



**CURSO DE NUTRIÇÃO**

**CAROLINE CITADELLA**

**ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: BENEFÍCIOS, MALEFÍCIOS E  
CONTROVÉRSIAS**

**SINOP/MT**

**2023**

**CAROLINE CITADELLA**

**ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: BENEFÍCIOS, MALEFÍCIOS E  
CONTROVÉRSIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Departamento de Nutrição, do Centro Universitário Fasipe - UNIFASIPE, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

**Orientadora:** Prof.º Josilene Paganotto Breitenbach

**Sinop/MT**

**2023**

**CAROLINE CITADELLA**

**ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: BENEFÍCIOS, MALEFÍCIOS E  
CONTROVÉRSIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Departamento de Nutrição, do Centro Universitário Fasipe - UNIFASIPE, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

---

**Josilene Paganotto Breitenbach**

Professor Orientador

Departamento de Nutrição – UNIFASIPE

---

**Jaqueline Sampietro**

Professora da Disciplina

Departamento de Nutrição – UNIFASIPE

---

**XXXXXXXX**

Professor(a) Avaliador(a)

Departamento de Nutrição – UNIFASIPE

---

**Larissa Rauber**

Coordenador do Curso de Odontologia

Departamento de Nutrição – UNIFASIPE

**Sinop/MT**

**2023**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais, minhas filhas e a todos os meus amigos que acreditaram em mim e não me deixaram desistir.

## **AGRADECIMENTOS**

- Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos, os quais não foram poucos.
- Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam as minhas particularidades enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.
- Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.
- Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado,
- A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.
- À instituição de ensino UNIFASIPE, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

## **EPIGRAFE**

Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.

**Mahatma Gandhi**

CITADELLA, Caroline. **Alimentos Transgênicos: Benefícios, Malefícios e Controvérsias**. 2023. 47 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso II – Centro Educacional Fasipe – UNIFASIPE.

## RESUMO

A escolha do tema surgiu da necessidade de obter mais conhecimento acerca dos alimentos transgênicos. O estudo teve como objetivo geral construir uma revisão da literatura sobre os benefícios, malefícios e controvérsias dos alimentos transgênicos. Para chegar ao resultado desse objetivo foram necessários os objetivos específicos: apresentar um panorama histórico sobre o surgimento dos alimentos geneticamente modificados; descrever os alimentos transgênicos que podem ser cultivados e comercializados no Brasil e identificar através de literaturas já escritas a percepção do público brasileiro sobre os alimentos geneticamente modificados. A pesquisa visa responder ao seguinte questionamento: quais os benefícios, malefícios e controvérsias dos alimentos transgênicos? O desenvolvimento deste trabalho se justifica pela importância do tema escolhido, pois nos últimos anos muito se debate sobre o significado dos alimentos transgênicos e se são úteis ou prejudiciais. A metodologia empregada foi a Revisão Bibliográfica e a abordagem qualitativa. Foram usados artigos publicados entre 1999 e 2023 para a realização desta pesquisa. Este estudo se destaca como uma abordagem qualitativa, pois busca vincular métodos qualitativos, pois provê suporte conceitual mais amplo para análise e revisão dos achados da pesquisa. Concluiu-se que o papel do nutricionista é entender o debate sobre esses alimentos e seus potenciais efeitos na saúde humana.

**Palavras chave:** Alimentos transgênicos. Alimentos transgênicos no Brasil. Biossegurança. Nutricionista.

CITADELLA, Caroline. **Transgenic Foods: Benefits, Harms and Controversies**. 2023. 47 sheets. Completion of Course Work II – Centro Educacional Fasipe – UNIFASIPE.

### **ABSTRACT**

The choice of theme arose from the need to gain more knowledge about transgenic foods. The general objective of the study was to build a literature review on the benefits, harms and controversies of transgenic foods. To reach the result of this objective, specific objectives were necessary: to present a historical panorama on the emergence of genetically modified foods; describe the transgenic foods that can be grown and sold in Brazil and identify, through already written literature, the perception of the Brazilian public about genetically modified foods. The research aims to answer the following question: what are the benefits, harms and controversies of transgenic foods? The development of this work is justified by the importance of the chosen theme, since in recent years there has been much debate about the meaning of transgenic foods and whether they are useful or harmful. The methodology used was the Bibliographic Review and the qualitative approach. Articles published between 1999 and 2023 were used to carry out this research. This study stands out as a qualitative approach, as it seeks to link qualitative methods, as it provides broader conceptual support for analysis and review of research findings. It was concluded that the nutritionist's role is to understand the debate about these foods and their potential effects on human health.

**Keywords:** Transgenic foods. GM foods in Brazil. Biosecurity. Nutritionist.



## LISTA DE SIGLAS

<b>CTNBio</b>	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
<b>DNA</b>	Código Genético Variável
<b>ES</b>	Equivalência de Substância
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
<b>LOSAN</b>	Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional
<b>OGM</b>	Organismos Geneticamente Modificados
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>PP</b>	Princípio da Precaução
<b>RNA<sub>m</sub></b>	Ácido Ribonucleico mensageiro
<b>SISAN</b>	Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Problematização.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>11</b>
1.3.1 Objetivo Geral .....	11
1.3.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>1.4 Metodologia .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Alimentos transgênicos: Conceitos e histórico .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Alimentos transgênicos cultivados e comercializados no Brasil.....</b>	<b>16</b>
2.2.1 Soja.....	18
2.2.2 Milho .....	19
2.2.3 Feijão.....	20
2.2.4 Cana-de-açúcar.....	21
2.2.5 Algodão .....	21
<b>2.3 Pontos positivos e negativos dos transgênicos .....</b>	<b>23</b>
2.3.1 Pontos positivos.....	23
2.3.2 Pontos negativos.....	25
<b>2.4 Controvérsias sobre alimentos transgênicos .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5 Aspectos nutricionais relacionados aos alimentos transgênicos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6 A Lei de Biossegurança .....</b>	<b>33</b>
<b>2.7 Papel do Profissional Nutricionista .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Alimentos transgênicos ou organismos geneticamente modificados (OGM) são alimentos que foram modificados geneticamente. Originam-se de seres vivos para adquirir propriedades diferentes das suas, e são utilizados para melhorar a nutrição dos alimentos ou para tornar certas plantas mais resistentes a pragas e doenças. Para os agricultores, esta inovação aumenta a produção de alimentos em solos salinos ou em áreas secas onde a agricultura é impossível. Essa combinação de biotecnologia trouxe benefícios significativos para os pequenos agricultores que aumentaram sua produtividade utilizando materiais geneticamente modificados (SANTOS, 2019).

Os transgênicos estão modificados em seu código genético variável (DNA) e são produzidos em laboratório por meio de técnicas de engenharia genética sintética, realizadas por plantas, animais e microrganismos (IDEC, 2019). Os OGMs são uma inovação em biotecnologia e engenharia genética moldada pela Revolução Verde nos Estados Unidos em 1996 (SILVA et al., 2020).

Embora haja muita controvérsia e desconfiança em torno dos transgênicos, a produção e comercialização de alimentos geneticamente modificados no Brasil é regulamentada desde 2005 por uma lei de biossegurança reconhecida como uma das mais seguras e completas do mundo (RECH, 2016).

### **1.1. Problematização**

Embora essa modificação genética tenha muitos benefícios, ainda há muito o que discutir, pois ainda não existem pesquisas sólidas e de longo prazo acerca do real custo benefício destes alimentos para a sociedade. Como poucas informações são compartilhadas, os consumidores geralmente desconhecem os prós e os contras dos alimentos que ingerem (BORBA, 2017).

## **1.2 Justificativa**

Embora o Brasil seja o segundo maior produtor mundial de culturas geneticamente modificadas, a população ainda está preocupada em consumir esse tipo de alimento. Esse temor muitas vezes se deve ao desconhecimento da população sobre os materiais transgênicos, o que está ligado, pelo menos em parte, à falta de revisões científicas que expliquem os padrões pelos quais os alimentos transgênicos são produzidos no Brasil e que regulem o cultivo e o consumo de transgênicos (BORBA, 2017).

O desenvolvimento deste trabalho se justifica pela importância do tema escolhido, pois nos últimos anos muito se debate sobre o significado dos alimentos transgênicos e se são úteis ou prejudiciais.

Diante dos dados de alguns dos estudos realizados, este trabalho visa orientar produtores e consumidores sobre a importância dos materiais geneticamente modificados e os riscos potenciais dessa nova tecnologia.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Construir uma revisão da literatura sobre os benefícios, malefícios e controvérsias dos alimentos transgênicos.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Apresentar um panorama histórico sobre o surgimento dos alimentos geneticamente modificados;
- Descrever os alimentos transgênicos que podem ser cultivados e comercializados no Brasil;
- Identificar através de literaturas já escritas a percepção do público brasileiro sobre os alimentos geneticamente modificados.

## **1.4 Metodologia**

Este trabalho foi baseado em pesquisa bibliográfica, qualitativa, de caráter descritivo e exploratório. Foram utilizados artigos, revistas e monografias, publicados no período entre 1999 e 2023, em revistas online como SCIELO, Google acadêmico, Science.gov e outros. Para a seleção dos artigos foram utilizadas as seguintes palavras chaves: Alimentos transgênicos; Alimentos transgênicos no Brasil; Nutricionista e os alimentos transgênicos; biossegurança e os alimentos transgênicos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Alimentos transgênicos: Conceitos e histórico**

Transgenia é uma tecnologia que visa contribuir significativamente para o melhoramento genético de plantas em diversos aspectos, principalmente nutrição e resistência. Por exemplo, o cultivo de plantas transgênicas requer uma avaliação de risco. A determinação do risco é baseada na probabilidade de um evento (aleatório, futuro ou independente da atividade humana) e suas consequências (positivas ou negativas). Um acidente de engenharia genética pode acontecer e, como em qualquer análise preditiva cuidadosa, é impossível saber quando e em que medida acontecerá (GAVIOLI; NUNES, 2015).

Os organismos geneticamente modificados (OGM), também conhecidos como transgênicos, são uma das inovações em biotecnologia e engenharia genética surgidas durante a Revolução Verde de 1966 nos Estados Unidos, na qual são transferidos um ou mais genes responsáveis por uma determinada característica de um organismo para outro organismo, no qual é desejável adicionar tal característica (ESPLAR, 2012).

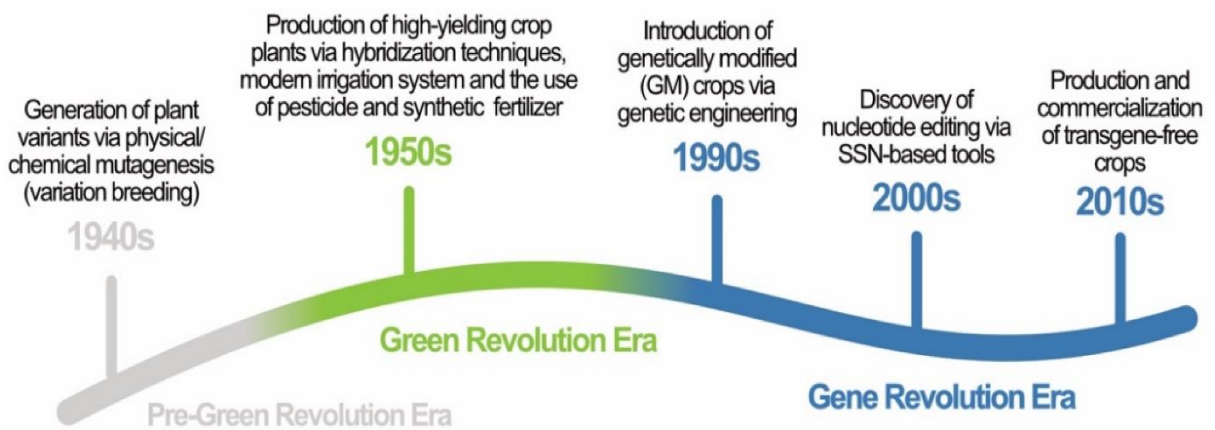
Cronologicamente, uma praga fúngica devastou a safra de milho dos Estados Unidos em 1970 e se tornou uma pandemia, refletindo as preocupações dos cientistas sobre a perda de diversidade genética em culturas nos Estados Unidos e no exterior, o que levou alguns pesquisadores a aumentar a necessidade de produtos completamente novos: DNA recombinante (uma técnica de biologia molecular que facilita a integração de material genético de múltiplas fontes) (GARLAND; CURRY, 2022).

Na década de 80, pesquisadores transferiram um gene responsável por uma característica desejada de uma planta para outra, surgindo os alimentos transgênicos ou também chamados organismos geneticamente modificados (OGM) (RAMÓN VIDAL, 2018). Os transgênicos são organismos que sofreram uma mudança em seu genoma, por introdução de um gene de espécies diferentes (SANTOS, 2017).

Em 1983, três grupos de pesquisadores conseguiram adicionar genes de uma bactéria a duas plantas, criando as primeiras plantas geneticamente modificadas. Anos depois, foram realizados os primeiros experimentos de campo com plantas transgênicas (BAWA; ANILAKUMAR, 2013).

Em 1994, o primeiro alimento geneticamente modificado, o tomate Flavr Savr (tomate cereja; *Lycopersicon esculentum*), foi produzido na Califórnia, apresentando maior durabilidade e aceitação pelos consumidores americanos. Graças aos avanços nas tecnologias de melhoramento de culturas desde a era da Revolução Verde da década de 1990, surgiu uma nova revolução verde: a revolução genética, que combina biotecnologia e engenharia genética para transformar a agricultura mundialmente (Figura 1) (CAVALLI, 2001).

Figura 1: Era da evolução dos genes



Fonte: Hamdan, M.F. et al., 2022

Na era da 'revolução genética', inovações rápidas em biotecnologia oferecem estratégias alternativas para melhorar ainda mais o rendimento, a qualidade e a resistência das culturas a estresses bióticos e abióticos e às mudanças climáticas. Essas inovações incluem a introdução da tecnologia de DNA recombinante e a aplicação de técnicas de edição de genoma, como efetores semelhantes a ativadores de transcrição (TALENs), nucleases de dedo de zinco (ZFNs) e repetições curtas/associadas a CRISPR (CRISPR/Cas) e montagem regulada (HAMDAN ). e outros, 2022).

A produção de transgênicos aumentou a produtividade agrícola, o que aumentou a quantidade e a qualidade dos alimentos geneticamente modificados (SANTOS, 2017). Segundo Ramón Vidal (2018), em 2016 quase 10 por cento da terra cultivada era de transgênicos e

cultivado em 26 países, 19 dos quais são países em desenvolvimento (54% da área transgênica) e 7 industrializados (Tabela 1).

**Tabela 1:** - Países que cultivaram transgênicos em 2016.

<b>País</b>	<b>Superfície (milhões de hectares)</b>
Estados Unidos	72,90
Brasil	49,1
Argentina	23,8
Canadá	11,6
Índia	10,8
Paraguai	3,6
Paquistão	2,9
China	2,8
África do Sul	2,7
Uruguai	1,3
Bolívia	1,2
Austrália	0,9
Filipinas	0,8
Birmânia	0,3
Espanha	0,1
Sudão	0,1
México	0,1
Colômbia	0,1
Vietnã	<0,1
Honduras	<0,1
Chile	<0,1
Portugal	<0,1
Bangladesh	<0,1
Costa Rica	<0,1
Eslováquia	<0,1
República Tcheca	<0,1

**Fonte:** Ramón Vidal (2018)

A aplicação da biotecnologia trouxe muitos benefícios para os pequenos produtores dos países em desenvolvimento. Além disso, a tecnologia GM beneficiou os agricultores, agroindústrias e consumidores, reduzindo custo para o abastecimento de alimentos (HAMDAN et al, 2022).

Segundo Balbim e Bombardi (2019), a alimentação no mundo está cada vez mais pobre. Consume-se cada vez mais, com menos variedade de cereais. Segundo os autores tal situação é reflexo da situação de mercado em que poucas empresas possuem o controle da maior parte dos alimentos produzidos e comercializados, e também, da chamada “revolução verde” que padronizou a produção de alimentos conduzindo casualmente àquilo que se chama de erosão genética.

No entanto, os organismos geneticamente modificados criaram incerteza e conflito entre grupos científicos, funcionários do governo e a população em geral sobre os efeitos resultantes na saúde humana e no meio ambiente. Portanto, para desfrutar com segurança de alimentos transgênicos, os riscos dos alimentos devem ser analisados cientificamente (RIBEIRO; MARIN, 2012).

A segurança alimentar e nutricional diz respeito ao direito ao acesso a alimentos de qualidade suficiente, e seu escopo inclui a promoção da alimentação adequada, o que requer práticas alimentares saudáveis que atendam a padrões ecologicamente, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. Os programas de segurança alimentar devem garantir o controle de qualidade eficaz de toda a cadeia alimentar, desde a produção, armazenamento, distribuição até o consumo de alimentos processados in natura e talvez também os processos de processamento necessários (SANTOS; TORRES, 2017).

Devido ao interesse de empresas, agricultores e governos em investir na pesquisa e comercialização de alimentos transgênicos, foi necessário regular seu uso para que o uso do novo recurso natural seja ético e seguro em todos os setores afetados por substâncias transgênicas. A promulgação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) criou o conceito de segurança alimentar e nutricional e lançou as bases para a construção e funcionamento do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN), no qual políticas e ações foram harmonizadas em segurança alimentar, metas e nutrição (CÂMARA; NODARI; GUILAM, 2013).

Embora existam muitas controvérsias e dúvidas, desde 2005 a produção e distribuição de transgênicos no Brasil é regulamentada pela Lei de Biossegurança nº 11.105, reconhecida como uma das mais seguras e completas do mundo. A Lei de Biossegurança regula todos os processos de produção de OGM, desde a pesquisa até a comercialização. O objetivo dessas



medidas é garantir que esses alimentos sejam seguros para consumo humano e para o meio ambiente (SILVA, 2015).

Quando se trata de rotular alimentos de origem transgênica, é importante informar o consumidor sobre o teor de OGMs nos produtos consumidos e seu percentual. O artigo 40 da Lei nº 11.105, de 2005, estabelece a obrigatoriedade da rotulagem de produtos destinados a humanos ou animais que contenham ou sejam feitos de organismos transgênicos ou derivados (BRANDÃO, 2011).

À luz do exposto e procurando desenvolver uma reflexão sobre o consumo, comercialização e cultivo de organismos geneticamente modificados, foram estudados os aspectos positivos e negativos, os efeitos ambientais e os conflitos bioéticos a este respeito, tendo em conta as vantagens e desvantagens sobre os alimentos transgênicos do ponto de vista da segurança alimentar e nutricional. O objetivo é relacionar os alimentos transgênicos à segurança alimentar e nutricional no Brasil e analisar a legislação que regulamenta o cultivo e comercialização de OGMs no país (SANTOS, 2019).

O problema alimentar, pela sua dimensão, exige um compromisso político com a segurança alimentar, garantindo a disponibilidade, valor nutricional, a qualidade higiênica dos alimentos e o controle e preservação da base genética. A biossegurança inclui, portanto, regulamentações destinadas a analisar e gerenciar os riscos potenciais dos alimentos transgênicos, o desenvolvimento saudável das plantas e a preservação do ambiente agrícola ou da biodiversidade como um todo (THUSWOHL, 2013).

A regulamentação das atividades transgênicas no Brasil teve início em 1995, quando foi criada a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), que tem como atribuição controlar o uso de transgênicos e certificação da segurança dos laboratórios. A revisão da produção científica sobre a segurança alimentar de OGM utiliza dois critérios: "equivalência de substância" (ES) e "princípio da precaução" (PP), que é utilizado quando o risco não pode ser avaliado, a fim de evitar atividades que possam causar danos ambientais (SILVA et al., 2020).

## **2.2 Alimentos transgênicos cultivados e comercializados no Brasil**

Após a Segunda Guerra Mundial, a agricultura foi modernizada, levando à chamada "Revolução Verde". Em meio a essa revolução, entre 1950 e 1980, variedades de culturas de alto rendimento para consumo humano foram desenvolvidas usando métodos tradicionais de melhoramento genético. Apesar dessas vantagens, os danos ambientais causados pelas atividades agrícolas têm aumentado (SANTOS; NASCIMENTO, 2009).

Substâncias transgênicas foram temporariamente legalizadas no Brasil em 2003 pela Lei 10.688 (BRASIL, 2003) e finalmente em 2005 após a aprovação da Lei de Biossegurança. Esta lei define as normas aplicáveis e os mecanismos de controle para as atividades relacionadas aos OGMs e seus derivados. Essa lei também reestruturou a CTNBio e criou o Conselho Nacional de Biossegurança (BRASIL, 2005).

Em 2007, foi regulamentado no país o plantio de milho transgênico resistente a insetos (milho Bt). Mais recentemente, em 2011, a CTNBio aprovou a comercialização de feijão resistente a vírus (feijão RMD) e, neste ano, o mesmo órgão aprovou a comercialização de vários canaviais transgênicos (Bt) resistentes a uma praga conhecida como “broca-da-cana”. (ARAGÃO; FARIA, 2010; LEITE et al., 2011; BRASIL, 2017).

Após a regulamentação das lavouras transgênicas no país, as lavouras com sementes geneticamente modificadas cresceram rapidamente no Brasil, que atualmente é o segundo maior produtor de lavouras transgênicas do mundo (CELERES, 2017).

No Brasil, são cultivadas as variedades mais transgênicas, combinando genes que conferem resistência a insetos e tolerância a herbicidas. Essas culturas representam 65,1% das culturas transgênicas do país. Hoje, são comercializadas no Brasil mais de 70 variedades de sementes de plantas transgênicas, 59 variedades de alimentos transgênicos, que são utilizados no ciclo de plantio e como alternativa para controlar alguns problemas, como restaurar a fertilidade para produzir sementes. O uso alternativo de diferentes variedades de plantas transgênicas com base em práticas de manejo adequadas também é uma medida importante para prevenir o desenvolvimento de ervas daninhas super resistentes ou super pragas (CELERES, 2017). As taxas de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil estão descritas na Tabela 2 abaixo.

**Tabela 2:** Taxa de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2018/19.

<b>Produto</b>	<b>Porcentagem Transgênico</b>	<b>Porcentagem Total</b>
Soja	95,7%	100%
Algodão	89,8%	100%
Milho	88,9	100%
Cana-de-açúcar	5%	100%

**Fonte:** Informativo de Biotecnologia Céleres (2019).

As lavouras de transgênicos incluem nove variedades de soja, 32 de milho e 12 de algodão, todas resistentes a herbicidas, ataques de insetos e/ou vírus e aprovadas pela CTNBio.

Desde então, ONGs, agricultores, empresários e políticos passaram a lutar pela proibição ou legalização dos OGMs no Brasil, destacando os diversos riscos envolvidos como justificativa para a decisão (CASTRO, 2016).

### 2.2.1 Soja

A soja é uma leguminosa muito importante para a indústria, com uma vasta cadeia produtiva que vai desde a alimentação animal e consumo humano até a cosmética (CASTRO; PERREIRA, 2015).

Devido ao seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional, a soja é uma das espécies cultivadas mais importantes, ao lado do milho, arroz e trigo. Essa leguminosa é fonte de proteína para alimentação humana e animal, sendo também uma das oleaginosas mais importantes. No Brasil, ocupa posição de destaque e se apresenta como a cultura mais importante para a produção e exportação de grãos. A participação do setor agropecuário no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil está fortemente relacionada à exportação de produtos do agronegócio (ALBRECHT; BARROSO; ALBRECHT, 2013).

No Brasil, as plantas de soja foram introduzidas em 1911 e, nas décadas de 1980 e 1990, o país já se destacava como um dos maiores produtores dessa cultura no mundo, produzindo 19 milhões de toneladas por ano (VARGAS, 2013).

A primeira soja transgênica comercialmente disponível, obtida pela transformação genética de plantas por meio da engenharia genética, difere da soja convencional por conter um gene que expressa resistência a um herbicida totalmente eficaz chamado glifosato. A introdução desse gene facilitou o controle de ervas daninhas e seu uso tornou-se mais comum em algumas áreas, ao mesmo tempo em que surgiram reações criticando a segurança dessa nova tecnologia (SILVEIRA; RESENDE, 2010).

No cultivo da soja transgênica, o glifosato é aplicado tanto antes da semeadura (secagem) quanto após a germinação, flexibilizando a prática do controle químico de plantas daninhas (ROCHA, 2012).

Segundo Castro (2016), os riscos mais importantes relacionados à soja *Roundup Ready* (RR) e aos alimentos transgênicos foram:

- Riscos financeiros decorrentes da necessidade de uso de maiores quantidades de pesticidas e cobrança de taxas de licenciamento no longo prazo – o que aumentaria o custo do cultivo. Também foi mencionada a oposição dos importadores aos transgênicos, o que levaria a uma queda na demanda por produtos agrícolas brasileiros;

- Riscos ecológicos e riscos à saúde humana e animal, decorrentes principalmente do aumento do uso de herbicidas e da disseminação descontrolada de OGMs;
- Risco de inutilização das culturas tradicionais, principalmente devido à contaminação das culturas, maquinaria e armazenamento;
- Riscos relacionados à falta de informação, como a falta de cientistas independentes que forneçam informações e explicações sobre os OGMs.

Outro obstáculo para os produtores rurais está relacionado ao pagamento de royalties mesmo sem essa tecnologia. A contaminação pode ocorrer em qualquer fase da compra da semente de soja, seja a convencional, transgênica ou ainda durante o plantio ou a colheita se os equipamentos e máquinas não estiverem sendo limpos de forma adequada e até mesmo na hora do embarque nos portos (FUSCALDI; MEDEIROS; PANTOJA, 2011).

### 2.2.2 Milho

Quando os portugueses chegaram ao Brasil, o milho já fazia parte da alimentação dos indígenas. Com o passar dos anos, a importância desse cereal aumentou muito devido à expansão do plantio, e hoje o Brasil é o terceiro país que mais produz milho no mundo. As regiões Centro-Oeste e Sul concentram a maior produção de milho transgênico do país (FORMIGONI, 2016).

Em um sistema de produção de milho, a obtenção de altas produtividades está diretamente relacionada ao controle de pragas, especialmente a lagarta-do-cartucho. Esta cultura é uma das espécies geneticamente modificadas mais importantes. Nela estão inseridos genes específicos do *Bacillus thuringiensis*, bactéria já utilizada no controle biológico de pragas, que fazem com que a planta produza determinados grupos de insetos considerados pragas, entre eles *Spodoptera frugiperda*, principal praga de plantas, de milho, o que reduz o número de pulverizações necessárias para controlar as pragas, o que reduz a energia necessária para cultivar milho (CRUZ et al., 2009).

A primeira variedade de milho transgênico a ser comercializada no Brasil foi o milho Bt, que recebeu esse nome porque seu DNA contém genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Essa variedade foi introduzida em 2007 e introduzida no mercado brasileiro em 2008. O milho Bt rapidamente se diferenciou do milho convencional por suas vantagens no controle de pragas da cultura (LEITE et al., 2011).

A tecnologia do milho Bt tem grande potencial para revolucionar o controle de lagartas e, devido à dificuldade de controle dessas espécies e à eficácia da tecnologia, espera-se que os produtores se comprometam rapidamente com o uso do milho Bt. Por outro lado, é necessário

seguir rigorosamente os padrões recomendados pela CTNBio tanto na convivência quanto no manejo da resistência utilizando zonas seguras. A zona tampão envolve o plantio de 10% da lavoura com sementes não Bt para permitir a sobrevivência de insetos sensíveis à toxina Bt, reduzindo assim a possibilidade de cruzamento com o milho Bt sobrevivente. Os limites de milho não Bt, que fazem parte do isolamento da área de milho Bt para coexistência, podem ser considerados uma zona tampão. A distância entre a área segura e a estação BT não deve exceder 800 m, ou seja, as estações BT e não BT não devem ser separadas. Além disso, o monitoramento é uma estratégia fundamental para determinar a funcionalidade da tecnologia e integrá-la ao manejo integrado de pragas (PURCINO et al., 2009).

Devido à especificidade das toxinas Bt, sua ação é seletiva, afetando apenas as espécies-alvo. Assim, tem menor impacto sobre a comunidade de insetos que utiliza o milho como hospedeiro do que, por exemplo, o uso de agrotóxicos convencionais. Essa seletividade inclui também a comunidade de inimigos naturais, abelhas e outros insetos como pulgões e tripés. Não há estudos conclusivos sobre o efeito dessa toxina na comunidade de insetos não-alvo do milho (CARNEIRO et al., 2009).

A importância do milho para os países em desenvolvimento e a demanda global por essa cultura fazem do milho uma das culturas mais importantes a serem protegidas. Além disso, considerando a perspectiva de mudanças climáticas drásticas, fica claro que manter a segurança dos cultivares crioulos é importante porque eles são a fonte mais importante de melhoramento genético e desenvolvimento de cultivares ecologicamente adaptáveis (SHIFERAW et al., 2011).

### 2.2.3 Feijão

A produção de feijão no Brasil permaneceu próxima à estagnação por mais de dez anos, com poucas oscilações. Em 2007 a produção de feijão foi de 3,5 milhões de toneladas, em 2017 a produção foi estimada em 3,2 milhões de toneladas (CONAB, 2007; CASTRO, 2017).

Uma das razões para a suspensão nacional da produção de feijão é que o país tem sérios problemas com o controle de pragas dessa cultura. Estima-se que em cerca de 200 mil hectares, incluindo todas as regiões do Brasil, seja impossível plantar feijão nos chamados períodos de estiagem ou segunda safra, porque é o auge da mosca *Bemisia tabaci*, ou mosca-branca, o que pode representar uma perda de até 300 mil toneladas de feijão por safra, o suficiente para alimentar de 6 a 15 milhões de pessoas (ARAGÃO; FARIA, 2010; DUARTE, 2015).

O feijão transgênico RMD é uma tecnologia aplicada ao feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L*) e foi desenvolvida por interferência de RNA utilizando *Arabidopsis thaliana* como doadora de material genético. Espera-se que a utilização do feijão RMD nas lavouras brasileiras traga benefícios econômicos e ambientais, reduzindo as perdas de produção e o uso de protetores agrícolas (ARAGÃO; FARIA, 2010).

#### 2.2.4 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil em 1520 pelos portugueses. Foi utilizado primeiramente para obtenção de açúcar e depois também na produção de etanol (CESNIK, 2002).

O Brasil é o maior produtor de açúcar do mundo. A região sudeste do país responde por mais de 60% da produção nacional (CONAB, 2016). O Brasil ocupa o segundo lugar na produção de etanol, atrás apenas dos Estados Unidos, que também obtém etanol do milho (CONAB, 2016; USDA, 2017).

A capacidade de produção de cana-de-açúcar e seus derivados no Brasil seria maior não fossem os danos causados pela principal praga dessa cultura, a mariposa *Diatraea saccharalis*, também conhecida como "broca da cana" (BARROS, 2016).

A larva desse inseto se instala no interior do colmo da cana-de-açúcar para se alimentar dos tecidos vegetais e nesse processo cava espaços no caule que impedem o desenvolvimento da planta e facilitam a penetração de fungos (BARROS, 2016).

Para fazer frente aos danos causados pela praga, pesquisadores brasileiros do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) desenvolveram a primeira cana-de-açúcar transgênica do mundo, que a CTNBio colocou à venda no país no ano de 2017. Esse transgênico (variedade CTC 20Bt™), denominado cana Bt, recebeu material genético da bactéria *Bacillus thuringiensis*, que faz com que a cana transgênica produza proteínas do tipo Cry1ab, tóxicas para a broca da cana. Estima-se que a safra anual de cana-de-açúcar do país perca cerca de cinco bilhões por ano devido ao ataque dessa praga (BRASIL, 2017).

#### 2.2.5 Algodão

O Brasil é o quinto maior produtor de algodão e essa oferta atende principalmente a demanda pela fibra da indústria têxtil nacional e de países asiáticos. A trajetória de desenvolvimento da cotonicultura nacional, que passou por muitas dificuldades nas décadas de 1980 e 1990, mas superou a crise no século XXI e confirmou o modelo de produção, mostra que o atual patamar de produção e qualidade do algodão brasileiro foi alcançado por meio de

pesquisas científicas e o desenvolvimento de material vegetal adaptado às condições edafoclimáticas das atuais áreas de produção, o germoplasma de alta qualidade necessário para a indústria têxtil, que possui as propriedades técnicas da fibra (TELES; FUCK, 2016).

O BRS 433 FL B2RF é a primeira variedade transgênica de algodão de fibra longa do Brasil. O novo material tem comprimento de fibra superior a 32,5 mm e alta durabilidade, o que a indústria têxtil considera ideal para a produção de bons tecidos para confecções. O comprimento médio das fibras atualmente disponíveis no mercado é de aproximadamente 30 milímetros. Hoje, o Brasil importa fibras longas para serem misturadas com fibras médias para produzir fios de maior qualidade. A nova variedade pode ajudar a atender a demanda doméstica por fibra longa (BRASIL, 2018).

Um complexo de pragas que ocorre sistematicamente na cultura do algodão pode reduzir significativamente a produção se medidas de controle adequadas não forem tomadas a tempo. Controlar o nível de infestação de insetos é um grande desafio para o agricultor (MIRANDA, 2010).

Os principais efeitos deste processo no sistema são os seguintes: alterações nas substâncias envolvidas na distribuição do pó; aumentar a importância do papel do setor privado em vários aspectos, principalmente em questões relacionadas à pesquisa genética e à busca de acesso a novos mercados; o aparecimento de conexões de classe que representam cada *link* no sistema; programas regionais de incentivo ao plantio e aumento das tarifas de importação do algodão em pluma (PUENTES et al., 2012).

Com relação à introdução de alimentos geneticamente modificados no mercado brasileiro, os direitos fundamentais dos consumidores devem ser respeitados. Segundo Murilo de Moraes e Miranda (2001), há incerteza sobre os efeitos adversos dos alimentos transgênicos à saúde dos consumidores e, portanto, eles não devem ser introduzidos no mercado consumidor imediatamente. Por outro lado, Elida Séguin (2005) defende que o homem é um ser livre, dotado de livre arbítrio para usar a tecnologia para preservar a dignidade humana. Ele também defende que a ética do comportamento humano na biotecnologia deve ser repensada porque nem tudo que é tecnicamente possível é ético, e a ciência exige os controles e limitações impostos pela ética e pelo direito.

## **2.3 Pontos positivos e negativos dos transgênicos**

### **2.3.1 Pontos positivos**

Assim como os demais alimentos encontrados no mercado no século XXI, os alimentos transgênicos também podem representar alguns pontos positivos e negativos (MELO, 2021).

Começando com alguns dos aspectos positivos dos alimentos transgênicos, pode-se destacar que esses apresentam benefícios para a economia do país, o que remete ao entendimento de que conseguiriam alcançar os objetivos traçados no início da sua produção no Brasil, ou seja, quando o país aumenta a produção de grãos como, por exemplo, milho, algodão e soja, é notório o aumento do desenvolvimento econômico do mesmo, de modo que é gerado como consequência a ampliação da sua rotatividade comercial (MORGADO, 2011).

Além disso, é importante trazer para o contexto dos pontos positivos acerca da produção de alimentos transgênicos, o desenvolvimento social que também é fortemente observado, tendo em vista que, quando o mercado conta com alimentos de sobra para a sua comercialização gera-se a maior competitividade, o que faz com os preços se tornem cada vez mais acessíveis (MELO, 2021).

Além disso, também merece destaque a qualidade organoléptica e as alterações quanto ao amadurecimento observados em alimentos transgênicos. Esse último que por sua vez é retardado, ou seja, atrasado, por meio do bloqueio do etileno dos vegetais e frutas. Dessa forma, o sabor, textura e a cor desses alimentos são melhoradas. O armazenamento, manuseio e o transporte desses alimentos se tornam mais fáceis, uma vez que permanecem frescos por mais tempo (TANG, 2012).

O principal argumento em defesa dos alimentos transgênicos é que a produção de alimentos transgênicos reduzirá a fome, pois os agricultores estão interessados em aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos alimentos produzidos (ECO, 2013). Assim, o problema da fome não é apenas a falta de alimentos, mas devido aos índices ainda alarmantes de pobreza no mundo, deve levar também a uma distribuição desigual de alimentos entre a população. Além da diferenciação na produção, é necessário implementar políticas em todos os países para reduzir a fome no mundo, não apenas no setor agrícola, mas também em questões culturais.

Outro argumento comum é reduzir o custo da produção agrícola, proporcionando oportunidades de melhoria econômica e reduzindo o risco de perda de safra devido à infestação de pragas. Este benefício irá para os consumidores, que terão mais alimentos a um preço mais



barato (SILVA, 2014). Nesse sentido, fala-se também em reduzir o uso de pesticidas e fertilizantes, o que permitirá reduzir os danos que cada cultura causa ao ecossistema. Mas o oposto foi observado: quando as sementes transgênicas foram cultivadas, a resistência de ervas daninhas e insetos/pragas aumentou, levando a um aumento na dose de inseticidas usados em cada fazenda (ECO, 2013).

Com efeito, atualmente, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os cultivos transgênicos abarcam 54% dos 74 milhões de hectares cultivados no país. Daí decorre que, entre 2000 e 2012, houve um aumento do consumo de agrotóxicos na faixa de 288%. (TAUTZ, 2015).

Deve-se acrescentar que o uso de sementes transgênicas afeta diretamente a biodiversidade, pois essas espécies são fortes candidatas à seleção natural, competindo fortemente com espécies naturais e fatores de poluição para espécies naturais versus transgênicas, por exemplo. polinização cruzada (ECO, 2013).

Além dessas, outras vantagens podem ser citadas: a) Aumento da produtividade da lavoura: Aumento da resistência a doenças e pragas. b) Inventar novos tratamentos e medicamentos. c) Em termos de conservação, acredita-se que os alimentos tenham sido geneticamente modificados para prolongar sua vida útil (SILVA, 2014).

A produção de transgênicos teve resultados positivos para a agroindústria: no Brasil, segundo estudo da consultoria britânica PG Economics, o crescimento econômico derivado da produção de transgênicos chegou a 52 bilhões de reais entre 2013 e 2015. Do ponto de vista econômico, esses produtos se tornaram os favoritos dos agricultores, o que os leva à dependência das empresas que os vendem. Além disso, notamos que um pequeno número de empresas de biotecnologia que concedem patentes para esses genes pode levar ao monopólio da herança genética essencial para toda a população por alguns indivíduos. (SF AGRO, 2017).

**Tabela 3:** Possibilidades vantajosas do uso de plantas transgênicas

<b>Potenciais</b>	<b>Vantagens</b>
Socioeconômica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode contribuir na diminuição da pobreza extrema;</li> <li>- Melhorar a qualidade de vida da saúde humana;</li> <li>- E ajudar no crescimento econômico dos países que estão em desenvolvimento.</li> </ul>
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantas mais resistentes a pragas, pesticidas e doenças;</li> <li>- Menores custos de produção devido à redução do tempo de trabalho e colheita;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar a renda;</li> <li>- Aumentar a eficiência dos herbicidas sem danificar as plantas;</li> <li>- Resistência a ambientes e climas adversos;</li> <li>- Proporciona maior sustentabilidade aos produtores, pois apoia a proteção da biodiversidade, da água e do solo, mesmo quando a demanda por alimentos continua aumentando.</li> </ul>
Indústria de Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar o aspecto sensorial dos alimentos (sabor, textura, cheiro, etc.);</li> <li>- Melhorar a qualidade dos alimentos, como eliminar substâncias alergênicas.</li> <li>- Aumentar o conteúdo nutricional (vitaminas e minerais);</li> <li>- Produção de medicamentos novos e/ou melhorados;</li> <li>- Facilitar a produção de alimentos processados ou que contenham produtos químicos;</li> <li>- Microrganismos derivados são mais fáceis de gerar e biodegradar nas culturas, reduzindo o impacto ambiental;</li> <li>- Desenvolver novas opções alimentares e tecnologias melhores e mais produtivas.</li> </ul>

**Fonte:** Dias (2014)

Portanto, torna-se imprescindível a realização de mais análises, sistemática e de longo prazo, levando em consideração a necessidade analisar os riscos decorrentes do uso dessa nova tecnologia para a produção de alimentos orgânicos, pois é necessário identificar riscos potenciais e toxicológicos "nutricionais" de saúde humana, animal e ambiental do ponto de vista científico e manter um sistema de monitoramento ativo e eficaz fora do mercado, além de um sistema de monitoramento eficiente para resolver qualquer situação o mais rápido possível (DIAS, 2014).

### 2.3.2 Pontos negativos

Em contrapartida, existem pesquisadores e cidadãos que defendem fervorosamente os pontos negativos do cultivo e do consumo desses alimentos, especialmente no que tangem os riscos que esses alimentos podem causar não apenas para a saúde humana e animal, bem como para o meio ambiente. Assim, esse tópico é destinado a mencionar os entendimentos daqueles que mencionam a possibilidade de os alimentos transgênicos serem lesivos e invasivos. No entanto, é importante ressaltar que, ainda não existem pesquisas que foram bem-sucedidas em comprovar que os referidos alimentos de fato são maléficis (MATOS, 2010).

O principal ponto de vista que serve de amparo para que algumas pessoas acreditem veementemente que os OGM's não apresentam de fato os benefícios destacados pela ciência, é que, o ser humano precisa buscar o consumo de alimentos 100% naturais, ou ao menos o mais aproximado disso, e por isso é tão significativa a distinção entre alimentos transgênicos, funcionais e orgânicos a qual será realizada posteriormente (ALLEGRIANI, 2014).

É preciso concordar que, inicialmente tudo o que foge da regra a qual o ser humano já está habituado costuma de fato causar muitas especulações e ser considerado algo de caráter duvidoso, todavia, devem-se levar em conta todos os avanços científicos que envolvem os estudos acerca de todos os tipos de alimento existentes no mercado, compreendendo que, de alguma maneira, cada um deles poderá sanar necessidades específicas de pessoas diferentes, incluindo as necessidades nutricionais (MELO, 2021).

Melo (2021) descreve através de outras bibliografias que existem constatações, em alguns indivíduos, de casos de alergias e toxicidades ao ingerir alimentos transgênicos.

Em 2003, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) adotou princípios que devem ser utilizados na análise dos riscos decorrentes da aplicação da tecnologia transgênica. São eles: componentes específicos que contribuem para propriedades nutricionais ou venenosas; tendência a causar reações alérgicas; quaisquer efeitos indesejados que possam resultar do aprimoramento genético; estabilidade do gene inserido; e efeitos nutricionais associados à modificação genética específica (FAO, 2017).

A Lei de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), de nº. 11.346/2006, "afirma as definições, princípios, diretrizes, objetivos e composição do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN)" que visa "formular e implementar políticas e planos relativos à segurança alimentar e nutricional, promover a integração governamental e esforços a alimentação da sociedade civil - e promover o acompanhamento e avaliação da segurança alimentar do país. E ainda "garantir a qualidade biológica, sanitária, nutricional e tecnológica dos alimentos e da sua utilização, promovendo hábitos alimentares saudáveis e estilos de vida que respeitem as etnias origem, diversidade racial e cultural da população" (BRASIL, 2006).

Devido à presença de possíveis efeitos de substâncias transgênicas, a biossegurança alimentar avalia esses organismos desde suas propriedades e características até suas funções para encontrar riscos à saúde existentes. Uma correspondência significativa entre organismos transgênicos e normais é buscada pelo monitoramento de seu estado bioquímico e nutricional. Essa análise ajuda a identificar as diferenças entre os dois organismos, que são analisadas e estudadas por meio de uma série de testes de propriedades nutricionais, digestivas, alergênicas e tóxicas (GAVIOLI; NUNES, 2015).

Embora as organizações da sociedade civil contrárias à disseminação dos transgênicos critiquem a estrita falta de testes de biossegurança, o Ministério de Segurança Alimentar e Saúde da OMS garante que seu consumo não foi identificado como prejudicial à saúde humana. De acordo com um estudo publicado em 2005 em colaboração com a FAO e ainda hoje aceito, os possíveis efeitos diretos na saúde dos alimentos geneticamente modificados são geralmente comparáveis aos riscos conhecidos associados aos alimentos convencionais em termos de alergenicidade e toxicidade, valor nutricional dos alimentos e sua segurança para a saúde (THUSWOHL, 2013).

Quanto aos riscos associados a tais mudanças, eles podem ser divididos em pelo menos quatro áreas, que são saúde, economia, conservação da natureza e cultura.

Em 2005, mais de um milhão de europeus assinaram uma petição pedindo-lhes que divulgassem informações sobre os efeitos do consumo de alimentos geneticamente modificados na saúde. (GRE-ENPEACE, 2007). Existem preocupações de que esses alimentos possam causar reações alérgicas em populações suscetíveis, especialmente crianças, e aumentar a resistência aos antibióticos usados em humanos devido à sua toxicidade (BARBOSA, 2017).

As técnicas de cultivo anteriormente utilizadas na agricultura mudaram a dinâmica da agricultura em termos de conservação e riscos culturais. Prova disso é a contaminação irreversível do plantio de sementes transgênicas, onde a evolução de espécies mais resistentes a condições climáticas extremas leva à extinção de variedades endêmicas e silvestres. Nesse contexto, cresce a preocupação em todo o mundo com o consumo desses alimentos de forma não regulamentada, dada a contínua incerteza sobre as informações que vêm sendo reveladas e os impactos negativos à saúde e ao meio ambiente decorrentes da produção/consumo desenfreado desses alimentos (BARBOSA, 2017).

**Tabela 4:** Potencias desvantagens do uso de plantas transgênicas

Potenciais	Desvantagens
Saúde Humana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A transferência de genes de plantas transgênicas para o trato digestivo pode levar à resistência aos antibióticos, vírus e toxinas;</li> <li>- Várias influências genéticas devido à expressão gênica, formação de fenótipos patogênicos, expressão tóxica ou silenciamento gênico;</li> <li>- Bioacumulação de toxinas;</li> <li>- Possíveis reações alérgicas</li> <li>- Há mais possibilidades de erros fisiológicos no corpo.</li> </ul>

Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar o consumo de agrotóxicos, pois as pragas se tornam resistentes e a quantidade de veneno utilizada para controlá-las aumenta cada vez mais;</li> <li>- E assim tornar os produtores dependentes das empresas que os produzem;</li> <li>- Fertilização cruzada de plantas transgênicas e convencionais;</li> <li>- Produção de alimentos de baixa qualidade;</li> <li>- Custos de produção mais elevados devido ao preço das sementes e às condições ótimas de planta necessárias para este tipo de plantio, o que é impossível para pequenos agricultores;</li> <li>- A rotação de culturas é reduzida na terra, o que empobrece o solo.</li> </ul>
Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição de plantas por polinização cruzada ou dispersão de sementes entre espécies transgênicas e convencionais. Eles podem produzir alimentos não saudáveis para o corpo humano e exterminar os nativos;</li> <li>- O risco de que as plantas transgênicas se transformem em ervas daninhas e destruam as plantações e a vegetação natural do local de cultivo;</li> <li>- Redução da diversidade biológica;</li> <li>- Atuar no controle de insetos importantes para a polinização, como as abelhas;</li> <li>- Contaminação do ciclo da cadeia alimentar;</li> <li>- Gene transgênico persistente no solo mesmo após a colheita;</li> <li>- Mudanças do solo e da água.</li> </ul>

**Fonte:** Dias (2014)

Como essas plantas transgênicas são exploradas economicamente por grandes corporações e pessoas com grande poder financeiro, elas têm financiado pesquisas que mostram sua alta lucratividade e produtividade dessas plantas (DIAS, 2014). Como mostra a pesquisa desenvolvida pela International Service for Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA, 2018, p.16):

Os cultivos desenvolvidos por meio da biotecnologia são adotados globalmente devido aos comprovados benefícios ambientais, socioeconômicos e para a saúde humana e animal. A contribuição global das culturas transgênicas nos últimos 21 anos (de 1996 a 2016) atingiu 186.1 bilhões de dólares para cerca de 17 milhões de agricultores (mais 90% deles em país em desenvolvimentos).

A utilização de plantas transgênicas após sua liberação para comercialização e consumo gera diversos debates, nos quais tanto as desvantagens quanto os benefícios de sua utilização (OLIVEIRA, 2015).

#### **2.4 Controvérsias sobre alimentos transgênicos**

Considerando a regulamentação do Ministério da Saúde, a principal preocupação com os alimentos transgênicos é que não está totalmente comprovado cientificamente que é um alimento seguro cuja qualidade é mantida quando os genes são transferidos de um organismo para outro, a preservação dos alimentos e, principalmente, que não causem problemas para a saúde da população (SILVA et al., 2020).

Os principais motivos que levam cientistas e/ou órgãos oficiais a se oporem à produção de OGMs estão relacionados à incerteza sobre o quão prejudicial são à saúde humana, animal e ambiental. Neste último, os riscos podem advir da contaminação genética da biodiversidade, onde as sementes transgênicas podem ameaçar o cultivo de sementes silvestres e contaminar variedades convencionais com pólen transgênico transportado pela chuva, vento e insetos (ARAÚJO; MERCADANTE, 1999).

Outro aspecto discutido contra o uso de agentes transgênicos é a possibilidade de os insetos desenvolverem resistência aos agrotóxicos. O uso contínuo de altas doses de pesticidas ou bioinseticidas que funcionam da mesma maneira cria resistência pelas pragas ao longo de gerações. Isso requer mais pesticidas nas plantações, poluindo rios e solos. Além disso, o uso intenso de agroquímicos, a compactação do solo e o uso de óleo diesel poluem o meio ambiente e também danificam a microfauna, bactérias e organismos vivos encontrados no solo e na água, além do impacto negativo na saúde do consumidor que irá ingerir os alimentos produzidos nestas condições. (LAZZARINI, 2007).

Em relação aos riscos à saúde humana, pode-se argumentar que o efeito alérgico causado por novos compostos em alimentos modificados e a possível alteração no metabolismo humano podem se tornar fatais. Isso aumenta a importância da rotulagem nutricional, monitoramento e segurança contínua de alimentos geneticamente modificados. (ARAÚJO; MERCADANTE, 1999).

De acordo com a Lei de Biossegurança do Brasil, nº 11.105 de 2005, que fortalece as atividades com substâncias transgênicas e biotecnologia, é estipulado que um produto transgênico destinado à comercialização deve passar por aproximadamente 10 anos de pesquisa. Ele só entra no mercado após ser verificado e aprovado pela CTNBio, onde especialistas de diversas áreas avaliam cada produto geneticamente modificado para garantir

sua legalidade, com base em leis específicas e guiados por rigorosos critérios de biossegurança. Dessa forma, esses estudos garantem a segurança alimentar e ambiental (EMBRAPA, 2021).

À luz da controvérsia atual, é importante notar que a OMS e a FAO avaliaram o protocolo de teste para alimentos geneticamente modificados e não encontraram efeitos alérgicos nesses alimentos atualmente no mercado. Quanto aos agrotóxicos, mesmo que uma planta transgênica tenha um gene que a torne resistente a determinados insetos, outros produtos devem ser utilizados para o controle de plantas daninhas, independentemente de o alimento ser transgênico ou não. Além disso, os pesticidas resultam em custos mais altos para o agricultor, por isso é benéfico usar apenas o necessário para proteger a cultura de pragas e doenças. Mesmo que os alimentos transgênicos sejam consumidos em grandes quantidades, não foram observados efeitos negativos sobre o meio ambiente ou a saúde humana e animal. (OMS, 2014; SYNGENTA, 2021).

Pesquisas e investigações sobre os riscos potenciais do consumo humano de alimentos transgênicos e os impactos ambientais potenciais da produção de cultivos transgênicos são limitadas, levando a uma aguda falta de informação (VECCHIO, 2004). Essa falta de informação pode estar relacionada à falta de questionamento acadêmico das inovações tecnológicas sobre os riscos incertos. Diante disso, também faltam dados de opinião pública sobre os OGMs (RIBEIRO, 2012).

O debate sobre OGM provou ser muito divisivo. Enquanto alguns setores da sociedade consideram o uso de OGMs indispensável, outros desprezam seu uso sem evidências detalhadas e de longo prazo dos potenciais efeitos do cultivo e consumo desses alimentos na saúde humana e no meio ambiente natural. Mas embora a sociedade saiba pouco sobre os efeitos dos OGMs, Furnival e Pinheiro (2008) destacam que há uma grande procura, por parte do mercado consumidor, por informações sobre os OGMs.

## **2.5 Aspectos nutricionais relacionados aos alimentos transgênicos**

Conforme as elucidações de Duarte et al. (2011) e Silva (2015) os alimentos transgênicos são substancialmente equivalentes, no que se refere aos aspectos nutricionais. Porém, ambos apontam que devido ao processo de transgenia, pelo qual a planta foi produzida, existem vários receios quanto ao seu consumo diário, principalmente pelas possíveis consequências à saúde, haja vista à prováveis interações genômicas danosas ao organismo.

Existem primordialmente três principais tipos de características nas plantas transgênicas: as plantas resistentes a herbicidas, as Bt (que tiveram inseridos em seu código

genético genes de uma bactéria, chamada *Bacillus thuringiensis*) para o controle de insetos, e as que tem ambas características (FERMENT et al., 2015).

E os principais riscos associados ao consumo diário dos Organismos Geneticamente Modificados – OGM são justamente os relacionados a função da molécula transgênica no organismo, e os efeitos não desejados como alterações metabólicas, as quais resultariam em uma síntese de novas proteínas, com potencial tóxico ou alérgico (COELHO CAMARA et al., 2009; LIRA, 2016).

Quando ingerido o alimento convencional, como por exemplo a soja ou milho, existem fitoquímicos, os quais podem agir de forma direta ou indireta na prevenção de diversas doenças, a exemplo do câncer. Pois, essa substância atua como antioxidante, tendo assim uma ação protetora, como segundo Lima (2014) esclarece, isso acontece pelo elevado teor de isoflavonas que os fitoquímicos apresentam. Esteves e Monteiro (2001) esclarecem ainda que a genisteína, uma das duas mais importantes isoflavonas da soja, devido sua potencialidade anti-estrogênica, mas também porque inibe várias enzimas envolvidas em processos de carcinogênese.

Conforme as análises realizadas por Esteves e Monteiro (2001), em seu estudo com camundongos fêmeas Sencar, relataram ainda que, a genisteína inibiu de forma significativa o câncer de pele induzido pelas substâncias 7, 12- dimetilbenzoantraceno (DMBA) e 12-O-tetradecanoil-phorbol13-acetato (TPA), as quais eram aplicadas, 10  $\mu$ mol de DMBA e 4  $\mu$ g de TPA, duas vezes por semana, e usado 10  $\mu$ mol de genisteína também nessa posologia. O resultado observado foi a redução da incidência e multiplicidade dos tumores de pele iniciados pelo DMBA em aproximadamente 20% e 50% pelo TPA, respectivamente. E em outro experimento analisados pelos mesmos autores, com o uso de 20  $\mu$ mol de genisteína/2. $\mu$ g de TPA e 10 nmol de DMBA, com a mesma espécie de camundongo e aplicações duas vezes na semana, mostrou que a genisteína teve uma inibição considerável da promoção de tumor de pele induzido por TPA, pela redução da multiplicidade dos tumores em aproximadamente 60 e 75%, respectivamente.

Desta maneira, pôde se observar que os resultados sugeridos por estas análises indicam assim, a genisteína tem implicações anti-iniciais e anti-promocionais na carcinogênese de pele, possivelmente pela inibição do desenvolvimento de alterações no DNA, grau de metilação do mesmo e inibição de eventos oxidativos e inflamatórios in vivo (LUCIO, 2020).

Visto isso, para melhor compreensão, deve-se saber que as mensagens codificadas no DNA são orientações para a produção de proteínas, as quais vão, por sua vez, orientar as funcionalidades e características de todo organismo. Para essas orientações serem transmitidas ao DNA passa por um processo de “recodificação” em que ele é transcrito para uma outra



molécula conhecida como Ácido Ribonucleico mensageiro (RNAm), o qual tem a função de “traduzir” a mensagem do DNA em proteínas (FERMENT et al., 2015).

Assim, como referido anteriormente os alimentos transgênicos, os quais tiveram seu DNA modificado, não vão ter as mesmas respostas gênicas dos alimentos convencionais. Um exemplo é o da proteína tóxica conhecida como Cry produzida nas plantas Bt, as quais podem ter potencial de serem alergênicas nos mamíferos, como visto na pesquisa de Mesnage et al. (2013).

O estudo de Mesnage et al. (2013) avaliou as proteínas pela primeira vez Cry1Ab e Cry1Ac Bttoxinas (10 ppb a 100 ppm) na linha celular de rim embrionária humana 293, bem como suas ações combinadas com Roundup (agrotóxico herbicida), dentro de 24 h, em três biomarcadores de morte celular: medidas de succinato desidrogenase mitocondrial, liberação de adenilato quinase por alterações de membrana e induções de caspase 3/7.

O resultado com a proteína Cry1Ab causou morte celular de 100 ppm. Para Cry1Ac, não se observou nenhum efeito. O Roundup testado sozinho de 1 a 20 000 ppm é necrótico e apoptótico a partir de 50 ppm, que nas diluições agrícolas são de 50% de concentração, ou seja, 57,5 ppm de letalidade. O único efeito combinado medido foi que Cry1Ab e Cry1Ac reduziram as ativações de caspases 3/7 induzidas pelo Roundup; podendo atrasar a ativação do apoptose. Portanto, os mesmos argumentaram que as toxinas, produzidas pela proteína Cry das plantas Bt, não são inativas nas células humanas e podem apresentar efeitos colaterais combinados com outros resíduos de pesticidas específicos para plantas transgênicas. Mas vale ressaltar que se reações imunológicas são contínuas no organismo com o tempo, podem vir a desencadear em reações alergênicas ou inflamatórias no organismo (LUCIO, 2020).

Nas análises de Mezzomo et al. (2013) realizadas com ratinhos albinos suíços, sobre a hematotoxicidade e a genotoxicidade de quatro cristais de esporos Bt geneticamente modificados, para expressar individualmente Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac ou Cry2A, foi visto que associação das plantas que tem característica Bt e anti-herbicida ao mesmo tempo, podem possuir risco citotóxico, mas não genotóxico, ou seja, são seguras para os mamíferos.

Ambas refletem as duas vertentes do uso de OGM na alimentação, por um lado é visto grande potencial alergênico advindo da proteína Cry (MESNAGE et al., 2013), e por outro diz que essa é irrelevante por perder potência no organismo de seres superiores como os mamíferos, não sendo prejudicial à saúde (MEZZOMO et al., 2013).

## 2.6 A Lei de Biossegurança

Antes de abordar a Lei de Biossegurança, é importante considerar as disposições na Constituição Federal de 1988 em seu art. 225, § 1º, II e V:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.

O artigo e seus parágrafos mencionam à necessidade de proteger o patrimônio genético da nação e controlar os responsáveis por sua manipulação. Sua produção e a comercialização e utilização de técnicas, métodos e substâncias perigosas à vida e à qualidade de vida e ao meio ambiente devem ser controladas (SOUZA, 2013).

Conforme conceitua Luís Paulo Srvinskas (2010) em sua obra, O patrimônio genético é o conjunto de organismos que vivem na Terra, incluindo humanos, animais, plantas e microrganismos. A biodiversidade permite que os humanos sobrevivam no planeta Terra. Essa biodiversidade interage para criar um ambiente ecológico equilibrado. Todos os seres vivos encontrados na natureza fazem parte desse patrimônio que constitui a biodiversidade. Organismos vivos são todas as entidades biológicas capazes de replicar ou transmitir material genético, inclusive vírus e outras classes que venham a ser conhecidas (artigo 3.º, 1º da Lei 11.105/2005), que melhore o entendimento e a compreensão dos organismos geneticamente modificados, também denominados modificados. Geneticamente, que pode ser de humanos, plantas, animais e microrganismos, pode ser modificado.

O art. 3.º da Lei de Biossegurança introduz vários conceitos, incluindo o que é OGM e engenharia genética:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I – organismo: toda entidade biológica capaz de reproduzir ou transferir material genético, inclusive vírus e outras classes que venham a ser conhecidas;

II – ácido desoxirribonucléico - ADN, ácido ribonucléico - ARN: material genético que contém informações determinantes dos caracteres hereditários transmissíveis à descendência;

III – moléculas de ADN/ARN recombinante: as moléculas manipuladas fora das células vivas mediante a modificação de segmentos de ADN/ARN natural ou sintético e que possam multiplicar-se em uma célula viva, ou ainda as moléculas de ADN/ARN resultantes dessa multiplicação; consideram-se também os segmentos de ADN/ARN sintéticos equivalentes aos de ADN/ARN natural;

IV – engenharia genética: atividade de produção e manipulação de moléculas de ADN/ARN recombinante;

V – organismo geneticamente modificado - OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética;

- VI – derivado de OGM: produto obtido de OGM e que não possua capacidade autônoma de replicação ou que não contenha forma viável de OGM;
- VII – célula germinal humana: célula-mãe responsável pela formação de gametas presentes nas glândulas sexuais femininas e masculinas e suas descendentes diretas em qualquer grau de ploidia;
- VIII – clonagem: processo de reprodução assexuada, produzida artificialmente, baseada em um único patrimônio genético, com ou sem utilização de técnicas de engenharia genética;
- IX – clonagem para fins reprodutivos: clonagem com a finalidade de obtenção de um indivíduo;
- X – clonagem terapêutica: clonagem com a finalidade de produção de células-tronco embrionárias para utilização terapêutica;
- XI – células-tronco embrionárias: células de embrião que apresentam a capacidade de se transformar em células de qualquer tecido de um organismo (BRASIL, 2005).

Os conceitos de organismos, OGM e engenharia genética, estão inter-relacionados e são importantes para entender o que são os alimentos transgênicos e o que um dia poderá estar em nossas mesas.

A Lei de Biossegurança visa estabelecer normas de segurança e mecanismos de fiscalização para a construção, cultivo, produção, exploração, transporte, importação, exportação, armazenamento, pesquisa, comercialização, consumo, disposição no meio ambiente e descarte de transgênicos e seus derivados. Foi elaborado como um guia para promover o progresso científico no campo da biossegurança e biotecnologia, para proteger a vida e a saúde das pessoas, animais e plantas, e levar em consideração o princípio da precaução de proteção ambiental conforme estabelecido no artigo 1º da Lei nº. 11.105/2005 (SOUZA, 2013).

Luís Paulo Sirvinskas (2010) diz que o objetivo da lei é criar normas de segurança e mecanismos de controle. Essas normas estabelecem critérios rígidos para a segurança de pessoas, plantas e animais quando se trata de questões relacionadas ao cultivo, transporte, distribuição, consumo, distribuição e liberação no meio ambiente. É importante lembrar que cabe ao governo uma fiscalização rigorosa por meio de comissões instituídas nas esferas federal e estadual, bem como o estabelecimento de critérios técnicos para a engenharia genética que limitam a atividade do cientista à manipulação de genes. As atividades e projetos relacionados a OGM são monitorados pelo: Ministério da Saúde, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do Ministério do meio Ambiente e da Secretária Especial de Agricultura e Pesca da Presidência da República, incl. na sua área de competência conforme decisão da CTNBio e liberação do CNBS e os mecanismos previstos na Lei 11.105/2005.

As atribuições destas entidades são:

- a) fiscalizar as atividades de pesquisa de OGM e seus derivados;
- b) registrar e fiscalizar a liberação comercial de OGM e seus derivados;
- c) emitir autorização para importação de OGM e seus derivados para uso comercial;

- d) manter atualizado no Sistema de Informações em Biossegurança (SIB) o cadastro das instituições e responsáveis técnicos que realizam atividades e projetos relacionados a OGM e seus derivados;
- e) aplicar as penalidades de que trata a Lei 11.105/2005;
- f) subsidiar a CTNBio na definição de quesitos de avaliação de biossegurança de OGM (BRASIL, 2005).

A Lei 11.105/2005 refere-se à referida atribuição e a menciona em seu artigo 16, capítulo VI, que visa esclarecer a forma de fiscalização de produtos geneticamente modificados. Portanto, todos os produtos contendo OGM e seus derivados estarão sujeitos a registro ou aprovação na agricultura, criação, agricultura e áreas afins. As desistências ou reclamações serão emitidas após parecer positivo emitido pela CTNBio ou CNBS pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente e Secretaria Especial da Agricultura e Agricultura. república Conforme disposto no art. 16, § 6º da Lei 1.105/2005, expedição de registros ou autorizações para uso, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, liberação e descarte de produtos que contenham os referidos OGMs e OGMs. Após esta decisão, os órgãos públicos de controle poderão emitir registros ou licenças competentes para a liberação comercial de OGMs.

O artigo 14 da Lei de Biossegurança define a competência da CTNBio, demonstrando sua importância na avaliação e aprovação de produtos geneticamente modificados para entrada em nossos alimentos:

Art. 14. Compete à CTNBio:

- I – estabelecer normas para as pesquisas com OGM e derivados de OGM;
- II – estabelecer normas relativamente às atividades e aos projetos relacionados a OGM e seus derivados;
- III – estabelecer, no âmbito de suas competências, critérios de avaliação e monitoramento de risco de OGM e seus derivados;
- IV – proceder à análise da avaliação de risco, caso a caso, relativamente a atividades e projetos que envolvam OGM e seus derivados;
- V – estabelecer os mecanismos de funcionamento das Comissões Internas de Biossegurança – CIBio, no âmbito de cada instituição que se dedique ao ensino, à pesquisa científica, ao desenvolvimento tecnológico e à produção industrial que envolvam OGM ou seus derivados;
- VI – estabelecer requisitos relativos à biossegurança para autorização de funcionamento de laboratório, instituição ou empresa que desenvolverá atividades relacionadas a OGM e seus derivados;
- VII – relacionar-se com instituições voltadas para a biossegurança de OGM e seus derivados, em âmbito nacional e internacional;
- VIII – autorizar, cadastrar e acompanhar as atividades de pesquisa com OGM ou derivado de OGM, nos termos da legislação em vigor;
- IX – autorizar a importação de OGM e seus derivados para atividade de pesquisa;
- X – prestar apoio técnico consultivo e de assessoramento ao CNBS na formulação da PNB de OGM e seus derivados;
- XI – emitir Certificado de Qualidade em Biossegurança – CQB para o desenvolvimento de atividades com OGM e seus derivados em laboratório, instituição ou empresa e enviar cópia do processo aos órgãos de registro e fiscalização referidos no art. 16 desta Lei;

- XII – emitir decisão técnica, caso a caso, sobre a biossegurança de OGM e seus derivados no âmbito das atividades de pesquisa e de uso comercial de OGM e seus derivados, inclusive a classificação quanto ao grau de risco e nível de biossegurança exigido, bem como medidas de segurança exigidas e restrições ao uso;
- XIII – definir o nível de biossegurança a ser aplicado ao OGM e seus usos, e os respectivos procedimentos e medidas de segurança quanto ao seu uso, conforme as normas estabelecidas na regulamentação desta Lei, bem como quanto aos seus derivados;
- XIV – classificar os OGM segundo a classe de risco, observados os critérios estabelecidos no regulamento desta Lei;
- XV – acompanhar o desenvolvimento e o progresso técnico-científico na biossegurança de OGM e seus derivados;
- XVI – emitir resoluções, de natureza normativa, sobre as matérias de sua competência;
- XVII – apoiar tecnicamente os órgãos competentes no processo de prevenção e investigação de acidentes e de enfermidades, verificados no curso dos projetos e das atividades com técnicas de ADN/ARN recombinante;
- XVIII – apoiar tecnicamente os órgãos e entidades de registro e fiscalização, referidos no art. 16 desta Lei, no exercício de suas atividades relacionadas a OGM e seus derivados;
- XIX – divulgar no Diário Oficial da União, previamente à análise, os extratos dos pleitos e, posteriormente, dos pareceres dos processos que lhe forem submetidos, bem como dar ampla publicidade no Sistema de Informações em Biossegurança – SIB a sua agenda, processos em trâmite, relatórios anuais, atas das reuniões e demais informações sobre suas atividades, excluídas as informações sigilosas, de interesse comercial, apontadas pelo proponente e assim consideradas pela CTNBio;
- XX – identificar atividades e produtos decorrentes do uso de OGM e seus derivados potencialmente causadores de degradação do meio ambiente ou que possam causar riscos à saúde humana;
- XXI – reavaliar suas decisões técnicas por solicitação de seus membros ou por recurso dos órgãos e entidades de registro e fiscalização, fundamentado em fatos ou conhecimentos científicos novos, que sejam relevantes quanto à biossegurança do OGM ou derivado, na forma desta Lei e seu regulamento;
- XXII – propor a realização de pesquisas e estudos científicos no campo da biossegurança de OGM e seus derivados;
- XXIII – apresentar proposta de regimento interno ao Ministro da Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2005).

A criação da CTNBio está prevista no Artigo 10 da Lei de Biossegurança, que tem grande importância para as decisões sobre transgênicos, como visto anteriormente:

Art. 10. A CTNBio, integrante do Ministério da Ciência e Tecnologia, é instância colegiada multidisciplinar de caráter consultivo e deliberativo, para prestar apoio técnico e de assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da PNB de OGM e seus derivados, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e de pareceres técnicos referentes à autorização para atividades que envolvam pesquisa e uso comercial de OGM e seus derivados, com base na avaliação de seu risco zootossanitário, à saúde humana e ao meio ambiente. Parágrafo único. A CTNBio deverá acompanhar o desenvolvimento e o progresso técnico e científico nas áreas de biossegurança, biotecnologia, bioética e afins, com o objetivo de aumentar sua capacitação para a proteção da saúde humana, dos animais e das plantas e do meio ambiente.

Como podem ver, o parágrafo único é bem claro e comunica que um dos objetivos da CTNBio é proteger a saúde humana. Mas não é o caso da Ph.D., a pesquisadora da Fiocruz Lia Giraldo. Em maio de 2007, ela enviou uma carta ao governo explicando o motivo de sua expulsão da CTNBio. “O que vemos no nosso dia a dia na CTNBio são votações pré-

estabelecidas e muita malandragem e ambiguidade no sentido de fazer perguntas, dificultando os avanços da tecnologia”. Os pesquisadores mostraram que os órgãos governamentais não estão preocupados em cumprir as leis de biossegurança, mas em sustentar o crescimento da biotecnologia independentemente da saúde das pessoas. Isso indica que o local criado para auxiliar na inspeção estava incorreto (SMITH, 2009).

## **2.7 Papel do Profissional Nutricionista**

O nutricionista é o profissional de saúde que tem como missão contribuir para a saúde das pessoas e da sociedade, com base nos princípios da nutrição. Seja um profissional que se preocupa com a qualidade da alimentação e o seu impacto na saúde humana e no ambiente, a necessidade de compreender os novos processos relacionados com a produção e transformação dos alimentos, tendo em conta não só elementos de natureza ecológica, processos de produção, questões éticas, sociais e econômicas, mas também aos riscos, intenção de marketing e responsabilidade dos agentes públicos.

Desenvolvendo uma análise histórica da profissão de nutrição no Brasil, Vasconcelos e Calado (2011) constataram que em 2009 havia 391 cursos de graduação em nutrição no país com 49.185 vagas por ano e 60.554 nutricionistas cadastrados. As estatísticas atuais do Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) mostram um aumento significativo no número de profissionais em 2016, citando 98.462 nutricionistas cadastrados no país (CFN, 2016).

Assim, o crescimento robusto dos cursos de nutrição, caracterizado pelo aumento do número de instituições, vagas e matrículas, tem levado à reflexão sobre a perspectiva da qualidade do processo educativo. A dinâmica desse processo de expansão é um sistema institucional complexo e diversos com planos político-pedagógicos, currículos, conteúdo dos cursos, organização disciplinar e práticas acadêmicas muito variadas (VELOSO, SOUSA, SILVA; 2011).

A profissão de nutricionista tem passado por algumas mudanças, que dependem muito do projeto social adotado no país e dos complexos fatores relacionados à alimentação e todos os processos a ela relacionados. no mercado de trabalho e, pensando nisso, repensar a atuação do nutricionista nos cenários práticos perante as atividades da EAN (CFN, 2016).

De acordo com o Conselho Federal de Nutrição (2020), o nutricionista tem papel fundamental na saúde dos indivíduos e comunidades, pois é o profissional que tem como foco a qualidade da alimentação e seu impacto na saúde humana e ambiental. Ciente dos processos

envolvidos na produção e processamento de alimentos, levando em consideração não apenas fatores ambientais, processos de produção, questões éticas e socioeconômicas, incluindo análise de risco, intenções de mercado e responsabilidade dos atores do setor público.

A transgenicidade de alimentos está diretamente relacionada ao papel do nutricionista na sociedade, pois esse profissional geralmente se concentra na qualidade dos alimentos e seu impacto na saúde humana e ambiental, nos efeitos dos processos relacionados à produção e processamento de alimentos e na análise socioeconômica, questões e responsabilidade dos atores públicos (CONSELHO FEDERAL DE NUTRIÇÃO, 2020).

O papel de um nutricionista inclui cuidados de promoção e proteção da saúde relacionados à alimentação e nutrição, bem como a prevenção de doenças e problemas de saúde em serviços humanos para indivíduos, famílias e comunidades. Os maiores desafios relacionados à alimentação são as doenças crônicas não transmissíveis (diabetes, hipertensão, obesidade) que atingem aproximadamente 45% da população e que requerem medidas para promover hábitos alimentares saudáveis (BRASIL, 2018).

Somam-se a isso os sistemas alimentares, incluindo processos de produção, distribuição e acesso, considerando que a forma da sociedade moderna é caracterizada pelo processo de industrialização, desenvolvimento tecnológico e publicidade, que influenciam fortemente o consumo de alimentos e estimulam novos hábitos alimentares, causando mudanças significativas no estilo de vida da sociedade (LISBOA; FONSECA, 2020).

Assim, garantir a segurança alimentar e nutricional (SAN) requer a implementação de uma política social nacional integrada e complementar que inclua a proteção social para além do setor da saúde. Regulação e controle alimentar; promover a produção agrícola familiar, valorizando a dimensão sociocultural da alimentação e um sistema alimentar justo e sustentável (JAIME et al., 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transgenia alimentar está diretamente relacionada com o papel do nutricionista na sociedade, uma vez que esta profissão tende a centrar-se na qualidade dos alimentos e no seu impacto na saúde humana e no ambiente, sendo afetada por processos relacionados com a produção e manuseamento dos alimentos e analisa a governação social e econômica, problemas e responsabilidades.

Após resumir os argumentos acima, vale explicar que muitas pesquisas ainda estão sendo desenvolvidas nessa área de alimentos transgênicos, pois a segurança alimentar é essencial nesses casos de modificação genética. Hoje, por meio de estudos nutrigenômicos, já sabemos da enorme influência da alimentação na expressão dos genes, que reflete diretamente no processo saúde-doença. O papel do nutricionista é entender o debate sobre esses alimentos e seus potenciais efeitos na saúde humana.

O Conselho Federal de Nutrição - CFN Incentiva o uso de OGM na alimentação humana, mas exige monitoramento pós-comercialização dos OGM para poder rastreá-los e determinar causa e efeito quando causam danos à saúde de uma população.

Observou-se que existe legislação que prevê penalidades e responsabilização por possíveis danos causados por OGMs e que exige a notificação do consumidor, indicando que o legislador não falhou. No entanto, ainda existem lacunas na lei, porque o controle adequado não é feito da maneira correta.

Infelizmente, faltam pesquisas e pesquisas que demonstrem os riscos e benefícios do uso de OGMs. No decorrer das novas tecnologias e sua introdução no mercado, a sociedade tem gerado incertezas e dúvidas sobre esses produtos. Essas incertezas surgem da falta de informações publicamente disponíveis e da natureza amplamente ambígua e controversa dos estudos de avaliação de risco sobre o uso dessas biotecnologias.



## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, A. J. P.; BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, L. P. Aplicação de subdoses de glifosato no algodoeiro. *Revista Campo & Negócios*, Uberlândia, v.6, n. 121, p. 76-78, 2013. ALLEGRINI, G. **Transgênico, está tudo quase dominado**. *Caros Amigos a primeira à esquerda*, São Paulo, ano XVII, n. 205, p.38-41, abril 2014.

ARAGÃO, F. J. L.; FARIA, J. C. Proposta de liberação comercial de feijoeiro geneticamente modificado resistente ao mosaico dourado: **Evento EMBRAPA 5.1 (EMB-PV051-1)**. Brasília: Embrapa, 2010. Disponível em: <[http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/477426/RESP\\_OSTA\\_PEDIDO\\_01200.005161-2010-86\\_Lib\\_Com\\_F\\_OGM\\_VMD.pdf](http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/477426/RESP_OSTA_PEDIDO_01200.005161-2010-86_Lib_Com_F_OGM_VMD.pdf)>. Acesso em: 19 out. 2022.

ARAÚJO, C. J. & MERCADANTE, M. (1999) Produtos transgênicos na agricultura. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Câmara dos Deputados, Praça 3 Poderes Consultoria Legislativa, Anexo III - Térreo Brasília - DF, abril/1999. Disponível em: [https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1311/produtos\\_transgenicos\\_cordeiro.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1311/produtos_transgenicos_cordeiro.pdf?sequence=5&isAllowed=y). Acesso em: 03 out. 2022.

BALBIM, R.; BOMBARDI, L. A miséria da alimentação tóxica. **Le Monde Diplomatique**. 15 out. 2019. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/a-miseria-da-alimentacao-toxica/>. Acesso em: 15 out. 2022.

BARBOSA, I. L. O Fim da Rotulagem dos Alimentos Transgênicos e o Direito à Informação Consagrado pelo Código de Proteção e Defesa do Consumidor à Luz da Constituição Federal de 1988. **Revista de Direito**. Viçosa, V.09 N.02 2017, P.119-160.

BARROS, C. Broca-da-cana conheça 8 fatos sobre a praga que atinge os canaviais. [s. l.]: **sfagro**, 2016. Disponível em: <<http://sfagro.uol.com.br/broca-da-canaconheca-8-fatos-sobre-praga-que-atinge-os-canaviais/>> Acesso em: 19 nov. 2022.

BORBA, N. M. C. Alimentos Transgênicos no Brasil: revisão da literatura. Vitória de Santo Antão, 2017. 31 folhas. **TCC (Graduação)** Universidade Federal de Pernambuco, CAV. Bacharelado em Nutrição, 2017.

BRANDÃO, E. M. C. Produtos transgênicos: rotulagem e o direito à informação do consumidor. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIV, n. 89, 2011. Disponível em: <<https://ambitojuridico.com.br/edicoes/revista-89/produtos-transgenicos-rotulagem-e-o-direitoa-informacao-do-consumidor/>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

BRASIL. **Algodão de alta produtividade e qualidade superior de fibra é apresentado na Tecnoshow Comigo**. Brasília-DF, 2018.

BRASIL. **Grãos de soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/609001/graos-de-soja>>. Acesso em: 12 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados - OGM e

seus derivados cria o Conselho nacional de biossegurança CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança-PNB, revoga a lei nº 8974, de 5 de janeiro de 1995 e a medida provisória nº 2,191-9, de 23 de agosto de 2001 e os arts. 5º, 6º, 7º, 9º 10 e 16 da lei nº 10.814 de 15 de dezembro de 2000, e da outras providências. Diário oficial da República Federal do Brasil. Brasília, DF, 25 mar. 2005. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm)> Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. Ministério da ciência, tecnologia, inovações e comunicação. Comissão técnica nacional de biossegurança. **Resumo geral de plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização**. Brasília: CTNBio, 2017. Disponível em: <<http://analitus.com.br/Documentos/DocumentosSite/8c39e4e9-9e16-4007-b5c8-a63da93f3400.pdf>> Acesso em: 15 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2017**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2017. Brasília, DF, 2018.

CÂMARA, M. C. C.; NODARI, R. O.; GUILAM, M. C. R. Regulamentação sobre bio(in)segurança no brasil: a questão dos alimentos transgênicos. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**. Florianópolis, v.10, n.1, p. 261-286, Jan/Jul 2013.

CARNEIRO, A. A. et al. **Milho Bt**: teoria e prática da produção de plantas transgênicas resistentes a insetos-praga. Circular Técnica, Sete Lagoas, n. 135, p. 1-26, dez. 2009.

CASTRO, B. S. Reconstrução histórica da introdução, difusão e disputa a respeito dos transgênicos no Brasil: das contendas jurídicas à opinião pública. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, [s.l.], v. 5, n. 1, p.43-67, 28 jun. 2016.

CASTRO, E. de C. Cadeia de produção de sementes de feijão no Brasil: Análise institucional da relação entre obtentores de cultivares e multiplicadores. 2017. 95 p. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, Goiânia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7101>> Acesso em: 19 out. 2022.

CASTRO, V. A.; PEREIRA, M. A. Cadeia produtiva do farelo da soja: um enfoque na produção nacional. 2015. **TCC** (Graduação) – Universidade do Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção, Graduação em Engenharia de Produção, Rio Verde, GO, 2015. Disponível em: <<http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/MARCO%20ANTONIO%20-%20CADEIA%20PRODUTIVA%20DO%20FARELO%20DE%20SOJA%20Um%20enfoque%20na%20producao%20nacional.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2022.

CELERES. 3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17. Uberlândia: **Céleres**, 2017. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricolano-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

CESNIK, R. **Melhoramento da cana-de-açúcar**: marco sucro-alcooleiro no Brasil, 2002. Disponível em:

<[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Melhoramento\\_Cana\\_Cesnik\\_000fjii7orn02wyiv80sq98yqcjwpxwm.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Melhoramento_Cana_Cesnik_000fjii7orn02wyiv80sq98yqcjwpxwm.pdf)> Acesso em: 17 out. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira – Cana-de-açúcar**. Brasília, v. 2, n. 4, p. 71, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_14\\_09\\_06\\_31\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_4o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_14_09_06_31_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_15-16.pdf)> Acesso em: 10 set. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, v. 4, n. 12, p. 1-158, set. 2017. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_09\\_12\\_10\\_14\\_36\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Oitavo levantamento de avaliação da safra 2006/2007 – maio 2007 – Brasília, v.5, n.8, p.20, 2007**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>> Acesso em: 10 set. 2022.

CONSELHO FEDERAL DE NUTRIÇÃO. **Posicionamento do CFN sobre alimentos transgênicos e produzidos com o uso de agrotóxicos**. CFN, 2020. Disponível em: <Posicionamento do CFN sobre alimentos transgênicos e produzidos com o uso de Agrotóxicos>. Acesso em: 08 nov. 2022.

CFN- CONSELHO FEDERAL DE NUTRIÇÃO. **Relatório do II Encontro Nacional de Formação Profissional**. Brasília, DF: 2016. 35p.

COELHO CAMARA, M.C.; MARINHO, C. L.C.; GUILAM, M.C.R.; NODARI, R.O. **Transgênicos: avaliação da possível (in) segurança alimentar através da produção científica**.

CRUZ, J. C. et al. Avaliação de sistemas de produção de milho na região de Sete Lagoas, MG. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, n. 123, p. 1-6, dez. 2009.

DUARTE, J. Um sistema e um feijão transgênico para enfrentar o mosaico-dourado. In: EMBRAPA. Notícias. Brasília: **EMBRAPA**, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8534579/um-sistema-e-um--feijao-transgenico-para-enfrentar-o-mosaico-dourado>> Acesso em: 10 maio 2023.

DE CASTRO, B.S. Reconstrução Histórica da Introdução, Difusão e Disputa a Respeito dos Transgênicos no Brasil: Das contendas jurídicas à opinião pública. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 5, n. 1, p. 43-67, 2016.

DIAS, E.B.B. Alimentos geneticamente modificados. 2014. Disponível em: <[https://eg.uc.pt/bitstream/10316/79924/1/Monografia\\_Alimentos%20Geneticamente%20Modificados\\_Elsa%20Dias\\_julho2014.pdf](https://eg.uc.pt/bitstream/10316/79924/1/Monografia_Alimentos%20Geneticamente%20Modificados_Elsa%20Dias_julho2014.pdf)>. Acessado em: 10 maio 2023.

DUARTE, M.; JUNIOR; A.J.R.; PASSARIN, I.G.; COSTA, M.F. Insegurança alimentar: Riscos da Modificação Gênica. 9º Simpósio de Ensino de Graduação: Ambiente e sustentabilidade. UNIMEP: Piracicaba – SP, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. NOBRE, M. M.; OLIVEIRA, I. R. de. **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação**. Embrapa

Milho e Sorgo, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-publicacao/1101744/agriculturade-baixo-carbono-tecnologias-e-estrategias-de-implantacao>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

ESPLAR Centro de Pesquisa e Assessoria. **Homepage**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.esplar.org.br>>. Acesso em: 10 out. 2022.

ESTEVEES, E.A.; MONTEIRO, J.B.R. Efeitos benéficos dos efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. *Rev. Nutr.*, v. 14, n. 1, p. 43-52, 2011.

FERMENT, G. et al. Lavouras transgênicas: riscos e incertezas. Mais de 750 estudos desprezados pelos órgãos reguladores de OGMs. Brasília: **Ministério do Desenvolvimento Agrário**, 2015. Disponível em: <<http://aspta.org.br/campanha/livro-lavouraas-transgenicariscos-e-incertezas/>>. Acesso em: 28/10/2022.

FORMIGONI, I. O Farmnews apresenta os números que mostram a evolução da produção de milho no mundo e dos principais países produtores nos últimos anos, segundo dados do USDA. In: **FARMLOGICS FarmNews**. São Paulo: Farmlogics, 2016. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/analises-mercado/producao-demilho-no-mundo/>. Acesso em: 02 nov. 2022.

FUSCALDI, K.; MEDEIROS, J. X.; PANTOJA, M. J. Soja Convencional e Transgênica: percepção de atores do SAG da soja sobre esta coexistência. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 04, p. 9911020, out/dez 2011.

GAVIOLI, A. P. R.; NUNES, J. S. A Soja Transgênica no Brasil e suas Influências à Saúde e ao Meio Ambiente. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, 6(2): 1-16, jul-dez, 2015. Disponível em: <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/download/314/393/1496&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 10 out. 2022.

HAMDAN, M.F.; MOHD NOOR, S.N.; ABD-AZIZ, N.; PUA, T.-L.; TAN, B.C. Green Revolution to Gene Revolution: Technological Advances in Agriculture to Feed the World. *Plants* 2022, 11, 1297. <https://doi.org/10.3390/plants11101297>

JAIME, P. C. et al. Um olhar sobre a agenda de alimentação e nutrição nos trinta anos do Sistema Único de Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 6, p. 1829-1836, 2018.

LAZZARINI, M. Alimentos Transgênicos: a posição do IDEC. **Terra de Direitos**. 2007. Disponível em: <https://terradedireitos.org.br/quem-somos/sobre>. Acesso em: 03 nov. 2022.

LEITE, N. A. et al. O milho BT no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. Sete Lagoas, MG: **EMBRAPA**, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60425/1/doc-133.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2022.

LIRA, P. Aplicação da tecnologia do DNA recombinante na saúde: riscos e benefícios. 2016. 22 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016.

LISBÔA, C. M. P.; FONSECA, A. B. Abordagem de segurança alimentar nutricional nos currículos das universidades federais brasileiras: principais enfoques. **Saúde e Sociedade** [online]. v. 29, n. 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-12902020190570>>. ISSN 1984-0470. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020190570>. Acesso em: 10 nov. 2022.

LUCIO, J.M. Capítulo 5: Comprometimento da saúde humana: transgenia alimentar uma das possíveis causas? *Nutrição*, p. 90., 2019. Disponível em: <https://cinasama.com.br/wp-content/uploads/2021/09/NUTRI%C3%87%C3%83O-1-2020.pdf#page=90>. Acesso em: 11 maio 2023.

MATOS, M. **Seu futuro em Direito**. São Paulo, Editora Fundamento Educacional, 2010.

MELO, Amanda Fernandes de. Alimentos Transgênicos e sua Utilização no Cenário brasileiro. 2021. 33 folhas. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Nutrição) – Pitágoras, Uberlândia, 2021.

MESNAGE, R.; CLAIR, E.; GRESS, S.; THEN, C.; SZÉKÁCS, A.; SÉRALINI, G-H. Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide. *Journal of Applied Toxicology*, DOI 10.1002/jat.2712, 2013.

MEZZOMO, B.P.; MIRANDA-VILELA, A.L.; FREIRE, I.S.; BARBOSA, L.C.P.; PORTILHO, F.A.; LACAVAL, Z.G.M.; e GRISOLIA, C.K. Comprometimento da Saúde Humana: Transgenia Alimentar Uma Das Possíveis Causas? Hematotoxicity of Bacillus thuringiensis as spore-crystal strains Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac or Cry2Aa in Swiss albino mice. *repositorio.unb.br*, 2013.

MIRANDA, E. J. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. **Circular técnica**, Paraíba, n. 131, 37 p, 2010.

MORGADO, Melissa Cabrini. **Bioética e Direito**: limites éticos e jurídicos na manipulação do material genético humano. São Paulo: Letras Jurídicas, 2011.

MIRANDA, Murilo de Moraes e. Alimentos Transgênicos: direitos dos consumidores. Deveres do Estado. *Revista de Direito do Consumidor* 39/240, São Paulo: **Revista dos Tribunais**, jul./set. 2001.

OLIVEIRA, C.A. Os transgênicos na visão de professores e alunos do curso de Agronomia do IFNMG Campus Januária. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política. Florianópolis, SC, 2015.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Alimentos, geneticamente modificados**. 2014. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/food-genetically-modified>. Acesso em: 10 nov. 2022.

PUNTES, F. C.; HAEBERLIN, I. B.; CHOCONTÁ, B. A.; CASTAÑEDA, A. M. Evaluación de los impactos socioeconómicos de la introducción de algodón genéticamente modificado en la Costa Atlántica Colombiana. **C.I.** Cartagena, 2012.

PURCINO, A. A. C. et al. Milho Bt: vantagens para a cadeia produtiva e a viabilidade da coexistência. **Grão em Grão: Jornal eletrônico da Embrapa milho e sorgo**, Sete Lagoas, n. 15, jun./jul. 2009.

RECH, E. **Quando e como foi criada a Lei de Biossegurança no Brasil?** In: CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Tire suas dúvidas: [FAQ – CIB]. [s. l.]: CIB, 2016. Disponível em: <<http://cib.org.br/faq/quando-e-comofoi-criada-a-lei-de-biosseguranca-no-brasil/>> Acesso em: 29 de out. 2022.

RIBEIRO I. G.; MARIN V. A. A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil. **Ciência e saúde coletiva**, v. 17, n. 2, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/qpkFWzFJf7Jd7vh9DRv7QJR/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 02 nov. 2022.

ROCHA, R. S. et al. Desempenho agrônômico de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 154-162, jan. 2012.

SANTOS, F. S; NASCIMENTO, A. B dos. Transformações ocorridas ao longo da evolução da atividade agrícola: algumas considerações. **Rev. Centro Científico Conhecer – ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v. 5, n. 9, 2009. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/transformacoes.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2022.

SANTOS, L. V. Transgênicos No Contexto Da Sociedade De Risco: O Projeto De Lei No 4.148/2008 Como Violação Do Direito Básico Do Consumidor À Informação. **Trabalho de Conclusão de Curso** (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Jurídicas, Graduação em Direito, Florianópolis, 2019.

SANTOS, T. G. D; TORRES; K. R. I. Sistema brasileiro de biossegurança e transgênicos: desafios a efetivação do estado de direito ambiental. **Rev. Direito ambiental e sociedade**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 140-171, 2017. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4048>>. Acesso em: 10 out. 2022.

SEGUIN, Elida. Biodireito, 4. ed. rev. e atual., **Lumen Juris**, Rio de Janeiro, 2005.

SHIFERAW, B.; PRASANNA, B. M.; HELLIN, J.; BÄNZIGER, M. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. **Food Security**, v 3, p. 307-327, 2011.

SILVA, F. de A. Transgenia da área de alimentos: uma abordagem de desenvolvimento científico e de segurança alimentar. 2015. 63 f. **TCC (Graduação)** - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/139190>>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVA, M. S., LIMA, F. L. O., SILVA, C. D. C. M., & SILVA, M. V. C. M. (2020). Alimentos transgênicos e segurança alimentar e nutricional no Brasil / Transgenic foods and food and nutritional security in Brazil. **Brazilian Journal of Health Review**, 3(5), 11901–11923. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n5-046>.

SILVA, C.C.M. **Os transgênicos e as políticas em saúde nos últimos dez anos: um estudo de revisão**, 2015. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42278/R%20-%20E%20-%20CECILIA%20CIVIDINI%20MONTEIRO%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1>>. Acessado em 12 jun. 2023.

SILVEIRA, J. V. F.; RESENDE, L. M. Estratégias de mercado no agronegócio paranaense: soja convencional vs. Transgênica. **Produção**, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010, p. 54-65.

SYNGENTA. **Alimentos transgênicos fazem mal à saúde?** 2020. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/alimentos-transgenicos-fazem-mal-saude>. Acesso em: 10 nov. 2022.

TANG G. et al 2012. b-Carotene in Golden Rice is as good as b-carotene in oil at providing vitamin A to children. **American Journal Of Clinical Nutrition**. Disponível em: <[www.goldenrice.org/PDFs/GR\\_bioavailability\\_AJCN2012.pdf](http://www.goldenrice.org/PDFs/GR_bioavailability_AJCN2012.pdf)> Acesso em: 10 out. 2022.

TELES, G. C.; FUCK, M. P. Pesquisa e desenvolvimento de cultivares: o perfil tecnológico da Cotonicultura Brasileira. *Informe Gepec*, v.20, n.1, p. 61-77, jan./jun., 2016.

THUSWOHL, M. Pouca transparência marca estudos sobre riscos dos transgênicos. **Repórter Brasil**. São Paulo, 2013. Disponível em: < <https://reporterbrasil.org.br/2013/11/pouca-transparencia-marca-estudos-sobre-riscos-dos-transgenicos/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

USDA.UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Sugar world markets and trade**. Washington, USDA, 2017. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/sugar.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2022.

VARGAS. G. de A. A economia da soja: vantagens e desvantagens da transgenia no Brasil. 2013. 68 p. **TCC (Graduação)** – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2013. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2023/Gisele%20Vargas.pdf?sequence=1>> Acesso em: 10 out. 2022.

VELOSO, T. C. M. A.; SOUSA, B. K. G.; SILVA, R. A. B. Cursos de graduação em Nutrição no Brasil: análise do Censo da Educação Superior e os resultados do ENADE. **Educação e Fronteiras On-Line**, v.1, n.1, p.92-106, 2011.