.

- Brazil. 2014. Food Guide for the Brazilian Population. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. 2nd ed., Brasília: Ministério da Saúde.
- Brazil. 2021. Portaria nº 52, de 15 de março de 2021. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Diário Oficial da União, 1(55):10.
- Carbonaro M, Mattera M, Nicoli S, Bergamo P, Cappelloni M. 2002. Modulation of Antioxidant Compounds in Organic vs Conventional Fruit (Peach, *Prunus persica* L., and Pear, *Pyrus communis* L.). *J Agr Food Chem*. 50(19): 5468-5462.
- Cardoso PC, Tomazini APB; Stringheta PC, Ribeiro SMR, Sant’Ana HMP. 2011. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. *Food Chem*. 126(2): 411-416.
- Caris-Veyrat C, Amiot M, Tyssandier V, Grasselly D, Buret M, Mikolajczak M, Guillard J, Bouteloup-Demange C, Borel P. 2004. Influence of Organic versus Conventional Agricultural Practice on the Antioxidant Microconstituent Content of Tomatoes and Derived Purees; Consequences on Antioxidant Plasma Status in Humans. *J Agric Food Chem*. 52(21): 6503-6509.
- Citak S, Sonmez S. 2010. Effects of conventional and organic fertilization on spinach (*Spinacea oleracea* L.) growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. *Sci Hortic*. 126(4): 415-420.
- Clarivate. 2022. Fator de impacto – FI (base Web of Science). Journal Citation Reports. [accessed 2022 02 01]. <https://jcr.clarivate.com/jcr/home>
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. Organic foods: Are they safer? Food safety technical toolkit for Asia and the Pacific, (6): Bangkok. [accessed 2022 05 24]. <http://www.fao.org/3/cb2870en/cb2870en.pdf>

- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. The Human Right to Adequate Food in the Global Strategic framework food food security and nutrition: A global consensus: Rome. [accessed 2021 05 26]. <http://www.fao.org/3/i3546e/i3546e.pdf>
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. A vegetable garden for all. 5th ed., Manual: ISBN 978-92-5-108105-1. [accessed 2021 05 24]. <http://www.fao.org/3/i3556e/i3556e.pdf>
- Fischer IH, Arruda MC, Almeida AM, Garcia MJM, Jeronimo EM, Pinotti RN, Bertani RMA. 2007. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. *Rev Bras Frutic.* 29(2): 254-259.
- Forman J, Silverstein J; Committee on Nutrition; Council on Environmental Health; American Academy of Pediatrics. 2012. Organic foods: Health and Environmental Advantages and Disadvantages. *Am Acad Pediatr.* 130(5): 1406-1415.
- Galvão TF, Pansani TSA, Harrad D. 2015. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol Serv Saúde.* 2(24): 335-342.
- Golijan JM, Sečanski MD. 2021. Organic plant products are of more improved chemical composition than conventional ones. *Food Feed Res.* 48(2): 79-117.
- Guilherme R, Reboredo F, Guerra M, Ressurreição S, Alvarenga N. 2020. Elemental Composition and Some Nutritional Parameters of Sweet Pepper from Organic and Conventional Agriculture. *Plants.* 9(7): 863.
- Hallmann E, Rembalkowska E. 2012. Characterisation of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems, *J Sci Food Agric.* 92(12): 2409-2415.
- Johann L, Dalmoro M, Maciel MJ. 2019. Alimentos orgânicos: dinâmicas na produção e comercialização, 1st ed., Lajeado (RS): Editora Univates.

- Kazimierczak R, Hallmann E, Kowalska K, Rembialkowska E, 2015. Biocompounds content in organic and conventional raspberry fruits. *Acta Fytotech Zootech.* 18(Special Issue): 40-42.
- Kazimierczak R, Hallmann E, Lipowski J, Drela N, Kowalik A, Püssa T, Matt D, Luik A, Gozdowski D, Rembialkowska E. 2014. Beetroot (*Beta vulgaris* L.) and naturally fermented beetroot juices from organic and conventional production: Metabolomics, antioxidant levels and anticancer activity. *J Sci Food Agric.* 94(13): 2618-2629.
- Kohn RAG, Mauch CR, Morselli TBGA, Rombaldi CV, Barros WS, Sorato V. 2015. Physical and chemical characteristics of melon in organic farming. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 19(7): 656–662.
- Lima GPP, Vianello F. 2011. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. *Int J Food Sci Technol.* 46(1): 1-13.
- LIN D, Xiao M, Zhao J, Li Z, Xing B, Li X, Kong M, Li L, Zhang O, Liu Y, Chen H, Oin W, Wu H, Chen S. 2016. An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes, *Molecules.* 21 (10): 1374.
- Lopes CVA, Albuquerque GSC. 2018. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate.* 42(117): 518-534.
- Luthria D, Singh AP, Wilson T, Vorsa N, Banuelos G, Vinyard BT. 2010. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: Plant-to-plant variation. *Food Chem.* 121(2): 406–411.
- Maciel LF, Oliveira CS, Bispo ES, Miranda MPS. 2011. Antioxidant activity, total phenolic compounds and flavonoids of mangoes coming from biodynamic, organic and conventional cultivations in three maturation stages, *Br Food J.* 113(9): 1103-1113.
- Majeed A. 2018. Application of Agrochemicals in Agriculture: Benefits, Risks and Responsibility of Stakeholders. *J Food Sci Toxicology.* 2 (1): 1-2.

- Manela-azulay M, Mandarim-de-Lacerda CA, Perez MA, Filgueira AL, Cuzzi T. 2003. Vitamina C. *An Bras Dermatol.* 78(3): 265-274.
- Mariani CM, Henkes JA. 2015. Agricultura orgânica x convencional: Soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. *Rev Gest Sust Amb.* 3 (2): 315-338.
- Martins LM, Silva EC, Carlos LA, Ferraz LCL, Maciel GM, Cruz JL. 2017. Physical and chemical characteristics of lettuce cultivars grown under three production systems. *Biosci J.* 33(3): 621-630.
- Mian S, Constantino LV, Nunes MP, Ventura MU, Spinosa WA, Hata NNY, Spagnuolo FA, Oliveira C, Gonçalves LSA. 2021. Post-harvest quality and sensory acceptance of Italian tomatoes grown under organic, integrated and conventional management. *Hortic Bras.* 39(4): 417-424.
- Moreira MR, Roura SL, Valle CE. 2003. Quality of Swiss chard produced by conventional and organic methods. *LWT - Food Sci Technol.* 36(1): 135-141.
- Najman K, Sadowska A, Hallmann E. 2021. Evaluation of Bioactive and Physicochemical Properties of White and Black Garlic (*Allium sativum* L.) from Conventional and Organic Cultivation. *Applied Sciences.* 11(2): 874.
- Pereira RC, Angelis-Pereira MC. 2014. Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo. Academic text 72. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras (UFLA).
- Pertuzatti PB, Sganzerla M, Jacques AC, Barcia MT, Zambiasi RC. 2015. Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. *LWT - Food Sci Technol.* 64(1): 259-263.
- Petry HB, Koller OC, Bender RJ, Schwarz SF. 2012. Qualidade de laranjas “Valência” produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Rev Bras Frutic.* 34 (1): 167-174.
- [PRISMA] Preferred Reporting Items for Systematic Reviews. 2020. PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only.

Transparent reporting of systematic reviews and meta-analyses. [accessed 2021 09 24].

<http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>

Qualis-Periódicos. 2019. Relatório do Qualis Periódico. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Diretoria de Avaliação (CAPES): Ministério da Educação. [accessed

2022 02 04]. <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio-qualis-eng4-pdf>

Resende JTV, Marchese A, Camargo LKP, Marodin JC, Camargo CK, Morales RGF. 2010.

Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Rev Bragantia*. 69(2): 305-311.

Ribeiro H, Jaime PC, Ventura D. 2017. Alimentação e sustentabilidade. *Rev Estud Av*. 31(89): 185-198.

Ribeiro LR, Oliveira LM, Silva SO, Borges AL. 2012. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. *Rev Bras Frutic*. 34(3): 774-782.

Rossi GAM, Lemos PPL. 2013. Comparação da produção animal entre os sistemas orgânico e convencional. *Rev Edu Cont Med Vet e Zootec CRMV-SP*. 11(1): 6-13.

Roussos PA, Gasparatos D. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. *Sc Hortic*, 123(2): 247-252.

DOI:10.1016/j.scienta.2009.09.011

Sangiorgio D, Cellini A, Spinelli F, Farneti B, Khomenko I, Muzzi E, Savioli S, Pastore C, Rodriguez-Estrada MT, Donati I. 2021. Does Organic Farming Increase Raspberry Quality,

Aroma and Beneficial Bacterial Biodiversity?. *Microorganisms*. 9(8): 1617. DOI:

<https://doi.org/10.3390/microorganisms9081617>

Scopus Preview. CiteScore, Elsevier. [accessed 2022 02 01]. <https://www.scopus.com/home.uri>

Silva ÁT, Silva ST. 2016. Panorama da agricultura orgânica no Brasil. *Rev Segur Aliment e Nutr*, Campinas, 23: 1031-1040.

- Silva DA, Polli HQA. 2020. A importância da agricultura orgânica para saúde e o meio ambiente. *Rev Interf Tecnol.* 17 (1): 505-516.
- Silva EMNCP, Ferreira RLF, Araújo Neto E, Tavella LB, Solino AJS. 2011. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Rev Hortic Bras.* 29(2): 242-245.
- Soares M, Welter L, Gonzaga L, Lima A, Mancini-Filho J, Fett R. 2008. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. *Food Sci Technol.* 28(3): 727-732.
- Srinil K, Sugsamran A, Sorntammalee S, Wichchukit S, 2020. Physico-chemical properties of Guava fruits from organic and conventional cultivation systems. *E3S Web Conf.* (187). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018704017>
- Uenojo M, Maróstica Junior MR, Pastore GM. 2007. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Quim Nova.* 30(3): 616-622.
- Vasconcelos TB, Cardoso ARNR, Josino JB, Macena RHM, Bastos VPD. 2014. Radicais livres e antioxidantes: Proteção ou Perigo?, *J Health Sci.* 16(3): 213-219.
- Vilela GF, Mangabeira JAC, Magalhães LA, Tôsto SG. 2019. Agricultura orgânica no Brasil: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documentos 127: 1-21.
- Vinha AF, Barreira SV, Costa ASG, Alves RC, Oliveira MBPP. 2014. Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food Chem Toxicol.* 67: 139-144.
- Williams CM. 2002. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? *Proc Nutr Soc.* 61 (1): 19-24.

- Worthington V. 2001. Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. *J Altern Complement Med.* 7(2): 161-173.
- Yu X, Guo L, Jiang G, Song Y, Muminov MA. 2018. Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. *Acta Ecol Sin.* 38(1): 53-60.
- Zahedipour P, Asghari M, Abdollahi B, Alizadeh M, Danesh YR. 2019. A comparative study on quality attributes and physiological responses of organic and conventionally grown table grapes during cold storage. *Sci Hortic.* 247: 86-95.