



# **RISCOS E BENEFÍCIOS DE CULTIVOS VEGETAIS GENETICAMENTE MODIFICADOS PARA CONSUMO HUMANO: REVISÃO DE LITERATURA**

## **Risks and benefits of plants genetically modified for human consumption: literature review**

**Ana Paula Albertini Silvestre<sup>1</sup>**

**Fernanda Futino Gondo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Discente do curso de Nutrição das Faculdades Integradas de Bauru

<sup>2</sup>Orientadora e Docente do curso de Nutrição das Faculdades Integradas de Bauru

### **Resumo**

A cultura de alimentos geneticamente modificados vem crescendo gradativamente no país e no mundo. No entanto, pouco se sabe quais os possíveis efeitos a saúde a partir dos consumos destes alimentos, que podem ser benéficos ou prejudiciais à saúde. O objetivo é reunir dados em estudo de revisão da literatura sobre os potenciais riscos e benefícios dos alimentos de origem vegetal geneticamente modificados para consumo humano. Realizado estudo de revisão da literatura, com busca de artigos originais e de revisão nas principais bases de dados científicas: National Library of Medicine (PUBMED), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS), publicados entre os anos de 2013 a 2020. Cultivos geneticamente modificados de origem vegetal utilizam sementes modificadas por meio da transferência de um ou mais genes responsáveis por determinada característica de um organismo para outro ao qual é esperado (em geral) incorporar aspectos desejados, como enriquecer os produtos obtidos, fornecendo alimentos com concentração considerável de nutracêuticos como as vitaminas A, C e E ou substâncias que carregam alto valor terapêutico e pró-saúde. Porém, possíveis riscos à saúde associado ao consumo de alimentos transgênicos não estão totalmente esclarecidos, mas possivelmente estão relacionados ao potencial de toxicidade, resistência à antibióticos e alergenicidade aos seres humanos. Em conclusão, cultivos geneticamente modificados podem proporcionar o incremento de nutrientes e assim possível benefício à saúde dos consumidores. Entretanto, poucas informações sobre o consumo destes alimentos em longo prazo e seus efeitos nocivos à saúde foram identificadas.

**Palavras-chave:** Alimentos modificados geneticamente; Alimentos transgênicos; Organismos modificados geneticamente; Transgênicos; Agro biodiversidade; Alergias.

### **Abstract**

The cultivation of genetically modified foods has been growing gradually in Brazil and in the world. However, little is known about the possible health effects from the consumption of these foods, which can be beneficial or harmful to health. The aim of the study was identify data in a literature review study on the potential risks and benefits of genetically modified plant foods for human consumption. Literature review study was carried out, searching for original and review articles in the main scientific databases: National Library of Medicine (PUBMED), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) and Latin American Literature in Health Sciences (LILACS), published between the years 2013 to 2020. Genetically modified crops of plant origin use seeds modified by transferring one or more genes responsible for a certain characteristic from one organism to another which is expected (in general) to incorporate desired aspects. Currently, the enrichment of the obtained products, providing foods with a considerable concentration of nutraceuticals such as vitamins A, C and E or substances that carry high therapeutic and pro-health value. However, possible health risks associated with the consumption of transgenic foods are not fully understood, but are possibly related to the potential for toxicity, antibiotic resistance and allergenicity to humans. In conclusion, genetically modified crops can provide an increase in nutrients and thus a possible benefit to the health of consumers. However, little information on the long-term consumption of these foods and their harmful effects on health has been identified.

**Kew Words:** Genetically Modified Food; Transgenic food; Genetically Modified Organisms; Transgenes; Agrobiodiversity; Allergy.

### **Introdução**

Os organismos geneticamente modificados ou transgênicos são considerados inovações da biotecnologia e da engenharia genética. A produção dos de origem vegetal é baseada na utilização de sementes modificadas que ocorre através da transferência de um ou mais genes responsáveis por determinada característica de um organismo para outro ao qual é esperado incorporar aspectos desejados. Esta cultura vem crescendo gradativamente para aumentar a produção, e ainda reduzir o uso de pesticidas e o custo nas plantações agrícolas (SILVA *et al.*, 2017).

Atualmente, praticamente todas as fontes vegetais vêm sendo submetidas ao processo de transgênese. Plantações frequentemente transformadas geneticamente incluem soja, milho, batatas, tomates e algodão. De acordo com o Instituto de Defesa do Consumidor, o Brasil tem a segunda maior produção de transgênicos do mundo.

Segundo o órgão, em 2012, cerca de 50% do algodão, 76% do milho e 89% da soja cultivados no país eram geneticamente modificados. (KRAMKOWSKA *et al.*,2013).

Ainda que no Brasil atualmente o número de produção seja alto, há a preocupação sobre riscos de toxicidade e alergenicidade aos seres humanos, e potenciais riscos ambientais (KUMAR *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2017). Sendo um país com forte produção rural baseada em produção transgênica, a efetivação de um sistema de biossegurança adequado apresenta-se como um dos maiores desafios à garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (SANTOS; TORRES, 2017).

Por outro lado, modificações genéticas têm como foco o enriquecimento dos produtos obtidos, fornecendo alimentos com concentração considerável de nutracêuticos como as vitaminas A, C e E ou substâncias que carregam alto valor terapêutico e pró-saúde, representando um elemento desejável de uma dieta diferenciada. Os nutracêuticos possuem maior concentração de compostos bioativos e podem apresentar maior escala de proteínas. Estudos comprovam que eles podem promover benefícios à saúde e seu consumo está em constante crescimento. (KRAMKOWSKA *et al.*,2013; CARDOSO, 2016; MACHADO *et al.*, 2019).

Essa revisão aborda estudos atuais sobre alimentos transgênicos que mesmo com tamanho crescimento nos últimos anos tanto no Brasil quanto em diversos países pelo mundo, ainda torna-se questionável alguns pontos como possíveis efeitos benéficos e pró-saúde, assim como, alérgicos ou de toxicidade, além das implicações no meio ambiente. Informações controversas sobre a implicação na saúde dos indivíduos pode estar relacionado com a disponibilidade das múltiplas fontes de informações. Dessa forma, o objetivo é reunir dados em estudo de revisão da literatura sobre os potenciais riscos e benefícios dos alimentos geneticamente modificados.

## **Metodologia**

Para este estudo foi realizado uma revisão bibliográfica entre 2013 a 2020, na qual foram aplicadas fontes de buscas e pesquisas como artigos originais, de revisão e resoluções. Para obtenção dos resultados, utilizou-se base de dados como Publisher Medline (PubMed), Scientific Eletronic Library Online (Scielo), Literatura Latino-Americana e do Caribe em ciências da saúde (Lilacs), Research Gate e Science Direct com as seguintes palavras-chaves e os respectivos descritores em

inglês: Alimentos modificados geneticamente (Genetically Modified Food); Alimentos transgênicos (Transgenic food); Organismos modificados geneticamente (Genetically Modified Organisms); Transgênicos (Transgenes); Alergia (Allergy). E com auxílio de operadores booleanos (And ou Or).

Os critérios de inclusão para os estudos foram a relação destes com evidências científicas relacionadas aos benefícios ou riscos do consumo dos alimentos geneticamente modificados em seres humanos, dentro de 10 anos. Foram excluídos estudos experimentais realizados com genes modificados em animais.

## **Resultados e Discussão**

### **Técnica de transgenia: histórico e evolução**

Culturas geneticamente modificadas correspondem a produtos cujo genoma é transfigurado utilizando técnicas de engenharia genética que melhoram traços existentes ou introduzem um novo que não ocorre naturalmente nas espécies de cultivo. Plantas produzidas pela inserção de segmentos ou sequência de genes/ácido nucleicos em seu genoma utilizando métodos de transformação são conhecidas como plantas transgênicas (KUMAR *et al.*, 2020). O melhoramento de plantas para a ciência é a arte de desenvolver cultivos agrupando características desejáveis para o benefício humano (REIS *et al.* 2018; LI, 2020).

A aplicação dos procedimentos de manipulação genética vem causando uma verdadeira revolução científica ao longo das últimas décadas. O ser humano há centenas de anos busca a evolução da produção agrícola. Há relatos de que em 1865 o biólogo botânico Gregor Johan Mendel expôs os primeiros estudos sobre plantas híbridas usando ervilhas como pesquisas de combinações das suas opostas características (CARDOSO, 2016).

A origem das modificações em plantas começou, de fato, na década de 1970. Com o progresso da ciência e tecnologia, em 1973 deu-se o início a engenharia genética, onde obteve-se pela primeira vez o DNA recombinado das plantas (petúnia e tabaco) com o trabalho dos cientistas Stanley Cohen e Herbert Boyer. Porém, vinte e um anos após os estudos, em 1994 houve de fato o sucesso na introdução dos geneticamente modificados (GM) no mercado e com a evolução dos estudos e das práticas aplicadas, pode-se obter resultados significativamente positivos como

longevidade dos vegetais, melhor biodisponibilidade de minerais e resistência a possíveis vírus e bactérias (KRAMKOWSKA *et al.*, 2013).

No Brasil, a cultura desses alimentos fora adotada mesmo em meio a uma intensa polêmica acerca dos transgênicos. A produção para esse tipo de lavoura pode ter iniciado a partir de 1998, mas uma interferência do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor e do Greenpeace bloqueou a comercialização desses cultivos adiando a extração por algum tempo (ALMEIDA *et al.*, 2015). De fato, a cultura deu início em 2003. Os primeiros alimentos aprovados para cultivo foram a soja Roudup Ready transigente à herbicidas (devido à substância presente glifosato que elimina qualquer tipo de erva daninha) e em seguida foi permitido também o algodão com características resistente à insetos. Poucos anos depois, novos produtos transgênicos tiveram autorização para serem comercializados (MARICONI *et al.*, 2013).

Atualmente o Brasil ocupa a terceira posição, sendo um dos maiores países produtores de plantas com organismos modificados, estando atrás apenas dos Estados Unidos e Argentina. Possuindo milhões de hectares plantados com transgênicos (ZATERKA *et al.*, 2019). Os alimentos de maior consumo nos dias atuais são a soja, milho, algodão, feijão, eucalipto e cana-de-açúcar. Esses produtos são comercializados e consumidos pela população diariamente (CONDESSA *et al.*, 2020). Uma pesquisa realizada pelo IBOPE (2016) apontou que uma grande margem da população brasileira, cerca de 73% afirmaram ter consumido alimentos transgênicos e os 27% restantes contestaram não saber ou afirmam que não ingeriram.

Opiniões sobre os transgênicos são divididas sobre seu consumo e aceitação em relação a população mundial. Parte dessas opiniões se dão por meio das informações contidas nas embalagens dos produtos comercializados. Ainda que segundo margens estimem que cerca de 300 milhões de americanos e 280 milhões de brasileiros ingiram regularmente alimentos modificados geneticamente, os dados contidos nos rótulos são uma maneira importante de informar sobre qualquer possível risco ao consumi-lo. Nos Estados Unidos ainda é permitido comercializá-los sem que sejam identificados (PONCE *et al.*, 2014; BAWA *et al.*, 2013).

Contudo, segundo CARDOSO (2016), no Brasil foi estipulado pela lei nº 11.105, de março de 2005, capítulo IX, Art. 40, tornando obrigatória a rotulagem, de alimentos e ingredientes alimentares que contenham ou sejam produzidos por organismos geneticamente modificado destinados ao consumo humano, para garantir a segurança alimentar da população diante novas variedades alimentícias, a fim de informar ao

consumidor a exposição aos alimentos transgênicos. O símbolo é caracterizado por um triângulo amarelo, com a letra “T” em coloração preta ao meio.

Houve grande expectativa dos cientistas e investidores desta inovação, e o cultivo de transgênicos possibilitou reconhecidos melhoramentos associados ao uso de agrotóxicos e outros produtos químicos e com isso na preservação ambiental, aumento da produtividade, redução dos custos para o produtor e preços dos alimentos básicos para a população com intuito até de diminuir a fome mundial. Todavia, muitas incertezas sobre esses produtos apareceram e para que os alimentos transgênicos hoje em dia possam ser aproveitados e consumidos pela população com segurança é preciso que haja uma análise de possíveis riscos alimentares com bases científicas considerando assim fatores de biossegurança (SILVA *et al.*, 2017; YUNTA, 2013).

Desde o início da produção dos transgênicos, a biotecnologia aplicada à agricultura gerou receios particularmente por viáveis efeitos negativos reconhecidos em relação à utilização agrícola, como por exemplo, perda da agro biodiversidade considerando a extinção de algumas espécies, vulnerabilidade a pragas no sistema agrícola além do aumento de estudos sobre os riscos à saúde e ao meio ambiente. Diante dos conflitos existentes, há grande rigorosidade sobre a biossegurança em relação à transgenia vegetal como maior proteção e atenção no campo da transferência e manipulação dos organismos vivos geneticamente modificados resultantes da biotecnologia (SANTOS; TORRES, 2017).

Como é sabido a inserção dos alimentos transgênicos para comercialização gera até o presente momento muitos questionamentos. Mesmo que ainda não existam estudos concretizados que afirmem que estes causam malefícios à saúde e ao meio ambiente de forma a não justificar o seu uso, o consumidor possui total liberdade para decidir entre os alimentos transgênicos ou não (SILVA, 2020).

Mesmo que recente, variedades de organismos modificados são cultivados em diversos países diferentes. Apesar dos números e das altas taxas de adoção, os cultivos transgênicos ainda não são consensualmente aceitos. Enquanto para alguns a tecnologia que envolve o transgênico é uma certeza de desenvolvimento, para outros deve-se a explicação sobre impactos no meio ambiente, política, economia e bioética de cada país, e também na saúde dos indivíduos (ALMEIDA *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2018).

### **Potenciais riscos e benefícios do consumo de transgênicos**

Ainda que atualmente baseado com algumas incertezas provenientes dos processos tecnológicos, hoje em dia a era onde o alto desenvolvimento científico e tecnológico é muito prevalente. Desde o princípio da inserção dos alimentos transgênicos no mercado existem inúmeras contestações sobre possíveis riscos ou benefícios do consumo deste tipo de alimento, o processo de introdução dos geneticamente modificados requer detalhadas análises sobre a tecnologia utilizada, bem como testes de toxicologia com o objetivo de avaliar a segurança associada ao seu uso (RIBEIRO; MARIN, 2012; KRAMKOWSKA *et al.*, 2013).

Não há pesquisas científicas que comprovem diretamente sobre os possíveis benefícios e malefícios do consumo de alimentos GM para a saúde humana. Porém, estudos foram conduzidos e evidenciaram alguns aspectos como adversidades consideráveis a resistências a antibióticos e possível toxicidade (REIS *et al.*, 2018). Segundo Machado (2016), considera-se que alguns alimentos modificados, como exemplo, a soja Roundup Ready, é utilizado o glifosato que pode ser classificado como herbicida não seletivo, ou seja, pode ser aplicado a todos os tipos de plantas indesejáveis, no caso das pragas. O glifosato, é um composto ativo de alguns herbicidas que atuam inibindo a ação de uma enzima essencial para o crescimento das plantas e apresentam características positivas em relação aos outros herbicidas, como alta eficácia de controle de pragas, e baixo risco de toxicidade nos seres humanos.

Como um novo gene não pode ser inserido com exatidão, a transferência de genes pode interromper a rede do DNA de um organismo e qualquer mudança pode ter efeitos inesperados, produzindo alterações descontroladas no genoma. Há controversas de que a ingestão de alimentos GM que contenham esses genes marcadores pode desencadear o surgimento de resistência a antibióticos em bactérias no intestino (YUNTA, 2013).

Possíveis mecanismos associados à resistência a antibióticos são baseados na ativação do antibiótico ao adentrar no envelope celular e atingir seu alvo em uma concentração alta o suficiente para exercer algum efeito. Modificações nas células alvo podem ser obtidas por meio de mutações, substituição, modificações enzimáticas ou proteção das células alvo. A diminuição da concentração do antibiótico pode ser causada pela cessação da entrada na célula ou expulsão do antibiótico por meio de bombas de efluxo (MARTINEZ, 2014).

Segundo Delaney *et al.* (2018), a principal preocupação dos alimentos geneticamente modificados é se a proteína introduzida trará novos riscos de alergia alimentar ou toxicidade. O potencial aumento de alérgenos endógenos, toxinas ou redução nas propriedades nutricionais dos alimentos. Nas lavouras pode causar outros problemas devido à inserção de novo material genético no genoma do hospedeiro.

Segundo Yunta (2013), o desenvolvimento de alergias está associado a reações adversas do sistema imunológico a algum componente ou proteína dos alimentos decorrente da inserção de materiais genéticos. O aumento na incidência de doenças alérgicas está relacionado às alergias alimentares mediadas pela imunoglobulina E (IgE). Embora seja comum alguns alimentos causarem alergias de reações leves, em alguns casos elas podem evoluir para manifestações clínicas graves. Os alimentos que podem desencadear reações alérgicas incluem soja, trigo, amendoim e nozes. As alergias a soja são mais comuns em crianças, enquanto as alergias a oleaginosas são mais comuns em adultos (GIROLAMO *et al.*, 2015).

O risco da comida nas mesas da população brasileira não pode ser minimizado. Por isso, é urgente ampliar o alvo da vigilância para incluir mais grupos e categorias de alimentos onde os resultados são coletados e divulgados com mais frequência. Diante ao cenário incerto e contraditório, com relações políticas de interesse incluso, o melhor comportamento ainda a ser aplicado é o de prudência, para com o meio ambiente e a saúde humana (IDEC, 2020; CAMARA *et al.* 2013).

Além disso, somado a esses agravantes, outro aspecto deve ser considerado e que gera preocupação até o momento, é que não se sabe ao certo quais podem ser os efeitos da liberação dos GM no meio ambiente. Nesse sentido, pesquisadores sugerem que as plantas portadoras desses organismos possam se cruzar com outras plantas da mesma espécie, originando gerações cujas características genéticas podem ser inesperadas, provocando no ambiente em que vivem uma praga ambiental (MARICONI *et al.*, 2013).

Contudo, o cultivo de vegetais geneticamente modificados parece apresentar possíveis benefícios seja relacionados à produção e ao consumo humano. As safras até agora tiveram o intuito de gerar fenótipos (conceito adotado em genética que define o conjunto de características observáveis de um organismo) agrônômicos específicos, como barreira a pragas, aumento da produção de sementes com cruzamentos genéticos de espécies distintas, ou seja, híbridas. Bem como, ampliar o

nível de substâncias nutricionais, como a introdução de altos níveis de ácido graxo oleico (ômega 9) (DELANEY *et al.*, 2018).

Dessa forma, a fortificação de alimentos geneticamente modificados resultou em maior valor prático em benefícios do que os alimentos tradicionais, permitindo o desenvolvimento de características de qualidade nutricional desejáveis, com melhora ao valor nutritivo nos produtos individuais da transgênese. Além disso, possibilitou o fornecimento de uma fonte concentrada de nutracêuticos, que primeiro contém vitaminas A, C, E, ácidos graxos insaturados indispensáveis, prebióticos e probióticos,  $\beta$ -caroteno e a concentração de outros nutrientes específicos, como aminoácidos (KRAMKOWSKA *et al.*, 2013; SANTIS *et al.*, 2018).

Os alimentos com fontes nutracêuticos fornecem uma variedade de benefícios para a saúde, é de ação preventiva e auxilia no tratamento de doenças. Ácidos graxos poli-insaturados como os carotenoides, flavonoides e isoflavonas são os mais consumidos pois possuem efeito terapêutico e colaboram para a regeneração de tecidos, regulação imunológica e ação anti-inflamatória. Bem como o  $\beta$ -caroteno que por sua vez pode colaborar na prevenção de patologias oncológicas, doenças cardiovasculares e renais (MACHADO *et al.*, 2019).

### **Outras vantagens do cultivo de GM**

Uma qualidade notada sobre alguns benefícios foi na comparação de preços, sendo esses mais baixos e de mais acessibilidade econômica. Estudos apresentam que quando os consumidores são informados sobre as modificações realizadas nos produtos alimentícios, há uma intenção de compra mais forte. Assim, pesquisadores acreditam que se o entendimento sobre as melhoras nutricionais dos alimentos GM aumentar, o consumidor tende a buscar mais pelo consumo destes (HAKIM *et al.*, 2020).

Esses alimentos tendem a crescer com mais rapidez comparados aos alimentos cultivados tradicionalmente. Possivelmente, há a propensão de aumento da produtividade e em consequência maior disponibilidade de alimentos à população (ALMEIDA *et al.*, 2015). O progresso das safras GM com utilização de novas estratégias com genomas pode ser previsto para maiores evoluções de rendimentos de plantio e colheita, promovendo o desenvolvimento da por meio do combate ao

estresse biótico, como interação de outros organismos e estresse abiótico, tendo características os parâmetros físicos do ambiente (KUMAR, *et al.* 2020).

Além de atender às preocupações do consumidor e às necessidades nutricionais, mesmo que existam algumas contradições, os consumidores principalmente tendem acreditar que os principais benefícios estão relacionados às questões ambientais, principalmente a redução de insumos químicos para a produção de alimentos mais saudáveis, com alto rendimento e baixo custo (CONDESSA *et al.*, 2020).

### **Características sensoriais dos GM**

Foram analisados estudos que abordam as características sensoriais de alguns alimentos geneticamente modificados para o reconhecimento de possíveis alterações na cor, sabor ou textura destes. Segundo Lim *et al.* (2014), procedimentos transgênicos foram usados para aumentar o conteúdo de compostos bioativos e antioxidantes em tomates, como flavonoides e antocianina. Em meio a pesquisas, a partir dos resultados analisados, não foram observadas diferenças no sabor dos tomates transgênicos e tampouco na textura e na cor quando comparados aos não transgênicos utilizados no estudo. Depois de participar do estudo sensorial, 14% dos indivíduos da pesquisa mudaram suas atitudes positivamente em relação aos vegetais transgênicos e 96% relataram que comprariam alimentos transgênicos se acreditassem que isso promoveria a saúde.

Em outro estudo realizado por Rodriguez *et al.* (2016), acrescenta que o melhoramento no cultivo dos GM deve estar associado a qualidade do produto a partir do incremento de características como sabor, nutrição, aparência e processamento pós-colheita. O referido estudo com frutas cítricas objetivou além do melhoramento das características sensoriais, o aumento de substâncias como beta caroteno e das propriedades antioxidantes. Observou-se neste estudo apenas o aumento relativo na concentração de álcoois obtidos através dos procedimentos, principalmente do linalol que é um componente aromático contido em alguns frutos ou plantas. No caso da laranja, fruto utilizado para realização das pesquisas, foi possível obter novas variedades com sabor e aroma mais agradáveis, semelhantes aos de limão, lima ou bergamota.

O **Quadro 1** apresenta a síntese dos riscos e benefícios associados ao consumo de alimentos geneticamente modificados abordados neste trabalho.

**Quadro 1: Síntese dos principais riscos e benefícios dos vegetais transgênicos**

<b>PRÓS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução do uso de pesticidas e o custo nas plantações agrícolas;</li> <li>- Melhoria das características e qualidade nutricional desejáveis, como melhora ao valor nutritivo; fonte concentrada de nutracêuticos;</li> <li>- Fontes nutracêuticas;</li> <li>- Aumento da produtividade e em consequência maior disponibilidade de alimentos à população;</li> <li>- Redução de insumos químicos para a produção, melhorando questões ambientais e diminuindo o custo;</li> <li>- Melhora na qualidade de sabor e odor de alguns alimentos;</li> <li>- Barreira a pragas, aumento da produção de sementes com cruzamentos genéticos de espécies distintas; ampliar o nível de substâncias nutricionais.</li> </ul>	<b>REFERÊNCIAS</b> SILVA <i>et al.</i> 2017. KRAMKOWSKA <i>et al.</i> , 2013. MACHADO <i>et al.</i> , 2019. ALMEIDA <i>et al.</i> , 2015. CONDESSA <i>et al.</i> , 2020. RODRIGUEZ <i>et al.</i> , 2017. DELANEY <i>et al.</i> , 2018.
<b>CONTRAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possíveis riscos ambientais associados a biossegurança;</li> <li>- Perda da agro biodiversidade com a extinção de algumas espécies; vulnerabilidade a pragas no sistema agrícola; aumento de estudos sobre os riscos à saúde e ao meio ambiente;</li> <li>- Adversidades consideráveis a resistências a antibióticos e possível toxicidade;</li> <li>- Alergias alimentares;</li> <li>- Aumento de alérgenos endógenos, toxinas ou redução nas propriedades nutricionais dos alimentos.</li> </ul>	SILVA <i>et al.</i> 2017. SANTOS; TORRES, 2017. KUMAR <i>et al.</i> , 2020. REIS <i>et al.</i> , 2018. YUNTA, 2013. DELANEY <i>et al.</i> , 2018.

“Fonte: elaborado pelas autoras, 2021”.

### Considerações finais

Mesmo que sejam sugeridos vários tópicos indicando possíveis riscos nos alimentos geneticamente modificados, resultados obtidos até o momento não indicam nenhuma alteração ocasionada pelos genes referidos inseridos. Pode ser observado relatos sobre os efeitos não intencionais, sejam eles de características distintas para específicas aplicações, como a melhora nas características nutricionais sendo capaz de agir sobre a saúde do indivíduo. Ou, sejam pela característica de resistência a insetos e tolerância a herbicidas.

Embora esses alimentos tenham sido avaliados, não há garantia de que possam ou não prejudicar a saúde humana de fato. As maiores vantagens dos transgênicos para o ser humano é observado na produção agrícola, contudo, os resultados futuros dessa tecnologia são pouco conhecidos, em vista que tratam-se de estudos recentes, não sendo possível ainda decretar efeitos nocivos a saúde do consumidor e ao meio ambiente. Não é aconselhável o descarte de novos estudos sobre os GM, bem como seus riscos e benefícios.

## Referências

ALMEIDA, C. *et al.* As percepções de pequenos agricultores brasileiros sobre os cultivos geneticamente modificados. **ANPPAS - Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo v. XVIII, n. 1 p. 203- 220 jan. – mar., 2015. Disponível em: [SciELO - Brasil - Perceptions of Brazilian small-scale farmers about genetically modified crops](https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC891V1812015en). DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC891V1812015en>. Acesso em: 27 jul. 2021.

BAWA, A.S.; ANILAKUMAR, K.R. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns—a review. **Association of Food Scientists & Technologists**, nov. – dez. V.50 n.6: p.1035–1046, 2013. Disponível em: [Genetically modified foods: safety, risks and public concerns—a review \(nih.gov\)](https://doi.org/10.1007/s13197-012-0899-1). DOI 10.1007/s13197-012-0899-1. Acesso em: 17 ago. 2021.

CAMARA, C. M. *et al.* Análise do debate sobre alimentos transgênicos no Congresso Nacional. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v.1 n.1: p.25-33, 2013. DOI: 10.3395/vd.v1i1.12. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307668038\\_Analise\\_do\\_debate\\_sobre\\_alimentos\\_transgenicos\\_no\\_Congresso\\_Nacional](https://www.researchgate.net/publication/307668038_Analise_do_debate_sobre_alimentos_transgenicos_no_Congresso_Nacional) [Analysis of dabate on GM food i n Brazil Nacional Congress](https://www.researchgate.net/publication/307668038_Analise_do_debate_sobre_alimentos_transgenicos_no_Congresso_Nacional). Acesso em: 25 abr. 2021.

CARDOSO, D. N. Alimentos transgênicos – uma abordagem de ciência, tecnologia e sociedade. **Instituto federal de educação, ciência e tecnologia de goiás campus inhumas**, mar., 2016. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/176>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CONDESSA, M. B. B., *et al.*, alimentos transgênicos: percepção e aceitabilidade da população tocantinense. **Rev. Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins** v. 7, n. 3., 2020. Disponível em: [ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: PERCEPÇÃO E ACEITABILIDADE DA POPULAÇÃO TOCANTINENSE | Request PDF \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/358888888_ALIMENTOS_TRANSGENICOS_PERCEPCAO_E_ACEITABILIDADE_DA_POPULACAO_TOCANTINENSE). DOI:10.20873/uftv7-7917. Acesso em: 15 ago. 2021.

DELANEY, B. *et al.* Food and Feed Safety of Genetically Engineered Food Crops. **Society of toxicology**, v.162 n.2, p. 361–371, 2018. DOI: 10.1093/toxsci/kfx249. Disponível em: [Food and Feed Safety of Genetically Engineered Food Crops - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32488888/). Acesso em: 17 set. 2021.

GIROLAMO D. F, *et al.* Proteomic applications in food allergy: food allergenomics. **Curr Opin Allergy Clin Immunol**, jun. v.15 n.3, 2015. DOI: 10.1097/ACI.000000000000160. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25899690/>. Acesso em: 22 set. 2021.

HAKIM, M. P. *et al.* The mandatory labeling of genetically modified foods in Brazil: Consumer's knowledge, trust, and risk perception. **Food research international.**, v.132, 2020. DOI:10.1016/j.foodres.2020.109053. Disponível em: [The mandatory labeling of genetically modified foods in Brazil: Consumer's knowledge, trust, and risk perception - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34888888/). Acesso em: 15 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA - IBOPE. **Brasileiro está aberto ao consumo de transgênicos.** 2016. Disponível em <https://www.portaldoagronegocio.com.br/tecnologia/transgenicos/noticias/brasileiro-esta-aberto-ao-consumo-de-transgenicos-aponta-pesquisa-149036>. Acesso em: 03 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR - IDEC. **Anvisa minimiza riscos da presença de agrotóxicos em alimentos.** 2020. Disponível em: <https://idec.org.br/noticia/anvisa-minimiza-riscos-da-presenca-de-agrotoxicos-em-alimentos>. Acesso em: 17 set. 2021.

KRAMKOWSKA, M. *et al.* Benefits and risks associated with genetically modified food product. Publicado em: **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v.20, n.3, p.413–419, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24069841/>. Acesso em: 18 abr. 2021.

KUMAR, K. *et al.* Genetically modified crops: current status and future prospects. **Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature**, mar., p.251:91, 2020. Disponível em: [Genetically modified crops: current status and future prospects - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34888888/) . DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-020-03372-8> . Acesso em: 05 abr. 2021

LI, C. Breeding crops by design for future agriculture. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)**, v.21, n.6, p.:423-425, 2020. Disponível em: [Breeding crops by design for future agriculture - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34888888/). DOI: 10.1631/jzus.B2010001. Acesso em: 26 ago. 2021.

LIM, W. *et al.* Consumer sensory analysis of high flavonoid transgenic tomatoes. **Journal of food Science**. vol. 79, n. 6., 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24837183/>. DOI:10.1111/1750-3841.12478. Acesso em: 05 out. 2021.

MACHADO, G. *et al.* Nutracêuticos: aspectos legais e científicos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/47950>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MACHADO, M.O. Glifosato: a emergência de uma controvérsia científica global. **Programa de Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas da Universidade**

Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/>. Acesso em: 26 set. 2021.

MARICONI, R. P. *et al.* Regulação de organismos geneticamente modificados de uso agrícola no Brasil e sua relação com os modelos normativos europeu e estadunidense. **Rev. direito sanit**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 112-131, 2013. Disponível em: [Regulação de organismos geneticamente modificados de uso agrícola no Brasil e sua relação com os modelos normativos europeu e estadunidense | Rev. direito sanit;14\(3\): 112-131, 2013. | LILACS \(bvsalud.org\)](#). Acesso em: 03 set. 2021.

MARTINEZ, L. J. General principles of antibiotic resistance in bacteria. **Drug Discov. Today Technol.**, vol. 11 p.: 33-9, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24847651/>. DOI: 10.1016/j.ddtec.2014.02.001. Acesso em: 25 set. 2021.

PONCE, S.I.M., *et al.* Los usuarios ante los alimentos genéticamente modificados y su información en el etiquetado – Os usuários frente aos alimentos geneticamente modificados e a informação na etiqueta. **Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo**, v.48, n.1, p.:154-169, 2014. Disponível em: [SciELO - Brasil - Los usuarios ante los alimentos genéticamente modificados y su información en el etiquetado Los usuarios ante los alimentos genéticamente modificados y su información en el etiquetado](#). Acesso em: 27 jul. 2021.

REIS, A. B., *et al.* Alimentos Transgênicos. **Rev. Faculdade São Lourenço – UNISEPE**, 2018. Disponível em: [https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/041\\_alimentos\\_transgenicos.pdf](https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/041_alimentos_transgenicos.pdf). Acesso em: 27 jul. 2021.

RIBEIRO, I. G.; MARIN, V. A. A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 359-368, 2012. Disponível em: [SciELO - Brasil - A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil](#). Acesso em: 10 set. 2021.

RODRIGUEZ, A. *et al.* Impact of d-limonene synthase up- or down-regulation on sweet orange fruit and juice odor perception. **Food chemistry** vol. 217, p.139-150, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27664619/>. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.076. Acesso em: 05 out. 2021.

SANTIS, B. *et al.* Case studies on genetically modified organisms (GMOs): Potential risk scenarios and associated health indicators. **Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**. DOI:10.1016/j.fct.2017.08.033. vol. 117, p.: 36-65, 2018. Disponível em: [Case studies on genetically modified organisms \(GMOs\): Potential risk scenarios and associated health indicators - PubMed \(nih.gov\)](#). Acesso em: 20 abr. 2021.

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.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4048>  
Acesso em: 18 abr. 2021.

SILVA, C. M. *et al.* Alimentos transgênicos: conhecimento entre acadêmicos de nutrição - Food transgenic: knowledge between students of nutrition. **Rev. Investig. Bioméd.** São Luís, v.9, p.:31-39, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321402562\\_Alimentos\\_transgenicos\\_conhecimento\\_entre\\_academicos\\_de\\_nutricao](https://www.researchgate.net/publication/321402562_Alimentos_transgenicos_conhecimento_entre_academicos_de_nutricao). Acesso em: 04 abr. 2021

SILVA, S. M. *et al.* Alimentos transgênicos e segurança alimentar e nutricional no Brasil –Transgenic foods and food and nutritional security in Brazil. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 11901-11923, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/346077567\\_Alimentos\\_transgenicos\\_e\\_seguranca\\_alimentar\\_e\\_nutricional\\_no\\_Brasil\\_Transgenic\\_foods\\_and\\_food\\_and\\_nutritional\\_security\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/346077567_Alimentos_transgenicos_e_seguranca_alimentar_e_nutricional_no_Brasil_Transgenic_foods_and_food_and_nutritional_security_in_Brazil). Acesso em: 29 mar. 2021

YUNTA, E. R. Temas éticos en investigación internacional con alimentos transgênicos. **Acta bioeth.**, Santiago, v.19, n.2, p.: 209-218, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-569X2013000200005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2013000200005&lng=es&nrm=iso). DOI: 10.4067/S1726-569X2013000200005. Acesso em: 07 set. 2021.

ZATERKA, L. Transgênicos e o princípio de equivalência substancial, **Inst. Estudos avançados da universidade de São Paulo**, v.33, n.95, 2019. Disponível em: [SciELO - Brasil - Transgênicos e o princípio de equivalência substancial](#)  
[Transgênicos e o princípio de equivalência substancial](#). DOI: 10.1590/s0103-4014.2019.3395.0018. Acesso em: 27 jul. 2021.