

CENTRO PAULA SOUZA
COMPETÊNCIA EM EDUCAÇÃO PÚBLICA PROFISSIONAL

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Etec de Hortolândia

**CAROLINE SILVA DE CAMARGO
ALANA RAIMUNDO DE MORAES**

**A POPULAÇÃO E O CONHECIMENTO SOBRE ALIMENTOS
GENETICAMENTE MODIFICADOS**

Hortolândia

2021

**CAROLINE SILVA DE CAMARGO
ALANA RAIMUNDO DE MORAES**

**A POPULAÇÃO E O CONHECIMENTO SOBRE ALIMENTOS
GENETICAMENTE MODIFICADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Técnico em Nutrição e Dietética da Etec
Hortolândia orientado pela Prof.^a Dr.^a Andrea
Roberta Clemente como requisito para obtenção
do título de técnico em Nutrição e Dietética

Hortolândia

2021

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser a base de nossas conquistas e ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades enfrentadas nesse momento de pandemia.

Aos nossos pais, familiares e amigos, por acreditarem em nossas escolhas, e nos apoiar ao longo de todo o período de tempo em que nos dedicamos a este trabalho.

A professora e orientadora Andrea Roberta Clemente, pela dedicação em suas orientações prestadas na elaboração deste trabalho, nos incentivando e colaborando no desenvolvimento de nossas ideias.

Juntamente a ela, gostaríamos de agradecer a todo o corpo docente da Etec de Hortolândia, que se dispuseram a compartilhar seus conhecimentos conosco ao longo desses anos.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

“Dar o melhor de si é mais importante do que ser o melhor”

Mike Lermer

RESUMO

Os alimentos transgênicos são aqueles que tiveram seu código geneticamente modificados para fornecer características novas ao produto, além de melhorar seu cultivo e oferecer maior valor nutricional. Este estudo teve como objetivo apresentar as consequências dos alimentos transgênicos os quais correspondem aos Alimentos Geneticamente Modificados por meio da alteração do seu código genético. Uma vez que existem vários riscos potenciais, os cientistas apontam como os principais deles: aumento das alergias; de resistência aos antibióticos; das substâncias tóxicas e maior quantidade de resíduos de agrotóxicos. Da mesma forma que uma alimentação inadequada contribui para o aparecimento de inúmeras doenças, os alimentos geneticamente modificados podem ajudar a combatê-las, pois já é possível produzir alimentos com maior valor protéico e com menor quantidade de substâncias tóxicas, como o arroz e o trigo que são compostos por substâncias que causam alergia, mas estas podem ser retiradas. Por meio de técnicas específicas, pode-se aumentar a quantidade de substâncias benéficas no organismo como proteínas, vitaminas e ferro, diminuindo as prejudiciais como a gordura trans, utilizadas principalmente na produção de margarinas. O grande problema para se fazer pesquisas com alimentos geneticamente modificados, é que elas são caras e demoram anos para a obtenção de resultados significativos. A metodologia utilizada foi a realização de um questionário para conhecer o quanto as pessoas selecionadas tinham conhecimento sobre o tema abordado, também produziu um vídeo explicativo sobre o risco dos transgênicos para a saúde. Observou-se, após análise dos resultados que os participantes não conhecem sobre este tipo de alimento, não sabem identificá-los por meio da rotulagem e muitos não sentiram diferenças organolépticas, durante a avaliação. Isto se mostra preocupante, pois muitos estão utilizando alimentos transgênicos sem o devido conhecimento.

Palavras-chave: Genética; Alimentos Modificados; Nutrição Adequada.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 ALIMENTOS TRANSGÊNICOS	9
2.2 A CHEGADA DOS TRANSGÊNICOS NO BRASIL.....	9
2.2.1 Transgênicos produzidos no Brasil	10
2.2.2 Alimentos transgênicos liberados para comercialização no Brasil	11
2.3 PRÓS E CONTRAS DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS	17
2.4 LEGISLAÇÃO SOBRE TRANSGÊNICOS.....	19
2.5 ROTULAGEM DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS.....	20
2.6 BIOSSEGURANÇA	23
2.7 INSEGURANÇA ALIMENTAR DOS TRANSGÊNICOS	25
2.7.1 Alergenicidade e Toxicidade	27
3 QUESTÕES ORIENTADORAS	31
4 HIPÓTESE	32
5 OBJETIVOS	33
5.1 OBJETIVO GERAL	33
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
6 METODOLOGIA	34
6.1 PESQUISA DE CAMPO	34
6.2 VÍDEO INFORMATIVO	36
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
7.1 PESQUISA DE CAMPO	37
7.2 VIDEO INFORMATIVO	45
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO - TCLE	58

1 INTRODUÇÃO

Os organismos transgênicos são aqueles cujo genoma foi modificado com o objetivo de atribuir-lhes nova característica ou alterar alguma característica já existente, através da inserção ou eliminação de um ou mais genes por técnicas de engenharia genética (MARINHO, 2003). Entre as principais características almeçadas encontram-se o aumento do rendimento com melhoria da produtividade e da resistência a pragas, a doenças e a condições ambientais adversas; a melhoria das características agrônômicas, permitindo uma melhor adaptação às exigências de mecanização; o aperfeiçoamento da qualidade; a maior adaptabilidade a condições climáticas desfavoráveis e a domesticação de novas espécies, conferindo-lhes utilidade e rentabilidade para o homem (LACADENA, 1998).

A biotecnologia e a engenharia genética têm sido encaradas como parte da segunda revolução verde, justificando-se, entre outras prerrogativas, o uso de alimentos transgênicos como solução do problema da fome no mundo, sem risco à saúde da população e ao meio ambiente. A primeira e a segunda revolução verde trazem consigo a metáfora do confronto da fome, de como solucionar o problema de alimentos no mundo. Neste novo contexto, renasce a crença de que é preciso viabilizar a segunda revolução verde, para solucionar a fome que se configura no momento e no futuro. Esse enfoque é largamente utilizado em defesa e justificativa da biotecnologia e da engenharia genética (FONTES, 1998; PINAZZA & ALIMANDRO, 1998).

A liberação dos transgênicos no Brasil, particularmente aqueles com finalidade comercial, vem provocando intensa polêmica quanto aos possíveis riscos à saúde e ao meio ambiente. Tal polêmica, que envolve diversos autores, como cientistas, agricultores, ambientalistas e representantes do governo, refere-se ao nível de incerteza atribuído a esses alimentos diante da chamada 'segurança alimentar' (MARINHO, 2003). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) considera biossegurança a correlação do uso sadio e sustentável do meio ambiente, dos produtos biotecnológicos e as intercorrências para a saúde da população: biodiversidade e sustentabilidade ambiental, com vistas a segurança alimentar global (NODARI & GUERRA, 2003).

É indispensável, no entanto, considerar o nível de incerteza no que diz respeito às implicações dessa tecnologia, uma vez que segundo Caruzo (2006), as incertezas científicas, mais do que as certezas científicas, estão associadas aos riscos. Em síntese, na discussão sobre os alimentos transgênicos a equivalência substancial se contrapõe ao princípio da precaução, pois enquanto a primeira evita a identificação de riscos e não leva em consideração as incertezas científicas, o segundo preconiza essencialmente o contrário. A Codex Alimentarius Commission, da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2001), adotou uma lista de princípios para a análise dos riscos oriundos da aplicação da técnica de transgenia. Além disso, descreve, também, uma metodologia para conduzir as avaliações da segurança alimentar desses produtos. Os princípios de avaliação requerem a investigação de: (a) efeitos diretos para a saúde (toxicidade); (b) tendência a provocar reações alérgicas (alergenicidade); (c) componentes específicos que promovem propriedades nutricionais ou tóxicas; (d) estabilidade do gene inserido; (e) efeitos nutricionais associados com a modificação genética específica; e (f) qualquer efeito não intencional que pode resultar da inserção genética (WHO, 2005).

No cenário de incertezas sobre os possíveis efeitos dos alimentos transgênicos, a rotulagem é um mecanismo que possibilita ao consumidor decidir se aceita ou não consumir alimentos cujas propriedades não são ainda suficientemente conhecidas pela ciência. Além disso, é direito do consumidor ser informado de maneira adequada sobre a qualidade, quantidade e composição dos alimentos que pretende adquirir. A rotulagem permite, ainda, rastrear a origem do alimento, em casos de eventuais problemas. A questão da rotulagem precisa ser compreendida no âmbito da segurança alimentar. Sem rotulagem, é impossível fazer biovigilância. Outras preocupações relacionadas com os organismos geneticamente modificados (OGMs) são o receio de uma possível resistência bacteriana aos antibióticos, pois os mesmos são empregados na modificação genética dos alimentos, e o aumento das alergias alimentares às novas proteínas (NODARI & GUERRA, 2003).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

Os organismos transgênicos são aqueles cujo genoma foi modificado com o objetivo de atribuir-lhes nova característica ou alterar alguma característica já existente, através da inserção ou eliminação de um ou mais genes por técnicas de engenharia genética (MARINHO, 2003). Entre as principais características almeçadas encontram-se o aumento do rendimento com melhoria da produtividade e da resistência a pragas, a doenças e a condições ambientais adversas; a melhoria das características agrônômicas, permitindo uma melhor adaptação às exigências de mecanização; o aperfeiçoamento da qualidade; a maior adaptabilidade a condições climáticas desfavoráveis e a domesticação de novas espécies, conferindo-lhes utilidade e rentabilidade para o homem (LACADENA, 1998).

Alguns vegetais são modificados para que contenham valor nutricional, como o arroz dourado da Suíça, que é muito rico em betacaroteno, molécula precursora da Vitamina A. O arroz é um alimento muito consumido em todo o mundo, e quando rico em betacaroteno, ajuda a combater doenças por deficiência de vitamina A. Outros vegetais são modificados para resistirem ao ataque de vírus e fungos, como a batata, o mamão, o feijão e a banana. Outros são modificados para que a produção seja aumentada e os vegetais sejam de maior tamanho. Existem também alimentos que têm o seu amadurecimento prolongado, resistindo por muito mais tempo após a colheita (LOPES & ROSSO, 2010).

Mas além dos produtos “in natura” para o consumo, existe a questão da cadeia agroalimentar, onde os derivados dos produtos transgênicos também carregam suas características transgênicas, da soja: o óleo, a margarina, o leite em pó, o chocolate, o sorvete e do milho: o óleo, a farinha, o amido, o xarope, margarina, entre outros (ARAÚJO, 2001).

2.2 A CHEGADA DOS TRANSGÊNICOS NO BRASIL

O conceito surgiu na Europa do século XX, fortemente relacionado à capacidade dos países produzir sua própria alimentação no caso de eventos de guerra e catástrofes. Assim, seu percurso histórico iniciou-se associado às noções de

soberania e segurança nacional e foi impulsionado pelas consequências da 1ª Guerra Mundial, que evidenciou o poder de dominação que poderia representar o controle do fornecimento de alimentos (MALUF, 2007).

Os chamados organismos geneticamente modificados não demoraram a se disseminar pelo mundo. São cultivados em 29 países, aplicados nas principais “commodities” (milho, soja, algodão, canola) e podem conter uma ou várias das seguintes características: resistência aos herbicidas, resistência ao ataque de insetos, resistência aos vírus e traços de qualidade (quality traits) – esses últimos caracterizam-se como a “segunda geração” de plantas geneticamente modificadas que apresentam maiores quantidades de vitaminas, mas representam uma parcela pequena do total das pesquisas e cultivos (ISAAA, 2010).

A partir de 1998, as disputas em relação à liberação dos organismos transgênicos no Brasil se acirraram, principalmente porque a Monsanto solicitou à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) a autorização para o cultivo e comercialização de sua soja Roundup Ready (RR, resistente ao herbicida glifosato). Em resposta, a Comissão emitiu um parecer favorável à solicitação, em dois meses, valendo-se de um relatório fornecido pela própria empresa, sem recomendar o estudo de impacto ambiental. Esta aprovação foi contestada na justiça pelo Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC) e pelo Greenpeace, apoiados por outras organizações sociais, com a justificativa de que deveriam ser realizadas pesquisas mais rigorosas sobre estes alimentos e que demonstrassem os impactos específicos no ecossistema peculiar do país (CASTRO, 2012).

2.2.1 Transgênicos produzidos no Brasil

Em 1996, havia 1,6 hectares de transgênicos em todo o mundo em 2002 saltou para 58,7 milhões de hectares (ALVES, 2004). Atualmente o Brasil é o segundo país no ranking mundial em plantações transgênicas. Cultiva-se soja, milho, algodão e, mais recentemente, cana-de-açúcar resistentes a herbicidas e aos ataques de insetos e doenças. O feijão e o eucalipto, embora já estejam liberados para plantio, ainda não foram plantados comercialmente. Entre as culturas já autorizadas para o plantio a soja (96%) é a que tem maior taxa de adoção (CÉLERES, 2019).

Há vários tipos de plantas transgênicas, muitas em fase de pesquisa. Algumas são mais produtivas ou nutritivas, outras resistem melhor à seca e há as que necessitam de menos agrotóxicos (SILVA, 2015).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desenvolve estudos para transformação genética de plantas desde a década de 80, com o objetivo de contribuir para uma agricultura mais produtiva e saudável, a partir do desenvolvimento de variedades tolerantes ou resistentes a doenças, visando reduzir as aplicações de defensivos químicos nas culturas agrícolas. Pesquisas nessa área estão sendo desenvolvidas com várias espécies agrícolas, como: soja, feijão, arroz, milho, algodão, alface, batata, café, cana de açúcar e mamão, entre outras. Das culturas cultivadas em nosso país com biotecnologia, 92% da soja é transgênica, 90% do milho e 47% do algodão também é geneticamente modificado. O melhoramento genético das culturas agrícolas no Brasil é um dos resultados mais contundentes das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa e os seus impactos levaram a um novo desenho da agricultura do país. As pesquisas de engenharia genética na Embrapa, especialmente na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, que é uma das 46 unidades de pesquisa da Embrapa, têm como principal foco o desenvolvimento de plantas resistentes e tolerantes a estresse bióticos (pragas) e abióticos (EMBRAPA s.d.).

Passados anos de disputas jurídicas, políticas e econômicas e de ampla cobertura do assunto pela mídia, a legislação de Biossegurança foi alterada e diferentes cultivos de transgênicos foram autorizados. Atualmente, o país é o segundo maior produtor do mundo desses organismos, contando com uma área de mais de 30,3 milhões de hectares distribuídos entre a soja, o milho e o algodão geneticamente modificados (ISAAA, 2011).

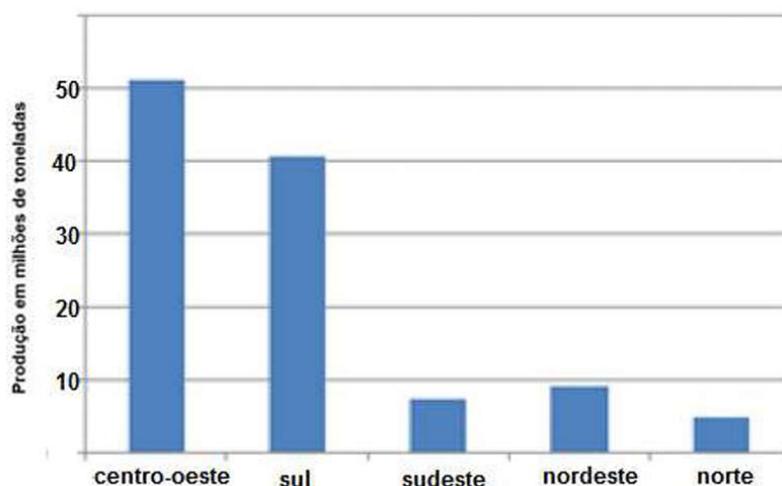
2.2.2 Alimentos transgênicos liberados para comercialização no Brasil

SOJA

No Brasil a introdução das lavouras de soja ocorreu em 1911 e, a partir dos anos de 1980 e 1990 o país já se destacava como um dos grandes produtores mundiais desta cultura agrícola chegando a produzir 19 milhões de toneladas (VARGAS, 2013).

Com a liberação do plantio de transgênicos no Brasil, a produção da soja no país cresceu rapidamente, sendo as regiões Sul e Centro Oeste as que mais produzem soja transgênica (Gráfico 1). Na safra de 2016/2017 foi registrada a produção de aproximadamente 114 milhões de toneladas de soja no país, sendo a soja transgênica responsável por 96,5% dessa produção (CELERES, 2017a).

Gráfico 1: Produção de soja transgênica em 2017 nas diferentes regiões brasileiras.



Fonte: CELERES (2017b).

Esta produção coloca o Brasil como o segundo país em área de soja transgênica no mundo, ficando atrás apenas dos EUA que produziram aproximadamente 117 milhões de toneladas de soja geneticamente modificada nesta mesma safra (EMBRAPA, 2017).

Historicamente, a soja RR foi a primeira variedade transgênica desta leguminosa cultivada no Brasil. Atualmente existem 13 variedades de sementes de soja transgênica comercializadas no país, uma resistente a insetos (RI), nove tolerantes a herbicidas (TH) e três TH/RI, sendo essas três últimas responsáveis por 60% das lavouras de soja transgênica do país (CELERES, 2017a; BRASIL, 2017).

As variedades de soja transgênicas comercializadas no Brasil foram geneticamente transformadas para expressar proteínas capazes de conferir a estas plantas alguma vantagem comercial. As que apresentam as proteínas das categorias Cry são resistentes a diversos tipos de insetos (CIB, 2017).

O incentivo para o uso da soja transgênica está na redução no uso de agroquímicos, aumento da produtividade, eliminação das ervas daninhas que levam a competição, diminuição das impurezas e umidade da soja colhida. Além de ser

apontada como um produto que auxilia na preservação do meio ambiente, uma vez que reduz o consumo de água e combustível em comparação com as lavouras de soja convencionais (SOJA, 2017).

MILHO

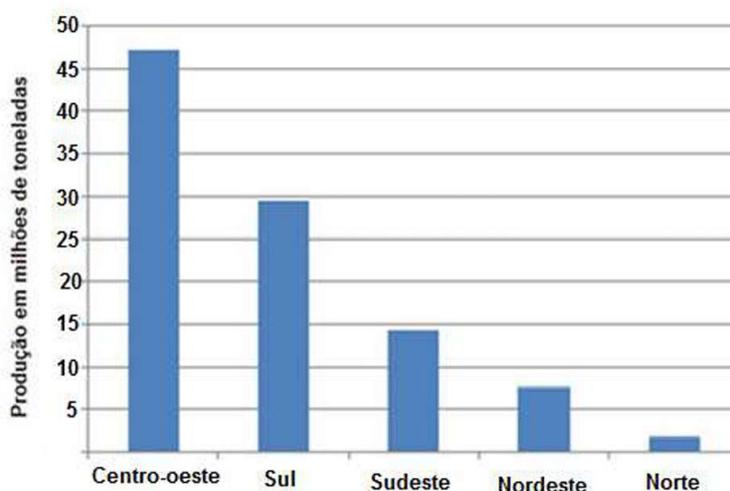
Quando os portugueses chegaram ao Brasil o milho já fazia parte da alimentação indígena. Ao longo dos anos esse grão ganhou muito importância pela extensão de área plantada, sendo o Brasil o terceiro país que mais produz milho no mundo (FORMIGONI, 2016).

A primeira variedade de milho transgênico comercializado no Brasil foi o milho Bt intitulado dessa forma por trazer no seu DNA genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Essa variedade foi liberada para comercialização em 2007 e introduzido no mercado brasileiro em 2008. O milho Bt rapidamente se sobressaiu sobre o milho convencional, impulsionado pelas vantagens dessa cultura com o manejo das pragas da lavoura (LEITE et al., 2011).

Atualmente existem 44 variedades de sementes de milho transgênico comercializadas no Brasil. Destas seis são resistentes a insetos, sete tolerantes a herbicidas, 28 apresentam estas duas características combinadas e três são utilizadas para problemas específicos como controle da seca, estabilidade da amilase e restauração de fertilidade. Na safra 2016/2017 (Gráfico 2) o milho transgênico alcançou 88,4 % de adoção predominando no país as plantações que combinam os genes de tolerância a herbicidas e resistência a pragas, as quais responderam por 63,9% da produção de milho transgênico. As variedades resistentes a insetos somaram 20,7% e tolerância a herbicida 3,8% da produção (CELERES, 2017a; BRASIL, 2017).

O milho transgênico trouxe grande vantagem com a redução na taxa de pragas nas lavouras. Estima-se que somente a comercialização do milho Bt na agricultura brasileira tenha levado a uma economia de bilhões de dólares para os agricultores do país. Juntamente com a característica de tolerância a herbicida que também é uma tecnologia mais limpa e mais segura ao ambiente (LEITE et al., 2011).

Gráfico 2: Safra de milho transgênico 2016/2017 nas diferentes regiões geográficas do Brasil.



Fonte: CELERES, (2017c).

FEIJÃO

A cultura do consumo de feijão no Brasil já existia com os índios e foi incentivada pela colonização do país por povos africanos. Atualmente o Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão do mundo, sendo o feijão carioca o que mais se destaca em consumo, representando cerca de 70% do consumo nacional de feijão (PRODUÇÃO, 2017).

A produção de feijão no Brasil há mais de uma década se mantém com pouca variação em uma situação de quase estagnação (PRODUÇÃO, 2017). Em 2007 a produção de feijão alcançou 3,5 milhões de toneladas, já em 2017 a produção ficou estimada em 3,2 milhões de toneladas (CONAB, 2016), embora tenha potencial de ser até quatro vezes maior (CASTRO, 2017).

Um dos motivos para a estagnação da produção nacional de feijão é que o país enfrenta sérios problemas relacionados com o manejo de pragas nas lavouras deste grão. Estima-se que existam cerca de 200.000 hectares, contabilizando todas as regiões brasileiras, inviáveis para plantio de feijão nas chamadas safras da seca, ou segunda safra, por ser o período de maior desenvolvimento da mosca *Bemisia tabaci*, popularmente conhecida como mosca branca. Isto repercute em perda de até 300 mil toneladas de feijão por safra, o suficiente para alimentar algo entre seis milhões e 15 milhões de pessoas. A mosca branca atua como vetor do vírus do mosaico dourado, o qual recebe esse nome por causar forte amarelado nas folhas, delimitado pela

coloração verde, formando um mosaico verde-amarelo (ARAGÃO; FARIA, 2010; DUARTE, 2015).

O vírus do mosaico dourado prejudica as culturas de feijão por causar rugosidade e encarquilhamento das folhas da planta, nanismo super brotamento entre outras características que afetam a saúde do grão, o que reduz seu valor de mercado, provocando prejuízos que podem variar de 40 a 100% na produção (ARAGÃO; FARIA, 2010).

Foi diante desse cenário que pesquisadores brasileiros da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) utilizaram técnicas da engenharia genética para solucionar os problemas causados pelo vírus do mosaico dourado. Depois de quase uma década de pesquisa foi desenvolvido o primeiro feijão transgênico, intitulado feijão Resistente ao vírus do Mosaico Dourado (RMD), aprovado para comercialização em 2011 pela CTNBio e que só chegou ao mercado em 2016 (DUARTE, 2015).

O feijão transgênico RMD é uma tecnologia aplicada ao feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) e foi desenvolvido utilizando de RNA de interferência, utilizando como organismo doador do material genético a planta *Arabidopsis thaliana*. Com o uso do feijão RMD nas lavouras brasileiras são esperadas vantagens econômicas e ambientais pela diminuição de perdas de produção e redução de uso de defensores agrícolas (ARAGÃO; FARIA, 2010).

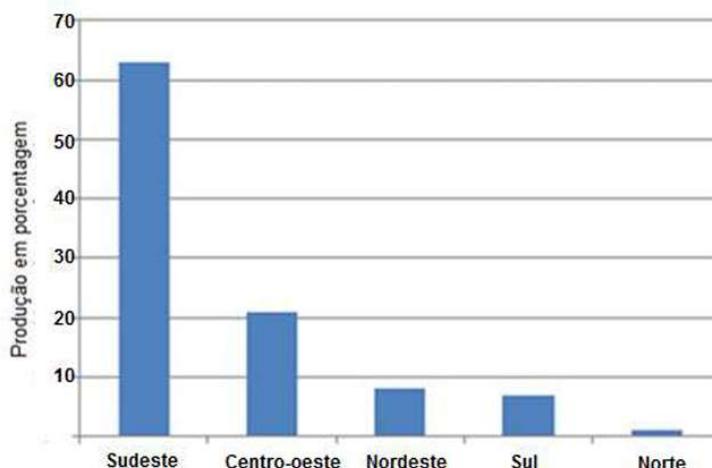
CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil em 1520, trazida pelos portugueses. Primeiramente foi utilizada para obtenção de açúcar e, posteriormente também empregada na produção de etanol (CESNIK, 2002).

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar. A região Sudeste do país responde por mais de 60% da produção nacional (CONAB, 2016) (Gráfico 3).

Em termos de produção de etanol o Brasil ocupa o segundo lugar, ficando atrás apenas dos EUA que também obtém etanol a partir do milho (CONAB, 2016; USDA, 2017).

Gráfico 3: Produção de açúcar nas diferentes regiões geográficas do Brasil.



Fonte: Adaptado de CONAB, 2016.

A capacidade de produção de cana-de-açúcar e seus derivados no Brasil seriam maiores se não fossem os prejuízos provocados pela principal praga desta lavoura, a larva da mariposa *Diatraea saccharalis*, popularmente conhecida como “broca-da-cana”. A larva deste inseto se aloja no interior do caule da cana para se alimentar dos tecidos da planta e, nesse processo, escava espaços ao longo do mesmo, que prejudicam o desenvolvimento da planta e facilita a penetração de fungos (BARROS, 2016).

Para resolver as perdas ocasionadas por esta praga pesquisadores brasileiros do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) desenvolveram a primeira cana transgênica do mundo, a qual foi liberada para comercialização no país em 2017 pela CTNBio. Esse transgênico (variedade CTC 20Bt™), denominado de cana Bt, recebeu material genético da bactéria *Bacillus thuringiensis* que leva a cana transgênica a produzir proteínas do tipo Cry1ab que são tóxicas para a broca da cana. Estima-se que as perdas anuais com as culturas da cana no país giram em torno de cinco bilhões por ano devido aos ataques desta praga. A cana Bt ainda não foi lançada no comércio brasileiro, mas promete trazer melhoria no desenvolvimento econômico para os agricultores (BRASIL, 2017).

2.3 PRÓS E CONTRAS DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

Em relação aos benefícios e a utilização dos transgênicos existem muitos autores a favor e outros contrários (Quadro 1), cada um com seus motivos. Alguns destes pontos são descritos abaixo.

Quadro 1 – Argumentos favoráveis e contrários aos transgênicos.

Argumentos favoráveis	Argumentos contrários
Expansão do conhecimento científico.	Conhecimento incompleto, que desconsidera a possibilidade de riscos ao ambiente e dos agrossistemas sustentáveis.
Grandes benefícios com o uso imediato dos transgênicos (sementes com qualidade nutritiva aumentada).	Benefícios medíocres, limitados ao grupo de grande produtores, sem alcançar o pequeno produtor; seu desenvolvimento reflete interesses do sistema de mercado global.
Ausência de perigos para a saúde humana e ambiental que se originem de seu uso e que não possam ser adequadamente administrados por regulamentações planejadas.	Os maiores riscos podem não ser os que afetam diretamente a saúde humana e o ambiente, mas sim aqueles ocasionados pelo contexto socioeconômico da pesquisa e do desenvolvimento de transgênicos e de seus mecanismos associados, tais como a estipulação que as sementes transgênicas são objetos em relação aos quais os direitos de propriedade intelectual devem ser garantidos.
Inexistência de formas alternativas de agricultura a serem desenvolvidas em seu lugar, sem ocasionar riscos inaceitáveis (ex.: falta de alimento).	Encontram-se em desenvolvimento métodos agroecológicos que permitem alta produtividade em lavouras essenciais e ocasionam riscos relativamente menores; promovem agrossistemas sustentáveis; utilizam e protegem a biodiversidade; e contribuem para a emancipação social das comunidades pobres.

Fonte: CAMARA et. al., 2009.

Pontos positivos (ALMEIDA & LAMOUNIER, 2005; BESPALHOK et al, 2007; ALVES, 2004).

- ❖ Diminuição em 25% do custo de produção;
- ❖ Redução no uso de agrotóxicos, pois plantas mais resistentes às pragas, necessitam de menor quantidade de defensivos;
- ❖ Aumento da produção: maior produtividade por hectare;
- ❖ Maior resistência às pragas (vírus, fungos, bactérias e insetos): muito útil onde existem resistências em espécies locais;
- ❖ Resistência aos agrotóxicos;
- ❖ Aumento do conteúdo nutricional: maior volume incorporado de proteínas, vitaminas, ácidos graxos e suplementos minerais;
- ❖ Maior durabilidade e tempo de estocagem.

Entre os pontos negativos, que levam algumas opiniões contrárias aos transgênicos estão destacados os seguintes (LONDRES, 2005; BESPALHOK et al, 2007; ALVES, 2004).

- ❖ A seleção natural é menor nas plantas transgênicas;
- ❖ Extermínio da população natural de insetos, animais e outras espécies de plantas causando o empobrecimento da biodiversidade, aumento da contaminação do solo e lençóis freáticos;
- ❖ Aumento de reações alérgicas em pessoas suscetíveis;
- ❖ Pagamento de “royalties” para as empresas detentoras das patentes das sementes transgênicas; multinacionais monopolizando a tecnologia genética.

Apesar de toda a incerteza sobre os alimentos geneticamente modificados não se pode renunciar a toda tecnologia e estudo dedicado a eles. Assim, políticas de regulamentação devem estar baseadas em opiniões e estudos isentos de ideologia, para que a tecnologia seja utilizada em proveito de todos para o benefício da sociedade que está carente de alimento (SILVA, 2015).

De fato, pesquisas demonstram que a introdução ou inserção de um novo gene no genoma da planta pode causar efeitos inesperados, tais como o pleiotrópico. Sabe-se que no processo de transgênese pode levar o gene a ampliar a expressão de outros genes. É por isso, então, a insistência na utilização de exames toxicológicos, pois esses são decisivos para a legitimação da comercialização ou não de organismo geneticamente modificado (OGM) em vista de seus riscos e consequências indesejáveis para a saúde e o ambiente (ZATERKA, 2018).

A União das Nações Unidas projetou que a população mundial em 2050 será de 9,3 bilhões, com incremento de cerca de 35% da população atual. O mundo deverá produzir 50% a mais de alimentos para suprir essa população, preservando a biodiversidade e sem devastar os ecossistemas (FAO/WHO, 2001). O melhoramento de plantas e animais na busca pelo aumento da qualidade e quantidade de alimentos pode constuir uma das soluções ao problema de suprimento alimentar (MUNIZ et.al., 2003)

2.4 LEGISLAÇÃO SOBRE TRANSGÊNICOS

No Brasil os alimentos transgênicos chegaram de forma ilegal, pois o país foi invadido por transgênicos, presentes, em maior ou menor grau, nos produtos industrializados americanos e argentinos. No Sul do país, muitas lavouras foram plantadas com sementes transgênicas contrabandeadas da Argentina (ARAÚJO, 2001). Desta forma, fez-se necessária a regulamentação dessa prática.

No Brasil, a primeira norma a tratar desse assunto foi a Lei nº 8974/95, de 05 de janeiro de 1995 e seu objetivo era regulamentar os aspectos de biossegurança relacionados ao desenvolvimento de produtos geneticamente modificados e seus derivados no país. Os problemas em relação à aplicação da lei surgiram a partir de 1998, quando a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNbio), mediante o comunicado nº 54 de 01/10/98 e as instruções normativas (IN) 18/1988 publicou um parecer técnico conclusivo, no qual foi aprovado o pedido de liberação comercial da soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida à base de glifosato (soja RR), o que resultou em um amplo e polêmico processo de discussão a respeito dos transgênicos no País. Em 2005, o presidente da república sancionou a Lei nº 11.105/05 de 22/11/2005, lei que estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, cultivo, produção, manipulação, transporte, transferência, importação, exportação, armazenamento, pesquisa, comercialização, consumo e liberação no meio ambiente e descarte de OGMs e seus derivados no país. Com o desdobramento dessa lei, foi editado o Decreto Regulamentador 5.591/06, novas instruções normativas da CTNbio, a Medida Provisória 327/2006 e o Decreto 5.950/2006. Todas essas normas regulamentam as atividades envolvendo transgênicos no Brasil, sejam para pesquisa ou comercialização (SILVA, 2015).

No Brasil, em 1995, foi instituída a Lei de Biossegurança, que atribuía à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) a função de autorizar a liberação daqueles organismos geneticamente modificados. Até então, pouco se havia discutido no país a respeito desta tecnologia, sendo a Lei elaborada por uma comissão de cientistas da Embrapa e Fiocruz. Contudo, por ocasião da primeira autorização comercial desses cultivos, foram iniciadas as disputas sobre a questão: enquanto organizações da sociedade civil conseguiram uma liminar na justiça que proibia o cultivo e comercialização desses organismos sem estudos prévios de impactos

ambientais e sem rotulagem, a soja resistente ao herbicida Roundap Ready - de que tratava a autorização revogada pelo processo judicial, passou a ser introduzida e cultivada ilegalmente no país. Desde então, organizações não governamentais, agricultores, empresários, políticos e outros, passaram a se enfrentar pela proibição ou legalização dos transgênicos no Brasil, apontando diferentes riscos associados a eles como argumentos para a tomada de decisão (CASTRO, 2012).

2.5 ROTULAGEM DOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

No cenário de incertezas sobre os possíveis efeitos dos alimentos transgênicos, a rotulagem é um mecanismo que possibilita ao consumidor decidir se aceita ou não consumir alimentos cujas propriedades não são ainda suficientemente conhecidas pela ciência. Além disso, é direito do consumidor ser informado de maneira adequada sobre a qualidade, quantidade e composição dos alimentos que pretende adquirir. A rotulagem permite, ainda, rastrear a origem do alimento, em casos de eventuais problemas. A questão da rotulagem precisa ser compreendida no âmbito da segurança alimentar. Sem rotulagem, é impossível fazer biovigilância (CAMARA, 2009).

Os OGM, antes de serem rotulados como tal, devem ser detectados e distinguidos de alimentos autênticos ou genuínos mediante métodos analíticos (LÜTHY, 1999). Os países que se opõem à rotulagem consideram os seguintes aspectos: estigmatização dos OGM, alarme excessivo dos consumidores, afastamento de negociadores, a rotulagem teria que se estender por toda a cadeia alimentar, gerando problema logístico e aumento nos custos que seriam repassados aos consumidores. Por outro lado, a rotulagem permite a escolha ou abstenção do uso desses produtos pelos consumidores e aos produtores a oportunidade de informar sobre a vantagem adquirida com a modificação (MOSES, 1999).

No Brasil, o Decreto n. 3.871 (de julho de 2003) determina que: alimentos embalados, destinados ao consumo humano, que contenham ou sejam produzidos com organismos geneticamente modificados, com presença acima do limite de 4% do produto deverão conter informações a esse respeito em seus rótulos (BRASIL, 2003).

Para que o consumidor possa tomar decisões conscientes e seguras frente a situações que ensejem riscos, é primordial que lhe sejam oferecidas informações

adequadas e suficientes. A rotulagem no Brasil está regulamentada por vários dispositivos legais, que versam sobre a necessidade de se conter a adequada informação e indicação de que determinado produto contém ou pode conter OGM, com as especificações inerentes a situações particulares (SOUZA, 2013).

Atenta-se para a mudança que foi promovida com a publicação do novo Decreto: anteriormente, apenas os alimentos destinados ao consumo humano deveriam conter rotulagem; hoje, tanto os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano, como animal precisam conter essa informação nas embalagens. Além disso, no decreto revogado a rotulagem era obrigatória quando nos alimentos embalados contivesse ou fosse produzido com OGM acima do limite de 4%, sendo que o decreto em vigor prescreve que a obrigatoriedade de rotulagem deve obedecer ao limite acima de 1% nos alimentos e ingredientes alimentares que contenham ou sejam produzidos com OGM (TERSI, 2011).

A rotulagem dos produtos produzidos com ou a partir de organismos geneticamente modificados é identificada nas embalagens através de um símbolo (referenciado no parágrafo primeiro do art. 2º e no art. 3º do Decreto da Rotulagem – Decreto 4.680/2003), regulamentado pelo Ministério da Justiça por meio da Portaria n. 2.658 de 22 de dezembro de 2003, denominado como “Regulamento para o emprego do símbolo transgênico”. O regulamento acima editado pelo Ministério da Justiça define o rótulo como toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica que seja escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem (SOUZA, 2013).

O símbolo (Figura 1), na forma de triângulo equilátero, deverá constar no painel principal, em destaque e em contraste de cores que assegure a correta visibilidade. A diferenciação feita pela norma com relação às cores dos triângulos teve como intuito propiciar a evidência, a clareza da informação ao consumidor de que ali contém OGM, preservando a visualização do símbolo independente das cores do rótulo. Quando a impressão se der em policromia, deve obedecer a proporções delimitadas no regulamento, devendo ter as bordas do triângulo e a letra T impressas na cor “Preto” e o fundo interno do triângulo na cor “Amarelo”. A fonte utilizada para grafia da letra T deverá ser baseada na família de tipos “Frutiger”, bold, em caixa alta (SOUZA, 2013).

Figura 1: Símbolo definido pela portaria nº2.658, de 2003.

Impresso em policromia Impresso em preto e branco.



Fonte: SOUZA (2013).

O regulamento também dá as dimensões mínimas a serem observadas, e por fim, ressalva que as expressões de que trata o § 1º do art. 2º do Decreto 4.680/2003 deverão observar o quanto estabelecido pela Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que estabelece regulamentos técnicos de rotulagem de alimentos embalados, ou norma que eventualmente a substitua (BRASIL, 2001). Por fim, no Estado de São Paulo a Lei n. 10.467, de 20 de dezembro de 1999, dispôs sobre a impressão de aviso nas embalagens que contenham alimentos geneticamente modificados, devendo conter a frase, de forma legível: “ALIMENTOS GENETICAMENTE MODIFICADOS”. Ainda a Lei Estadual n. 14.274, de 16 de dezembro de 2010, dispôs sobre a rotulagem de produtos transgênicos no Estado de São Paulo, regulamentando o direito a informação ao consumidor sobre produtos que contenham 1% ou mais de organismos geneticamente modificados em sua composição. Vale ressaltar que a lei estadual tem disposições legais idênticas às do decreto federal. No entanto, a legislação estadual avança em um quesito: estabeleceu em seu Art. 2º que “[...] os estabelecimentos que comercializem produtos transgênicos ficam obrigados a possuir local específico para exposição destes produtos”. Também prevê que os produtos transgênicos não podem ser expostos de modo a confundir os consumidores com relação aos produtos semelhantes não transgênicos (SOUZA, 2013).

Segundo entendimento, Pessanha e Wilkinson (2003), a conscientização dos consumidores, dos governos, dos produtores agrícolas e das empresas do sistema agroalimentar eleva os requisitos de qualidade e segurança dos alimentos. Essa demanda por produtos seguros faz com que se formem mercados mais exigentes e a

competitividade leva as empresas a buscarem respostas aos novos anseios dos consumidores (SOUZA, 2013).

2.6 BIOSSEGURANÇA

Não é possível ainda avaliar os impactos mensuráveis dos transgênicos na saúde humana, com base em indicadores como mortalidade infantil ou expectativa de vida (RUTTAN, 1999). É indispensável, no entanto, considerar o nível de incerteza no que diz respeito às implicações dessa tecnologia, uma vez que, segundo Caruzo (2006), as incertezas científicas, mais do que as certezas científicas, estão associadas aos riscos. Em síntese, na discussão sobre os alimentos transgênicos a equivalência substancial se contrapõe ao princípio da precaução, pois enquanto a primeira evita a identificação de riscos e não leva em conta as incertezas científicas, o segundo preconiza essencialmente o contrário (CAMARA et. al., 2009).

A avaliação dos alimentos produzidos pela engenharia genética requer, por sua complexidade, uma abordagem holística (TRAAVIK & CHING, 2007). Os testes usuais de toxicidade parecem carecer de um rigor particular (FAO, 2000). Millstone, Brunner e Mayer (1999), observaram que um alimento geneticamente modificado é quimicamente similar a sua contraparte natural não constitui prova suficiente de segurança para o consumo humano (CAMARA et. al, 2009).

Muitas situações podem alterar a percepção e aceitação de riscos relacionados aos organismos geneticamente modificados em diferentes países, sendo que essa mesma tecnologia pode ser percebida como benéfica, arriscada ou prejudicial. Essas qualificações dependem de diferentes fatores, como das condições naturais, econômicas, sociais, institucionais, políticas e religiosas em que ela será difundida. Podem variar também, segundo as características específicas de cada cultivo geneticamente modificado – se são resistentes aos agrotóxicos, ao ataque de insetos, se têm alguma alteração em seus nutrientes, entre outros (CASTRO, 2012).

Desde março de 2005 a biossegurança está sob a égide de uma nova legislação, a lei 11.105 (BRASIL, 2005), mas a instrução normativa 20, de 11 de dezembro de 2001, que dispõe sobre as normas para avaliação da segurança alimentar de plantas geneticamente modificadas ou de suas partes, foi elaborada sob a lei anterior, portanto revogada. De todo modo, a instrução normativa é instrumento

privilegiado para estudos de avaliação dos alimentos transgênicos quanto à sua segurança para o consumo (CAMARA et. al, 2009).

Se, por um lado, as macromoléculas representam a estrutura do organismo, as micromoléculas são mais especializadas e estão envolvidas nos processos metabólicos das células. São elas que participam da interação das células e do organismo com o meio ambiente, ou seja, são substâncias sinalizadoras, envolvidas na defesa contra pragas e doenças e na atração e polinização, eventos cruciais para a manutenção de determinada espécie. Se, de fato, esses metabólitos são fundamentais para a defesa e reprodução das plantas, as alterações nas suas reações metabólicas podem causar mudanças significativas de várias dessas substâncias, como as isoflavonas e os terpenos. Nesse sentido, a transformação do fluxo das vias bioquímicas, pode, de fato, acarretar tanto na redução, como no aumento e mesmo na produção de metabólitos secundários indesejados, causando danos para a planta, o meio ambiente e para o homem (ZATERKA, 2019).

O incremento na utilização de herbicidas apresenta ainda riscos ambientais (poluição) e para a saúde humana e animal. Apesar deste problema a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), ligada ao Ministério da Saúde, autorizou, em 2004, o aumento de 50 vezes do limite máximo residual do glifosato na soja, de 0,2 mg/kg para 10 mg/kg (CASTRO, 2012).

O Brasil conta, desde 1995, com uma lei de biossegurança que permitiu a criação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, composta por representantes da sociedade civil, da comunidade científica e do Governo Federal. A CTNBio, dentre outras, tem como responsabilidade certificar e monitorar a qualidade da infraestrutura e capacitação técnica das instituições de pesquisa, de desenvolvimento tecnológico e de ensino que desenvolvem atividades com transgênicos no país. A CTNBio é responsável, ainda, por analisar, caso a caso, toda e qualquer liberação de organismos transgênicos no meio ambiente, emitindo parecer técnico conclusivo e encaminhando-o aos Ministérios da Saúde, do Meio Ambiente e da Agricultura, para decisão final (EMBRAPA, 1999).

2.7 INSEGURANÇA ALIMENTAR DOS TRANSGÊNICOS

Nos estudos que abordam a segurança alimentar dos alimentos transgênicos, a análise é feita principalmente pela exposição de riscos e incertezas desses produtos, quanto a saúde e meio ambiente. O termo segurança alimentar e nutricional foi definido em 2004, por ocasião da 2ª Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, como: “a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis” (MENEZES & BURLANDY & MALUF, 2004, p.14). Trata-se de um conceito abrangente, que, no Brasil, engloba os termos “food safety” (alimento seguro) e “food security” (segurança alimentar). Os Ministérios da Saúde e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento são os órgãos responsáveis pelo controle da qualidade de toda a cadeia alimentar. Cabe destacar, no entanto, que a política de fiscalização desempenhada por esses órgãos é precária e convive, ainda, com a fome e a miséria de grande parte da população (CAMARA et. al, 2009).

Cavalli (2001), ressalta outro aspecto quanto ao risco da aplicação da engenharia genética: o argumento de que os OGMs poderiam solucionar o problema da fome no mundo. Tal afirmação teria levado as indústrias de biotecnologias a realizar uma “nova revolução verde”, objetivando, com isso, o aumento da produção de alimentos para acabar com o problema da fome. Ressalta-se, entretanto, que o aumento da produção de alimentos não possibilitará a segurança alimentar e nutricional, uma vez que tal problema não decorre da produção de alimentos, mas sim de sua distribuição para a população (CAMARA et. al., 2009).

Para alimentos e componentes alimentares provenientes de organismos desenvolvidos pela aplicação da biotecnologia moderna, a abordagem mais prática para a determinação da segurança é considerar se eles são substancialmente equivalentes a produtos alimentares análogos, se tais existirem. Deve-se levar em consideração o processamento de que os alimentos podem ser submetidos, bem como a utilização a que se destinam e a exposição. Esta inclui parâmetros tais como a quantidade de alimento ou componentes alimentares na dieta, o padrão de consumo alimentar, e as características da população consumidora. Esta abordagem fornece

uma base para uma avaliação da segurança alimentar e qualidade nutricional. O conceito de equivalência substancial concretiza a ideia de que os organismos existentes utilizados como alimentos ou fonte de alimentos, podem ser utilizados como base de comparação ao avaliar a segurança para o consumo humano de um alimento ou componente alimentar que tenha sido modificado ou que seja novo. Os membros do grupo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) acreditavam, que o melhor caminho para determinar a segurança dos alimentos derivados da moderna biotecnologia seria considerar se eles possuem, ou não, uma “equivalência substancial” com relação ao produto tradicional análogo (OCDE, 1993, p.14).

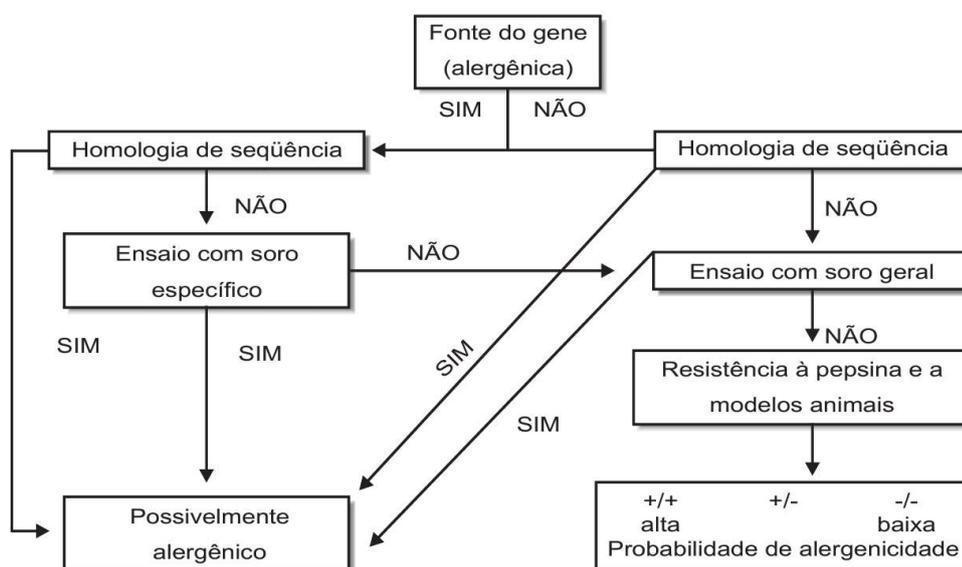
De acordo com a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio, 2003), são exigidos requisitos para estabelecer a segurança dos OGMs e de qualquer outro alimento novo produzido por outra tecnologia (que não necessariamente a Engenharia Genética), incluindo a análise de possíveis metabólitos resultantes da sua degradação ou ação. Segundo Muniz et.al., (2003), dentre esses requisitos são avaliados especialmente:

- O potencial alergênico da nova proteína expressa;
- A termoestabilidade e a digestibilidade no meio gástrico ou intestinal;
- A análise bioquímica de taxas de glicosilação e a análise de seqüências de aminoácidos da nova proteína em comparação com a de alergênicos convencionais;
- A toxicidade da proteína expressa pelo gene introduzido ou metabólicos de sua ação;
- Os efeitos secundários da inserção do gene, como, por exemplo, codificação de enzima indutora de depleção de substrato enzimático;
- O risco teórico de mutagênese pela inserção do gene com alteração da expressão habitual de outros genes;
- A ativação de genes silenciosos ou pouco expressos, provocando biossíntese de metabólicos tóxicos.

2.7.1 Alergenicidade e Toxicidade

A alergenidade constitui risco muito importante a ser avaliado, levando-se em conta que os alergênicos alimentares são proteínas que podem ser oriundas de genes endógenos ou exógenos. Uma árvore de decisão (Figura 2) foi idealizada pela “Food and Agriculture Organization” (FAO) com o objetivo de avaliar o potencial de alergenidade de proteínas transgênicas (FAO/WHO, 2000). O primeiro passo refere-se à comparação da estrutura da nova proteína com estruturas de conhecidos alergênicos pelo alinhamento das seqüências de aminoácidos em bases de dados computacionais. A direção a seguir, após o primeiro passo, depende da fonte do gene. Se a fonte do gene for de alergênico conhecido, a sua reação com soro de pacientes alérgicos a essa fonte deve ser testada. No caso de resultado negativo, testes posteriores devem ser realizados envolvendo soro de pacientes alérgicos a organismos fortemente relacionados à fonte do gene. Dependendo do resultado, novos testes são requeridos envolvendo a digestão “in vitro” com pepsina e triagens em animais. Se em qualquer dos passos houver resultado positivo, o organismo GM é considerado como provável alergênico (COCKBURN, 2002).

Figura 2: Árvore de decisão sobre o potencial alergênico.



Fonte: Adaptado de FAO/WHO (2001).

O novo gene pode produzir tanto o efeito desejado como desencadear reação indesejável. Alguns genes de toxinas naturais, tais como inibidores de proteases nas leguminosas cianogênicas (como na mandioca e outras), poderiam ser induzidos à expressão e representar risco aos consumidores desses alimentos (UZOGARA,

2000). Lajolo e Nutti (2003), afirmaram que proteínas expressas como consequência da modificação genética, em produtos apresentados para comercialização, não evidenciaram efeitos adversos relevantes em ensaios químicos e toxicológicos. Além disso, em sua maioria, não se mostraram potencialmente alergênicos (MUNIZ et.al., 2003).

De acordo com o aumento do uso de alimentos geneticamente modificados (GM) para humanos e animais, um grande número de estudos sobre alimentação tem sido realizado. No entanto, as evidências ainda estão longe de provar se o consumo a longo prazo de alimentos GM representam um possível perigo para a saúde humana ou animal. Portanto, este estudo foi desenhado para avaliar os efeitos do milho transgênico em ratos que foram alimentados por três gerações com milho GM ou seu equivalente convencional. Amostras de tecido do estômago, duodeno, fígado e rim foram obtidas para exames histopatológicos. O diâmetro médio dos glomérulos, a espessura do córtex renal e o volume glomerular foram calculados e o número de animais afetados/número de animais examinados para histopatologia hepática e renal foram avaliados. Foram determinadas as quantidades de ureia, nitrogênio ureico, creatinina, ácido úrico, proteína total, albumina e globulina; as atividades enzimáticas da aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, fosfatase alcalina, gama glutamiltransferase, creatina quinase e amilase foram medidas em amostras de soro. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos pesos relativos dos órgãos dos ratos dentro dos grupos, mas houve algumas alterações histopatológicas mínimas no fígado e nos rins. Alterações nos níveis de creatinina, proteína total e globulina também foram determinadas em análises bioquímicas (KILIÇ & AKAY, 2008).

Uma nova linha de arroz transgênico T1c-19 carregando o gene cry1C foi avaliada em ratos “Sprague-Dawley” (SD) por um estudo de alimentação de 52 semanas, com o objetivo de determinar seus efeitos indesejados. O arroz T1c-19 e o arroz parental foram preparados em níveis de até 60,75% na dieta de crescimento e 66,75% na dieta de manutenção, respectivamente. A dieta AIN-93 foi usada como controle nutricional. Todas as dietas foram nutricionalmente balanceadas. Cada grupo, com 48 ratos de ambos os sexos, foi alimentado com a dieta correspondente por 52 semanas. Os resultados dos sinais clínicos, peso corporal e consumo de alimentos do grupo do arroz transgênico foram comparáveis aos do grupo do arroz

parental. As medidas clínicas foram feitas nas semanas 13, 26 e 52, e significância estatística foi observada em vários índices hematológicos e bioquímicos séricos entre os dois grupos de arroz e não foram considerados relacionados ao tratamento. O exame histopatológico terminal mostrou algumas lesões espontâneas em todos os grupos sem diferença significativa entre eles. Tomados em conjunto, os resultados do estudo de toxicidade crônica de 52 semanas do arroz transgênico T1c-19 não exerceram efeitos adversos não intencionais em ratos SD (TANG et.al., 2020).

Segundo Ferreira (2007), engenheiro agrônomo e consultor em Agricultura biológica, vê com grande preocupação o avanço das culturas geneticamente modificadas em Portugal, e no Mundo, quando a estratégia do país para o setor agrícola deveria orientar-se para a qualidade, com modos de produção agrícola de reduzido impacto ambiental e com produções que promovam a saúde, dos ecossistemas e do homem. Sua preocupação é cada vez maior pois são cada vez mais frequentes e graves os problemas causados pelas culturas geneticamente modificadas, em particular nos países que as cultivam há mais tempo. Refere-se a alguns exemplos para concretizar algumas das formas de ameaça dos OGMs à vida humana e à vida de outros organismos:

1) Milho MON 863 com genes de *Bacillus thuringiensis* que levam à produção de inseticida, cultivado nos Estados Unidos e aprovado na União Europeia (UE) para alimentação animal e humana. Tóxico para animais (alterações no fígado e rins, aumento de até 40% dos triglicéridos no sangue dos ratos fêmea e redução até 30% do fósforo e sódio na urina de ratos macho, alterações de peso com menor crescimento dos machos e maior crescimento das fêmeas, relativamente aos animais testemunha), isto de acordo com estudo científico recente dos cientistas franceses Serafini, Cellier e Vendemois (2007) e em parte com base nos testes da própria Monsanto, que não foram tidos em conta pela Agência Europeia de Segurança Alimentar (EFSA), quando da aprovação deste milho na União Europeia em 2005 para alimentação animal e em 2006 para alimentação humana.

2) Batatas transgênicas provocaram nos animais efeitos de saúde e reprodução negativos e inesperados, não pela proteína transgênica, mas por alterações metabólicas imprevistas. Este foi o primeiro alerta de toxicidade de OGMs em animais, dado pelos cientistas.

3) Soja transgênica 40-30-2 da Monsanto, o OGM mais cultivado no Mundo, que ocupa 58,6 milhões de hectares (57% da área global de transgênicos), com impacto profundo (embora reversível) no núcleo de hepatócitos. Estas alterações no fígado, um dos principais órgãos de depuração dos organismos, é motivo de grande preocupação. Mas esta soja continua a ser cultivada e consumida (FERREIRA, 2007).

Testes de toxicidade e de mutagenicidade realizados em ratos e camundongos demonstraram que os animais que consumiram alimentos contendo esta proteína tiveram ganho de peso e desenvolvimento normal. Nenhuma alteração histopatológica foi encontrada em vários órgãos analisados (WANG et al., 2000).

Propriedades alergênicas das proteínas recombinantes presentes nos OGMs, os perfis bioquímicos destas proteínas recombinantes proporcionam uma base para a avaliação alergênica ao compará-las com alérgenos de proteínas conhecidas. A comparação da seqüência de aminoácidos de uma proteína introduzida com as seqüências de aminoácidos de alérgenos conhecidos pode resultar em um indicador útil de potencial alergênico. Uma homologia significativa é aquela que registra uma identidade de seqüência de 8 ou mais aminoácidos contíguos. Inúmeros estudos confirmaram que as proteínas recombinantes presentes nas plantas transgênicas usadas na produção de rações e outros alimentos não compartilham homologia significativa de seqüência de aminoácidos com proteínas alergênicas conhecidas (DELANEY, ASTWOOD, CUNHY, 2008).

Os alérgenos das proteínas de alimentos são geralmente estáveis na digestão péptica e trípica, e nas condições de acidez do sistema digestivo humano, podem passar através da mucosa intestinal para gerar uma resposta alergênica. Neste sentido, estudos com as proteínas recombinantes introduzidas nestes transgênicos são facilmente degradáveis no fluido digestivo, minimizando a possibilidade de serem absorvidas pela mucosa intestinal ao serem consumidas (ASTWOOD, LEACH, FUCHS, 1996).

3 QUESTÕES ORIENTADORAS

- 1 – Quais efeitos os transgênicos podem causar à saúde e ao meio ambiente?
- 2 – A população tem conhecimento sobre o que são alimentos transgênicos?
- 3 – Todos os produtos modificados geneticamente estão descritos na rotulagem?

4 HIPÓTESE

A técnica transgênica foi apresentada como a grande esperança para a solução do problema da fome no mundo, devido ao aumento do conteúdo nutricional, durabilidade no tempo de estocagem e armazenamento, maior resistência às pragas (bactérias, fungos, vírus e insetos) e diminuição na utilização de agrotóxicos. No entanto, o surgimento de doenças como alergias, resistência a antibióticos, infertilidade e até mesmo o câncer, foram associados ao consumo de alimentos transgênicos. Além dos riscos para a saúde dos consumidores, o problema se agrava quando se considera a biodiversidade, o cultivo de plantas transgênicas, em larga escala, poderá provocar a disseminação de transgênese cujos efeitos são irreversíveis, como a alteração na dinâmica populacional ou a própria eliminação de espécies não domesticadas; a exposição de espécies a novos patógenos ou agentes tóxicos; a geração de super plantas daninhas ou super pragas; a poluição genética; a erosão da diversidade genética e a interrupção da reciclagem de nutrientes e energia, entre outros. Apesar de ser obrigatório ter toda a descrição do alimento em sua rotulagem, grande parte da população não possui conhecimento sobre a presença da modificação genética nos alimentos, isso se dá devido à falta do hábito por parte da população em analisar os rótulos dos alimentos consumidos.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

- Conscientizar as pessoas com relação aos alimentos transgênicos e sua relação com a nutrição e saúde.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar alimentos geneticamente modificado e demonstrar suas diferenças nutricionais quando comparados aos alimentos não modificados.
- Realizar uma análise organoléptica comparativa entre os dois tipos de alimentos.
- Aprimorar o conhecimento dos indivíduos sobre tais alimentos, auxiliando-as a uma construção de uma opinião concreta.
- Alertar sobre os possíveis riscos que os alimentos transgênicos podem acarretar a saúde.

6 METODOLOGIA

Foi realizado um questionário elaborado pela plataforma do Google Forms, para que participantes acima de quinze anos comparassem as diferenças nutricionais, sensoriais e organolépticas entre os alimentos transgênicos e não transgênicos após avaliarem e analisarem a tabela nutricional dos produtos, após todos os participantes realizarem a análise, os dados foram coletados e elaborados gráficos para esclarecer os resultados obtidos. Junto a isso, foi realizado um vídeo de conscientização sobre os possíveis riscos dos alimentos transgênicos para a saúde humana.

6.1 PESQUISA DE CAMPO

Tabela 1: Questionário para avaliar o conhecimento das pessoas sobre os alimentos transgênicos.

Com base na tabela nutricional:

1 - Existe alguma diferença entre a tabela nutricional dos alimentos?

Sim Não

2 - Qual alimento possui uma quantidade elevada de macronutrientes (Proteínas, lipídeos e Carboidratos) ?

Alimento A Alimento B Valor equivalente

3 - Em relação aos micronutrientes (vitaminas e minerais), o alimento que possui maior quantidade é:

Alimento A Alimento B Não contém

4 - Existe uma diferença considerável na quantidade de calorias entre eles?

Sim Não

Fonte: AUTORES (2021).

Com base nas características sensoriais dos alimentos:

5 - Você nota alguma diferença na aparência entre eles?

Sim Não

6 - Ao sentir o aroma dos dois alimentos, existe alguma diferença entre eles?

Sim Não

7 - Após ingerir os dois alimentos, você identificou alguma diferença no sabor ou na textura?

Sim Não

8 - Você conhecia os transgênicos?

Sim Não

9 - Qual alimento você acha que possui modificações genéticas?

Alimento A Alimento B

10 - Você escolheria consumir qual alimento?

Alimento A Alimento B

11 - Para Você:

Os alimentos transgênicos são seguros

Ainda tenho dúvidas sobre os impactos dos transgênicos na saúde humana

Evito consumir os alimentos transgênicos

Fonte: AUTORES (2021).

Foi selecionado três grupos de alimentos (maionese, milho e mel), cada um apresentava um transgênico e outro não transgênico (A e B, respectivamente), desta forma, os participantes puderam escolher o grupo de alimento de sua preferência para responderem o questionário de comparação entre eles após avaliarem e analisarem a tabela nutricional e as características organolépticas dos mesmos. Os participantes não tiveram a informação de qual alimento era transgênico ou não, os alimentos foram identificados somente por A ou B.

Grupo 1

Alimento A (transgênico) = Maionese Suavit

Alimento B (não transgênico) = Maionese Hellmanns

Grupo 2

Alimento A (transgênico) = Milho em conserva Fugini

Alimento B (não transgênico) = Milho em conserva Quero

Grupo 3

Alimento A (transgênico) = Mel Yoki

Alimento B (não transgênico) = Mel Karo

6.2 VÍDEO INFORMATIVO

Utilizando o programa Inshot, realizou-se um vídeo explicativo, onde deixou claro os possíveis riscos que os alimentos transgênicos podem causar a saúde humana, além de mostrar que a população tem como conhecer o alimento consultando o rótulo do produto. O link do vídeo foi enviado ao final da pesquisa para os participantes, onde foi solicitado que compartilhassem com seus amigos e familiares para que o conhecimento seja propagado e aborde um maior número de pessoas.

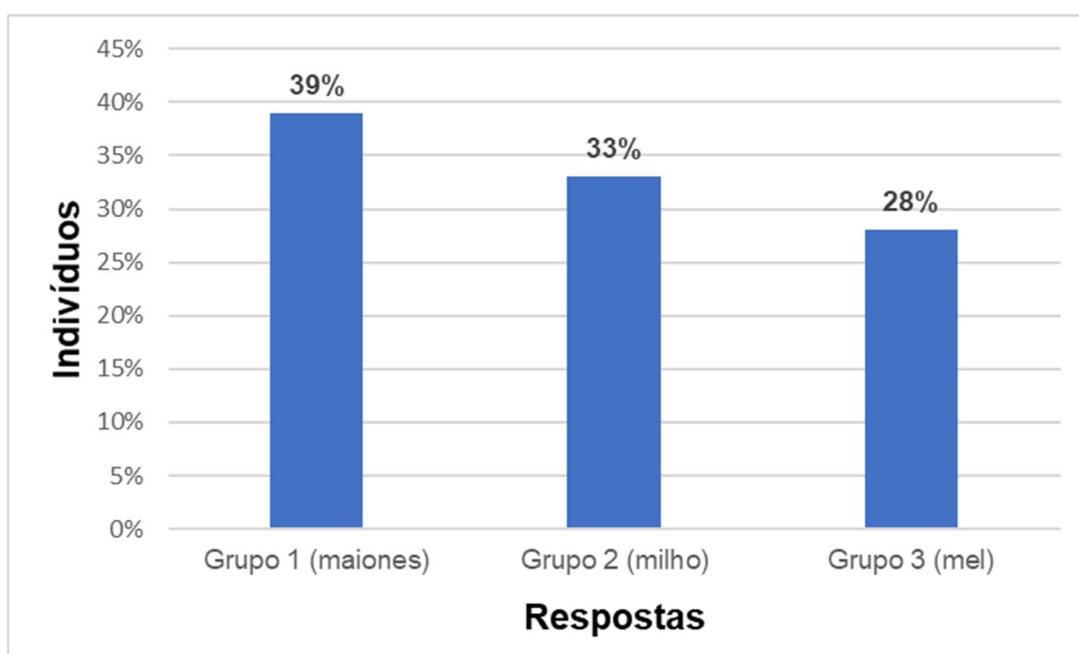
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada com 18 indivíduos com idades entre 15 e 50 anos, sendo, 10 entrevistados do sexo masculino, e 8 do sexo feminino, todos foram conscientizados e orientados sobre o tema por meio do Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento – TCLE (Anexo A). Após o entrevistado escolher o grupo de alimentos de sua preferência (1-maionese; 2-milho; 3-mel), avaliaram e analisaram a tabela nutricional dos alimentos A e B, sendo o alimento A transgênico e o alimento B não transgênico.

7.1 PESQUISA DE CAMPO

Conforme gráfico abaixo, 38,9% dos indivíduos entrevistados responderam ao questionário com base nos alimentos pertencentes ao grupo 1, 33,3% com base nos alimentos pertencentes ao grupo 2 e 27,8% com base nos alimentos pertencentes ao grupo 3. Este resultado pode ser explicado, pois os entrevistados apresentaram maior afinidade pelo alimento maionese (grupo 1 – 38,9%), e o grupo 3 (mel – 27,8%), o grupo 2 (milho – 28%) teve menor aceitabilidade, isto pode estar relacionado as características sensoriais dos alimentos.

Gráfico 4: Porcentagem de respostas baseadas nos grupos de alimentos.

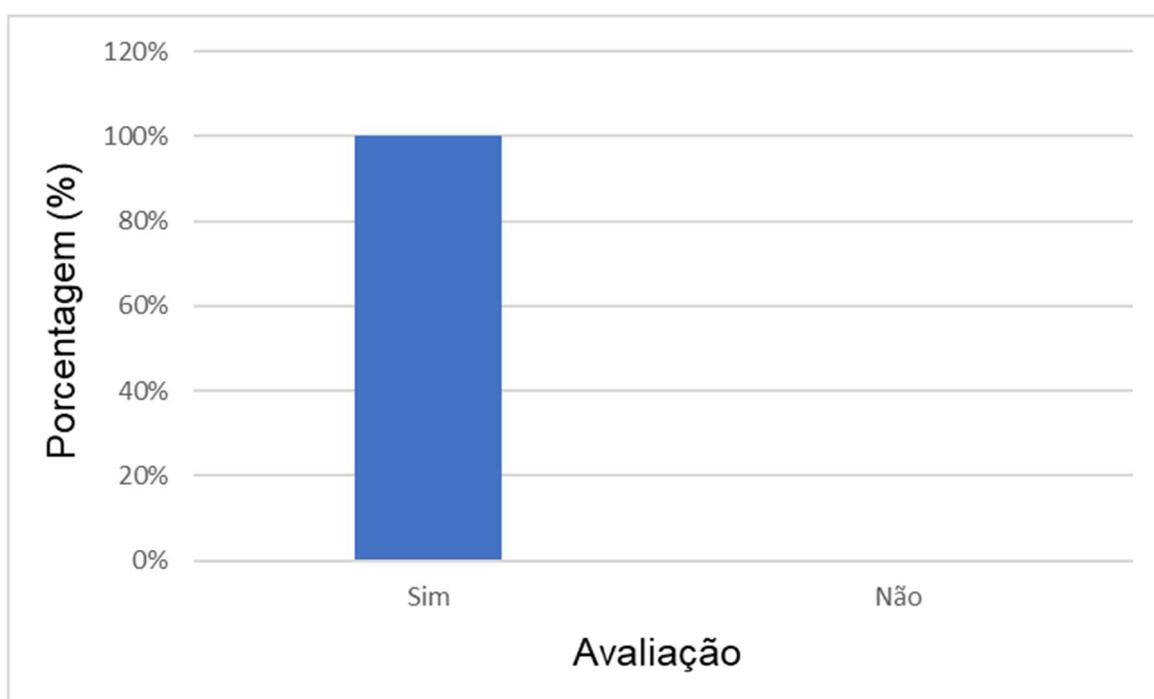


Fonte: AUTORES (2021).

Os gráficos de 5 a 8 referem-se as questões elaboradas referente a tabela nutricional dos alimentos (p. 34-35).

Ao realizarem a comparação das tabelas nutricionais (gráfico 5) entre o alimento transgênicos e não transgênico, todos os indivíduos (100%), concluíram que há diferença na composição dos alimentos. Como por exemplo na maionese, pertencente ao grupo 1, o produto transgênico (alimento A) possui 20kcal de valor energético, 1,2g de carboidratos, 1,7g de gorduras totais e 128mg de sódio, já o produto não transgênico (alimento B) possui 40kcal de valor energético, 0,8g de carboidratos, 4g de gorduras totais e 88mg de sódio.

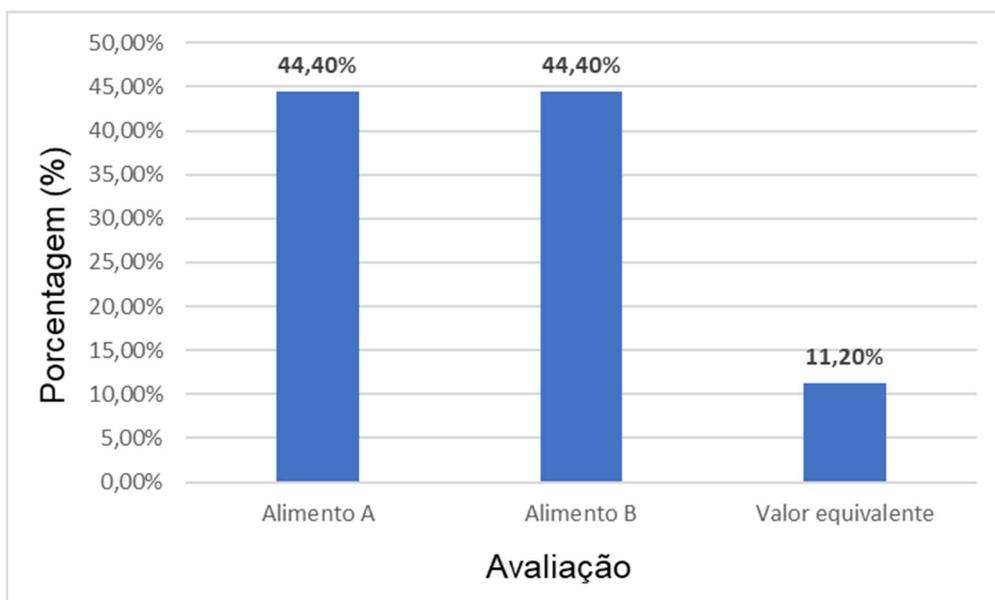
Gráfico 5: Existe alguma diferença entre a tabela nutricional dos alimentos?



Fonte: AUTORES (2021).

Analisando a quantidade de macronutrientes (gráfico 6), os alimentos A e B apresentam resultado igual (44,4%), ou seja, o alimento transgênico e não transgênico não possui diferença com relação aos macronutrientes, somente 11,20% dos entrevistados afirmaram que os valores são equivalentes, ou seja, proporcionais.

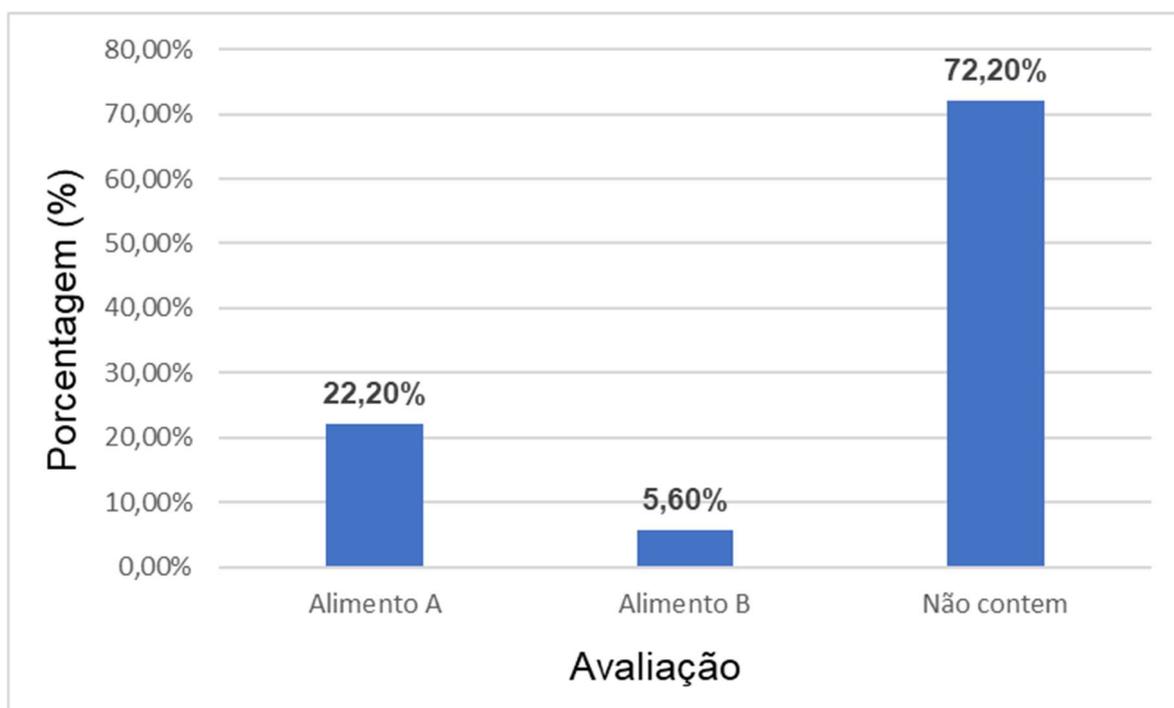
Gráfico 6: Qual alimento possui uma quantidade elevada de macronutrientes (Proteínas, Lipídeos e Carboidratos)? Alimento A= Transgênico; Alimento B= Não transgênico.



Fonte: AUTORES (2021).

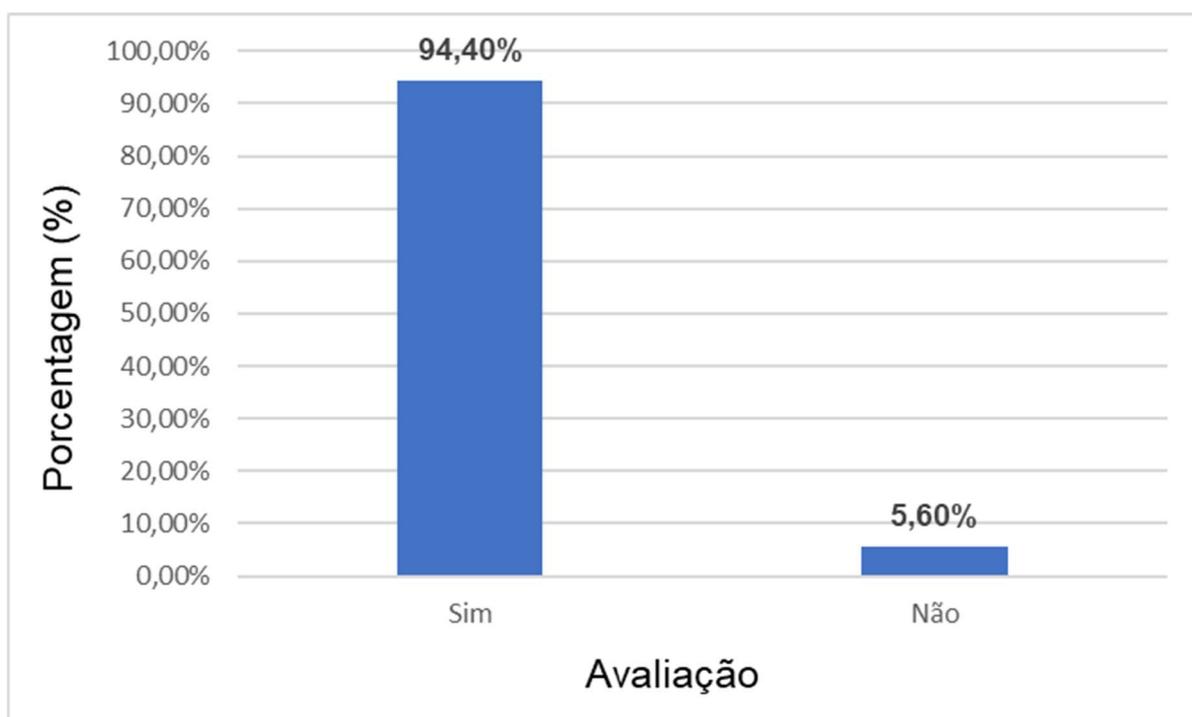
Quanto aos micronutrientes (gráfico 7), 72,20% dos indivíduos, relataram a inexistência das vitaminas e minerais nos alimentos comparados, porém, 5,60% concluíram que o alimento B possui maior quantidade, já 22,20% acreditam que o alimento A possui uma maior quantidade, resultando em uma diferença de 16,6% entre os indivíduos que responderam que o alimento A ou B possuía maior quantidade de micronutrientes.

Gráfico 7: Em relação aos micronutrientes (Vitaminas e Minerais), o alimento que possui maior quantidade é? Alimento A= Transgênico / Alimento B= Não transgênico.



Fonte: AUTORES (2021).

Gráfico 8: Existe alguma diferença considerável na quantidade de calorias entre eles?



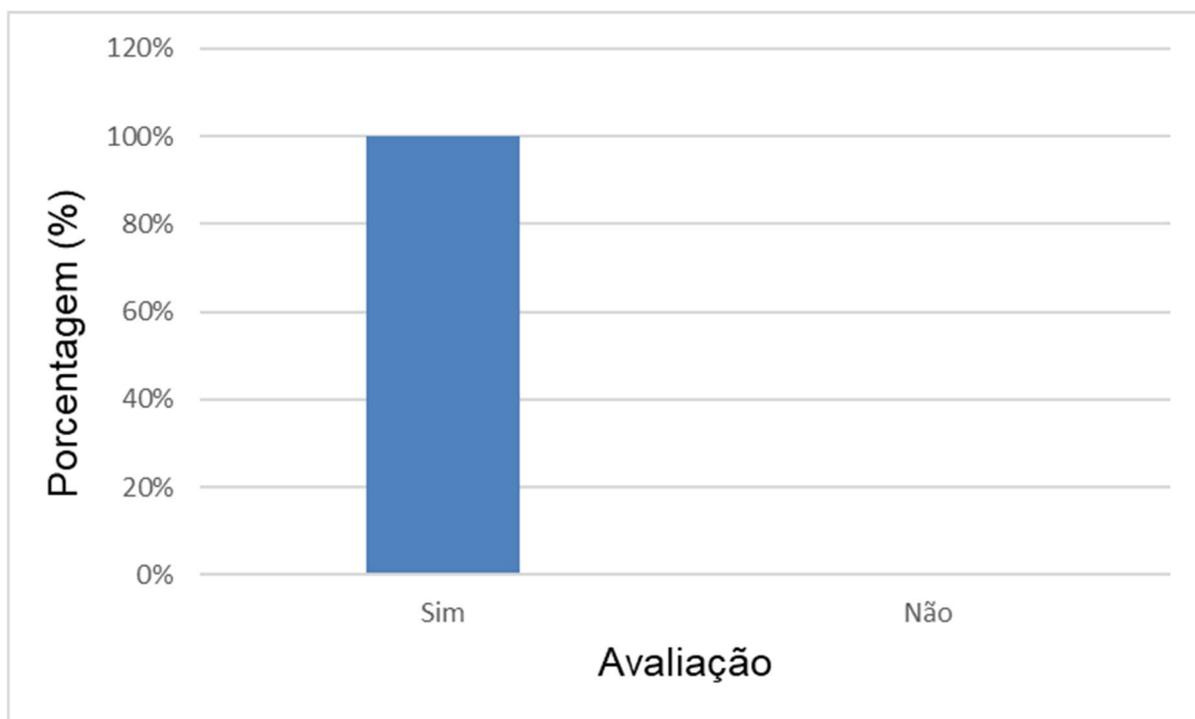
Fonte: AUTORES (2021).

No gráfico 8, observa-se que 94% dos entrevistados notaram relevância na diferença da quantidade de calorias entre os alimentos A e B, sendo o alimento B o mais calórico entre eles, os outros 5,60% afirmaram que não possui uma diferença considerável.

Os gráficos de 9 a 11 foram respondidos com base nas características organolépticas dos alimentos (p 35) após os entrevistados realizarem a avaliação.

Com base na observação feita (gráfico 9), 100% dos indivíduos perceberam alguma diferença entre os alimentos A e B por meio visual. Na maionese (grupo 1) o produto não transgênico possuía uma consistência mais firme e uma coloração um pouco mais escura do que o produto transgênico, já no milho (grupo 2) o produto transgênico possuía grãos com tamanhos e formas diferentes do produto não transgênico, no mel (grupo 3) o produto transgênico possuía uma consistência e viscosidade diferente do produto não transgênico.

Gráfico 9: Você nota alguma diferença na aparência entre eles?

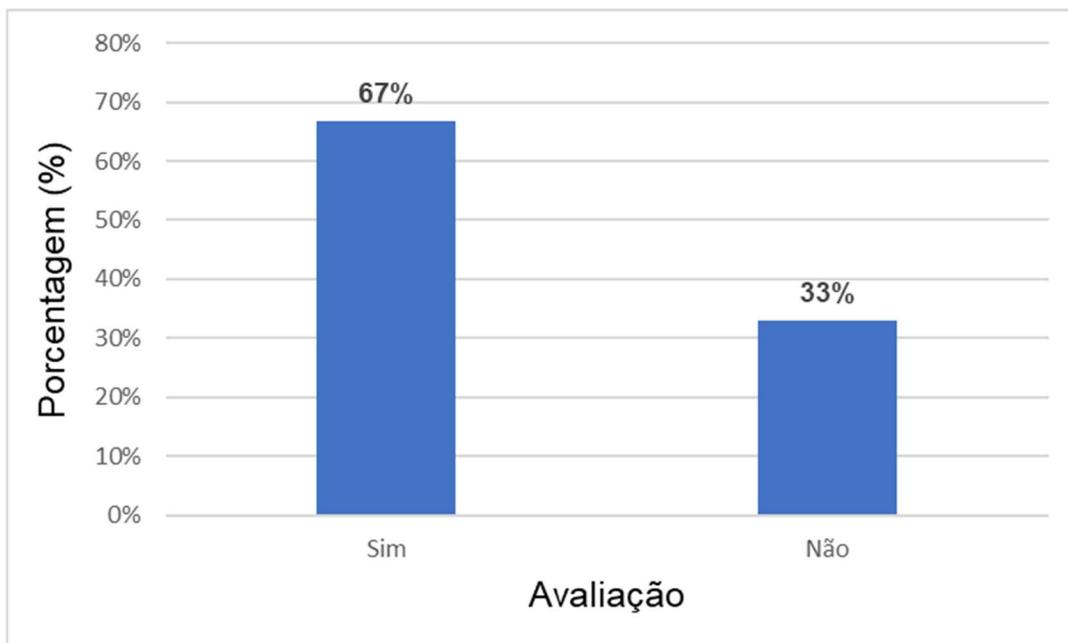


Fonte: AUTORES (2021).

Após a realização da análise organolépticas, 67% dos entrevistados sentiram alguma diferença no aroma dos alimentos e 33% não conseguiram identificar

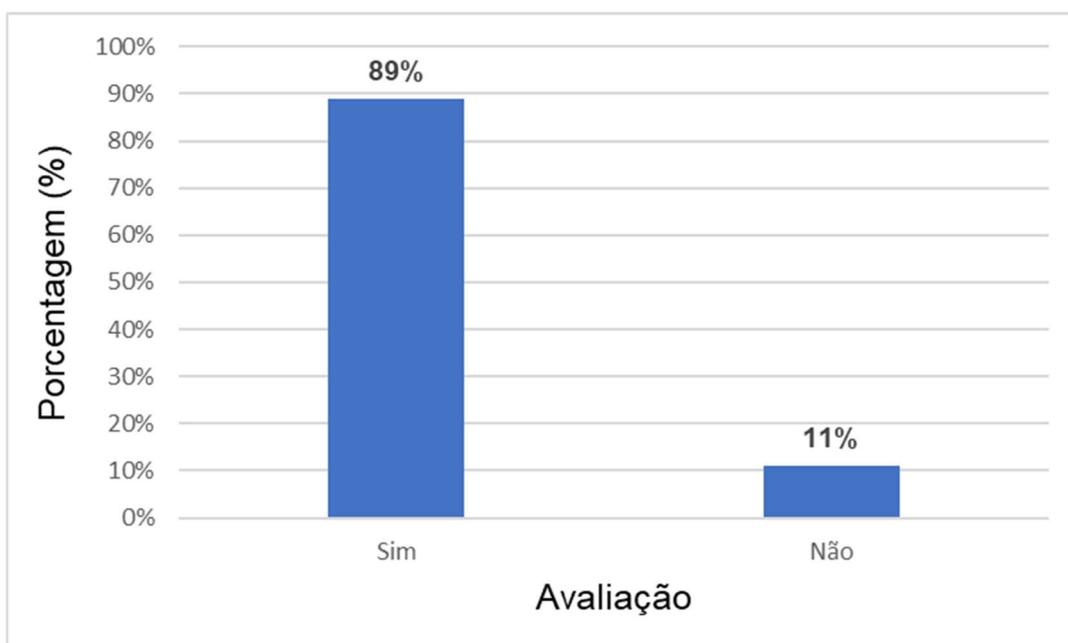
diferenças entre os alimentos A e B através do olfato. Como podemos observar no gráfico a seguir.

Gráfico 10: Ao sentir o aroma dos dois alimentos, existe alguma diferença entre eles?



Fonte: AUTORES (2021).

Gráfico 11: Após ingerir os dois alimentos, você identificou alguma diferença no sabor ou na textura?



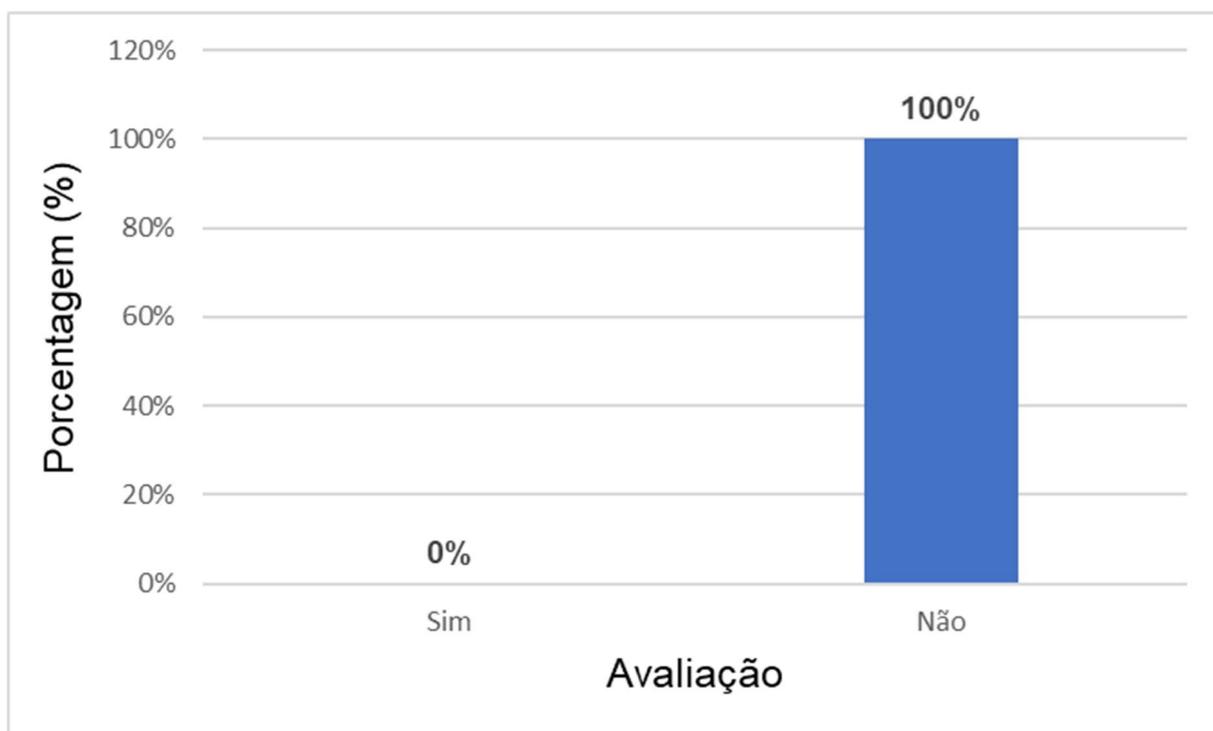
Fonte: AUTORES (2021).

Seguindo a análise conforme o gráfico 11, após degustarem os alimentos A e B, 89% dos entrevistados notaram diferenças no sabor ou na textura dos alimentos, 11% dos entrevistados não identificaram nenhuma diferença entre eles por meio do paladar. Pois cada papila normalmente tem maior grau de sensibilidade para uma ou duas das sensações gustativas.

Os gráficos de 12 a 15 foram elaborados para conhecer a opinião do consumidor em relação aos alimentos transgênicos.

No gráfico a seguir observa-se que, 100% dos indivíduos entrevistados desconheciam os alimentos transgênicos, apesar dos símbolos que caracterizam esses produtos, muitos desconhecem o significado do mesmo.

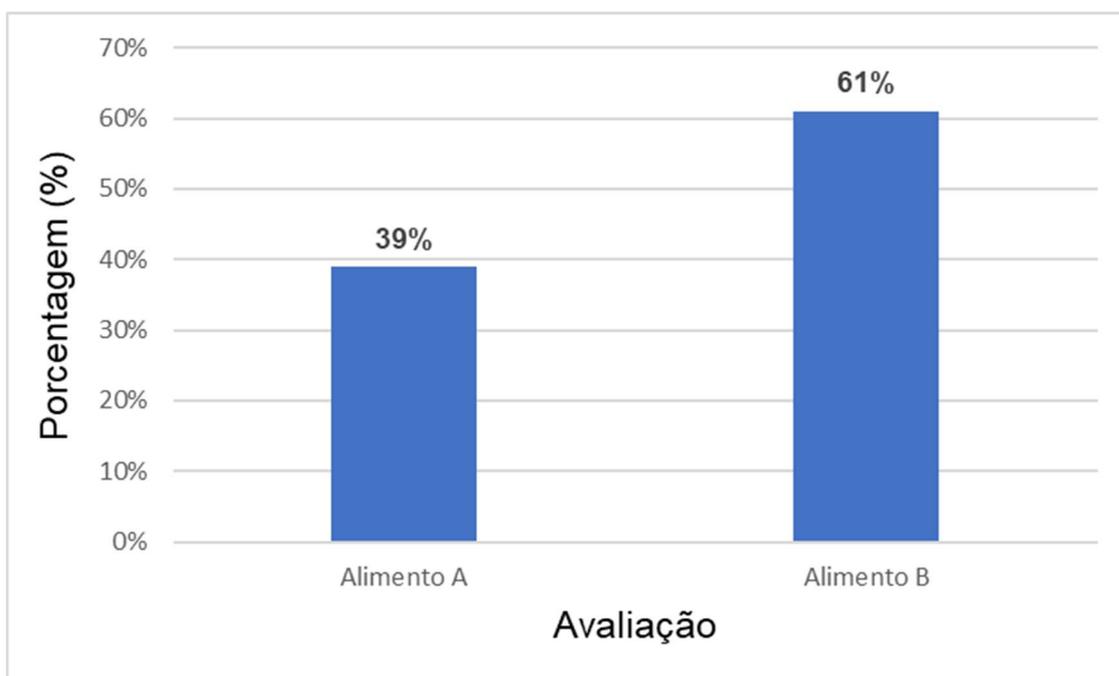
Gráfico 12: Você conhecia os transgênicos?



Fonte: AUTORES (2021).

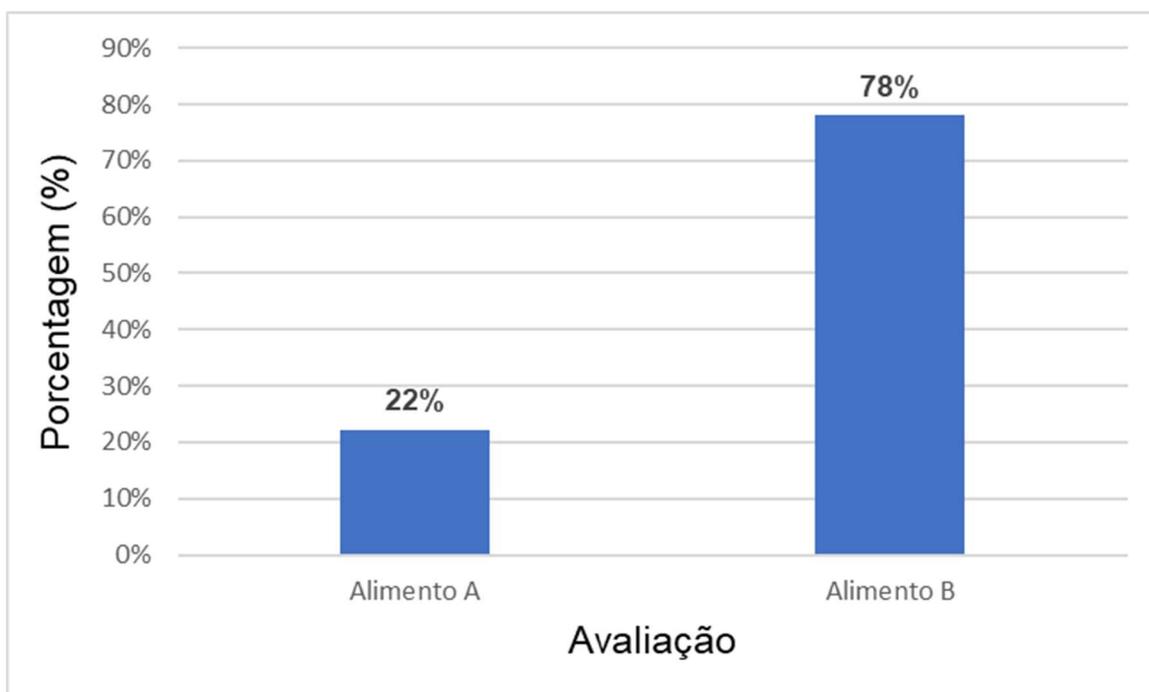
Tendo em vista que os entrevistados demonstraram pouco conhecimento sobre os transgênicos (gráfico 13), 61% concluíram que o Alimento B apresentava modificação genética, e apenas 39% responderam corretamente, que o alimento geneticamente modificado era o alimento A.

Gráfico 13: Qual alimento você acha que possui modificações genéticas? Alimento A= Transgênico / Alimento B= Não transgênico.



Fonte: AUTORES (2021).

Gráfico 14: Você escolheria consumir qual alimento? Alimento A= Transgênico / Alimento B= Não transgênico.

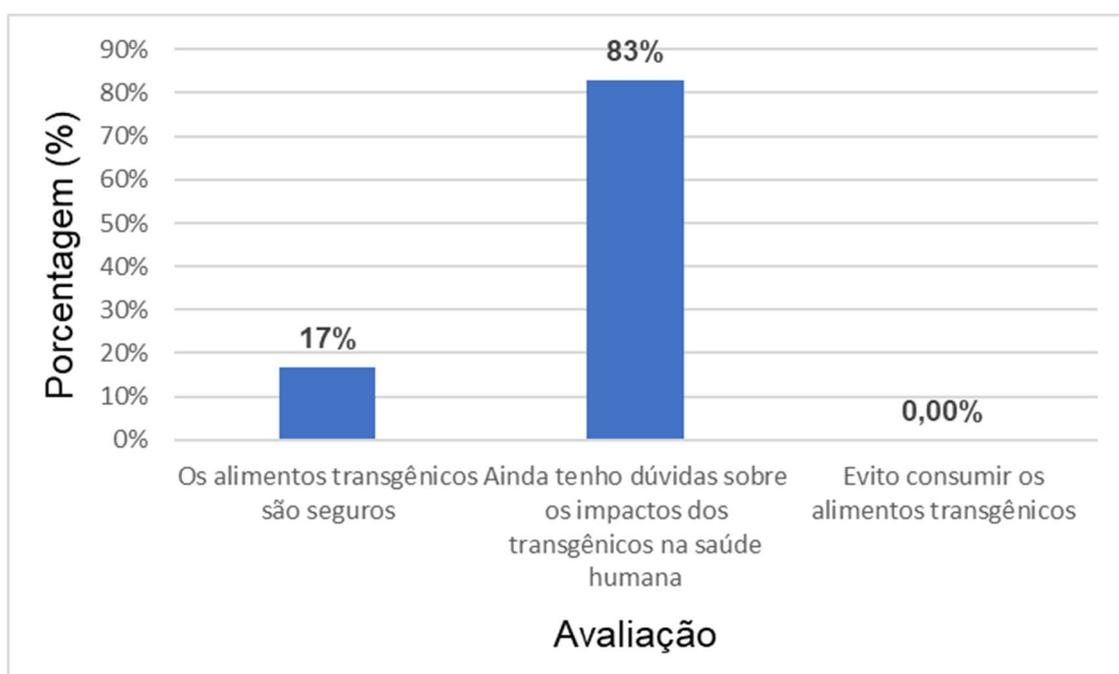


Fonte: AUTORES (2021).

Quanto ao consumo dos alimentos transgênicos (gráfico 14), observou-se que 78% dos entrevistados expressaram sua preferência pelo alimento B (não transgênico), e 22% pelo alimento A (transgênico). Essa preferência se dá pela dúvida que a população ainda tem sobre as modificações genéticas e seus efeitos.

Quanto ao impacto dos alimentos transgênicos na saúde humana (gráfico 15), 83% dos entrevistados ainda subestimam os alimentos transgênicos, possuem dúvidas sobre seus impactos e segurança, enquanto 17% acreditam que são seguros.

Gráfico 15: Opinião dos entrevistados:



Fonte: AUTORES (2021).

7.2 VIDEO INFORMATIVO

O vídeo elaborado pelo aplicativo Inshot, foi realizado com o intuito de mostrar aos entrevistados de como reconhecer os alimentos transgênicos e os possíveis riscos que eles podem causar a saúde humana. Todos receberam o link do vídeo solicitando que compartilhassem com o maior número de pessoas, onde o vídeo explica sobre os transgênicos e mostra resultados de estudos e afirmações dos órgãos controladores. Visando, com isso, contribuir na formação da opinião de cada pessoa na escolha do seu alimento.

Link: <https://youtu.be/ZaH7d4X5x28>

Segundo Almeida e Lamounier (2005), apesar da incerteza acerca das culturas de OGM, um fator ficou claro: essa tecnologia, com seu potencial de criar variedades de culturas comerciais economicamente importantes, é simplesmente muito valiosa para ser ignorada. Há, porém, algumas preocupações e questões válidas, tais como: a possibilidade de contaminação dos solos e dos lençóis freáticos; o surgimento e/ou desenvolvimento de plantas e animais resistentes a uma ampla gama de antibióticos e agrotóxicos e a possibilidade de multinacionais monopolizarem a tecnologia genética. Para que essas questões sejam resolvidas com esclarecimento, as decisões e análises deverão estar fundamentadas em informações com profundo embasamento científico. Quando um assunto se torna objeto de polêmica, dois ou mais fatores devem estar ocorrendo e gerando um dilema na formação de cada opinião. Esse é o caso da implementação tecnológica da produção transgênica diante da agricultura convencional. Em primeiro lugar, esse tema possui uma grande importância, pois interfere na vida de todos os seres humanos, na condição de consumidores de alimentos, e na de muitos como produtores rurais. Em segundo lugar, as hipóteses ou posições sustentadas pelos autores que tratam do tema ainda não estão suficientemente comprovadas em caráter científico. É preciso bom senso e ampliação no volume de pesquisas relativas ao tema para que a população possa aproveitar os potenciais benefícios do uso da tecnologia genética. É imprescindível que a ética e a responsabilidade social permeiem as discussões sobre a política de segurança alimentar brasileira em geral, e sobre a questão dos alimentos transgênicos em particular. Se a tecnologia dos alimentos transgênicos for usada em proveito de todos, por pesquisadores e empresários conscientes, poderá trazer, cada vez mais, benefícios para toda a sociedade.

Os organismos geneticamente modificados apresentam diversas características que pode interferir na aceitação do consumidor, não só por ainda ser considerada uma técnica inovadora, mas pelas incertezas de seus impactos a longo prazo. Nesse contexto a bioética faz-se essencial como alicerce moral para os conceitos de biossegurança, pois através desses preceitos éticos poderá se permitir o exercício constante da reflexão diante das tecnologias GMs e de outras inovações que possam modificar a vida de indivíduos, através de princípios, normativas e leis que fomentem uma sociedade comprometida não só com o bem-estar imediato, mas com a construção de um futuro mais saudável e sustentável (SILVA et. al., 2020).

Em pesquisa realizada pela plataforma Conecta do Ibope Inteligência, em 2016, teve como amostragem 2011 homens e mulheres a partir de 18 anos, das classes A, B e C, de todas as regiões do país, que não trabalham com biotecnologia ou em áreas correlatas, observou-se que a visão da população é dividida, devido à falta de confiança nas instituições que representam a tecnologia, por não apresentarem avaliações de risco a longo prazo ao consumo dos transgênicos, o governo é omissos em respeito ao princípio da precaução, algumas empresas não fornecem a informação de transgenia no rótulo, quebrando a regra do código de defesa do consumidor (IBOPE, 2016). Aqueles que têm acesso à informação têm melhores condições de analisar sobre o assunto e assim, poder exercer seu direito constitucional de liberdade de escolha entre consumir ou não alimentos compostos de organismos geneticamente modificados. Quanto mais informação o indivíduo dispuser, menos refém se tornará de posições fundamentalistas que consideram os transgênicos um mal absoluto ou um bem absoluto. No entanto, as informações repassadas ao consumidor não são esclarecedoras, abordando superficialmente o assunto ou dando grande enfoque às questões político-partidárias, deixando de lado as questões sobre o que representa esta inovação, quais os possíveis riscos e benefícios do consumo e impactos sobre o meio ambiente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho foi realizado com o intuito de apresentar a população os alimentos transgênicos e suas peculiaridades em relação ao meio ambiente, mas principalmente como alimento utilizado no dia a dia.

Os resultados mostraram que os participantes não conhecem sobre este tipo de alimento, não sabem identificá-los por meio da rotulagem e muitos não sentiram diferenças organolépticas, durante a avaliação.

Isto se mostra preocupante, pois muitos estão utilizando alimentos transgênicos sem o devido conhecimento, pois este assunto é pouco abordado e como consequência as pessoas não têm informação. Assim o vídeo vai ajudar a levar o conhecimento para a população em geral, fazendo com que possam escolher se optam ou não pelo alimento transgênico.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. C. S.; LAMOUNIER, W. M. – Os alimentos Transgênicos na Agricultura Brasileira: Evolução e Perspectiva. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 345-355, 2005.

ALVES, G. S., A Biotecnologia dos Transgênicos: Precaução é a palavra de ordem, Holos, 2004.

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/RESPOSTA_PEDIDO_01200.005161-2010-86_Lib_Com_F_OGM_VMD.pdf> Acesso em: 28 mai 2021.

ARAUJO, J. C. Produtos Transgênicos na Agricultura – Questões Técnicas, Ideológicas e Políticas, **Caderno de Ciências & Tecnologia**. V.18, n.1, pg.117-145, Brasília, 2001.

ASTWOOD, J.D.; LEACH, J.N.; FUCHS, R.L. Stability of food allergens to digestion in vitro. **Nature Biotechnology**. v.14, p.1269-1273, 1996.

BARROS, C. Broca-da-cana conheça 8 fatos sobre a praga que atinge os canaviais. 2016. Disponível em: <<http://sfagro.uol.com.br/broca-da-canaconheca-8-fatos-sobre-praga-que-atinge-os-canaviais/>> Acesso em: 28 maio 2021,

Brasil. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Atenção à Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2008.pdf Acesso em: 05 set. 2021.

BRASIL aprova 1ª cana transgênica no mundo, diz CTC [atualizado]: A nova variedade é resistente à broca, principal praga que afeta as lavouras no Brasil, gerando perdas que chegam a R\$5bilhões por ano. In: NOVACANA. Novacana.com. Curitiba: Novacana, 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/variedades/brasil-cana-transgenica-mundo-ctc080617/>> Acesso em: 28 mai 2021.

BRASIL. Decreto n. 4.680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei no 8.078, de 11 de setembro de 1990, quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, sem prejuízo do cumprimento das demais normas aplicáveis. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 abr. 2003.

BRASIL. Lei n. 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 8.974, 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, 8º, 9º, 10º e 16º da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 mar. 2005.

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/8c39e4e9-9e16-4007b5c8-a63da93f3400.pdf>> Acesso em: 28 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Justiça. Portaria nº 2.658, de 22 de dezembro de 2003. Define o símbolo de que trata o art. 2º, § 1º, do Decreto 4.680, de 24 de abril de 2003, na forma do anexo à presente portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2001.

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Plantas Transgênicas. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. Disponível em www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo (2007). Acessado em: 08 set. 2021.

CAMARA, M. C. C., MARINHO C.L.C., GUILAM M.C.R., NODARI R.O. Transgênicos: avaliação da possível (in)segurança alimentar através da produção científica. **História, Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.16, n.3, jul.-set. 2009, p.669-681.

CASTRO, B. S. Organismos geneticamente modificados: as noções de risco na visão de empresas processadoras, organizações não governamentais e consumidores. **Tese (Doutorado em Ciências Sociais)** - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CASTRO, E.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.

CARUSO, D. Intervention. San Francisco: **Hybrid Vigor Press**. 2006.

CAVALLI, S. B.; Segurança alimentar: a abordagem dos alimentos transgênicos. **Revista de Nutrição**, São Paulo, v.14, p.41-46, 2001.

CÉLERES, I. B. 19.01 – **Informativo de biotecnologia céleres**. Uberlândia: Céleres, 2019. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/wpcontent/uploads/2019/11/BoletimBiotecnologiaC%C3%A9leres_Novembro2019-2.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

CELERES. 3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17. Uberlândia: Céleres, 2017a. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricolano-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CELERES. IC17.05 – Projeção de safra – Soja – Maio 2017. Uberlândia: Céleres, 2017b. Disponível em <http://www.celeres.com.br/ic17-05-projecao-de-safra-sojamaio-2017/>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CELERES. IC17.07 – Projeção de safra – Milho – Julho 2017. Uberlândia: Céleres, 2017c. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/ic17-07-projecao-de-safra-milho-julho-2017/>>. Acesso em: 28 maio 2021.

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>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CIB. CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Produtos aprovados. Disponível em: <<http://cib.org.br/produtos- aprovados/>> Acesso em: 28 mai. 2021.

COCKBURN, A. Assuring the safety of genetically modified (GM) foods: the importance of an holistic, integrative approach. **Journal of Biotechnology**, v. 98, p. 79-106, 2002.

CONAB. **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Acompanhamento da safra brasileira – Cana-de-açúcar. Brasília, v. 2, n. 4, p. 71, 2016.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. 2003. Disponível em: http://www.furg.br/furg/admini/cibio/com_nac.htm. Acesso em 05 set. 2021.

DELANEY, B.; ASTWOOD, J.D.; CUNNY, H. Evaluation of protein safety in the context of agricultural biotechnology. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p. S71-S97, 2008.

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: 28 mai. 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja em números (safra 2016/2017). EMBRAPA, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

EMBRAPA. Resumo da posição da Embrapa sobre plantas transgênicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 11-16.1999.

EMBRAPA: Transgenia: quebrando barreiras em prol da agropecuária brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [s.d]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>. Acesso em 28 mai. 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Joint FAO/WHO **Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology**. Topic 1: The concept of substantial equivalence, its historical development and current use. Nick Tomlinson, Food Standards Agency. United Kingdom.2000. Disponível em: http://www.who.int/fsf/GMfood/Consultation_May2000/Documents_list.htm. Acesso em: 08 set. 2021

FAO/WHO. Codex Ad Hoc Task Force on foods derived from biotechnology. Codex Alimentarius Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Report of a joint FAO/WHO food standards programme**. Rome, 2001. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/codex/alnorm01/al0134al.pdf>. Acesso em: 08 set. 2021.

FAO. Evaluation of allergenicity of genetically modified foods. Rome: FAO: WHO Consultation, 2001. 27 p. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation on Allergenicity os Foods Derived from Biotechnology. Disponível em: <<http://www.fao.org/es/ESN/food/pdf/allergygm.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

FAO/WHO. **Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation on foods derived from biotechnology: safety aspects of genetically modified food of plant origin.** Genebra, 2000. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66575> . Acesso em: 08 set. 2021.

FERREIRA, J. Culturas geneticamente modificadas – uma ameaça à vida! “**O Segredo da Terra**” nº 21, 2007.

FONTES, E.M.G. Biossegurança de biotecnologias: breve histórico. 1998. Disponível em: www.met.gov.br/ctnbio/. Acesso em: 24 mai. 2021.

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/mercado/precos-do-milho-7/>> Acesso em: 08 set. 2021.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. Brasileiro está aberto ao consumo de transgênicos, aponta pesquisa, 2016. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2016/09/pesquisa-mostra-que-73-em-cada-100-brasileiros-ja-consumiram-transgenicos.html> Acesso em: 05 set. 2021.

ISAAA Brief 42-2010. Executive Summary. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. (relatório) Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp> Acessado em: 07 mai. 2021.

ISAAA BRIEF 43-2011: Executive Summary. (relatório) Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp> Acessado em: 07 jun. 2021.

KILIÇ, A.;AKAY,T. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: Biochemical and histopathological investigation. **Food and Chemical Toxicology**. v. 46, n. 3, p. 1164-117, 2008.

LACADENA, J. R.; Plantas y alimentos transgênicos. Madrid: Departamento de Genética, **Facultad de Biología, Universidad Complutense**. 1998. Disponível em: <http://cerezo.pntic.mec.es/~jlacaden/Ptransg0.html>. Acesso em: 06 mai. 2021.

LAJOLO, F.M.; NUTTI, M.R. Transgênicos: bases científicas da sua segurança. São Paulo: SBAN, 2003. 110 p.

LEITE, N. A. 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: 08 set. 2021

LONDRES, F., **Transgênicos no Brasil**: as verdadeiras conseqüências, 2005, disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/agenda21/candeia.htm>. Acesso em: 06 mai. 2021.

LOPES, S., ROSSO, S. – **Bio: volume 2** – 1ed. – São Paulo, Saraiva, 2010.

LÜTHY, J. Detection strategies for food authenticity and genetically modified foods. **Food Control**, v. 10, p. 359-361, 1999.

MALUF, R. Segurança alimentar e nutricional. Petrópolis: Vozes. 2007.

MARINHO, C. L. C. Discurso polissêmico sobre plantas transgênicas no Brasil: estado da arte. **Tese (Doutorado)** Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro. 2003.

MENEZES, F.; BURLANDY, L.; MALUF, R. Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional: textos de referência para a II **Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Brasília: Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. 2004.

MILLSTONE, E., BRUNNER E.; MAYER, Sue. Beyond 'substantial equivalence'. **Nature**, v.401, p.525-526. 1999.

MOSES, V. Biotechnology products and European consumers. **Biotechnology Advances**, v. 17, p. 647-678, 1999.

MUNIZ C. R.; FREITAS, C. A. S.; CAMPÊLO, W. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M., Alimentos transgênicos: Segurança, riscos alimentares e regulamentações. **B.CEPPA**, Curitiba, v.21, n.2, p.209-222, jul/dez. 2003.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (biossegurança de plantas transgênicas). **Revista de Nutrição**, São Paulo, v.16, n.1, p.105-116. 2003.

OCDE. Environmental indicators development, measurement and use. Paris, 1993. 37p. Disponível em: <http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2021.

PESSANHA, L. D. R.; WILKINSON, J. Cadernos de ciência e tecnologia. vol. 20, n.2, maio/ago 2003. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2003, p.263-303.

PINAZZA, L. A. & ALIMANDRO, R. A Segunda Revolução Verde. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.18, n.10, p.37-43,1998.

PRODUÇÃO e consumo de feijão continuam os mesmos a mais de 10 anos. In. SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. SNA. Rio de Janeiro: SNA, 2017. Disponível em: <sna.agr.br/producao-e-consumo-nacional-de-feijao-continuam-os-mesmos-ha-mais-de-10-anos>. Acesso em: 08 set. 2021.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. SNA. Produção e consumo de feijão continuam os mesmos a mais de 10 anos. In. Rio de Janeiro: SNA, 2017. Disponível em: <sna.agr.br/producao-e-consumo-nacional-de-feijao-continuam-osmesmos-ha-mais-de-10-anos>. Acesso em: 28 maio 2021.

RUTTAN, Vernon W. Biotechnology and agriculture: a skeptical perspective. *AgBioForum*, v.2, n.1, p.54-60. 1999Disponível em: <http://www.agbioforum.org>. Acesso em: 06 mai. 2021.

SERAFINI, CELLIER E VENDEMOIS. New analyses of a rat feeding study with a genetically modified corn reveals signs of hepatorenal toxicity. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, 2007.

SILVA, M.S.; LIMA, F. L. O.; SILVA, C. D. C.M.; SILVA, M. V. C. M. Alimentos transgênicos e segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 11901-11923 set./out. 2020.

SILVA, S. C. Uma proposta metodológica para o trabalho com transgênicos no ambiente escolar, Jandaia do Sul, 2015.

SOJA Roundup Ready. In: MONSANTO. Monsanto Global. [s. d.]: Monsanto, 2017. Disponível em: <<http://www.monsantoglobal.com/global/br/produtos/pages/sojarr.aspx>> Acesso em: 28 mai. 2021.

SOUZA, J. V. S. Percepção dos consumidores do Distrito Federal sobre alimentos transgênicos; **Dissertação de Mestrado (M)** Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

TANG, X.; WANG, Y; PEI, L.; YANG, W.; FAN, J.; ZHUO, Q.; YANG, X.; YU, Z.; JIA, X.; LIU, J.; FAN, B. Chronic toxicity study in Sprague-Dawley rats on transgenic rice T1c-19 with *cry1C** gene. **Food and Chemical Toxicology**. v.140, p. 111324, 2020.

TERSI, M. J. A ambivalência da técnica: os alimentos transgênicos e o direito a informação do consumidor. 2011. 174 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas e Sociais)** - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Franca, 2011.

TRAAVIK, T.; CHING, Lim Li (Ed.). Biosafety first: holistic approaches to risk and uncertainty in genetic engineering and genetically modified organism. **Trondheim: Tapir Academic Press**. 2007.

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: 28 mai. 2021.

UZOGARA, S.G. The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: a review. **Biotechnology Advances**, v. 18, p. 179-206, 2000.

VARGAS, G. 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.

WANG, Y.; LAI, W.; CHEN, J; MEI, S. Toxicity of anti-herbicide gene (BAR) transgenic rice. **Wei Sheng Yan Jiu**. v.29, p.141-142, 2000.

WHO. World Health Organization. Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study. 2005. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9241593059> . Acesso em: 29 mar. 2021.

ZATERKA, L. Transgênicos e o princípio de equivalência substancial. Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC (UFABC). São Bernardo do Campo, 2019.

ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO - TCLE

HORTOLÂNDIA

1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, de um projeto. Após o esclarecimento sobre as informações a seguir, no caso de aceitar participar do projeto, assinar ao final deste documento (impresso em duas vias). Uma delas é sua e a outra do professor responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Professor Responsável: Pro^{fa} Dr^a Andrea Roberta Clemente

Telefone para contato: Institucional: (19) 3897-3727

1 - Descrição da pesquisa, objetivos, detalhamento dos procedimentos, forma de acompanhamento.

- O presente estudo tem como objetivo

O projeto será desenvolvido pelas seguintes etapas:

- a) Esclarecimento da pesquisa e entrega do termo de consentimento livre e esclarecimento.
- b) Coleta de dados
- c) Análise e tabulação dos dados

2 - Especificação dos riscos, prejuízos, desconforto, lesões que podem ser provocados pela pesquisa, formas de indenização, ressarcimento de despesas.

- Não é esperado que aconteça nenhum risco, desconforto ou prejuízo devido à coleta de dados.
- Os participantes não serão submetidos a nenhum tratamento medicamentoso prevendo-se, apenas, uma modificação dos seus hábitos alimentares com a devida orientação.

ETEC HORTOLÂNDIA

Rua Capitão Lorival Mey, 750 - Remanso Campineiro, 13.184-470, Hortolândia



HORTOLÂNDIA

2

3 - Descrever os benefícios decorrentes da participação na pesquisa.

Transmitir respostas e sensações que se originaram de reações fisiológicas que são resultantes de estímulos da interpretação intrínsecas do produto – aparência, odor e aroma, textura oral e manual e, por fim, sabor e gosto.

4 - Esclarecimento do período de participação, término, garantia de sigilo, direito de retirar o consentimento a qualquer tempo. Para melhores resultados é previsto que a pesquisa se inicie em maio de 2021 e termine em novembro de 2021. É previsto a garantia expressa de liberdade de retirar o consentimento, sem qualquer prejuízo em qualquer etapa do projeto. Todas as informações serão mantidas em absoluto sigilo, mantendo a privacidade do participante.

Hortolândia, ____ de ____ de 2021.

Profª Drª Andrea Roberta Clemente



3

HORTOLÂNDIA

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____,
 RG _____ CPF _____, abaixo assinado,
 concordo em participar do estudo de **Título**. Fui devidamente informado e esclarecido pelos
 pesquisadores **Alunas(os)**, sobre o projeto, os procedimentos nele envolvidos, assim como
 os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que
 posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer
 penalidade ou interrupção de meu acompanhamento.

Consentimento:

PESQUISADOR

 Prof.^a **Dr.^a Andrea Roberta Clemente**

 ASSINATURA

 PARTICIPANTE

 ASSINATURA

 RESPONSÁVEL

 ASSINATURA

Hortolândia, _____ de _____ de 2021.

 ETEC HORTOLÂNDIA

Rua Capitão Lorival Mey, 750 - Remanso Campineiro, 13.184-470, Hortolândia