



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
RAYZA DAL MOLIN CORTESE

**ANÁLISE DA ROTULAGEM DE ALIMENTOS ELABORADOS A PARTIR DE
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: A SITUAÇÃO DO BRASIL**

Florianópolis
Julho 2018

Rayza Dal Molin Cortese

**ANÁLISE DA ROTULAGEM DE ALIMENTOS ELABORADOS A PARTIR DE
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: A SITUAÇÃO DO BRASIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Nutrição.

Orientadora: Profa. Suzi Barletto Cavalli, Dr.

Florianópolis

Julho 2018

Dedico esta tese à minha mãe Neli Rita, exemplo de força e superação, fonte de apoio, segurança e motivação em toda a minha vida. Obrigada por todo amor, incentivo e orações. Amo você!

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Infinitamente a **Deus**, por me guiar, proteger e iluminar, dando-me força, coragem e sabedoria em todos os momentos.

À minha mãe **Neli Rita Dal Molin Cortese** (*in memoriam*), por ser meu apoio, pelo amor, pelas sábias lições e por continuar presente em minha vida, de alguma forma; e ao meu pai **Rui Cortese**, pelo exemplo de vida, amor e por compreender minha ausência. Amo vocês!

Aos meus irmãos **Rui Alex Cortese** e **Rafael Antonio Cortese** e às minhas cunhadas **Ione Cristina Santin Cortese** e **Elizandra de Ávila Cortese** pelo amor, apoio e carinho, por vibrarem com as minhas conquistas e por me darem os melhores presentes, **Alam Rafael Cortese** e **Sophie Cortese**, meus amados sobrinhos.

À minha vó **Noeli Oldra Dal Molin** (*in memoriam*) pelo exemplo de avó, mãe, mulher, professora e guerreira, que me ensinou a lição mais admirável, a importância do “saber”.

Ao meu padrinho **Celito José Bevilaqua**, pelo seu amor à família e pela admirável sabedoria de “mestre”; e à minha madrinha **Noemi Maria Dal Molin Bevilaqua**, pelo exemplo de dedicação à família, pelo amor e pela presença marcante nos momentos mais importantes da minha vida.

Às minhas **tias** que muitas vezes também desempenham o papel de mãe, na arte de educar, cuidar, amar... à **Beatriz Helena Dal Molin**, por despertar em mim o amor pela leitura e a paixão pelos livros; pelo constante incentivo e por me inspirar, acreditar em mim e ser meu maior exemplo de garra e motivação.. à **Ana Maria Dal Molin**, mulher-guerreira, artista e prendada, minha eterna gratidão pelos cuidados, pelo amor, pelas costuras e lições de vida... à **Elisabete Copelli**, pelo seu carinho, cuidado, gratidão e ternura e por me ensinar que os laços de amor que unem uma família são muito mais fortes que laços sanguíneos. Obrigada por serem tão presentes e especiais em minha vida!

Aos meus queridos tios **Ary Cortese** e **Ligia Olinger Cortese**, que sempre me apoiaram e estiveram presentes nos momentos mais difíceis e também por compartilharem momentos felizes da minha vida. Aos tios **Adárico Benetti** e **Zélia Cortese Benetti**, por quem tenho um enorme carinho e admiração, agradeço pelas sábias lições, pelas ligações semanais do tio Adárico e por me ensinarem a cultivar, além de lindas orquídeas e flores, os bons valores, a humildade e a simplicidade.

Aos meus queridos primos **Keyla Bevilaqua** e **Franklin Lima Batista**, **Tobias Bevilaqua** e **Rita Gnoatto**, **Victoria Reggina Dal Molin**, **Tatyana Olinger Cortese Serpa** e

Márcio Serpa e **Talyne Olinger Cortese** e **Luciano Strey**, pela amizade, cumplicidade, amor e apoio nos momentos difíceis e por presentarem nossa família com nossas doces e amadas crianças **Arthur Cortese Serpa**, **Lívia Cortese Serpa**, **Lorenzo Bevilaqua Lima Batista** e **Maria Clara Bevilaqua**.

À minha orientadora, professora **Suzi Barletto Cavalli** por acreditar em mim e na concretização deste projeto de vida, pela amizade, compreensão, confiança e oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional e pessoal. Você é um exemplo para mim, Suzi! Meu eterno carinho e admiração.

À professora **Rossana Pacheco da Costa Proença**, pelas valiosas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho, pela inspiração e motivação para a pesquisa.

Ao professor **Adilson dos Anjos** e ao **André Luiz Grion**, pelo auxílio na análise dos dados, fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

Aos professores que compõem minha banca examinadora, **Rubens Onofre Nodari**, **Leonardo Melgarejo** e **Janáina Guimarães Venzke**. Obrigada pelas valiosas contribuições neste estudo e saibam que vocês foram escolhidos de forma bastante especial.

À coordenação e aos **professores do Programa de Pós-Graduação em Nutrição** da UFSC pelo aprendizado e compartilhamento de conhecimentos.

Aos **secretários do Programa de Pós-Graduação em Nutrição**, em especial ao **Vinicius**, por ser sempre muito atencioso, pela competência nos serviços prestados e pelo auxílio constante.

À **UFSC** (Universidade Federal de Santa Catarina), pelo ensino público de qualidade, à **CAPES** (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos e ao **CNPq** (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à **ANVISA** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) pelo financiamento da pesquisa.

À querida amiga **Marcela Boro Veiros**, pela amizade, pelo apoio e carinho e por ser um exemplo de dedicação e amor ao trabalho.

Às amigas especiais **Suellen Secchi Martinelli** e **Rafaela Karen Fabri**, pela amizade, pelo apoio profissional e emocional, pelos inúmeros auxílios, pela parceria nos artigos e pelas valiosas contribuições no desenvolvimento desta pesquisa.

Às amigas **Waleska Nishida** e **Patrícia de Oliveira Machado**, pela amizade única, pelos momentos gastronômicos inesquecíveis e por tornarem o doutorado muito mais divertido.

Às queridas amigas **Vanessa Mello Rodrigues, Ana Cláudia Mazzonetto, Carolina Quadros Camargo, Amanda Bagolin do Nascimento, Vitória Uliana Bianchini e Gabriela Rodrigues Vieira**, pela companhia especial e divertida, pelos bons momentos de convivência e pela amizade eterna.

Às queridas **Ana Carolina Fernandes e Greyce Luci Bernardo**, pelas discussões sempre construtivas, pela troca de ideias e por serem profissionais inspiradoras.

Aos demais **colegas e amigos do Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE)**, pela convivência, pelo aprendizado constante e pela troca de conhecimento e experiências.

Às eternas amigas **Juliana Holosback Lima, Vanessa Fernanda Goes e Isadora da Silva Corrêa** pela amizade única, pelos sábios conselhos, pelo apoio emocional e pelos inúmeros momentos compartilhados ao redor de uma mesa.

Aos amigos **Samuel Turco e Odair Bachini** pelos momentos de diversão e churrascos deliciosos.

À **Kelly Luciana de Freitas Chaves** e ao **Adriano da Silva** e aos seus familiares, por me acolherem em Florianópolis, pelos inesquecíveis momentos de convivência, pela amizade, apoio e por tornarem a viagem ao paraíso ainda mais especial.

Às minhas eternas amigas **Daniela Lucini, Bruna Lucini, Patricia Cristina Pich e Carolina Domingues Ribeiro**, que sempre se fizeram presentes e próximas em um laço de amizade que supera qualquer distância.

À gerência do **supermercado**, por permitir a realização desta pesquisa, sem os quais sua realização seria impossível.

Enfim, a todos que, de um modo ou de outro, contribuíram para a realização de mais esta conquista.

MUITO OBRIGADA!

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

Cora Coralina

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais
difícil da vida de alguém.”

Dalai Lama

RESUMO

CORTESE, Rayza Dal Molin. **Análise da rotulagem de alimentos elaborados a partir de organismos geneticamente modificados: a situação do Brasil**. Florianópolis, 2018. Tese (Doutorado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

A presente tese objetivou analisar a presença de produtos e subprodutos derivados de organismos geneticamente modificados (OGM) em alimentos comercializados no Brasil e nos alimentos mais consumidos pela população e a conformidade da rotulagem com as regulamentações brasileiras. Para atender aos objetivos propostos, foram conduzidas quatro etapas de pesquisa. Inicialmente realizou-se um estudo transversal do tipo censo, descritivo e analítico, no qual foram analisados todos os alimentos embalados disponíveis para venda em um supermercado pertencente a uma das dez maiores redes de supermercados do Brasil. Foram coletadas informações sobre a identificação do alimento, bem como o registro fotográfico, com posterior obtenção da lista de ingredientes de todos os alimentos. Os alimentos foram categorizados em grupos de acordo com a divisão estabelecida pela legislação brasileira de rotulagem de alimentos, RDC nº 359/2003, sendo posteriormente divididos em três conjuntos: (A) alimentos que declaravam a presença de OGM; (B) alimentos que continham ingredientes identificados como GM no conjunto A, mas não declaravam no rótulo; (C) alimentos que não continham nenhum ingrediente possivelmente GM identificado no conjunto A e não declaravam no rótulo. As informações disponíveis no rótulo dos alimentos do conjunto A foram analisadas segundo as regulamentações brasileiras de rotulagem de OGM (Decreto nº 4.680/2003 e Portaria nº 2.658/2003). Foram identificados os ingredientes GM contidos nestes alimentos e verificou-se a presença de ingredientes passíveis de serem GM em alimentos similares que não declaravam a presença de OGM. Para as análises de frequência dos ingredientes GM nas listas de ingredientes de alimentos nos conjuntos A e B utilizou-se a técnica de mineração de texto e o software R (segunda etapa). A terceira etapa do estudo buscou identificar, a partir da literatura científica, ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM, sua aplicação na indústria de alimentos e as nomenclaturas que podem ser encontradas em rótulos de alimentos. Por fim, buscou-se analisar a presença de ingredientes possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira, por meio dos dados de consumo da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizados no Brasil em 2008-09. Do total de alimentos

embalados analisados (n 5048), 4,7% (n 238, conjunto A) declaravam a presença de OGM no rótulo, sendo que 2,8% estavam em conformidade com a legislação brasileira de rotulagem. Foram identificados 20 ingredientes GM no conjunto A, a maioria derivados do milho (n 15). Do total de alimentos analisados, 52,5% continham ingredientes possivelmente GM. Entre os alimentos que não declaravam a presença de OGM (Conjuntos B e C), 50,1% (n 2410) continham pelo menos um dos 20 ingredientes GM identificados anteriormente no Conjunto A (Conjunto B). Todos os grupos de alimentos continham ingredientes GM, com maior frequência para o grupo dos molhos, temperos prontos, caldos, sopas e pratos prontos para o consumo (77,3%), produtos doces (69,6%) e de panificação (59,9%). Observou-se a presença máxima de 13 ingredientes possivelmente GM em um mesmo alimento. Por meio da revisão de literatura com busca sistemática foram identificados 28 produtos e subprodutos de culturas GM (soja, milho e algodão e uma levedura) com aplicações para a indústria alimentícia. A partir da listagem dos ingredientes dos 5048 alimentos analisados no censo no supermercado, tais produtos e subprodutos foram identificados com 101 nomenclaturas distintas. A presença de pelo menos um ingrediente possivelmente GM foi observada em mais da metade da variedade (63,8%) e da quantidade (64,5%) dos alimentos mais consumidos pelos brasileiros. Este estudo destaca a necessidade de ações que garantam o direito do consumidor à informação sobre o consumo de produtos e subprodutos possivelmente GM presentes em alimentos. Para isso, ressalta-se a importância de ações de fiscalização do cumprimento da legislação de rotulagem de OGM vigente pelas indústrias de alimentos; a necessidade de revisão na legislação de rotulagem de modo que quaisquer percentuais de presença de produtos e subprodutos GM sejam identificados no rótulo; e a necessidade de padronização das terminologias utilizadas indicando a origem do alimento (por exemplo, gordura vegetal de soja), de forma que o consumidor seja informado sobre a composição dos alimentos e possa exercer o seu direito de fazer escolhas alimentares informadas.

Palavras-chave: Organismos geneticamente modificados; alimentos geneticamente modificados; rotulagem de alimentos; rótulos de alimentos; alimentos embalados.

ABSTRACT

CORTESE, Rayza Dal Molin. **Analysis of the labelling of foods derived from genetically modified organisms: the situation in Brazil**. Florianópolis, 2018. Doctoral thesis (PhD in Nutrition). Graduate Program in Nutrition, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

This thesis aimed to identify the presence of products and by-products derived from genetically modified organisms (GMO) in foods marketed in a Brazilian supermarket and in the most common foods consumed by the Brazilian population in order to investigate the compliance of GM food labelling with national regulations. The research consisted of four steps. Initially, a cross-sectional, descriptive and analytical study was conducted to survey all packaged foods available for sale in a supermarket belonging to one of the ten largest supermarket chains in Brazil. Food products were listed, photographic records were taken, and ingredient lists were subsequently transcribed. Products were classified into food groups according to the RDC No. 359/2003 classification system and then into three additional sets: (A) foods that reported the presence of GM ingredients on the label, (B) foods contained ingredients identified as GM in set A but that did not declare their presence on the label, and (C) foods that contained no potentially GM ingredients as listed in set A and that declared none on the label. The information available on set A food labels was analyzed according to Brazilian GMO labelling regulations (Decree No. 4.680/2003 and Ordinance No. 2.658/2003). The GM ingredients contained in these foods were identified and the presence of potential GM ingredients in similar foods that did not report the presence of GMO were verified. A frequency analysis of GM ingredients in the ingredients list of foods in sets A and B was carried out using text mining technique in the R statistical environment (second step). The third step of the study consisted of identifying, in the scientific literature, ingredients derived from products and by-products derived from GM crops, their applications in the food industry, and the nomenclatures used to refer to them on food labels. In the last step, the presence of potential GM ingredients in foods most commonly consumed by the Brazilian population was analyzed using consumer data from the 2008–2009 Household Budget Survey (HBS). Of all packaged foods analyzed ($n = 5,048$), 4.7% ($n = 238$; set A) reported the presence of GMO on the label and 2.8% complied with Brazilian GMO labelling legislation. Twenty GM ingredients were identified in set A products, most of which ($n = 15$) were derived from maize. In total, 52.5% of the analyzed food products contained potential GM

ingredients. Among foods that did not declare GM ingredients (sets B and C), 50.1% (n = 2,410) contained at least one of the 20 GM ingredients previously identified in set A products and were categorized into set B. GM ingredients were present in all food groups, and most frequently in sauces, ready-made seasonings, broths, soups and ready-to-eat dishes (77.3%); sweet products (69.6%); and bakery products (59.9%). A maximum of 13 potential GM ingredients in a single food product was observed. Systematic search of the literature revealed 28 products and by-products derived from GMO with applications in the food industry including soybean, corn, cotton, and yeast. In the ingredients lists of the 5,048 foods analyzed, there were 101 distinct nomenclatures for these products and by-products. More than half of the food varieties (63.8%) and total quantities (64.5%) that foods most commonly consumed by the Brazilian population contained at least one potential GM ingredient. This study highlights the need for actions to ensure consumers' rights to information about the presence of potential GM products and by-products in foods. To this end, what stands out is the importance of enforcing food industry compliance with GMO labelling legislation; the need for reviewing labelling legislation to ensure that packaged foods containing any percentage of GM products and by-products are labeled accordingly; and the need to standardize the terminology used to indicate the origin of ingredients (e.g., hydrogenated soybean oil) so that consumers can exercise their rights to make informed food choices.

Keywords: Genetically modified organisms; genetically modified foods; food labelling; food labels; packaged foods.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Estrutura geral da tese..... | 35 |
| Figura 2 - Avaliação de risco ambiental para uma planta geneticamente modificada na Europa..... | 63 |
| Figura 3 - Classificação das regulamentações de rotulagem de alimentos geneticamente modificados. | 107 |
| Figura 4 - Esquema de detecção e quantificação de organismos geneticamente modificados de acordo com a regulamentação de rotulagem de organismos geneticamente modificados no Brasil..... | 115 |
| Figura 5 - Representação esquemática do embasamento teórico deste estudo, destacando a lacuna teórica, contribuição científica e a proposta..... | 122 |
| Figura 6 - Etapas da pesquisa. | 130 |
| Figura 7 - Exemplo do rótulo de alimento coletado pertencente ao grupo 1, subgrupo 8, conforme a RDC nº 359/2003. | 136 |
| Figura 8 – Amostra do estudo. | 140 |
| Figura 9 – Etapas do estudo que compõem cada manuscrito da tese..... | 146 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Descritores utilizados para a busca de artigos a serem utilizados na revisão bibliográfica..... | 36 |
| Quadro 2 - Plantas GM e razões das modificações genéticas (continua)..... | 38 |
| Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).... | 44 |
| Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (continua)..... | 69 |
| Quadro 5 - Evidências que comprovam a não equivalência substancial de algumas plantas geneticamente modificadas (continua)..... | 84 |
| Quadro 6 - Plantas geneticamente modificadas e derivados que podem ser encontrados em produtos alimentícios brasileiros..... | 89 |
| Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua)..... | 92 |
| Quadro 8 - Grupos de alimentos conforme RDC nº 359/2003..... | 102 |
| Quadro 9 - Diferenças entre os países em relação às normas de rotulagem de alimentos geneticamente modificados (continua)..... | 111 |
| Quadro 10 - Diferenças entre os Decretos nº 3.871/2001, nº 4.680/2003, a Lei de Biossegurança nº 11.105/2005, o Projeto de Lei nº 4.148/2008 e o Projeto de Lei da Câmara nº 34/2015 (continua)..... | 118 |
| Quadro 11 - Variáveis relacionadas à identificação dos alimentos e respectivos indicadores..... | 126 |
| Quadro 12 - Variáveis relacionadas à declaração da presença de OGM no rótulo dos alimentos..... | 127 |
| Quadro 13 - Variáveis relacionadas à identificação de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas no Brasil..... | 128 |
| Quadro 14 – Grupos de alimentos segundo a resolução RDC nº 359/2003..... | 133 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 15 – Análises a serem realizadas para cada informação coletada dos rótulos dos alimentos incluídos no banco..... | 141 |
| Quadro 16 – Unitermos definidos para a realização de revisão de literatura com busca sistemática para identificar produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas para consumo no Brasil, divididos por temas, com indicação das combinações a serem realizadas na busca..... | 143 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABIA - Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação
- ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados
- ABRASCO - Associação de Saúde Coletiva
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil.
- ARA - Avaliação de Riscos Ambientais
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Ministério da Educação do Brasil
- CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica
- CDC - Código de Defesa do Consumidor
- CIB - Conselho de Informações sobre Biotecnologia
- CFN - Conselho Federal de Nutricionistas
- CNBS - Conselho Nacional de Biossegurança
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil
- CONSEA - Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
- CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
- DeCS - Descritores em Ciências da Saúde
- DHAA - Direito Humano à Alimentação Adequada
- DNA - Ácido desoxirribonucleico
- EASAC - *European Academies Science Advisory Council*
- EFSA - *European Food Safety Authority*
- EIA - Estudo de Impacto Ambiental
- ELISA - Ensaio Imunoabsorvente ligado a enzima
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPA - *Environmental Protection Agency*
- ES - Equivalência Substancial
- FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- FDA - *Food and Drug Administration*
- GAPB - Guia Alimentar para a População Brasileira
- GEA - Grupo de Estudos da Agrobiodiversidade
- GM - Geneticamente Modificado
- IARC - *International Agency for Research on Cancer*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCA - Instituto Nacional de Câncer
ISAAA - *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*
LMR - Limite Máximo Residual
LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
LOSAN - Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MeSH - *Medical Subject Headings*
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MS - Ministério da Saúde
NBFDS - *National Bioengineered Disclosure Standard*
NUPPRE - Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições
OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OGM - Organismo Geneticamente Modificado
OMS - Organização Mundial da Saúde
PARA - Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos
PCR - Reação em Cadeia da Polimerase
PLC - Projeto de Lei da Câmara
PNAN - Política Nacional de Alimentação e Nutrição
PNB - Política Nacional de Biossegurança
PNSAN - Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
POF - Pesquisa de Orçamentos Familiares
PPGN - Programa de Pós-Graduação em Nutrição
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada do Brasil
RIMA - Relatório de Impacto no Meio Ambiente
SAN - Segurança Alimentar e Nutricional
SciELO - *Scientific Electronic Library Online*
UE - União Europeia
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
USDA - *United States Department of Agriculture*
WHO - *World Health Organization*

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 23 |
| 1.1 APRESENTAÇÃO E INSERÇÃO DO ESTUDO..... | 23 |
| 1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA | 25 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 29 |
| 1.3.1 Objetivo geral | 29 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 29 |
| 1.4 RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO... .. | 29 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 36 |
| 2.1 ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS | 37 |
| 2.1.1 Conceito e histórico no mundo..... | 37 |
| 2.1.2 Organismos geneticamente modificados no Brasil | 42 |
| 2.2 ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NO CONTEXTO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL | 56 |
| 2.2.1 Os organismos geneticamente modificados, a saúde e o meio ambiente..... | 58 |
| 2.2.2 O conceito de equivalência substancial e os organismos geneticamente modificados ... | 79 |
| 2.2.3 Avaliação de segurança de organismos geneticamente modificados | 82 |
| 2.2.4 Presença de organismos geneticamente modificados em alimentos comercializados no mundo e no Brasil..... | 88 |
| 2.3 ROTULAGEM DE ALIMENTOS E DIREITO À INFORMAÇÃO NO ÂMBITO DA SEGURANÇA ALIMENTAR DE ALIMENTOS GENETICAMENTE MODIFICADOS . | 100 |
| 2.3.1 Rotulagem de alimentos geneticamente modificados: abordagens internacionais e marco legal brasileiro | 103 |
| 2.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO | 120 |
| 3 MÉTODO..... | 123 |
| 3.1 DEFINIÇÃO DOS TERMOS RELEVANTES PARA A PESQUISA..... | 123 |
| 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO | 125 |
| 3.3 ETAPAS DA PESQUISA | 128 |
| 3.4 ETAPA 1: ESTUDO TIPO CENSO | 131 |
| 3.4.1 Critérios para seleção do local de estudo..... | 131 |
| 3.4.2 Critérios para inclusão e exclusão dos alimentos | 132 |
| 3.4.3 Elaboração e pré-teste de formulário eletrônico..... | 132 |

| | |
|--|------------|
| 3.4.4 Recrutamento e treinamento teórico-prático com coletadores..... | 134 |
| 3.4.5 Coleta de dados no supermercado e controle de qualidade | 135 |
| 3.5 ETAPA 2: IDENTIFICAÇÃO DE INGREDIENTES GM | 135 |
| 3.5.1 Coleta das informações contidas na lista de ingredientes dos alimentos..... | 135 |
| 3.5.2 Mineração de texto..... | 137 |
| 3.6 ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO NA LITERATURA CIENTÍFICA DOS PRODUTOS E SUBPRODUTOS DERIVADOS DE CULTURAS GM..... | 141 |
| 3.6.1 Formulação da pergunta norteadora e critérios de busca..... | 142 |
| 3.6.2 Coleta, tratamento e análise dos dados | 144 |
| 3.7 ETAPA 4: PRESENÇA DE PRODUTOS E SUBPRODUTOS POSSIVELMENTE GM NOS ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO BRASILEIRA..... | 145 |
| 3.7.1 Obtenção dos alimentos mais consumidos pela população brasileira segundo dados de consumo da Pesquisa de Orçamentos Familiares | 145 |
| 3.7.2 Identificação de ingredientes possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira a partir do banco de dados do estudo tipo censo | 146 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 147 |
| 4.1 ARTIGO 1..... | 147 |
| 4.2 ARTIGO 2..... | 168 |
| 4.3 ARTIGO 3..... | 201 |
| 4.4 ARTIGO 4..... | 219 |
| 4.5 RESULTADOS COMPLEMENTARES | 226 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 238 |
| 5.1 PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES | 238 |
| 5.2 CONCLUSÕES | 240 |
| 5.2.1 Conclusões sobre o percurso de formação da doutoranda..... | 240 |
| 5.2.2 Conclusões do estudo | 241 |
| 5.3 RECOMENDAÇÕES..... | 244 |
| REFERÊNCIAS | 249 |
| APÊNDICES | 280 |
| APÊNDICE A – Manual para coleta de dados..... | 280 |
| APÊNDICE B – Mapeamento do supermercado..... | 286 |
| APÊNDICE C – Resumos apresentados em congresso..... | 287 |
| APÊNDICE D – Nota de imprensa | 294 |
| ANEXOS | 300 |
| ANEXO A – Grupos e subgrupos de alimentos – RDC nº 359 de 2003..... | 300 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO E INSERÇÃO DO ESTUDO

Este trabalho constitui-se em uma tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), como parte integrante da linha de pesquisa III – Nutrição em Produção de Refeições e Comportamento Alimentar, no âmbito do Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE).

A temática sobre alimentos geneticamente modificados (GM) já tem sido discutida com foco na segurança alimentar¹ e sua escolha teve origem a partir da experiência e participação da orientadora desta tese, a professora Suzi Barletto Cavalli, na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), na condição de especialista em Agricultura Familiar² de 2011 a 2014 e no Grupo de Estudos Agrobiodiversidade (GEA) do Ministério do Desenvolvimento Agrário, de 2011 a 2015. A partir dessa experiência, a autora e a professora orientadora da presente tese participaram de atividades envolvendo a discussão sobre Organismos Geneticamente Modificados (OGM), com o projeto “Capacitação em Biodiversidade e Biorrisco: Cooperação Brasil-Noruega”, firmado entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Genok (*Co-operative Brazil - Norway Initiative for Competence Building in Biodiversity and Biosafety*). No entanto, este será o primeiro estudo voltado para a investigação da rotulagem de alimentos geneticamente modificados (GM).

Já a temática de rotulagem vem sendo estudada pelo NUPPRE desde 2006. A partir de 2009, foram desenvolvidos estudos sobre a análise de rótulos de alimentos industrializados em supermercados, com foco na gordura trans³; na porção e medida caseira declaradas na informação nutricional⁴; na rotulagem de sal/sódio em alimentos industrializados⁵ voltados para o público infantil⁶, rotulagem de açúcares⁷ e com alegação *diet/light*⁸ e Informação

¹ CAVALLI, 2001.

² DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2013.

³ KLIEMANN et al., 2009; KRAEMER et al., 2010; SILVEIRA, 2011; HISSANAGA et al., 2012; MACHADO, P. P. et al., 2012; SILVEIRA et al., 2013a; SILVEIRA et al., 2013b.

⁴ KLIEMANN, 2012.

⁵ MARTINS, 2012.

⁶ KRAEMER, 2013.

⁷ SCAPIN, 2016.

⁸ NISHIDA, 2013.

Nutricional Complementar em rótulos de alimentos industrializados direcionados a crianças⁹. Ainda no tema rotulagem, desde 2006 vêm sendo desenvolvidas pesquisas sobre informação alimentar e nutricional em restaurantes¹⁰.

Cursei mestrado no PPGN/UFSC de 2011 a 2013, no âmbito do NUPPRE e fui orientada pela professora Suzi Barletto Cavalli. Tive a oportunidade de me aproximar da temática de alimentos de rua, com foco nas qualidades higiênico-sanitária e regulamentar. Ainda finalizando o mestrado, prestei seleção para o doutorado em Nutrição na UFSC, optando por continuar minha formação no PPGN/UFSC. Esta escolha se deu por ser o primeiro programa a ter uma linha de pesquisa específica de Nutrição em Produção de Refeições e Comportamento Alimentar, pela oportunidade de permanecer no grupo de pesquisa referência do país na área, bem como pela possibilidade de desenvolver trabalhos nas temáticas de meu interesse. Por fim, por entender a importância da temática e por me sentir assim mais inserida no contexto de Nutrição em Produção de Refeições, aceitei o desafio de trabalhar a rotulagem de alimentos GM, tema até então inédito para mim.

A partir da análise de publicações científicas sobre a temática de rotulagem de alimentos GM em 2013, ano de entrada no doutorado do PPGN/UFSC, foi possível constatar que essa questão ainda era pouco discutida no Brasil. Ao considerar especificamente a análise de rótulos identificando a presença OGM em alimentos, não foi identificada nenhuma publicação no país. Assim, delineou-se o tema da presente tese, com o intuito de investigar o panorama brasileiro sobre a identificação de OGM nos rótulos em alimentos.

Essa tese está inserida no *Hub América Latina - UFSC* e no projeto “Capacitação em Biodiversidade e Biorrisco: Cooperação Brasil-Noruega”, firmado entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Genok (*Co-operative Brazil - Norway Initiative for Competence Building in Biodiversity and Biosafety*), vinculado à Universidade de Tromsø e financiado pela Agência Norueguesa de Cooperação para o Desenvolvimento (NORAD), na Noruega. Também é parte integrante do projeto intitulado “Rotulagem nutricional em alimentos industrializados brasileiros: análise multitemática sobre a utilização pelo consumidor e influência nas escolhas”, coordenado pela professora Rossana Pacheco da Costa Proença e financiado pela Chamada Nº 05/2014 – Pesquisas em Vigilância Sanitária, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ANVISA, sob

⁹ MACHADO, P. P. et al., 2012; RODRIGUES, 2013.

¹⁰ FERNANDES, 2015; OLIVEIRA, 2016.

número de processo 440040/2014-0. O projeto também engloba outras teses e dissertações do PPGN/UFSC, bem como trabalhos de conclusão do curso de graduação em nutrição da UFSC.

1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

A agricultura é uma prática antiga de produção de alimentos que faz parte da história alimentar dos povos. Ela se desenvolveu com a introdução do arado, com a rotação de cultivos e com a utilização de novas técnicas de plantio, como o melhoramento genético. Nos últimos 20 anos, observam-se técnicas como alterações no código genético de plantas, que não poderiam ser obtidas naturalmente, pela impossibilidade de salto de barreiras entre espécies não aparentadas (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Essas alterações no DNA (ácido desoxirribonucleico) de organismos vivos originaram os Organismos Geneticamente Modificados (OGM), também conhecidos como transgênicos. Os OGM são definidos como organismos cujo material genético (ADN/ARN) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética (BRASIL, 2005a). Plantas geneticamente modificadas podem ser definidas como organismos que tiveram seu material genético alterado por métodos que não aqueles naturais, como o acasalamento e a recombinação genética (NODARI; GUERRA, 2001).

Em 1994, nos Estados Unidos da América (EUA), a *Food and Drug Administration* (FDA) aprovou o primeiro alimento geneticamente modificado (GM) para consumo humano. O tomate “*Flavr Savr*”, desenvolvido pela empresa Calgene, teve uma modificação genética para retardar sua maturação após colheita. Atualmente, existem mais de 200 variedades GM diferentes aprovadas no mundo para consumo humano e animal, para as espécies de soja, milho, algodão, canola, batata, abóbora, beterraba, tomate, maçã, arroz, mamão, entre outros, sendo o milho, a soja e o algodão os mais cultivados (JAMES, 2016).

Estas plantas GM serão consumidas diretamente como alimento (como soja e milho em grão) ou darão origem a subprodutos que serão utilizados como ingredientes alimentares (como lecitina de soja e amido de milho) em produtos alimentícios (BAWA; ANILAKUMAR, 2013) ou ainda na fabricação de ração para animais, que servirão de alimento ao homem (VERCESI et al., 2009).

Além das plantas GM, outros produtos derivados da engenharia genética incluem microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos, que podem fazer parte do processo produtivo de alimentos, como pães, produtos lácteos, queijos, vinhos e cerveja, entre outros (EUROPEAN COMMISSION, 2004).

Os países que lideram a produção mundial de plantas GM, com destaque para soja, milho e algodão, são Estados Unidos da América (EUA), Brasil e Argentina (EASAC, 2013; JAMES, 2016).

No Brasil, entre 1998 e 2018, já foram aprovadas para cultivo e liberadas para consumo 44 variedades GM de milho, 16 de soja e 15 de algodão, o que contribui para que cerca de 96,5% da soja, 88,4% do milho e 78,3% do algodão produzidos no país sejam GM (JAMES, 2016; CTNBIO, 2018). Destaca-se que, por não existir uma estatística oficial de cultivo de OGM no país, estes dados foram obtidos de organizações formadas pelas próprias empresas de biotecnologia. Tais variedades expressam proteínas que conferem resistência a insetos ou tolerância a herbicidas, ou ambas as características na mesma planta. Além destas, também estão liberadas para consumo uma levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e uma variedade de feijão GM, que ainda não está disponível para consumo (CTNBIO, 2018).

Outras plantas GM aprovadas incluem uma variedade de eucalipto que contém um gene que atua alongando a parede das fibras de celulose, aumentando a produtividade, e uma variedade de cana-de-açúcar resistente a insetos. As principais implicações destas plantas GM na alimentação humana estão relacionadas à contaminação de produtos naturais como o mel produzido a partir de flores de eucalipto GM e o açúcar derivado da cana-de-açúcar GM (CTNBIO, 2018).

Em virtude da grande produção agrícola, do baixo custo e diferentes finalidades para a indústria alimentícia, os ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas de soja, milho e algodão são amplamente utilizados na composição de alimentos (DREWNOWSKI, 2003; SINGH et al., 2008) e estão cada vez mais presentes na alimentação da população (FAO, 2014). Segundo o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB, 2014), estima-se que quase todos os alimentos industrializados contenham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho.

Estudos têm demonstrado danos decorrentes do consumo de alimentos GM na saúde, principalmente quando considerados os agrotóxicos associados (LANDRIGAN; BENBROOK, 2015). Em animais, observou-se lesão e toxicidade hepática e renal, bem como o surgimento de tumores em ratos alimentados com milho GM (VENZKE, 2006; DE VENDOMOIS et al., 2009; MAGANA-GOMEZ; DE LA BARCA, 2009; SÉRALINI et al., 2012; ANDREASSEN et al., 2014; SERALINI et al., 2014), inflamação no estômago em suínos alimentados com soja e milho GM (CARMAN et al., 2013) e danos às membranas mucosas da superfície do jejuno em ratos alimentados com milho GM (IBRAHIM; OKASHA, 2016).

Em humanos, esses danos foram associados a problemas neurológicos, alterações hormonais, infertilidade, câncer, leucemia, asma, diabetes, obesidade, desordens gastrointestinais, depressão, doença cardíaca, autismo, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, e doença celíaca (SHAO; CHIN, 2011; WEINTRAUB, 2011; NARAYAN et al., 2013; SAMSEL; SENEFF, 2013a; b; THONGPRAKASANG et al., 2013; AMARAL, 2014; FRIEDRICH, 2014; STARLING et al., 2014; SWANSON et al., 2014; MOISAN et al., 2015; KOUTROS et al., 2016; PRESUTTI et al., 2016; HICKS et al., 2017; KIM et al., 2017).

A maioria dos OGM, especialmente os mais consumidos atualmente, foi desenvolvida com exclusiva finalidade agrônômica, para se tornarem tolerantes a herbicidas ou resistentes a insetos (NODARI; GUERRA, 2003). Salienta-se ainda que o herbicida mais utilizado em cultivos GM em todo o mundo, o glifosato, foi classificado como um provável cancerígeno pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) da Organização Mundial da Saúde (IARC/WHO, 2015).

Em relação aos riscos ambientais, segundo Nodari e Guerra (2001), os OGM representam uma ameaça à biodiversidade, por contribuírem para o aumento no uso de agrotóxicos nas lavouras e pela contaminação de sementes crioulas por pólen ou grãos GM. Esta contaminação pode ocorrer acidentalmente no momento da compra de sementes, durante a produção e colheita no campo, nos locais de armazenamento e transporte e durante o processamento industrial (MARVIER; VAN ACKER, 2005; PRICE; COTTER, 2014).

Diante das incertezas científicas em relação aos riscos e efeitos dos OGM sobre a saúde humana e o meio ambiente, medidas devem ser adotadas a fim de evitar danos futuros. Nesse sentido, a Convenção sobre Diversidade Biológica, a qual o Brasil ratificou, incluiu o princípio da precaução, que preconiza medidas contra riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, ainda não podem ser identificados (UNITED NATIONS, 1992; SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000; MYHR; TRAAVIK, 2003). Países como Áustria, Alemanha, Hungria e França são contrários à produção de OGM (EASAC, 2013; JAMES, 2016).

Assim, considerando o princípio da precaução e o direito da população a ter informações sobre os alimentos consumidos, garantido pelo Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990), é essencial que ocorra a identificação de OGM em rótulos de alimentos. A rotulagem é uma maneira de informar o consumidor sobre o alimento que está consumindo e, assim, possibilitar escolhas e decisões bem informadas.

A Comissão do *Codex Alimentarius* tem trabalhado desde meados da década de 1990 para chegar a um consenso sobre as normas internacionais de rotulagem de alimentos com

OGM, o que não ocorreu até o momento. A última reunião do grupo de trabalho foi realizada no ano de 2003 (WHO/FAO, 2007), não ocorrendo mais encontros desde então. Ademais, as normas de rotulagem de alimentos estabelecidas no Mercosul também não apresentam recomendações específicas de rotulagem dos produtos produzidos a partir de OGM e seus derivados. Isto tem contribuído para o surgimento de diferentes formas e propostas de rotulagem de alimentos GM entre os países (GRUÈRE; RAO, 2007).

No ano de 2003, o governo brasileiro, por meio do Decreto nº 4.680/2003 (BRASIL, 2003a), tornou obrigatória a rotulagem de alimentos que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM, quando o produto contiver mais de 1% de OGM. Para complementar este decreto, o Ministério da Justiça, por meio da Portaria nº 2.658/2003 (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2003), estabeleceu a identificação visual e gráfica do símbolo que indica a presença de OGM no alimento, que consiste na letra “T” (transgênico) no centro de um triângulo amarelo.

Ademais, a Lei nº 11.105/2005, no Art. 40, determina que os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM ou derivados deverão informar a presença destes em seus rótulos (BRASIL, 2005).

No entanto, em 2015 foi aprovado na Câmara dos Deputados do Congresso Nacional, o Projeto de Lei nº 4.148/2008 (no Senado, Projeto de Lei da Câmara – PLC nº 34/2015), que prevê a retirada deste símbolo do rótulo de alimentos GM, substituindo-o por expressões como: “(nome do produto) transgênico” ou “contém (nome do ingrediente) transgênico” (BRASIL, 2008b). O Projeto recebeu parecer favorável na Comissão de Agricultura e Reforma Agrária (setembro/2017) e Comissão de Meio Ambiente (abril/2018) e parecer contrário na Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (outubro/2015) e na Comissão de Assuntos Sociais (março/2018), que o avaliaram e atualmente está em tramitação e análise no Senado Federal (BRASIL, 2015).

A legislação brasileira de rotulagem de OGM permite que os produtos alimentícios que apresentam menos de 1% de OGM fiquem isentos da obrigatoriedade da rotulagem. Contudo, isso não significa que sejam, de fato, livres de OGM. Além disso, existe um elevado risco de contaminação de sementes crioulas por sementes GM ao longo da cadeia de produção do alimento. Diante desse cenário, observa-se a importância da análise de rótulos de alimentos para verificar a presença de ingredientes possivelmente GM em informações disponibilizadas aos consumidores.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Analisar a presença de produtos e subprodutos derivados de OGM em alimentos comercializados no Brasil e nos alimentos mais consumidos pela população e a conformidade da rotulagem com as regulamentações brasileiras.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os alimentos disponíveis em supermercado que declaram a presença de OGM no rótulo, por meio do símbolo e/ou da espécie doadora de genes;
- b) Identificar e descrever os produtos e subprodutos GM contidos em alimentos comercializados no Brasil que declaram a presença de OGM nos rótulos;
- c) Verificar a presença de produtos e subprodutos passíveis de serem GM em alimentos similares que não declaram a presença de OGM;
- d) Realizar revisão com busca sistemática na literatura científica a fim de identificar os produtos e subprodutos derivados de culturas GM e as respectivas nomenclaturas encontradas em rótulos de alimentos.
- e) Analisar a presença de produtos e subprodutos possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira, com base nos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares.

1.4 RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO

A comercialização e o cultivo de OGM são questões centrais no cenário alimentar atual e têm gerado controvérsias, principalmente, devido aos interesses políticos e econômicos que envolvem sua utilização (NODARI; GUERRA, 2001). Além disso, não existe um consenso na comunidade científica em relação à segurança do uso e consumo de OGM para a saúde humana e animal e para o meio ambiente (HILBECK et al., 2015).

Segundo Domingo e Bordonaba (2011), quase a totalidade dos estudos que afirmam que os alimentos GM são seguros e nutritivos foram realizados por empresas de biotecnologia moderna ou associados, responsáveis pela comercialização de plantas GM. Além disso, os autores destacam a escassez de estudos independentes e sem conflitos de interesse avaliando a segurança de plantas GM e seus impactos ambientais.

Autores também destacam a falta de evidências científicas e estudos toxicológicos de longo prazo que garantam que alimentos GM sejam seguros para a saúde. Embora nos últimos anos tenha havido um aumento de publicações sobre o tema, os resultados desses estudos não são concordantes ou mesmo contraditórios, sugerindo conflitos de interesse (DOMINGO ROIG; GOMEZ ARNAIZ, 2000; PATEL et al., 2005; DOMINGO, 2007; DOMINGO; BORDONABA, 2011; SNELL et al., 2012; ZDZIARSKI et al., 2014). Ademais, não foram encontrados estudos que estabeleçam um percentual seguro de consumo destes alimentos.

A liberação comercial dos OGM no Brasil contribuiu para o país atingir o segundo lugar em extensão de plantio (JAMES, 2016) e o primeiro lugar no *ranking* mundial de consumo de agrotóxicos (CARNEIRO et al., 2015), uma vez que o cultivo dessas sementes GM exige o uso de elevadas quantidades destes produtos (CATACORA-VARGAS et al., 2012; LANDRIGAN; BENBROOK, 2015). Todas as plantas GM liberadas até agora no país foram desenvolvidas com exclusiva finalidade agrônômica, para se tornarem tolerantes a herbicidas e/ou resistente a insetos (CTNBIO, 2018), sem nenhuma declaração positiva para aspectos nutricionais.

A presença cada vez maior dos OGM na alimentação gera preocupações em relação à sua segurança (DONA; ARVANITOYANNIS, 2009), uma vez que estudos independentes já associam o consumo de OGM e seus agrotóxicos a danos à saúde (LANDRIGAN; BENBROOK, 2015). Em animais, observou-se toxicidade hepática e renal, bem como o surgimento de tumores em ratos alimentados com milho GM (DE VENDOMOIS et al., 2009; MAGANA-GOMEZ; DE LA BARCA, 2009; SERALINI et al., 2014), inflamação no estômago em suínos alimentados com soja e milho GM (CARMAN et al., 2013) e danos às membranas mucosas da superfície do jejuno em ratos alimentados com milho GM (IBRAHIM; OKASHA, 2016).

Em humanos, são apontados danos associados a problemas neurológicos, alterações hormonais, infertilidade, câncer, leucemia, asma, diabetes, obesidade, desordens gastrointestinais, depressão, doença cardíaca, autismo, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, e doença celíaca (SHAO; CHIN, 2011; WEINTRAUB, 2011; NARAYAN et al., 2013; SAMSEL; SENEFF, 2013a; b; THONGPRAKAISANG et al., 2013; AMARAL, 2014; STARLING et al., 2014; SWANSON et al., 2014; MOISAN et al., 2015; KOUTROS et al., 2016; PRESUTTI et al., 2016; HICKS et al., 2017; KIM et al., 2017).

Além disso, salientam-se seus riscos em virtude da possível resistência bacteriana aos antibióticos empregados na modificação genética, o aumento das alergias alimentares às

novas proteínas, a toxicidade e a alergenicidade (PUSZTAI, 2001; NODARI; GUERRA, 2003; BAWA; ANILAKUMAR, 2013; ANDREASSEN et al., 2014).

Neste contexto, políticas nacionais, como a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) (BRASIL, 2013) e órgãos como o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA, 2014a) e Conselho Federal de Nutricionistas (CFN, 2012), visando garantir a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) da população, recomendam a exclusão dos alimentos GM na alimentação, até que mais estudos em relação à sua segurança sejam realizados.

Isso porque, diante da falta de um consenso na comunidade científica sobre os riscos dos OGM para a saúde e o meio ambiente, deve ser adotado o Princípio da Precaução. Este princípio preconiza a adoção de medidas contra riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, ainda não podem ser identificados (UNITED NATIONS, 1992; SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000; MYHR; TRAAVIK, 2003).

Dessa forma, considerando o Princípio da Precaução e tendo em vista que o direito da população a informações sobre os alimentos consumidos é garantido pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC), é importante que ocorra a identificação da presença de OGM em rótulos de alimentos. A rotulagem permite rastrear a origem do alimento, bem como realizar seu monitoramento após ser introduzido no mercado, possibilitando estudos de eventuais efeitos adversos à saúde humana e animal (BRASIL, 1990; CARNEIRO et al., 2015).

O *Codex Alimentarius* não chegou ainda a consenso sobre uma diretriz internacional de rotulagem para alimentos GM, o que tem contribuído para o surgimento de diferentes formas e propostas de rotulagem de OGM entre os países (WHO, 2005). Ademais, observa-se uma escassez de discussão científica sobre as legislações de rotulagem de OGM, sendo encontrados apenas dois estudos sobre regulamentações internacionais de rotulagem de alimentos GM (GRUÈRE; RAO, 2007; COSTA; MARIN, 2011).

Os subprodutos derivados de soja, milho e algodão GM são amplamente utilizados pela indústria alimentícia, pela grande produção agrícola, por seu baixo custo e finalidades (DREWNOWSKI, 2003; SINGH et al., 2008), estando cada vez mais presentes na alimentação da população (FAO, 2014). A presença de ingredientes derivados de OGM na alimentação humana é também evidenciada por estudos sobre detecção de OGM em alimentos (como produtos a base de soja e milho, carnes processadas, fórmulas infantis, etc.) por meio de métodos laboratoriais (CARDARELLI et al., 2005; GREINER et al., 2005; BROD; ARISI, 2007; BROD et al., 2007; DINON et al., 2008; GREINER; KONIETZNY,

2008; TASKI-AJDUKOVIC et al., 2009; BRANQUINHO et al., 2010; DINON et al., 2010; RABIEI et al., 2013; VILJOEN; MARX, 2013; FERNANDES et al., 2014). Nenhuma destas pesquisas, no entanto, analisa a lista de ingredientes no rótulo destes alimentos ou discute aspectos importantes da legislação de rotulagem de OGM, como proposto neste trabalho. Além disso, estes estudos analisam apenas algumas amostras de alimentos, diferenciando-se da presente proposta, que busca identificar todos os alimentos com ingredientes possivelmente GM, a partir da realização de censo em supermercado.

Destaca-se ainda que foi encontrado apenas um estudo que avaliou a disponibilidade de alguns alimentos GM em supermercados no Canadá e na França, mas com uma discussão voltada para as regras de mercado e o comportamento do consumidor frente a estes alimentos (GRUÈRE, 2006). Dessa forma, ressalta-se a importância da temática, ainda pouco explorada por pesquisadores da área da saúde e nutrição.

Diante do exposto, a **originalidade** e a contribuição científica da presente tese residem no fato de não terem sido encontrados artigos na literatura científica brasileira e estrangeira sobre a análise da rotulagem, em especial da lista de ingredientes de alimentos GM comercializados em supermercados. Além disso, destaca-se a falta de estudos que abordem uma discussão aprofundada sobre a presença de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos de soja e milho na alimentação da população brasileira. Assim, observa-se uma lacuna a ser preenchida com a realização de estudos sobre esta temática, aprofundando a discussão da rotulagem de alimentos GM.

Em relação à contribuição para o conhecimento, observam-se contribuições teóricas e práticas em decorrência dos resultados da tese. A **contribuição teórica** centra-se na proposta de uma abordagem analítica diferenciada sobre a rotulagem de alimentos GM, por meio da identificação dos ingredientes contidos em alimentos que declaram a presença de OGM no rótulo e a comparação dos ingredientes destes alimentos com ingredientes de alimentos similares por meio da técnica de mineração de texto. A presente tese também revela a elevada presença de ingredientes possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pelos brasileiros, por meio da análise de rótulos de alimentos disponíveis em um supermercado.

Com relação à **contribuição prática**, o presente estudo fornece uma lista de nomenclaturas de ingredientes provenientes de subprodutos derivados de soja, milho e algodão, possivelmente GM, elaborada a partir da identificação destes ingredientes em rótulos de alimentos. Além disso, fornece uma análise sobre a rotulagem de OGM em alimentos comercializados no país e contribui para registrar as possíveis fragilidades existentes na legislação brasileira de rotulagem de OGM, fomentando discussões sobre possíveis revisões

na legislação e, conseqüentemente, na fiscalização. Esta tese visa também contribuir para a elaboração de ações e políticas públicas voltadas para a garantia do direito à informação ao consumidor sobre a presença de OGM nos alimentos, com vistas à segurança alimentar e nutricional (SAN) da população, considerando o Princípio da Precaução.

1.4 ESTRUTURA GERAL DA TESE

O percurso de desenvolvimento da tese está descrito em sete capítulos. O primeiro contempla a introdução, incluindo apresentação da temática de estudo, do problema, justificativa, pergunta de partida, objetivos gerais e específicos da tese, relevância, originalidade, contribuição para o conhecimento, bem como a apresentação da estrutura geral deste documento.

O segundo capítulo consiste no referencial teórico que embasa o estudo, iniciando-se com definições e um breve histórico do surgimento dos OGM no mundo e as aprovações comerciais no Brasil. Em seguida, aborda os OGM no contexto da SAN, discorrendo sobre seus efeitos à saúde e ao meio ambiente, os conceitos de equivalência substancial, avaliação de risco e o Princípio da Precaução. Também são demonstrados estudos sobre a presença de OGM em alimentos e estudos de detecção de OGM em alimentos. Por fim, é abordado o tópico de rotulagem de alimentos, contemplando as legislações a nível mundial e no Brasil, bem como a discussão do direito do consumidor à informação. A conclusão do capítulo traz um esquema de abordagem do referencial teórico, culminando com lacunas teóricas identificadas, expondo o objetivo geral da tese.

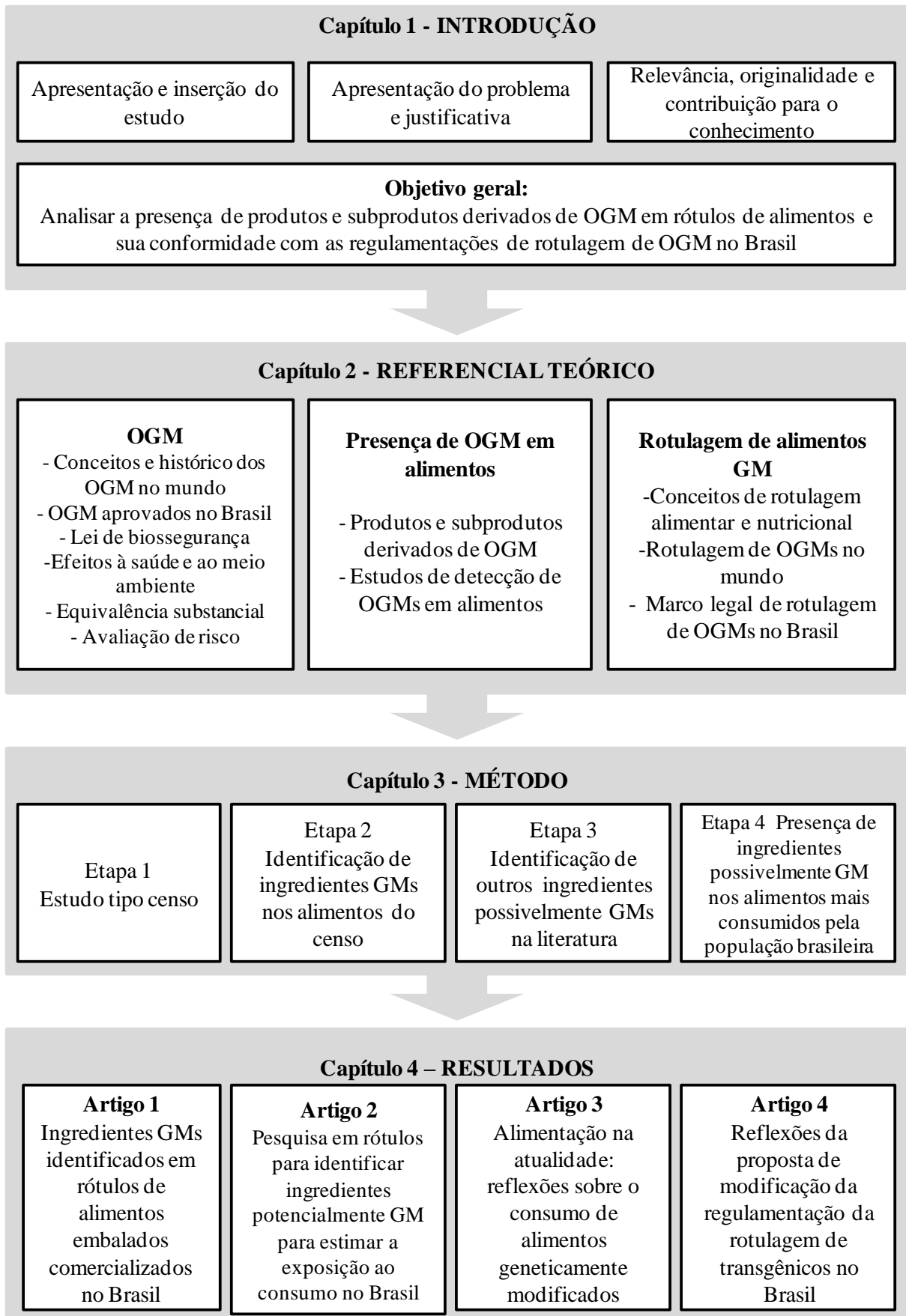
No terceiro capítulo é descrito o método da pesquisa, iniciando-se com a definição de termos relevantes para a pesquisa, a caracterização do estudo e o modelo de análise, com a definição das variáveis e seus indicadores. Em seguida, são detalhadas as etapas da pesquisa, iniciando com o estudo tipo censo, onde são especificados os critérios para seleção do local do estudo, critérios para inclusão e exclusão dos alimentos, elaboração e pré-teste de formulário eletrônico, recrutamento e treinamento teórico-prático com coletadores, coleta de dados no supermercado e controle de qualidade. A segunda etapa compreende o tratamento e análise dos dados, onde é descrita a coleta das informações das listas de ingredientes dos alimentos e a análise por meio da mineração de texto. A terceira etapa inclui as etapas da revisão de literatura com busca sistemática para a identificação dos ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas para consumo no Brasil e sua aplicação na indústria de alimentos. Por fim, na última etapa é descrita a análise da presença de ingredientes possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira.

O quarto capítulo traz os resultados e discussão da tese, incluindo o manuscrito sobre ingredientes GM identificados em rótulos de alimentos embalados comercializados no Brasil e sua conformidade com a legislação brasileira de rotulagem de OGM, submetido ao periódico *Journal of Food Composition and Analysis*; o artigo sobre a identificação de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM em alimentos embalados, analisando a presença desses ingredientes nos alimentos mais consumidos pela população brasileira, publicado na *Public Health Nutrition*. Também foi incluído um terceiro manuscrito com reflexões sobre a temática, que foi submetido a convite da *Revista Agroecología* e está em fase de publicação. O quarto manuscrito, a ser submetido para a *Revista de Nutrição*, refere-se a um artigo de comunicação que traz algumas reflexões sobre os achados do presente estudo no atual contexto da desregulamentação da rotulagem de OGM no Brasil. Resultados complementares de análises realizadas após a publicação do segundo manuscrito resultante da tese também são apresentados com o intuito de serem posteriormente explorados em outra publicação.

O quinto e último capítulo apresenta as considerações finais da tese, onde se discorre sobre suas limitações e pontos fortes da tese, as conclusões e as recomendações provenientes do estudo. Na sequência, são apresentados referências, apêndices e anexos.

A Figura 1 resume em forma de esquema a estrutura geral da tese.

Figura 1 - Estrutura geral da tese.



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o referencial teórico sobre a temática da tese. Para estruturá-lo, foram realizadas buscas na literatura científica utilizando-se o portal Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e as bases de dados *Scopus*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Google acadêmico*.

Foram consultados também livros, teses e dissertações, anais de congressos e sites de órgãos oficiais nacionais e internacionais, bem como a Plataforma Lattes e o Diretório de Grupo de pesquisa do CNPq. Além disso, utilizou-se a técnica de “bola de neve”, realizando-se busca de estudos nas referências dos estudos encontrados.

A busca das informações foi realizada inicialmente em 2013, utilizando-se os descritores apresentados no Quadro 1. Posteriormente, outros artigos encontrados sobre a temática foram sendo incluídos no referencial teórico. Para realização das buscas, foram utilizados unitermos em português e inglês, referentes a organismos geneticamente modificados, associados àqueles relacionados à rotulagem e à legislação de alimentos, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Descritores utilizados para a busca de artigos a serem utilizados na revisão bibliográfica.

| Português | Inglês |
|--|---|
| Organismos geneticamente modificados Transgênicos | <i>Genetically modified organism\$/ Transgenic\$ Genetically engineered organism\$ GMO organism\$</i> |
| Alimentos geneticamente modificados | <i>Genetically modified food\$/ GMO food\$/ Transgenic food\$</i> |
| AND | |
| Rotulagem de alimentos | <i>Food label\$/ Product label\$/ Food product label\$</i> |
| Rotulagem de produtos alimentícios | <i>Product label\$/ Food product label\$</i> |
| Rótulo de alimentos | <i>Food label</i> |
| Rotulagem de alimentos geneticamente modificados | <i>GM label\$</i> |
| AND | |
| Legislação de alimentos Lei de alimentos | <i>Food legislation\$/ Food law\$</i> |

As buscas foram realizadas sem restrição de data ou outros filtros de busca. Conforme os potenciais e as limitações específicas de cada base de dados, as combinações foram

adaptadas utilizando-se unitermos mais gerais ou mais específicos. Também foram utilizadas diferentes combinações de acordo com os recursos disponíveis e com a quantidade de estudos localizados com cada combinação. Após seleção, leitura e organização, o material pesquisado foi abordado nos tópicos que seguem.

2.1 ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

2.1.1 Conceito e histórico no mundo

A modificação genética envolve um conjunto de técnicas que alteram a estrutura genética de organismos vivos, como animais, plantas ou microrganismos e possibilita a transferência de genes individuais de um organismo para outro ou alterações específicas na expressão de genes endógenos, em um processo que não ocorreria naturalmente, resultando em um “organismo geneticamente modificado” (OGM) ou “transgênico” (WHO, 2002; BAWA; ANILAKUMAR, 2013; WHO, 2014). Segundo a Lei nº 11.105/2005, que regulamenta a produção, a comercialização e o consumo dos OGM no Brasil, OGM é o organismo cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética (BRASIL, 2005a). Na presente tese, OGM será utilizado como sinônimo de transgênico, embora não haja concordância absoluta a respeito desta sinonímia.

As plantas GM diferem dos cultivos e produtos tradicionais obtidos por métodos convencionais de melhoramento genético, utilizados pela humanidade há milênios, desde a invenção da agricultura. Enquanto que na modificação genética sequências de DNA (genes) podem ser removidas de um organismo, modificadas ou não, ligadas a outras sequências e inseridas em outros organismos, os métodos de melhoramento envolvem combinações de material genético por meio de cruzamentos sexuais entre plantas da mesma espécie ou de espécies do mesmo gênero (NODARI; GUERRA, 2001).

Dessa forma, a modificação genética por transgenia introduz novos genes exóticos e cria recombinações não naturais cujas localizações no genoma são imprevisíveis, podendo resultar em efeitos no metabolismo, fisiologia e bioquímica do organismo receptor (NODARI; GUERRA, 2001). Assim, a troca de material genético entre organismos vivos não aparentados pode permitir, de um lado, a criação de organismos desejados e concebidos pelos seres humanos e, de outro, pode contribuir para a propagação indesejada de OGM no meio ambiente, colocando em risco outras formas de vida (ARDEKANI, 2014).

A descoberta de que o DNA poderia ser transferido entre organismos sexualmente incompatíveis data de 1929. No entanto, a primeira planta GM foi produzida apenas em 1983,

a partir de uma planta de tabaco resistente a antibióticos. A China foi o primeiro país a comercializar plantas GM no início da década de 90, com a introdução do tabaco resistente a vírus. Em 1994, a engenharia genética chegou à alimentação, quando a *Food and Drug Administration* (FDA) aprovou o “*Flavr Savr*”, desenvolvido pela empresa Calgene, para ser comercializado nos Estados Unidos, cuja modificação genética tinha o objetivo de retardar a maturação do tomate após colheita (JAMES, 2011; BAWA; ANILAKUMAR, 2013).

A partir de 1995, outras plantas GM foram aprovadas para comercialização, como soja, milho, algodão, canola, batata, abóbora, tomate, arroz, mamão, berinjela, morango, alface, melão, cenoura (JAMES, 2016). Existem mais de 200 variedades GM diferentes aprovadas para consumo humano e animal em muitos países. Estas culturas GM são consumidas diretamente como alimento, mas também dão origem a vários produtos e subprodutos que serão utilizados na fabricação de ingredientes alimentares de produtos alimentícios (BAWA; ANILAKUMAR, 2013). O quadro 2 apresenta as principais plantas GM comercializadas no mundo e algumas de suas características.

Quadro 2 - Plantas GM e razões das modificações genéticas (continua).

| Planta GM | Razões das modificações genéticas |
|------------------|---|
| Abóbora | - Resistência a vírus |
| Alfafa | - Tolerância ao herbicida glifosato |
| Algodão | - Resistência a insetos lepdópteros - Tolerância aos herbicidas ixinil (bromoxinil e ioxinil), sulfonilurea, glifosato e glufosinato de amônio |
| Ameixa | - Resistência a vírus |
| Arroz | - Tolerância ao herbicida imidazolinona (imazethapir) e ao glufosinato de amônio - Aumento do teor de vitamina A (arroz dourado) |
| Batata | - Resistência a insetos coleópteros e a vírus |
| Berinjela | - Resistência a insetos |
| Beterraba | - Tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio |
| Canola | - Tolerância aos herbicidas oxinil (bromoxinil e ioxinil), glifosato, glufosinato de amônio e imidazolinona (imazethapir) - Modificações no conteúdo de ácidos graxos (altos níveis de ácido laurato, ácido 38inole, baixo conteúdo de ácido 38inoleico e produção de ácido mirístico) |

Quadro 2 - Plantas GM e razões das modificações genéticas (conclusão).

| Planta GM | Razões das modificações genéticas |
|------------------|--|
|------------------|--|

| | |
|----------|--|
| Cravos | - Melhoria no tempo de prateleira devido a redução do acúmulo de etileno - Tolerância ao herbicida sulfonilurea (triasulfon e metil metsulfuron) - Modificação na cor das flores |
| Chicória | - Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio |
| Girassol | - Tolerância ao herbicida imidazolinona |
| Lentilha | - Tolerância ao herbicida imidazolinona (imazethapir) |
| Linho | - Tolerância ao herbicida sulfonilurea (especificamente triasulfon e metil metsulfuron) |
| Maçã | - Produzir menos polifenoloxidação, enzima que faz com que o interior da fruta oxide e se torne marrom |
| Mamão | - Resistência a vírus |
| Melão | - Atraso no amadurecimento |
| Milho | - Tolerância ao herbicida glifosato - Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio - Tolerância ao herbicida 2,4-D - Resistência a insetos |
| Soja | - Tolerância ao herbicida glifosato, - Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio - Tolerância ao herbicida 2,4-D - Resistência a insetos |
| Tabaco | - Tolerância ao herbicida oxinil - Redução de nicotina |
| Tomate | - Aumento do tempo de prateleira (amadurecimento tardio) - Resistência a insetos lepdópteras (lagartas) - Atraso do amolecimento |
| Trigo | - Tolerância aos herbicidas imidazolinonas e ao glifosato |

Fonte: Adaptado de Vercesi et al. (2009).

A primeira planta GM criada para atender um objetivo nutricional foi o arroz dourado (*Golden rice*), o qual contém um gene de milho e outro de uma bactéria, o que lhe confere a capacidade de produzir betacaroteno, um precursor da vitamina A. Esta variedade de arroz foi desenvolvida visando reduzir ou eliminar a deficiência de vitamina A nas populações de países da África e da Ásia, onde o arroz constitui a base da dieta. No entanto, discute-se sua eficácia na deficiência da vitamina A, devido à baixa biodisponibilidade do betacaroteno (NESTLE, 2001).

Um estudo publicado no *Journal of Agricultural and Food Chemistry* mostrou que o conteúdo de betacaroteno do arroz dourado é de curta duração, diminuindo com o tempo de armazenamento. Segundo este estudo, o arroz dourado reteve apenas 60% dos seus níveis originais de betacaroteno após três semanas de armazenamento e apenas 13% após 10 semanas. A explicação é que o betacaroteno no arroz dourado é instável na presença de oxigênio, se degradando rapidamente sob condições normais de armazenamento,

comprometendo, assim, os benefícios nutricionais propostos por esse OGM (SCHAUB et al., 2017). Baseado neste e em outros estudos, em maio de 2018, a FDA enviou uma carta à empresa criadora do arroz dourado (*International Rice Research Institute*), concluindo que este alimento GM não atende aos requisitos nutricionais para justificar uma alegação de teor nutricional (FDA, 2018).

Dentre as aplicações mais usadas na agricultura, destaca-se a tolerância a herbicidas e a resistência a insetos. No primeiro caso, a planta recebe um gene (exemplo: gene CP4-EPSPS), que a faz produzir uma nova proteína, permitindo sua sobrevivência à pulverização com herbicida, no caso o glifosato. Já no segundo caso, a planta recebe um gene (exemplo: Cry1Ab) de modo a produzir uma nova proteína inseticida, que resultaria na morte do inseto que ingere a planta. Algumas variedades GM contêm dois ou mais destes genes, tornando-se resistentes a herbicidas e com propriedades inseticidas simultaneamente (ZDZIARSKI et al., 2014).

Os Estados Unidos é o líder mundial na produção de variedades GM, com 72,9 milhões de hectares (39% da produção mundial), sendo as principais espécies agrícolas GM cultivadas o milho, a soja e o algodão, dos quais 92%, 94% e 93%, respectivamente, são GM (JAMES, 2016).

Segundo o relatório de 2016 do *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications* (ISAAA), o crescimento da adoção de culturas GM em países em desenvolvimento foi muito maior em relação aos países desenvolvidos. Os países em desenvolvimento já representam 40% da área global de lavouras GM. Um exemplo é a Índia, no continente asiático, que está emergindo como um líder no cultivo de algodão GM, com um total de 11,6 milhões de hectares, tornando-se o quarto maior produtor de culturas GM do mundo, ultrapassando o Canadá (que plantou uma área de 11,0 milhões de hectares com OGM em 2015) (JAMES, 2016).

No continente europeu, uma das questões que diferenciam os países é a aceitação ou não do cultivo e comercialização de OGM. Embora a *European Food Safety Authority* (EFSA) considere os OGM seguros para o consumo humano, países como Áustria, Alemanha, Hungria, França e Noruega são contrários à adoção de culturas GM. Já a Espanha, Portugal e Inglaterra são favoráveis e a Holanda tem adotado uma posição neutra. Ressalta-se que a União Europeia (UE) é o maior importador de grãos do planeta, chegando a 30 milhões de toneladas por ano. No entanto, a produção doméstica de soja supre apenas 7% da demanda, sendo o restante importado do Brasil e da Argentina (EASAC, 2013).

Esta resistência dos países da UE aos OGM contribuiu para que a empresa multinacional norte-americana Monsanto retirasse todos os pedidos de autorização para o cultivo de novos OGM que esperavam há anos por uma decisão. Até 2016, o único OGM com autorização para cultivo na UE era o milho resistente a insetos MON810, aprovado apenas na Espanha, Portugal, República Checa e Eslováquia. A partir de 2016, 18 aprovações foram concedidas pela comissão da UE para alimentos e rações. A Espanha é o país onde a área plantada com lavouras de plantas GM mais cresce, alcançando quase 130 mil hectares em 2016. França, Alemanha, Grécia, Hungria, Áustria e Itália não aceitaram o cultivo deste milho (JAMES, 2016). Já na Rússia, foi aprovado projeto de lei federal que estabelece a proibição do cultivo e reprodução de plantas e animais GM, exceto para uso em pesquisas científicas (SUSTAINABLE PULSE, 2015).

Além das plantas e animais GM, outros produtos derivados de modificação genética incluem microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos, os quais podem fazer parte do processo produtivo de alimentos, atuando nos processos de fermentação, preservação e formação de sabor e aroma de alimentos, como pães, produtos lácteos, queijos, vinhos e cervejas (EUROPEAN COMMISSION, 2004).

Alguns microrganismos são capazes de produzir diversas enzimas de interesse industrial. Muitas destas enzimas são utilizadas como auxiliares tecnológicos para a produção de alimentos e são derivadas de microrganismos GM inativados, degradados ou removidos do produto final. Dentre estes microrganismos, destaca-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, popularmente conhecida como fermento de panificação, a qual produz a enzima invertase que é utilizada como aditivo alimentar para produzir o açúcar invertido, muito utilizado pela indústria de alimentos, principalmente para a fabricação de doces e sorvetes (EUROPEAN COMMISSION, 2004).

No Brasil, de acordo com o Art. 12 da Resolução RDC nº 54/2014 (BRASIL, 2014b), as enzimas e preparações enzimáticas obtidas de microrganismos GM devem ser purificadas de forma a não conter o microrganismo nem traços de seu material genético recombinante no produto final.

Outros exemplos são a alfa-amilase, também utilizada para panificação; a isomerase de glicose, utilizada para a produção de frutose e a quimosina, enzima recombinante obtida a partir de bactérias GM, para a produção de queijo (EUROPEAN COMMISSION, 2004). O uso da quimosina foi aprovado em 1990 nos Estados Unidos, o que contribuiu para que 80% do queijo seja produzido a partir deste produto, neste país (FAO, 2011).

Microrganismos GM também são permitidos em vários países para a produção de vitaminas e aminoácidos utilizados em alimentos ou em suplementos alimentares. Um exemplo é a produção de carotenóides (usados como aditivos, corantes ou suplemento alimentar) a partir de bactérias GM (EUROPEAN COMMISSION, 2004). Os carotenoides estão presentes em alimentos como manteiga, queijos, compotas e cereais (EMBRAPA, 2011).

O ácido cítrico, muito utilizado como acidulante, antioxidante e estabilizante pela indústria de alimentos, é um dos aditivos alimentares produzido, entre outras fontes, a partir de carboidrato de baixo custo, como o hidrolisado de amido, que provém do milho e, portanto, pode ser GM. O ácido cítrico é usado em refrigerantes, sobremesas, conservas, vinhos, refrescos em pó e doces (EMBRAPA, 2011).

Até o presente momento não existem animais GM aprovados para consumo humano, mas um salmão modificado geneticamente foi aprovado pela Agência Ambiental do Canadá em 2013, embora a decisão não permita seu consumo. O salmão foi modificado pela primeira vez em 1989 pela empresa *AquaBounty*, com a implantação de genes do salmão rei e de uma enguia, no salmão do Atlântico. Estes genes alteram a produção de hormônios, levando ao rápido crescimento do peixe, no entanto, a elevada quantidade de hormônios pode ser prejudicial à saúde (LEDFOURD, 2013).

2.1.2 Organismos geneticamente modificados no Brasil

O Brasil ocupa o segundo lugar em extensão de plantio de cultivares GM no mundo, liderando seu cultivo na América do Sul, com um total de 49,1 milhões de hectares de soja, milho e algodão GM (acima de 44,2 milhões em 2015), que corresponde a 27% da área cultivada mundialmente de 185,1 milhões de hectares e aproximadamente 70% da área cultivável brasileira. Do total de soja, milho e algodão cultivados no Brasil, 96,5%, 88,4% e 78,3% são GM, respectivamente (JAMES, 2016). Este elevado crescimento é propiciado pelo rápido sistema de aprovação de culturas GM que ocorre no país.

No Brasil, além da soja, milho e algodão, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), uma instituição do setor público, recebeu, em 2011, aprovação da CTNBio para comercializar um feijão GM resistente ao vírus do mosaico dourado (CIB, 2015; CTNBIO, 2018). No entanto, verificou-se, pela experimentação científica no campo e sob condições naturais, que a primeira geração de sementes apresentou 30% de plantas suscetíveis

ao vírus do feijão. Este fato fez a empresa cancelar os experimentos de avaliação do feijão GM e suspender sua comercialização, impedindo seu uso e consumo (NASSAR, 2014).

Em 2017, também foi liberada para plantio uma cana-de-açúcar GM, desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e modificada geneticamente para se tornar resistente a broca da cana (CTNBIO, 2018).

Todas as plantas GM aprovadas no Brasil expressam proteínas que conferem resistência a insetos ou tolerância a herbicidas, ou ambas as características na mesma planta. A exemplo, cita-se o caso do milho MON810 x NK603, que foi desenvolvido pelo cruzamento do evento MON810 com o evento NK603 por meio de técnicas clássicas de melhoramento. O MON810 expressa a proteína Cry1Ab, que o torna inseticida, enquanto que o NK603 expressa a proteína CP4-EPSPS que torna a planta tolerante a herbicidas formulados com glifosato (CIB, 2015; CTNBIO, 2018).

Destaca-se ainda a recente aprovação para liberação comercial de dois eventos de milho GM: o milho estaqueado (ou empilhado)¹¹ NK603 x T25 e o milho DAS-40278-9, tolerante aos herbicidas 2,4-D (classificado pela ANVISA como extremamente tóxico) e haloxifope-R (CTNBIO, 2018). O herbicida 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) foi um dos principais componentes do Agente Laranja, usado como arma química pelos Estados Unidos na Guerra do Vietnã. A aprovação de eventos tolerantes ao 2,4-D contribuirá para o aumento das quantidades aplicadas desse herbicida, que é o terceiro agrotóxico mais utilizado no Brasil (PIGNATI; LIMA, 2013).

O quadro 3 mostra os OGM aprovados no Brasil e suas características, agrotóxico associado, empresa detentora da patente, ano de aprovação e países onde são cultivados.

¹¹ São cultivares com a presença de mais de um evento GM. Pode combinar um evento de resistência a insetos com um evento de resistência a herbicida.

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|-----------------|-------------------------------------|--|---|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| Soja | Roundup Ready | GTS-40-3-2 | <i>Agrobacterium tumefaciens</i> | Tolerante a herbicida | Glifosato | CP4-EPSPS | Monsanto | 1998 |
| | Cultivance | BPS-CV127-9 | <i>Arabidopsis thaliana</i> | Tolerante a herbicida | Herbicida do grupo imidazolinonas | Csr-1-2 | BASF & Embrapa | 2009 |
| | Liberty Link TM | A2704-12 | <i>Streptomyces viridochromogenes</i> | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio | PAT | Bayer | 2010 |
| | Liberty Link TM | A5547-127 | <i>Streptomyces viridochromogenes</i> | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio | PAT | Bayer | 2010 |
| | Intacta RR2 PRO | MON87701 & MON89788 | <i>Agrobacterium tumefaciens/Bacillus thuringiensis</i> | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | CP4-EPSPS Cry1Ac | Monsanto | 2010 |
| | *** | DAS-68416-4 | <i>Delftia acidovorans/ Streptomyces Viridochromogenes</i> | Tolerante a herbicida | 2,4-D | aad12 pat | Dow Agrosiences | 2015 |
| | *** | FG72 | <i>Pseudomonas fluorescens/ Zea mays</i> | Tolerante a herbicida | Glifosato | hppd 2mepsps | Bayer | 2015 |
| | *** | DAS44406-6 | <i>Delftia acidovorans/Zea mays/Streptomyces viridochromogenes</i> | Tolerante a herbicida | 2,4-D Glifosato | aad-12 v1 pat 2mepsps | Dow Agrosiences | 2015 |
| | *** | FG72 x A5547-127 | <i>Pseudomonas fluorescens/ Zea mays/ Streptomyces viridochromogenes</i> | Tolerante a herbicida | Glifosato | hppd 2mepsps pat | Bayer | 2015 |
| | *** | DAS-81419-2 | <i>Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes</i> | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | cry1Ac cry 1F Pat | Dow Agrosience | 2016 |
| *** | MON 87708 | <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> | Tolerante a herbicida | Dicamba | DMO - dicamba mono oxigenase | Monsanto | 2016 | |
| *** | MON87751 | B.T. var Azawai e Kurstaqui | Resistente a insetos | Glifosato | cry1A10.105 e cry2Ab2 | Monsanto | 2017 | |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|-----------------|--|--|--|-----------------------|---|-----------------|------------------|
| Soja | *** | MON87751 | B.T. var Azawai e Kurstaqui | Resistente a insetos | Glifosato | cry1A10.105 e cry2Ab2 | Monsanto | 2017 |
| | *** | DAS-44406-6 x DAS-81419-2 | Delftia acidovorans/Zea mays/Streptomyces viridochromogenes/Bacillus thuringiensis | Tolerante a Herbicida e Resistente a insetos | 2,4-D Glifosato | aad-12 vi, 2mepsps; pat; cry1Ac; cry1F v3 | Dow Agrosiences | 2017 |
| | *** | MON 87708 x MON 89788 | Agrobacterium sp; Stenotrophomonas Maltophilia | Tolerante a herbicida | Glifosato | EPSPS; DMO | Monsanto | 2017 |
| | *** | DP-305423-1 x MON 04032-6 | Glicine max; A. tumefaciens | gm-hra ; gm-fad2-1 (sequência parcial); cp4 epsps (aroA:CP4) | Glifosato | GMHRA, ***, EPSPS | Du Pont | 2018 |
| | *** | MON 87751 x MON 87708 x MON87701 x MON 89788 | Bacillus thuringiensis subsp. Kumamotoensis; Stenotrophomonas maltophilia strain DI-6; Agrobacterium tumefaciens | Cry1A.105; Cry2Ab; Cry1Ac; dmo; cp4-epsps | Glifosato | Cry1A.105; Cry2Ab; Cry1Ac; dmo; cp4-epsps | Monsanto | 2018 |
| Milho | Yield Gard | MON810 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry1Ac | Monsanto | 2007 |
| | Liberty Link | T25 | Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio | PAT | Bayer | 2007 |
| | TL | Bt 11 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | Cry1Ab PAT | Syngenta | 2007 |
| | Roundup Ready 2 | NK 603 | Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida | Glifosato | CP4-EPSPS | Monsanto | 2008 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|------------------|----------------------|---|---|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| Milho | TG | GA21 | Zea mays | Tolerante a herbicida | Glifosato | mEPSPS | Syngenta | 2008 |
| | Herculex | TC1507 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | Cry1F PAT | Du Pont & DowAgroScience | 2008 |
| | YR YieldGard/RR2 | NK603 & MON810 | Agrobacterium tumefaciens/Bacillus thuringiensis | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | CP4-EPSPS Cry1Ab | Monsanto | 2009 |
| | TL/TG | Bt11 & GA21 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Zea Mays | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1Ab PAT mEPSPS | Syngenta | 2009 |
| | Viptera-MIR162 | MIR162 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | VIP3Aa20 | Syngenta | 2009 |
| | HR Herculex/RR2 | TC1507 & NK603 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1F PAT CP4-EPSPS | Du Pont | 2009 |
| | Pro | MON89034 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry1A.105 Cry2Ab2 | Monsanto | 2009 |
| | TL TG Viptera | Bt11 & MIR162 & GA21 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Zea Mays | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1Ab VIP3Aa20 mEPSPS | Syngenta | 2010 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|----------------------|----------------------------|---|--|------------------------------------|---|--------------------------------|------------------|
| Milho | PRO2 | MON8903 4 7 NK603 | Bacillus thuringiensis/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1A.105 Cry2Ab2 CP4-EPSPS | Monsanto | 2010 |
| | Yield Gard VT | MON8801 7 | Agrobacterium tumefaciens/Bacillus thuringiensis | Tolerante a herbicida Resistência a insetos | Glifosato | CP4-EPSPS Cry3Bb1 | Monsanto | 2010 |
| | Power Core PW/Dow | MON8903 4 & TC1507 & NK603 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry1F PAT CP4-EPSPS | Monsanto e Dow Agrosciences | 2010 |
| | Optimum Intrasect | MON810 & TC1507 & NK603 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1Ab Cry1F PAT CP4EPSPS | Du Pont | 2011 |
| | TC1507xMON810 | TC1507 & MON810 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry3Bb1 CP4-EPSPS | Monsanto | 2011 |
| | MON89034 x MON88017 | MON8903 4 & MON8801 7 | Bacillus thuringiensis/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry3Bb1 CP4-EPSPS | Monsanto | 2011 |
| | Herculex XTRA™ maize | TC1507 x DAS-59122-7 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | Cry1F PAT cry34Ab1 cry35Ab1 | Du Pont & DowAgroScience | 2013 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|----------------|----------------------------------|---|---|------------------------------------|---|------------------|------------------|
| Milho | Viptera4 | Bt11xMIR162xMIR604xGA21 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Zea mays | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato Glufosinato de amônio | Cry1Ab PAT VIP3Aa20 mcry3A mEPSPS | Syngenta | 2014 |
| | MIR 604 | MIR 604 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | mcry3A | Syngenta | 2014 |
| | *** | DAS-40278-9 | Sphingobium herbicidorovans | Tolerante a herbicida | 2,4-D | aad-1v3 | Dow AgroSciences | 2015 |
| | *** | NK603 x T25 | Agrobacterium tumefaciens/ Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio Glifosato | CP4-EPSPS PAT | Monsanto | 2015 |
| | *** | TC1507 x MON810 x MIR162 x NK603 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes/ Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | cry1F cry1Ab PAT VIP3Aa20 CP4-EPSPS | Du Pont | 2015 |
| | *** | TC1507xMIR162xNK603 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes/ Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | cry1F PAT VIP3Aa20 CP4-EPSPS | Du Pont | 2015 |
| | *** | TC1507xMIR162 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes/ Bacillus thuringiensis | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | cry1F PAT VIP3Aa20 | Du Pont | 2015 |
| | *** | MIR162xNK603 | Bacillus thuringiensis/ Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | VIP3Aa20 CP4-EPSPS | Du Pont | 2015 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|----------------|--|--|--|-----------------------|---|---------------------|------------------|
| Milho | *** | MON810x MIR162 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry1Ab VIP3Aa20 | Du Pont | 2015 |
| | *** | TC1507 x MON810 x MIR162 Subcombinações aprovadas e já referidas anteriormente | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | Cry1F pat VIP3Aa20 cry1Ab | Du Pont | 2015 |
| | *** | DAS- 40278- 9xNK603 | Sphingobium herbicidovorans/ Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida | Glifosato | AAD-1 epsps | Dow Agrosciences | 2015 |
| | *** | MilhoBt11 xMIR162x MIR604xT C1 507x5307x GA2 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces Viridochromogene/ Zea mays | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | eCry3.1Ab cry1Ab Vip3Aa20 cry3A cry1F pat Mepsps | Syngenta | 2015 |
| | *** | 5307 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | eCry3.1Ab | Syngenta | 2015 |
| | *** | Bt11xMIR 162 | Bacillus thuringiensis/ S. viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | cry1Ab Vip3Aa20 pat | Syngenta | 2015 |
| | *** | SPT 32138 | Dicossoma sp/Zea mays | Restauração de fertilidade para produção de sementes | - | zm-aa1; ms45; dsred2(ALT1) | Du Pont | 2015 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|----------------|---|---|---|------------------------------------|---|---------------------|------------------|
| Milho | *** | MON8903 4xTC1507 xNK603xD AS 40278-9 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogenes/Agrobacterium tumefaciens/Sphingobium herbicidovorans | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry1F PAT CP4-EPSPS/aad-1 | Dow Agrosciences | 2016 |
| | *** | MON8934 xMON880 17xTC150 7x DAS- 59122-7 | Bacillus thuringiensis/Streptomyces viridochromogene/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | cry2Ab2/cry1A.105/cry3Bb 1/cp4 epsps/cry1F/pat /cry34Ab1/cry35Ab1 | Dow Agrosciences | 2016 |
| | *** | MON9741 1 | Bacillus thuringiensis/A. tumefaciens/Diabrotica firgifera | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry3Bb1/cp4-epsps/dvsfn7 | Monsanto | 2016 |
| | *** | MON8742 7 | Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida | Glifosato | cp4-epsps | Monsanto | 2016 |
| | *** | 3272 (aprovado somente para consumo humano/animal) | Thermococcales spp. | Aumento de termoestabilidade de amilase | - | amy797E | Syngenta | 2016 |
| | *** | MON 87460 (aprovado somente para consumo humano/animal) | Bacillus subtilis | Estresse a seca | - | cspB | Monsanto | 2016 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|------------|-------------------------|------------------------------------|--|---|------------------------------------|---|------------------|------------------|
| Milho | *** | Bt11xMIR162xMON89034xGA21 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes/ Zea mays | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1Ab/PAT/mEPSPS/VIP3Aa20/Cry1A.105 Cry2Ab2/ | Syngenta | 2017 |
| | *** | Bt11xMIR162xMON89034 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1Ab / PAT / VIP3Aa20 / Cry1A.105 Cry2Ab2 | Syngenta | 2017 |
| | *** | MIR162xMON89034 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | VIP3Aa20/Cry1A.105 Cry2Ab2 | Syngenta | 2017 |
| | *** | MON89034 x TC1507 x NK603 x MIR162 | Bacillus thuringiensis/ S. viridochromogenes/ A. tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | cry1A105/cry2Ab2/ cry1F/ pat/ cp4 epsps/ vip3Aa20 | Dow Agrosciences | 2017 |
| | Bolgard I | MON531 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry1Ac | Monsanto | 2005 |
| | Roundup Ready | MON1445 | Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida | Glifosato | CP4-EPSPS | Monsanto | 2008 |
| | Liberty Link | LLCotton25 | Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio | PAT | Bayer | 2008 |
| | Bolgard I Roundup Ready | MON531&MON1445 | Bacillus thuringiensis/ Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1Ac CP4-EPSPS | Monsanto | 2009 |
| | Widestrike | 281-24-236 & 3006-210-23 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1Ac Cry1F PAT | Dow Agrosciences | 2009 |
| Bolgard II | MON15985 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry2Ab2 Cry1Ac | Monsanto | 2009 | |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (continua).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|---------|-------------------------|----------------------------|---|---|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| Algodão | Bolgard I | MON531 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry1Ac | Monsanto | 2005 |
| | Roundup Ready | MON1445 | Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida | Glifosato | CP4-EPSPS | Monsanto | 2008 |
| | Liberty Link | LLCotton25 | Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio | PAT | Bayer | 2008 |
| | Bolgard I Roundup Ready | MON531&MON1445 | Bacillus thuringiensis/Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1Ac CP4-EPSPS | Monsanto | 2009 |
| | Widestrike | 281-24-236 & 3006-210-23 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Cry1Ac Cry1F PAT | Dow Agrosiences | 2009 |
| | Bolgard II | MON15985 | Bacillus thuringiensis | Resistente a insetos | - | Cry2Ab2 Cry1Ac | Monsanto | 2009 |
| | GlyTol | GHB614 | Zea mays | Tolerante a herbicida | Glifosato | 2mEPSPS | Bayer | 2010 |
| | TwinLink | T304-40 & GHB119 | Bacillus thuringiensis/ Streptomyces hygroscopicus | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio | Cry1Ab Cry2Ae PAT | Bayer | 2011 |
| | MON88913 | MON88913 | Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida | Glifosato | CP4-EPSPS | Monsanto | 2011 |
| | GlytolxTwinLink | GHB614 x T304-40 x GHB 119 | Zea may/Bacillus thuringiensis/Streptomyces Higrscopicus | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glufosinato de amônio Glifosato | Cry1Ab, cry2Ae,2mepsps | Bayer | 2012 |

Quadro 3 – Organismos geneticamente modificados aprovados no Brasil, suas características, agrotóxico associado, empresa, ano de aprovação e países onde são cultivados (conclusão).

| Produto | Nome comercial | Eventos | Espécie doadora do gene | Característica | Agrotóxico associado* | Proteína/gene | Empresa | Ano de aprovação |
|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|---|------------------------------------|---|---------------------------------------|------------------|
| Algodão | GTxLL | GHB614 x LLCotton25 | Zea mays/ Streptomyces viridochromogenes | Tolerante a herbicida | Glufosinato de amônio Glifosato | 2mepsps, bar | Bayer | 2012 |
| | BolgardII Roundup Ready Flex | MON 15985 x MON 88913 | Bacillus thuringiensis/ Agrobacterium tumefaciens | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | cry1Ac e cry2Ab2 e CP4-EPSPS | Monsanto | 2012 |
| | Bollgard® III x Roundup Ready™ Flex™ | COT102x MON 15985 x MON 88913 | Agrobacterium tumefaciens/ Bacillus thuringiensis/ E.coli | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | Vip3A, APH4, Cry1Ac, Crv2Ab2, NPT2. GUS e CP4 EPSPS | Monsanto | 2016 |
| | *** | GHB614 x T304-40 x GHB119 x COT102 | Zea mays/ Bacillus thuringiensis/ S. hygroscopicus | Tolerante a herbicida Resistente a insetos | Glifosato | 2mepsps / cry1Ab / cry2Ae / bar / vip3A(a) | Bayer | 2017 |
| | *** | MON 88701 | Stenotrophomonas maltophilia, S. hygroscopicus | Tolerante a herbicida | Dicamba | dmo / bar | Monsanto | 2017 |
| Feijão | Embrapa 5.1 | Embrapa 5.1 (EMB-PVØ51-1) | BGMV - Bean Golden Mosaic Virus | Resistente ao vírus do mosaico dourado do feijoeiro | - | ΔAC1hpRNA AtAhas | Embrapa | 2011 |
| Eucalipto | *** | H421 | Arabidopsis thaliana | Aumento volumétrico da madeira | - | cell1 | Futuragene | 2015 |
| Cana-de-açúcar | CTC20BT | CTB14117 5/01-A | Bacillus thuringiensis | Resistente à broca da cana (resistente a insetos) | - | Cry1Ab | Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) | 2017 |

Fonte: *Centro de Informações de Biotecnologia; CTNBio (CIB, 2015; CTNBIO, 2018).

Entre 1998 e 2018 foram aprovados para cultivo e liberados para consumo no Brasil: 16 variedades de soja; 44 de milho, 15 de algodão e uma levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), além de uma variedade de feijão que não está disponível para consumo e uma cana-de-açúcar.

No Brasil, a Lei de Biossegurança nº 11.105 de 24 de março de 2005 (BRASIL, 2005a), que revoga a Lei nº 8.974/1995, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGM e seus derivados; redefine a estrutura de competências administrativas, por meio da designação de duas instâncias para regular os OGM: cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), que se configura como instância superior de decisão e reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), segunda instância de decisão. Também dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB), entre outras determinações.

A Lei de Biossegurança visa estabelecer mecanismos de proteção para o uso da biotecnologia moderna, por meio da adoção de um conjunto de medidas ou ações que abordam os aspectos de proteção e precaução relacionados com a aplicação das biotecnologias e à liberação para o meio ambiente de plantas e OGM que poderiam afetar negativamente os recursos genéticos vegetais, plantas, animais ou a saúde humana/animal ou o meio ambiente (UNEP, 2007).

Segundo a FAO (2003), biossegurança envolve o uso sadio e sustentável em termos de meio ambiente, de produtos biotecnológicos, bem como de suas aplicações para a saúde humana, biodiversidade e sustentabilidade ambiental, como suporte ao aumento da segurança alimentar e nutricional global. Assim, normas adequadas de biossegurança, análise de riscos de produtos biotecnológicos, mecanismos e instrumentos de monitoramento e rastreabilidade são necessários para prevenir danos à saúde humana e ao meio ambiente (NODARI; GUERRA, 2001).

O CNBS é um órgão de assessoramento superior da Presidência da República para a formulação e implementação da PNB, com a competência de analisar as liberações da CTNBio, relativas aos pedidos de liberação para uso comercial de OGM e seus derivados. A CTNBio é o órgão colegiado de caráter deliberativo e avaliador, responsável pela avaliação de eventos GM no país (BRASIL, 2005a).

Segundo o Art.10 da Lei de Biossegurança:

A CTNBio, integrante do Ministério da Ciência e Tecnologia, é instância colegiada multidisciplinar de caráter consultivo e deliberativo, para prestar apoio técnico e de assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da PNB de OGM e seus derivados, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e de pareceres técnicos referentes à autorização para atividades que

envolvam pesquisa e uso comercial de OGM e seus derivados, com base na avaliação de seu risco zootossanitário, à saúde humana e ao meio ambiente.

A CTNBio tem ainda poder normativo para criar ou modificar regras ligadas à pesquisa, licenciamento e uso de OGM, como coexistência, liberação comercial e monitoramento pós-comercialização (BRASIL, 2005a).

Dessa forma, a atuação e as decisões da CNTBio têm importância fundamental na definição de critérios para a análise e liberação de plantas GM, cabendo à Comissão avaliar, caso a caso, os possíveis riscos oferecidos pelos OGM cuja liberação, experimental ou comercial, vem sendo requerida (NODARI; GUERRA, 2001).

A primeira lei de Biossegurança, Lei nº 8.974/1995 (BRASIL, 1995), submetia as decisões da CTNBio ao parecer de órgãos ambientais e da área da saúde, sendo que os órgãos Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) deveriam dar o seu parecer positivo para haver a liberação comercial de uma nova cultura GM.

A atual Lei de Biossegurança estabelece a responsabilidade do Ministério da Saúde (MS), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), como órgãos de registro e fiscalização (BRASIL, 2005a), responsáveis pelo controle da qualidade de toda a cadeia produtiva.

A Resolução Normativa nº 5, de 12 de março de 2008 (CTNBIO, 2008), que dispõe sobre as normas para avaliação da segurança alimentar de plantas GM ou de suas partes, constitui-se um instrumento para estudos que avaliam a segurança do consumo de alimentos GM. Estas normas são complementares às demais estabelecidas pela CTNBio e se aplicam à produção, importação e comercialização de plantas GM e de suas partes destinadas à alimentação humana ou animal e, no caso de importação, aos derivados de plantas GM ou de suas partes.

A avaliação da segurança alimentar de plantas GM e de suas partes deve seguir um fluxograma e responder questões sobre os efeitos intencionais e não intencionais da modificação genética, relacionadas ao organismo doador; à planta receptora; às proteínas expressas na planta GM; à qualidade nutricional (carboidratos/gorduras modificadas); à alergenicidade e a outros efeitos inesperados (CTNBIO, 2008).

2.2 ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NO CONTEXTO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

A Lei nº 11.346, sancionada em 15 de setembro de 2006, resgata o reconhecimento da SAN, por meio da criação do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN, pelo qual o poder público e a sociedade civil organizarão e implementarão políticas, planos, programas e ações com vistas em assegurar o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) (BRASIL, 2006).

O DHAA e saudável, com regularidade, quantidade e qualidade está assegurado na Declaração Universal dos Direitos Humanos, no Artigo 6º da Constituição e na Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional. Com base nos princípios do DHAA, a SAN

consiste na 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 da saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

Segundo a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), a SAN abrange ainda a valorização da agricultura familiar e tradicional, proporcionando acesso adequado aos alimentos, bem como o desenvolvimento de estratégias sustentáveis e participativas desde a produção até o consumo de alimentos, conservando a biodiversidade das fontes alimentares e as características culturais de cada região do país (BRASIL, 2013).

A Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN) estabelece que “a alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados na Constituição Federal”, delegando ao poder público concretizar políticas e ações para promover e garantir a SAN da população (BRASIL, 2010).

Segundo o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, o CONSEA (2014b),

A alimentação adequada e saudável é a realização de um direito humano básico, com a garantia ao acesso permanente e regular, de forma socialmente justa, a uma prática alimentar adequada aos aspectos biológicos e sociais dos indivíduos, de acordo com o ciclo de vida e as necessidades alimentares especiais, pautada no referencial tradicional local. Deve atender aos princípios da variedade, equilíbrio, moderação, prazer (sabor), às dimensões de gênero e etnia, e às formas de produção ambientalmente sustentáveis, livres de contaminantes físicos, químicos, biológicos e de organismos geneticamente modificados.

Nesse contexto, a SAN pressupõe o direito fundamental ao acesso quantitativo e qualitativo de alimentos pela população. Tal direito não pode ser alcançado com o cultivo e

consumo de alimentos GM (CAVALLI, 2001), em virtude dos riscos que oferecem à saúde e ao meio ambiente e de sua incompatibilidade com as características da agricultura familiar, povos e comunidades tradicionais.

A promoção de uma alimentação adequada e saudável, visando práticas alimentares promotoras de saúde e que previnem doenças também é enfatizada em documentos como o Guia Alimentar para a População Brasileira. O Guia de 2008 citava os alimentos GM, ressaltando a necessidade de sua avaliação de risco, caso a caso (BRASIL, 2008a). Já o Guia Alimentar de 2014 (BRASIL, 2014a) não se posiciona sobre os alimentos GM, demonstrando a ausência de uma abordagem mais ampla de alimentação saudável.

Além dos perigos e riscos relacionados aos OGM, o modelo de agricultura baseado no seu cultivo também ameaça a soberania alimentar. Isto porque a produção de sementes GM é monopólio de poucas empresas transnacionais, que detêm a patente destas sementes. Quando o agricultor as compra, deve pagar *royalties* referentes ao direito de propriedade intelectual da empresa que desenvolveu a semente e fica proibido de reutilizá-las em safras seguintes, assim como de comercializá-las ou trocá-las com outros agricultores, o que o obriga a comprar sementes todos os anos, tornando-se cada vez mais dependentes destas empresas. Além disso, o agricultor que cultiva soja convencional ou orgânica também está sujeito a pagar *royalties* e multa, se sua produção tiver sido contaminada por sementes GM (SPENDELER, 2005; TRAAVIK; HEINEMANN, 2007).

Por esse motivo, o CONSEA também ressalta a importância dos agricultores familiares, dos povos indígenas e das comunidades tradicionais para a SAN e para a conservação das variedades de sementes crioulas, bem como preservação do conhecimento e das práticas de gestão de recursos da agrobiodiversidade (CONSEA, 2014a), como uma forma de garantir a soberania alimentar e a SAN da população.

Em 2013, o CONSEA organizou a Mesa de Controvérsias sobre Transgênicos, em dois momentos, julho e dezembro, conduzindo um debate entre especialistas, pesquisadores, representantes de governo e da sociedade civil sobre os principais problemas e desafios associados à regulação, ao controle e ao uso de OGM no Brasil. O objetivo foi reunir contribuições para a formulação de propostas no âmbito do governo federal, considerando a soberania alimentar, a SAN, o DHAA e o Princípio da Precaução (CONSEA, 2014a).

Dentre estas propostas, destaca-se o incentivo ao uso de sementes crioulas nas políticas públicas; criação de bancos públicos e comunitários de sementes crioulas; proibição da compra de sementes GM com recursos públicos; construção de armazéns nas zonas rurais para segregação de sementes GM e não GM; facilitar o acesso dos agricultores familiares a

bancos de germoplasma da Embrapa; estabelecer territórios de proteção da agrobiodiversidade, livres de agrotóxicos e OGM, bem como banir o uso destes nas unidades de conservação, assentamentos de reforma agrária, terras indígenas e comunidades tradicionais; fomentar pesquisas independentes sobre alergenicidade de OGM e melhoramento genético com base na agrobiodiversidade; assegurar que a análise de risco dos OGM não se baseie exclusivamente em estudos realizados pelas empresas; garantir a rotulagem de alimentos GM, assegurando o direito de escolha ao consumidor; e assegurar que o CNBS seja um órgão ativo e instância máxima deliberativa e que a CTNBio seja um órgão consultivo, atentando para aspectos da biossegurança (CONSEA, 2014a).

Nesse contexto, cabe também mencionar uma publicação organizada pelos pesquisadores Magda Zanoni e Gilles Ferment, com enfoque multidisciplinar, que contempla as dimensões agrônômica, ecológica, cultural, social e política sobre os OGM e oferece uma diversidade de análises e de pontos de vista de atores sociais, como agricultores familiares, cientistas internacionais e nacionais, associações, entre outros (ZANONI; FERMENT, 2011). Além desta, destaca-se outra publicação, organizada por Antônio Inácio Andrioli e Richard Fuchs, que também aborda de forma multidisciplinar os diferentes riscos e temas associados ao desenvolvimento e à utilização dos OGM (ANDRIOLI; FUCHS, 2008).

Outra entidade que também elaborou recomendações em relação ao consumo de alimentos GM foi o Conselho Federal de Nutricionistas (CFN), o qual recomenda que alimentos GM não sejam consumidos, até que mais estudos em relação à sua segurança sejam realizados. Ainda, preconiza a valorização dos alimentos produzidos de forma orgânica e agroecológica, respeitando a cultura alimentar brasileira e fomentando a agricultura familiar. O CFN também expôs seu posicionamento a favor do banimento dos agrotóxicos e ingredientes ativos já proibidos em outros países (CFN, 2012).

Destaca-se ainda, a elaboração de Carta política durante o Seminário 10 anos de liberação de OGM no Brasil, realizado no ano de 2013, onde pesquisadores, técnicos, camponeses, povos e comunidades tradicionais, consumidores e organizações da sociedade civil demonstraram sua preocupação em relação aos efeitos dos OGM sobre a saúde, o meio ambiente e a economia, uma vez que afetam a vida humana e as bases da produção de alimentos no país (CFN, 2013).

2.2.1 Os organismos geneticamente modificados, a saúde e o meio ambiente

As controvérsias e as principais preocupações em relação aos alimentos GM centram-se nos potenciais riscos dos cultivos de OGM para a saúde humana e animal e para o meio ambiente. Também se consideram questões relacionadas à SAN, ética, direitos de propriedade intelectual e rotulagem e escolha do consumidor (MARGULIS, 2006; SERALINI et al., 2007; BAWA; ANILAKUMAR, 2013).

Em 2015, a revista *Environmental Sciences Europe* publicou uma declaração de mais de 300 pesquisadores, afirmando que não há “nenhum consenso” sobre a segurança dos OGM, ou seja, os conhecimentos disponíveis não permitem afirmar que os OGM são seguros para a saúde humana e animal e para o meio ambiente (HILBECK et al., 2015). As preocupações com a segurança dos OGM levaram 38 países em todo o mundo, incluindo 19 na Europa, a proibir oficialmente seu cultivo, embora permitam a importação de alimentos e rações derivados de plantas GM (JAMES, 2016).

Uma das principais preocupações em relação ao meio ambiente é a possibilidade de contaminação genética de sementes e de lavouras não GM (variedades convencionais ou variedades sob cultivo orgânico e/ou de base agroecológica) por material biológico proveniente de lavouras GM. Esta contaminação pode ocorrer por vias biológicas (pólen e dispersão de sementes), físicas (mistura de sementes em máquinas, caminhões, vagões e troca de sementes entre agricultores) e práticas do mercado (dificuldades e falhas de identificação e segregação de cargas), pois não existem mecanismos eficazes de fiscalização e segregação de sementes (MARVIER; VAN ACKER, 2005; PRICE; COTTER, 2014).

Pesquisa realizada pela FAO revelou que a contaminação de alimentos para consumo humano e animal com OGM, comercializados em âmbito mundial, está aumentando juntamente com o crescimento da produção. Tal contaminação pode ocorrer acidentalmente em distintas fases do processo produtivo: durante a produção no campo, pela proximidade de cultivo de uma cultura GM com um campo de cultivo não GM; pela compra de sementes contaminadas; durante a colheita, transporte e armazenamento e no processo de industrialização do alimento, ou ainda durante o processamento e embalagem de alimentos derivados (FAO, 2014).

Além disso, entre os perigos ambientais oriundos da liberação de OGM encontra-se a ameaça à biodiversidade decorrente das propriedades do transgene no ecossistema ou de sua transferência (horizontal e vertical de genes) e expressão em outras espécies. A transferência vertical de genes ocorre com o acasalamento sexual entre indivíduos da mesma espécie e pode ocorrer através da disseminação de pólen para plantas não GM da mesma espécie ou espécie relacionada. A transferência horizontal, por sua vez, ocorre quando o DNA é transferido de

uma espécie para outra, como, por exemplo, a transferência de genes de resistência a antibióticos para bactérias patogênicas, com consequências para a saúde humana e animal (NODARI; GUERRA, 2001; 2003; THE NORWEGIAN BIOTECHNOLOGY ADVISORY BOARD, 2014).

A agrobiodiversidade, que consiste na diversidade de espécies agrícolas (MMA, 2000), composta de grande variedade genética de sementes crioulas preservadas pelos agricultores, também pode ser ameaçada pela contaminação dos OGM por meio da disseminação do pólen (NODARI; GUERRA, 2001; 2003).

Como a principal via de contaminação do milho não GM por milho GM é por meio da polinização, em 2007, a CTNBio criou a Resolução Normativa nº 4/2007, que dispõe sobre as distâncias mínimas entre cultivos comerciais de milho GM e não GM, visando à coexistência entre os sistemas de produção. A Resolução, no entanto, não determina a diferença temporal entre os plantios dos diferentes tipos de milho, considerando apenas o isolamento entre uma lavoura comercial de milho GM e outra de milho não GM igual ou superior a 100 metros ou 20 metros acrescida de uma barreira com, no mínimo, 10 fileiras de milho convencional de porte e ciclo vegetativo semelhante ao milho GM (CTNBIO, 2007). Porém, estudos sobre polinização indicam que há ainda uma grande quantidade de pólen que chega a distâncias superiores a 100 metros (STEVENS et al., 2004).

Além disso, a contaminação de produtos naturais como o mel também é uma preocupação recente que vem sendo discutida no âmbito da aprovação do eucalipto GM, podendo acarretar perda de seu status como produto natural e saudável, em virtude da presença de transgenes contidos no pólen (MALONE; POLICY, 2002; BOGDANOV, 2006).

Ainda, a contaminação de variedades crioulas por variedades GM, em sistemas de produção orgânica pode causar diversos prejuízos. A Lei de Produção Orgânica (Lei nº 10.831/2003) estabelece no seu Art. 1 a eliminação do uso de OGM (BRASIL, 2003b). Além disso, o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo), instrumento da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), através do Decreto nº 7.794/2012, prevê algumas medidas como o desenvolvimento de um programa nacional para a redução do uso de agrotóxicos (BRASIL, 2012).

Outros riscos do cultivo de sementes GM incluem o deslocamento ou a eliminação de espécies não domesticadas; a exposição de espécies a novos patógenos ou agentes tóxicos; a contaminação de espécies nativas, implicando na perda da biodiversidade a longo prazo, fazendo com que estas espécies percam suas características genéticas; a erosão da diversidade genética; a contaminação do solo e água; a diminuição da fertilidade do solo em função da

redução da diversidade de microrganismos e o surgimento de plantas daninhas e insetos super resistentes (NODARI; GUERRA, 2001; BAWA; ANILAKUMAR, 2013), implicando no aumento no uso de agrotóxicos nas lavouras. Dessa forma, contradizendo a promessa de que reduziriam o uso de agrotóxicos nas lavouras, os OGM têm contribuído para elevar as quantidades utilizadas de agrotóxicos (HEINEMANN et al., 2013; ALMEIDA et al., 2017) e o consumo destes contaminantes químicos pela população, através dos alimentos.

Em virtude da complexidade dos alimentos produzidos pela engenharia genética, o Protocolo de Biossegurança, da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) da Organização das Nações Unidas, do qual o Brasil é signatário, estabelece no Anexo III que as autoridades competentes devem utilizar a avaliação de risco feita de forma independente e cientificamente fundamentada para tomar decisões sobre os OGM, considerando os riscos potenciais nos meios ambientes receptores (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000).

O Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, acordo internacional firmado no âmbito da CDB e ratificado por 166 países, incluindo o Brasil, visa proteger a diversidade biológica dos riscos dos OGM. O Protocolo leva em consideração o Princípio da Precaução permitindo que os Estados signatários adotem medidas de precaução para proteger-se contra as ameaças de danos causados pelos OGM, mesmo em caso de incerteza científica. Ele ainda exige que os países tomem medidas contra os movimentos não intencionais de OGM através de suas fronteiras (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000).

A Diretiva 2015/412 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de março de 2015 altera a Diretiva 2001-18-CE e recomenda estudos individuais, caso a caso:

[...] cada OGM para cultivo deve ser sujeito a uma avaliação de risco antes de ser autorizada a sua colocação no mercado da União de acordo com o anexo II da Diretiva 2001/18/CE e tendo em conta os efeitos diretos e indiretos, imediatos e diferidos, bem como os efeitos cumulativos a longo prazo dos OGM sobre a saúde humana e o ambiente (UNIÃO EUROPEIA, 2015).

Assim, na União Europeia, antes de uma planta GM ser cultivada, ela precisa passar por uma Avaliação de Riscos Ambientais (ARA) para que os possíveis efeitos negativos sobre o meio ambiente possam ser identificados (EFSA, 2010).

A *European Food Safety Authority* (EFSA, 2010) fornece um guia contendo orientações para a ARA de plantas GM, no âmbito do Regulamento (CE) nº 1829/2003, relativo a gêneros alimentícios e alimentos GM para animais ou sob a Diretiva nº 2001/18/CE relativa à liberação deliberada de OGM no ambiente. A avaliação deverá ser realizada pelo

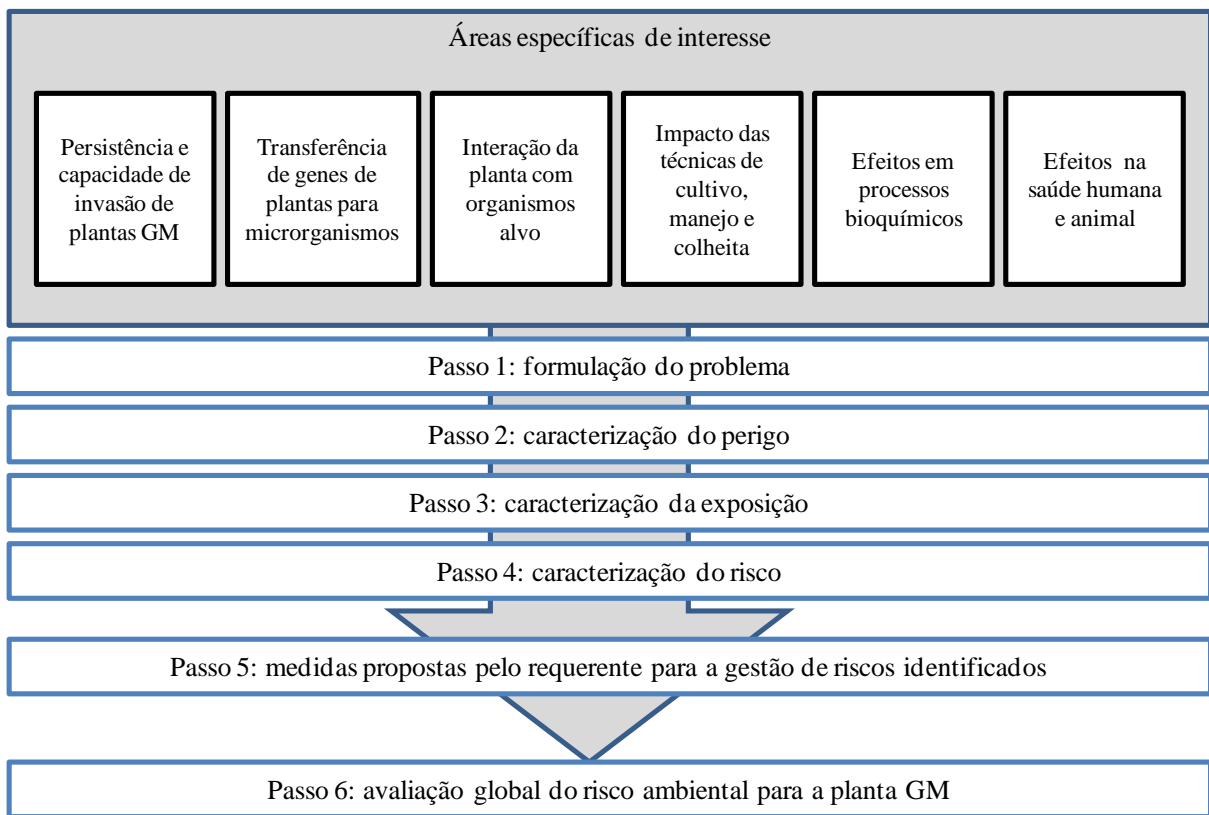
Estado-membro, caso a caso seguindo uma abordagem sistemática composta por seis etapas (Ilustração 2): (1) formulação do problema, incluindo a identificação de perigos¹²; (2) caracterização do perigo; (3) caracterização da exposição; (4) caracterização dos riscos¹³; (5) estratégias de gestão de riscos; e (6) avaliação de risco global.

A EFSA considera sete áreas específicas de interesse a serem abordadas na ARA de OGM: (1) persistência e capacidade de invasão da planta GM, incluindo a transferência de genes entre as plantas; (2) transferência de genes da planta para microrganismos; (3) interação da planta GM com organismos não alvo (4) interação da planta GM com organismos não alvo, incluindo critérios para a seleção de espécies adequadas e grupos relevantes para a avaliação de risco; (5) impacto das técnicas específicas de cultivo, gestão e colheita, incluindo a consideração dos sistemas de produção e meio ambiente receptor; (6) efeitos sobre os processos biogeoquímicos e (7) efeitos sobre a saúde humana e animal. Cada área específica é considerada de uma forma estruturada e sistemática, seguindo as seis etapas descritas na ilustração 2 (EFSA, 2010).

¹² Perigo é qualquer agente que possa causar danos ou prejuízos aos seres humanos, à propriedade ou ao meio ambiente.

¹³ Risco é definido como a probabilidade de que a exposição a um perigo leve a conseqüências negativas, ou, mais simplesmente, que um perigo não ofereça riscos se não houver exposição a esse perigo.

Figura 2 - Avaliação de risco ambiental para uma planta geneticamente modificada na Europa.



Fonte: Adaptado de EFSA (2010).

Portanto, de acordo com o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança e com a Lei de Biossegurança, a aplicação do Princípio da Precaução é uma obrigação legal no processo de análise de risco dos OGM (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000; BRASIL, 2005a). Segundo este princípio, “quando existir ameaça ou risco de danos sérios ou irreversíveis, a falta de certeza científica não deve ser utilizada como razão para impedir medidas de precaução” (UNITED NATIONS, 1992; SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000; MYHR; TRAAVIK, 2003).

No entanto, no Brasil, as informações submetidas pelas empresas requerentes de liberação de seus produtos ao órgão competente, frequentemente contemplam estudos realizados em um número bastante reduzido de localidades e de repetições, desconsiderando biomas inteiros. A avaliação de risco não é feita de forma independente e as plantas GM comercializadas no país são aprovadas quase que exclusivamente com base em testes de avaliação de eficácia agrônômica, sem os estudos de médio e longo prazo sobre os riscos à saúde humana e à segurança ambiental, violando o Princípio da Precaução (CONSEA, 2014a).

Um relatório do governo da Noruega também recomenda que qualquer OGM deva passar por uma avaliação de impacto ambiental antes de ser liberado (TRAAVIK, 1999). Uma revisão dos pedidos de liberação comercial de OGM na Comunidade Europeia mostrou que a avaliação de risco ambiental não foi realizada ou interpretada adequadamente pelos Estados-membros (GLIDDON, 1999).

No Brasil, reconhece-se um cenário parecido. Em 1998, a CTNBio autorizou a liberação comercial para plantio em escala da soja Roundup Ready[®], mesmo sem ter sido realizado um Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto no Meio Ambiente (EIA/RIMA), então considerado obrigatório segundo a Constituição Federal (BRASIL, 1988). A Comissão continuou emitindo pareceres técnicos favoráveis à liberação de OGM, sem a exigência de realização de avaliação de risco e de estudos de médio e longo prazo para avaliar os potenciais efeitos dos OGM sobre o meio ambiente e a saúde humana (NODARI; GUERRA, 2001). Posteriormente, houve a redução do quórum, facilitando as liberações comerciais, passando de dois terços para apenas 14 votos favoráveis suficientes para a autorização para comercialização e consumo de OGM (CTNBIO, 2018).

Concomitante ao aumento do número de liberações comerciais de OGM no Brasil, observa-se o aumento da utilização de agrotóxicos. Segundo a ANVISA, órgão vinculado ao Ministério da Saúde e responsável pela liberação do uso comercial de agrotóxicos, na safra 2010/2011 o consumo total de agrotóxicos atingiu 936 mil toneladas e movimentou 8,5 bilhões de dólares no país, com crescimento de 288%. Do total de agrotóxicos comercializados, 45% eram herbicidas, 14% fungicidas, 12% inseticidas e 29% correspondiam a outras categorias. Mesmo não investigando a presença do glifosato, o agrotóxico mais utilizado no país, 64% dos alimentos estavam contaminados (ANVISA; UFPR, 2012).

O glifosato, ingrediente ativo do Roundup da Monsanto, do Touchdown da Syngenta e do Durango da Dow, entre outros, é o herbicida mais amplamente utilizado em cultivos GM em todo o mundo (SAMSEL; SENEFF, 2013b).

Suas propriedades foram descobertas por cientistas da Monsanto em 1970 (WILLIAMS et al., 2000), sendo introduzido no mercado em 1974 com o nome comercial de Roundup. No final da década de 1990 seu uso se expandiu devido ao surgimento das plantas GM cujos genes foram alterados para se tornarem tolerantes a esta substância.

Apesar de seu uso cada vez maior na agricultura, devido à liberação de mais culturas tolerantes ao glifosato (SWANSON et al., 2014), este já foi banido em países como a Noruega, Suécia e Dinamarca. Em 2015, a *International Agency for Research on Cancer*

(IARC) da Organização Mundial da Saúde (GUYTON et al., 2015; IARC/WHO, 2015) classificou o glifosato como um provável cancerígeno para o ser humano, após uma equipe de pesquisadores de 11 países, incluindo o Brasil, avaliar a carcinogenicidade de cinco ingredientes ativos de agrotóxicos. No Brasil, o cultivo da soja RR[®] contribuiu para aumentar mais de 150% o consumo deste herbicida entre os anos 2000 e 2012. Isso levou a ANVISA a determinar o aumento de 50 vezes no Limite Máximo Residual (LMR) do glifosato na soja GM (de 0,2 mg/kg para 10 mg/kg) e em dez vezes no milho (ANVISA, 2005), além de não incluir a análise da presença do glifosato nas amostras de alimentos coletadas.

Nos EUA, a *Environmental Protection Agency* (EPA, 2013) também aumentou os níveis de tolerância permitidos para resíduos de glifosato em alimentos e a *European Food Safety Authority* (EFSA) recomendou a reaprovação do glifosato para uso na Europa, com o aumento da dose diária admissível de 0,3 para 0,5 mg/kg de peso corporal. Esta decisão foi tomada por um grupo denominado “Força Tarefa do Glifosato”, no qual participavam empresas químicas, como a Monsanto, com base nas conclusões dos relatórios apresentados pelos fabricantes do herbicida (SAUNDERS, 2014).

O glifosato é utilizado principalmente no cultivo de milho, soja e algodão GM, mas também em outros cultivos de plantas não GM, como aveia, trigo, cevada, colza, linho, ervilha, lentilha, soja, feijão e beterraba açucareira. Assim, seus resíduos são encontrados nos principais alimentos da dieta ocidental, compostas principalmente por açúcar, milho, soja e trigo (CLAIR et al., 2012; SAMSEL; SENEFF, 2013b) e ainda podem entrar na cadeia alimentar e contaminar a água dos rios (RICHARD et al., 2005).

Pesquisa realizada nos EUA revelou níveis elevados de glifosato de 76ug/L até 166ug/L no leite materno de três das dez mulheres que participaram da pesquisa, quantidade 760 a 1600 vezes maior do que a Diretiva Europeia de Água Potável permite de pesticidas na água. Estes resultados evidenciam o acúmulo de glifosato no corpo das mulheres durante um período de tempo, o que até então tem sido refutado por autoridades reguladoras globais e pela indústria de biotecnologia (HONEYCUTT; ROWLANDS, 2014). Revisão crítica também identificou traços de glifosato em amostras de urina humana (NIEMANN et al., 2015).

Esse aumento, nos últimos 20 anos, de produtos contendo OGM e seus derivados implicou em mudanças na saúde pública mundial. Segundo estudo recente publicado no *Journal of Organic Systems*, o elevado aumento na incidência de 22 doenças crônicas nos EUA se correlaciona fortemente com o aumento de culturas GM e a aplicação de herbicidas à base de glifosato, evidenciando seus efeitos sobre a saúde humana (SWANSON et al., 2014).

A partir de uma pesquisa nos bancos de dados do governo americano sobre culturas GM e aplicação de glifosato (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA) e epidemiologia de doenças (Centros para Controle de Doenças - CDC), os autores realizaram análises de correlação para um total de 22 doenças. Os resultados revelaram uma correlação significativa entre o aumento do uso de glifosato e culturas GM e hipertensão, acidente vascular cerebral, diabetes, obesidade, distúrbios do metabolismo, doença de Alzheimer, demência, doença de Parkinson, esclerose múltipla, autismo, doença inflamatória intestinal, insuficiência renal aguda, câncer de tireoide, entre outras. Embora tais resultados não provem uma relação de causalidade, a força das correlações mostra que existe uma grande probabilidade de que eles estejam associados de alguma forma (SWANSON et al., 2014).

Paralelamente, estudos já relacionam o aumento do consumo de alimentos contendo derivados de milho e soja com o aumento da obesidade nos EUA. Estudo realizado por Shao e Chin (2011) revelou que o consumo de produtos derivados de milho teve um efeito significativo ($p < 0,05$) na tendência crescente de obesidade. Os autores também investigaram a relação entre o consumo de milho GM e o aumento da obesidade e os resultados revelaram tendências semelhantes, levantando a hipótese que o consumo de produtos de milho GM podem contribuir para a obesidade, tendo em vista a crescente produção e presença de ingredientes derivados (como maltodextrina e xarope de milho¹⁴) em alimentos. Além disso, o antígeno bacteriano derivado da proteína inseticida do *Bacillus thuringiensis*, que está presente no milho GM, conferindo-lhe resistência a insetos, pode ser o responsável pela desregulação do tecido adiposo e desenvolvimento da obesidade. Assim, os resultados revelam uma associação entre o consumo de produtos de milho com as tendências crescentes de obesidade, que podem estar ligados ao aumento da presença de milho GM na alimentação (SHAO; CHIN, 2011).

Os autores ainda destacam a dificuldade em se estabelecer uma correlação entre o consumo de produtos contendo derivados de alimentos GM e o aumento da incidência de doenças, como diabetes e obesidade, tendo em vista a ausência de rotulagem e rastreabilidade adequada que permitam estabelecer, de modo preciso, a quantidade e tipos de alimentos que contenham produtos GM existentes no mercado (SHAO; CHIN, 2011).

Outro estudo, conduzido por Ibrahim e Okasha (2016) no Egito, verificou que ratos alimentados com uma dieta contendo 30% de milho GM durante 90 dias apresentaram sérios

¹⁴ O elevado consumo de xarope de milho rico em frutose está associado ao desenvolvimento de obesidade (BRAY et al., 2004).

danos às membranas mucosas da superfície do jejuno, com achatamento e distorção das vilosidades intestinais. Os possíveis mecanismos incluem um efeito direto prejudicial sobre a mucosa jejunal pela toxina Bt (Cry1Ab) presente no milho GM, semelhante ao que ocorre no intestino das pragas alvo, ou um efeito indireto via interrupção das bactérias intestinais.

Artigo de revisão publicado por pesquisadores australianos também examinou a relação entre consumo de OGM e saúde, com base em investigações histopatológicas do aparelho digestório de ratos alimentados a longo prazo com culturas GM comumente comercializadas. O aparelho digestório foi escolhido por ser o primeiro lugar que estas novas proteínas vão quando são ingeridas e onde permanecem por mais tempo. Foram encontrados 21 estudos de apenas nove das 47 culturas GM aprovadas para consumo humano e/ou animal. A maioria dos estudos (67%) eram avaliações gerais de saúde dos ratos. Os autores identificaram inconsistências metodológicas e falta de critérios definidos para os resultados que seriam considerados toxicologicamente ou patologicamente significativos. Isto demonstra a falta de certeza científica em relação à toxicidade e segurança dos OGM consumidos por seres humanos e animais e aponta para a necessidade de avaliações de risco de cada produto GM e orientações e protocolos específicos para estes tipos de estudo, para que possam ser reproduzidos e os resultados comparados (ZDZIARSKI et al., 2014).

Outro estudo de toxicidade a longo prazo, realizado pelo grupo francês liderado pelo pesquisador Séralini et al. (2012), demonstrou os efeitos crônicos em 200 ratos alimentados durante dois anos com milho GM NK603 com ou sem o herbicida glifosato. Os autores identificaram efeitos danosos ao fígado e rins, além de distúrbios hormonais e elevada ocorrência de tumores. Cabe ressaltar que a publicação original fora retirada da revista *Food and Chemical Toxicology*, sendo republicada em 2014 na revista *Environmental Sciences Europe* (SERALINI et al., 2014).

Em humanos, estudos associam o consumo de alimentos GM ao desenvolvimento de doença celíaca (SAMSEL; SENEFF, 2013a), indução de crescimento de células de câncer de mama (THONGPRAKAISANG et al., 2013), além de desordens gastrointestinais, obesidade, diabetes, doença cardíaca, depressão, autismo, infertilidade e doença de Alzheimer, particularmente devido ao consumo de OGM com resíduos de glifosato (SAMSEL; SENEFF, 2013b).

Além disso, sabe-se que o glifosato interfere no sistema endócrino e no equilíbrio de bactérias intestinais, podendo levar a mutações e danos no DNA e conseqüentemente, ao câncer (SWANSON et al., 2014). Revisão realizada por Antoniou et al. (2012) também traz

estudos científicos sobre o efeito teratogênico dos herbicidas a base de glifosato. No quadro 4 são apresentados outros estudos sobre os efeitos do glifosato à saúde.

Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (continua).

| Autores | Ano | País | Tipo de estudo | Principais resultados |
|--------------------|------------|-------------|-----------------------|---|
| Van Bruggen et al. | 2018 | - | Estudo de revisão | Evidências científicas apontam correlações entre o aumento do uso de glifosato e doenças humanas, incluindo vários tipos de câncer, danos nos rins e condições mentais como transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, autismo, doença de Alzheimer e Parkinson. Além disso, relacionam o uso intensivo de glifosato com mudanças nos microbiomas, as quais podem comprometer os mecanismos de resistência, com impactos negativos sobre a saúde humana, das plantas e dos animais. |
| Mesnage et al. | 2017 | França | Experimental in vivo | O consumo crônico de níveis extremamente baixos de uma formulação à base de glifosato (Roundup) esteve associado a alterações do proteoma e do metaboloma do fígado, o que indica alterações hepáticas, anatomorfológicas e bioquímicas patológicas neste órgão. |
| Gallegos et al. | 2016 | Argentina | Experimental in vivo | A exposição precoce a um herbicida à base de glifosato durante o período gestacional e a lactação provocou alterações na atividade locomotora e ansiedade na prole de ratos. Estes achados podem ser consequência de alterações no sistema nervoso e sistemas de neurotransmissores, alterando mecanismos que regulam a atividade locomotora e a ansiedade. |
| Mesnage et al. | 2015 | França | Estudo de revisão | Herbicidas à base de glifosato tem efeitos tóxicos crônicos (teratogênicos, tumorigênicos e hepatorrênais) causados pela desregulação endócrina e estresse oxidativo, que levam a alterações metabólicas, dependendo da dose e do tempo de exposição. |

Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (continua).

| Autores | Ano | País | Tipo de estudo | Principais resultados |
|------------------------|------------|-------------|-----------------------|---|
| Thongprakaisang et al. | 2013 | Tailândia | Experimental in vitro | Glifosato promoveu o crescimento de células de câncer de mama via receptores de estrogênio (hormônio-dependente). O efeito estrogênico do glifosato e da genisteína (fitoestrógeno da soja) na mulher na pós-menopausa podem induzir o crescimento de células de câncer. |
| Samsel; Seneff | 2013a | EUA | Artigo de revisão | Glifosato foi apontado como o fator causal mais importante na doença celíaca, devido a seus efeitos no desequilíbrio de bactérias intestinais. O glifosato também inibe enzimas do citocromo P450, envolvidas na desintoxicação de toxinas ambientais. As deficiências de ferro, cobalto, molibdênio, cobre e outros metais associados com a doença celíaca foram atribuídas à capacidade do glifosato de quelar estes elementos. O glifosato também implicou em deficiências em triptofano, tirosina, metionina e selenometionina associadas à doença celíaca. |
| Samsel e Seneff | 2013b | EUA | Artigo de revisão | Glifosato teve efeito na inibição do citocromo P450, com função de desintoxicação de xenobióticos, aumentando os efeitos nocivos de resíduos químicos de origem alimentar e toxinas ambientais. Esteve associado à inflamação de sistemas celulares em todo o corpo, interrupção da biossíntese de aminoácidos aromáticos por bactérias intestinais, implicando no surgimento de doenças associadas à dieta ocidental, como obesidade, diabetes, desordens gastrointestinais, doença cardíaca, depressão, autismo, infertilidade, câncer e doença de Alzheimer. |

Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (continua).

| Autores | Ano | País | Tipo de estudo | Principais resultados |
|---------------------------------|---------------|-------------|--------------------------|---|
| Mesnage; Bernay; Séralini | 2013 | França | Experimental in vitro | Glifosato esteve associado à perturbação do sistema endócrino das células hepáticas, embrionárias e placentárias. |
| Cavalli et al. | 2013 | Brasil | Experimental in vivo | Glifosato esteve associado com disfunção endócrina e perturbação das funções reprodutivas masculinas, induzindo stress oxidativo e causando morte celular mediada por cálcio em testículo de ratos e rompimento das células de Sertoli na espermatogênese, comprometendo a fertilidade masculina. |
| Séralini et al. | 2012; 2014 | França | Experimental in vivo | Foram observadas alterações metabólicas em ratos alimentados com milho GM NK603, com ou sem aplicação do herbicida Roundup. Os autores avaliaram mais de 100 parâmetros ao longo de 2 anos em 200 ratos e encontraram uma mortalidade mais alta e frequente em ratos que consumiram o milho com aplicação de herbicida. Também se observou o desenvolvimento de tumores mamários e problemas hipofisários e renais nas ratas fêmeas e deficiências crônicas hepato-renais nos machos. |
| Koller et al. | 2012 | Áustria | Experimental in vitro | Glifosato provocou efeitos citotóxicos e genotóxicos em células do epitélio bucal e danos ao DNA de trabalhadores expostos por meio de inalação ao herbicida. |
| Clair et al. | 2012 | França | Experimental in vivo | Em concentrações baixas, o glifosato causou disfunção endócrina e diminuição de 35% da testosterona e em elevada concentração provocou toxicidade testicular aguda em ratos, induzindo apoptose nas células germinais e células de Sertoli. |

Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (continua).

| Autores | Ano | País | Tipo de estudo | Principais resultados |
|---------------------|------------|-------------|-----------------------|---|
| Lajmanovich et al. | 2011 | Argentina | Experimental in vivo | Formulação herbicida contendo glifosato provocou toxicidade nas respostas biológicas e bioquímicas de uma espécie nativa de anfíbios. |
| Salbego et al. | 2010 | Brasil | Experimental in vivo | O glifosato afetou o crescimento, a atividade cerebral e os parâmetros metabólicos e hematológicos de peixes expostos a diferentes concentrações do herbicida. |
| Paganelli et al. | 2010 | Argentina | Experimental in vivo | Embriões de girinos submetidos a baixas doses de glifosato apresentaram alterações no desenvolvimento da crista neural cefálica (efeito teratogênico), correlacionadas posteriormente com deformidades nas cartilagens cranianas. |
| Gasnier et al. | 2009 | França | Experimental in vitro | Glifosato causou efeitos citotóxicos e genotóxicos em células do fígado humano, com desregulação endócrina em células humanas e toxicidade sobre as atividades mitocondriais e danos na integridade da membrana. |
| Benachour; Seralini | 2009 | França | Experimental in vitro | Quatro formulações de herbicidas à base de glifosato em níveis de diluição bem abaixo dos níveis agrícolas induziram apoptose e necrose em cordão umbilical e em células placentárias humanas. |

Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (continua).

| Autores | Ano | País | Tipo de estudo | Principais resultados |
|-------------------|------------|-------------|-----------------------|--|
| Oliveira et al. | 2007 | Brasil | Experimental in vivo | A exposição ao herbicida glifosato resultou em alterações na estrutura da região do testículo e do epidídimo, bem como nos níveis séricos de testosterona e estradiol, com alterações na expressão de receptores de androgênio, afetando sua síntese. Provocou efeitos nocivos nos dutos eferentes proximais e dutos do epidídimo, sugerindo maior sensibilidade desses segmentos entre os órgãos genitais masculinos. Efeitos foram dependentes da dose, indicando que este herbicida pode provocar distúrbios na morfofisiologia do sistema genital masculino dos animais. |
| Benachour et al. | 2007 | França | Experimental in vitro | Glifosato em concentrações utilizadas na agricultura foi tóxico para as células embrionárias e da placenta humana. |
| Hokanson et al. | 2007 | EUA | Experimental in vitro | Glifosato alterou a expressão de genes regulados por estrogênio em células humanas. |
| Dellegrave et al. | 2007 | Brasil | Experimental in vivo | O glifosato não induziu toxicidade materna, mas causou efeitos reprodutivos adversos na prole masculina: diminuição do número de espermatozoides por cauda do epidídimo e na produção espermática diária durante a vida adulta, aumento na porcentagem de espermatozoides anormais e consequente diminuição no nível de testosterona na puberdade e sinais de degeneração espermática em ambos os períodos. A exposição ao glifosato durante a gravidez e lactação pode induzir efeitos adversos significativos sobre o sistema reprodutivo de ratos Wistar machos na puberdade e na idade adulta. |

Quadro 4 - Estudos que analisaram os efeitos adversos do herbicida glifosato na saúde humana (conclusão).

| Autores | Ano | País | Tipo de estudo | Principais resultados |
|-------------------|------------|-------------|-----------------------|---|
| Richard et al. | 2005 | França | Experimental in vitro | O glifosato é tóxico para as células da placenta humana em concentrações mais baixas do que as de uso agrícola e este efeito aumenta com a concentração e tempo ou na presença de adjuvantes do Roundup. O Roundup foi mais tóxico do que o glifosato. O glifosato e Roundup em concentrações não tóxicas tiveram efeitos sobre a enzima aromatase, responsável pela síntese de estrogênios, perturbando seus níveis de atividade. Observou-se também efeitos tóxicos e endócrinos do Roundup e glifosato em mamíferos. A presença de adjuvantes do Roundup aumenta a biodisponibilidade e/ou bioacumulação do glifosato. |
| Dellegrave et al. | 2003 | Brasil | Experimental in vivo | Toxicidade genética pode transmitir-se de geração a geração, com problemas de má formação de órgãos na embriogênese das fêmeas gestantes e de seus fetos. |
| Daruich et al. | 2001 | Argentina | Experimental in vitro | Efeito do herbicida glifosato na atividade de três enzimas (no fígado, coração e cérebro) em ratos Wistar grávidas e seus fetos. Os resultados mostraram que a exposição materna a agroquímicos durante a gravidez induz uma variedade de anormalidades funcionais da atividade específica das enzimas nos órgãos estudados das ratas grávidas e dos seus fetos. |

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Pesquisas realizadas com outros herbicidas associados com eventos GM no Brasil também revelaram seus efeitos negativos à saúde. Parecer técnico publicado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) sobre os efeitos à saúde humana do uso do 2,4-D apresenta estudos que revelam sua toxicidade no sistema reprodutivo e hormonal, além de estar associado com alterações genéticas e hematológicas, malformações de embriões e com o desenvolvimento de câncer (FRIEDRICH, 2014). Sabe-se também de sua bioacumulação em peixes (WANG et al., 1994), contaminando as cadeias alimentares com seus resíduos, e de seus efeitos tóxicos em minhocas, abelhas e joaninhas (O'CALLAGHAN et al., 2005).

Em nota técnica elaborada por Pignati e Lima (2013) sobre os impactos do 2,4-D sobre a saúde e o meio ambiente são destacados vários estudos de intoxicações crônicas causadas pela exposição a este agrotóxico. Dentre seus efeitos à saúde, destacam-se malformações congênitas (GARRY et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2014), disfunções hormonais e endócrinas (MEYER, 1999; WAISSMANN, 2002; MCKINLAY et al., 2008), podendo ainda levar ao desenvolvimento de câncer (MILIGI et al., 2006), como linfomas não-Hodkin (HARDELL et al., 1981; HOAR et al., 1986; ZAHM et al., 1990; HARDELL; ERIKSSON, 1999; MCDUFFIE et al., 2001; HARDELL, 2008).

Foram encontrados poucos estudos relativos aos efeitos de outros herbicidas como o glufosinato de amônio, no entanto, alguns estudos realizados com o glufosinato de amônio também revelaram efeitos negativos à saúde, como neurotoxicidade e teratogenicidade (WATANABE; IWASE, 1996; KOYAMA et al., 1997; MATSUMURA et al., 2001).

Destaca-se também uma publicação de pesquisadores do Grupo de Estudos sobre Agrobiodiversidade, que compilou, ao longo de 10 anos, mais de 750 estudos que apontam os riscos e as incertezas dos OGM à saúde e ao meio ambiente. A obra mostra estudos que questionam os impactos na interação entre as plantas transgênicas e convencionais, com outros organismos, a sobrevivência de transgenes à digestão e inúmeros outros processos químicos e biológicos, os quais foram desconsiderados pelos órgãos reguladores, como a CTNBio, a Anvisa e o Ibama (FERMENT et al., 2015).

Ressalta-se ainda que a população e o meio ambiente estão expostos a misturas de vários agrotóxicos simultaneamente, seja na lavoura ou por meio do consumo diário de resíduos de agrotóxicos nos alimentos. A presença destes resíduos não ocorre apenas em alimentos *in natura*, mas também em alimentos industrializados que têm como ingredientes derivados de milho e soja, como biscoitos, salgadinhos, pães, cereais matinais, etc. Também podem ser encontrados em carnes e leite de animais que foram alimentados com ração

contendo traços de agrotóxicos, devido à sua bioacumulação na cadeia alimentar (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

O uso de agrotóxicos pode afetar a saúde humana de maneira aguda (curto prazo) ou crônica (longo prazo) (HORRIGAN et al., 2002). A longo prazo, a ingestão de alimentos com agrotóxicos pode estar relacionada a várias doenças crônicas, como cânceres, malformações congênitas, distúrbios endócrinos, neurológicos e mentais e outros (CARNEIRO et al., 2015). Estudos têm evidenciado também a associação entre exposição a pesticidas e doenças como vários tipos de câncer (ALAVANJA et al., 2013), doença de Parkinson e câncer infantil (NTZANI et al., 2013).

Estudo realizado por Graillot et al. (2012) sobre o impacto da mistura de agrotóxicos na alimentação da população francesa revelou que o efeito genotóxico¹⁵ de misturas de agrotóxicos em baixas doses é significativamente maior do que o efeito destas substâncias individualmente.

Baseado nestas pesquisas, o Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), órgão do Ministério da Saúde, publicou um relatório expondo seu posicionamento contra as práticas de uso de agrotóxicos no Brasil, destacando seus riscos à saúde, como causadores de câncer. Ademais, juntamente com outros setores do Ministério da Saúde, incluiu o tema “agrotóxicos” no Plano de Ações Estratégicas de Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil (2011-2022) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015). Em 2015, a Associação de Saúde Coletiva (Abrasco) lançou a versão atualizada do Dossiê Abrasco, reunindo informações sobre os riscos dos agrotóxicos à saúde humana (CARNEIRO et al., 2015).

No Brasil, são escassos os dados sobre a quantidade de intoxicações por agrotóxicos. Apesar de existir vários sistemas oficiais de registro, nenhum tem sido eficaz como instrumento de vigilância capaz de identificar os agrotóxicos envolvidos nos casos de intoxicações agudas e crônicas (FARIA et al., 2007). Contudo, a intoxicação por agrotóxicos é frequente em agricultores brasileiros, sendo que de 2000 a 2009, dos 2052 óbitos registrados por essa causa, 51,9% eram trabalhadores agrícolas (SANTANA et al., 2013).

O último relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) da ANVISA revelou amostras de alimentos com resíduos de agrotóxicos em quantidades acima do limite máximo permitido, bem como a presença de substâncias químicas não autorizadas

¹⁵ Agentes genotóxicos são aqueles que interagem com o DNA produzindo alterações em sua estrutura ou função.

para a cultura e de agrotóxicos em processo de proibição ou sem registro no Brasil. De 2013 a 2015 o Programa analisou 12.051 amostras de 25 alimentos de origem vegetal representativos da dieta da população brasileira (ANVISA, 2016). Foram pesquisados até 232 agrotóxicos diferentes nas amostras monitoradas, com exceção dos agrotóxicos mais utilizados no Brasil, como o glifosato e o 2,4-D. Tais agrotóxicos não foram analisados nestas amostras de alimentos, o que subestima os resultados encontrados.

Outros problemas em relação aos agrotóxicos no Brasil são a permissão de utilização de agrotóxicos que são proibidos em outros países; as pulverizações aéreas, que contaminam amplas áreas ambientais e populações próximas e a isenção de impostos à indústria de agrotóxicos, o que incentiva seu fortalecimento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Dessa forma, a principal recomendação do INCA é o uso do Princípio da Precaução e o estabelecimento de ações com a finalidade de reduzir o uso de agrotóxicos, como previsto no Programa Nacional para Redução do uso de Agrotóxicos (Pronara) e fortalecer a produção de base agroecológica, em acordo com a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (BRASIL, 2012; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Outras preocupações relacionadas com os riscos dos OGM à saúde humana são a possível resistência bacteriana aos antibióticos empregados na modificação genética, o aumento das alergias alimentares às novas proteínas, a toxicidade e a alergenicidade (PUSZTAI, 2001; NODARI; GUERRA, 2003; BAWA; ANILAKUMAR, 2013; ANDREASSEN et al., 2014).

Genes marcadores de resistência a antibióticos são utilizados com a finalidade de selecionar e confirmar se a alteração genética foi realizada conforme planejada. No entanto, discute-se que tais genes podem continuar se expressando nos tecidos da planta e ao serem ingeridos por meio dos alimentos, poderiam reduzir a eficácia de antibióticos ou, se transferidos a patógenos humanos ou animais, anulariam o efeito destes (NODARI; GUERRA, 2001).

Segundo Conner e Jacobs (1999) os riscos da ingestão de alimentos GM podem acontecer por meio de três mecanismos: efeitos dos produtos da expressão dos genes inseridos; efeitos secundários e pleiotrópicos da expressão do gene e mutagênese resultante da integração do gene. No primeiro caso, os efeitos da expressão do gene transferido podem representar um risco para a saúde, uma vez que novas proteínas podem ser sintetizadas e produzir efeitos alérgicos inesperados. Isto se agrava quando os alimentos contêm genes de alimentos que geralmente causam alergias, como leite, ovos, nozes, trigo, legumes, peixes, moluscos e crustáceos (MARYANSKI, 1999; BAWA; ANILAKUMAR, 2013).

Em relação aos efeitos pleiotrópicos da expressão gênica, este é um fenômeno genético em que um gene contribui para múltiplas características fenotípicas distintas. Dessa forma, muitos transgenes codificam enzimas que alteram as vias bioquímicas, podendo causar aumento ou diminuição de determinados produtos bioquímicos. A presença de uma nova enzima também pode causar depleção de substrato enzimático e subsequente acumulação de produto enzimático (CONNER; JACOBS, 1999).

Estudo realizado por Agapito-Tenfen et al. (2013) revelou diferenças na expressão de 32 proteínas (relacionadas ao metabolismo energético, processamento de informação genética e resposta a estresse) entre um evento GM simples e sua isolinha¹⁶ convencional mais próxima em diferentes ecossistemas. Estas alterações metabólicas podem levar a um aumento das concentrações de toxinas, levando a preocupações em termos de segurança alimentar.

Os efeitos mutagênicos derivados da inserção e integração do transgene com o genoma da planta podem interromper ou alterar a expressão de genes existentes. A inserção pode resultar na inativação de genes endógenos e no aparecimento de plantas mutantes em gerações posteriores. Além disso, pode ocorrer o silenciamento, a ativação ou a regulação de genes que codificam enzimas, em vias metabólicas, que produzem compostos tóxicos secundários (CONNER; JACOBS, 1999). Isto se torna preocupante quando a nova proteína ou composto tóxico é expresso na parte comestível da planta que, deste modo, não pode ser considerada substancialmente equivalente ao seu homólogo tradicional.

Em revisão crítica feita por Domingo (2007), buscando identificar e avaliar estudos sobre toxicidade humana e animal e riscos do consumo de OGM para a saúde, foram identificados, dentre mais de cinco mil referências, apenas 29 estudos especificamente sobre avaliação de risco. Foram incluídos estudos sobre a segurança do uso de batatas, milho, soja, arroz, pepino, tomate, pimentão, ervilha e canola na alimentação humana e animal. O autor concluiu que os estudos experimentais são muito escassos, sendo a maioria estudos de curto prazo, com informação toxicológica limitada. Portanto conclui-se que são necessários mais estudos científicos toxicológicos de longo prazo para garantir que a ingestão de alimentos GM não ofereça riscos para a saúde humana, animal e para o meio ambiente.

Estudo realizado por Dona e Arvanitoyannis (2009) verificou que os resultados da maioria dos estudos de toxicidade com alimentos GM em animais indicou que eles podem causar alguns efeitos tóxicos em vários órgãos e sistemas, como hepático, pancreático, renal, além de efeitos reprodutivos e alterações hematológicas, bioquímicas e imunológicas.

¹⁶ Planta correspondente que não apresenta a característica de transgenia.

Embora a OMS (2002) declare que todos os produtos GM que estão atualmente no mercado internacional passaram por avaliação de risco por parte das autoridades nacionais e que estas avaliações não indicaram qualquer risco para a saúde humana, os artigos de revisão publicados em revistas científicas internacionais encontraram poucos estudos sobre a toxicologia e os riscos dos alimentos GM para a saúde humana e animal ou a avaliação de risco destes alimentos não têm sido realizada conforme indica a literatura científica (DOMINGO, 2007; MAGANA-GOMEZ; DE LA BARCA, 2009).

Em 2011, Domingo e Bordonaba (2011) realizaram nova revisão buscando analisar o atual estado da arte sobre a avaliação dos potenciais efeitos adversos e segurança das plantas GM para consumo humano. Os autores verificaram o aumento do número de estudos a partir de 2006. No entanto, apenas alimentos como milho, arroz e soja foram incluídos, pois não foram encontradas informações recentes sobre outros alimentos, como batata, pepino, ervilha e tomate. Observou-se um equilíbrio entre o número de estudos que afirmam que os produtos GM (principalmente milho e soja) são tão seguros e nutritivos quanto seus homólogos convencionais e estudos que destacam sérias preocupações em relação ao consumo seguro de OGM. Os autores destacam, no entanto, que a maioria destes estudos têm sido realizada por empresas de biotecnologia, não sendo, portanto, estudos independentes, podendo haver conflito de interesses.

Além disso, têm se observado uma grande diversidade entre os métodos e resultados das avaliações de risco de cada uma das culturas GM. Para estas avaliações foram utilizados diferentes períodos de alimentação, modelos animais e parâmetros. Embora os resultados sejam semelhantes em relação ao crescimento e estado nutricional de animais alimentados com alimentos GM e convencionais, foram observados também efeitos microscópicos e moleculares adversos de alguns alimentos GM em diferentes órgãos ou tecidos (MAGANA-GOMEZ; DE LA BARCA, 2009).

A escassez de estudos sobre a avaliação da segurança de plantas e alimentos GM na literatura científica pode ser parcialmente explicada pelo uso do conceito de “equivalência substancial” (DOMINGO; BORDONABA, 2011).

2.2.2 O conceito de equivalência substancial e os organismos geneticamente modificados

O conceito de equivalência substancial (ES), desenvolvido pela *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) e mais elaborado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization* (FAO/WHO,

2000), foi introduzido em referência aos alimentos produzidos a partir da biotecnologia moderna. Segundo este princípio, se um novo alimento ou ingrediente alimentar é substancialmente equivalente ao seu homólogo convencional em termos de composição química, ele pode ser considerado tão seguro quanto este (OECD, 1993).

Assim, a aplicação do conceito de ES baseia-se na premissa de que a segurança dos alimentos GM pode ser avaliada através de sua comparação com seu homólogo convencional de segurança já conhecida (OECD, 1993; KUIPER et al., 2001; MOSELEY, 2002). No entanto, existe uma limitação que consiste na falta de especificação dos principais componentes que devem ser analisados em determinada planta GM para estabelecer sua equivalência substancial. Até o momento não existem regulamentos que especificam quais toxinas e antinutrientes devem ser testados em uma determinada cultura. Geralmente são analisados glucosinolatos e fitato em colza e canola; fitatos no milho; tomatina, solanina, chaconina, lectinas e oxalato no tomate; glicoalcaloides, inibidores da protease e fenóis na batata e inibidores da protease, lectinas, isoflavonas e fitato na soja (NOVAK; HASLBERGER, 2000).

Assim, para esta comparação são selecionados parâmetros relacionados as características morfológicas, fenotípicas e agronômicas, composição química, incluindo macro e micronutrientes, nutrientes-chave, principais toxinas e alergênicos e anti-nutrientes essenciais, alterações no metabolismo, potencial de transferência de genes de alimentos GM para a flora intestinal humana/animal, permitindo a identificação de diferenças significativas entre as duas culturas (OECD, 1993; NOVAK; HASLBERGER, 2000; KUIPER et al., 2001; KUIPER et al., 2002; MOSELEY, 2002; CELLINI et al., 2004). Esta comparação é feita com o uso de ensaios especiais do *Codex Alimentarius* medindo alergenicidade de proteínas, a toxicidade de novas proteínas e outras avaliações (LEMAUX, 2008; HASHEMINYA; DEHGANNYA, 2013).

Os métodos adequados para a identificação destas alterações incluem: análise da expressão gênica utilizando a tecnologia de *microarray* para identificar e caracterizar os efeitos involuntários devido à modificação genética; e análise proteômica para identificar diferenças nos padrões de expressão de proteínas, que podem estar relacionadas ao processo de modificação genética ou mudanças no metabolismo secundário das plantas modificadas. Assim, recomenda-se utilizar vários métodos em diferentes níveis (genômica, proteômica, metabolômica) para rastrear potenciais alterações nas características das plantas GM (KUIPER et al., 2002). Tais métodos foram descritos por Kuiper (2000) e Kuiper et al. (2001) e são realizados apenas por pesquisadores independentes.

Além disso, a OCDE (1993) desenvolveu um protocolo de testes padrão de toxicidade para estudar as propriedades toxicológicas de proteínas expressas. Em relação à transferência de genes e alergenicidade de proteínas transferidas, estratégias de avaliação foram desenvolvidas pela FAO/WHO (FAO/WHO, 2000) (KUIPER et al., 2002).

Valores dentro dos “padrões internacionais” permitem concluir que essas plantas são equivalentes, com exceção da característica inserida por transgenia, e então que as plantas GM são tão seguras quando as convencionais. Contudo, mudanças significativas nestes parâmetros podem ser um indicativo de possíveis áreas de risco que necessitam de mais avaliação quanto ao seu potencial efeito adverso para a saúde (KÖNIG et al., 2004). Ademais, a ES não é suficientemente abrangente para prever os efeitos não intencionais e não elimina a ocorrência de efeitos a longo prazo (LU et al., 2010).

Assim, a comparação de um alimento GM com seu homólogo convencional não se destina a estabelecer a sua segurança absoluta, mas sim busca assegurar que quaisquer substâncias nele introduzidas pela modificação genética não o fazem menos seguro que o seu homólogo tradicional (FAO/WHO, 2000). Três resultados são previstos nesta comparação: serem substancialmente equivalentes; serem substancialmente equivalentes, exceto para a característica inserida; ou não serem substancialmente equivalentes (FAO, 1996; FAO/WHO, 2000; KUIPER et al., 2001).

O teste de ES examina apenas características individuais e não a cultura GM como um todo. Por exemplo, avalia-se a toxicidade da nova proteína produzida pela planta em função da modificação genética, como no caso da expressão de uma proteína inseticida ou de uma que confere tolerância a um herbicida. Se o histórico de consumo desta proteína for seguro, então o novo alimento que a contém também será considerado seguro (KUIPER et al., 2001). Para exemplificar, seria o mesmo que considerar um evento de milho estaqueado, como o MON 810 x NK 603 como seguro, pois seus eventos simples, de forma isolada em culturas distintas já passaram por avaliação e foram considerados seguros (CTNBIO, 2018).

Este tipo de avaliação de segurança não considera que os genes presentes no novo alimento possam ser diferentes do previsto (PADGETTE et al., 1995; WILSON et al., 2006), ou seja, não considera a possibilidade de alteração da sequência da proteína do gene antes de sua inserção ou em função do processo de transformação (EFSA, 2008). Por este motivo, culturas GM não devem ser consideradas como um composto de várias substâncias de segurança conhecida, mas sim como uma nova planta, cuja segurança precisa ser avaliada como um todo (ZDZIARSKI et al., 2014).

Desse modo, o CODEX, a FAO e a OMS têm publicado diretrizes para a avaliação da segurança de alimentos GM (FAO, 1996; FAO/WHO, 2000; 2001b; WHO, 2003).

2.2.3 Avaliação de segurança de organismos geneticamente modificados

O *Codex Alimentarius* iniciou seus trabalhos relacionados aos alimentos produzidos a partir de OGM em 1999, com a Força-Tarefa Intergovernamental Ad Hoc para alimentos derivados da biotecnologia. O objetivo era desenvolver normas, diretrizes e recomendações sobre a segurança e avaliação nutricional destes alimentos. Em 2003, com o auxílio de especialistas da FAO e WHO, o trabalho da Força-Tarefa resultou no desenvolvimento de um documento contendo os princípios para a análise dos riscos dos alimentos derivados da biotecnologia, descrevendo uma metodologia para conduzir as avaliações da segurança alimentar destes alimentos. São avaliadas toxicidade, com efeitos diretos para a saúde; alergenicidade, podendo provocar reações alérgicas; propriedades nutricionais ou tóxicas; estabilidade do gene inserido e efeitos nutricionais e não intencionais resultantes da modificação genética (WHO, 2003).

Na União Europeia, a avaliação da segurança de alimentos GM nos seus Estados-Membros é baseada no Regulamento nº 258/1997, relativo a novos alimentos e ingredientes alimentares, adotado em maio de 1997 (UNIÃO EUROPEIA, 1997). Os alimentos são divididos em seis categorias, sendo duas relativas aos alimentos GM, incluindo alimentos e ingredientes alimentares que contenham ou sejam constituídos por OGM e alimentos ou ingredientes alimentares produzidos a partir de OGM, mas que não podem ser detectados no produto final, como os óleos de soja ou milho (MOSELEY, 2002).

A FAO/WHO (2005) definem a avaliação de risco como o processo de base científica constituído das etapas de identificação e caracterização dos perigos (possíveis impactos negativos¹⁷), avaliação da exposição e caracterização dos efeitos dos riscos. Assim, a avaliação de riscos está associada com a possibilidade de ocorrência de eventos não esperados (NODARI; GUERRA, 2001).

O conceito de ES é usado como uma abordagem prática para estruturar a avaliação de segurança de um OGM (planta, microrganismo ou animal) e/ou alimentos derivados, comparando-os com o seu homólogo tradicional, a fim de identificar eventuais diferenças intencionais e não intencionais, que se tornam o foco desta avaliação. Contudo, não constitui

¹⁷ (ROBINSON, 2002)

uma avaliação de segurança em si, auxiliando apenas na identificação de algumas diferenças entre plantas GM e não GM. O resultado da comparação deve ser obtido usando métodos validados e técnicas estatísticas adequadas, a fim de orientar a avaliação de segurança por meio de testes (imuno) toxicológicos e bioquímicos (FAO/WHO, 2000; KUIPER et al., 2001; KUIPER et al., 2002).

Vários países, incluindo o Brasil, têm utilizado o conceito de ES como um importante componente na avaliação de segurança de alimentos e ingredientes alimentares derivados de plantas GM destinados ao consumo humano (OECD, 1993; FAO, 1996; FAO/WHO, 2000). No entanto, não há consenso sobre a aplicação deste conceito, o que resultou em críticas por cientistas independentes como sendo um conceito pseudo científico, superficial, não devidamente definido e inadequado para servir como base para uma avaliação de segurança (MILLSTONE et al., 1999; PUSZTAI, 2002) e para justificar a não rotulagem dos alimentos GM. Por isso, em respeito ao Princípio da Precaução, cabe aos governos nacionais e os organismos internacionais considerarem abordagens alternativas para a avaliação de segurança de OGM (FAO/WHO, 2000).

Nesse contexto, destaca-se que as empresas produtoras de OGM defendem o conceito de ES apenas quando se fala em segurança alimentar e rotulagem. Quando o assunto é propriedade intelectual, um mesmo produto passa a ser considerado substancialmente diferente, justificando a necessidade de registro de patentes e pagamento de *royalties* (VALLE, 2000), evidenciando que o uso do conceito de ES associa-se a interesses políticos e comerciais.

Alguns estudos, realizados nos EUA e no Brasil evidenciaram diferenças nutricionais e de composição centesimal entre alimentos GM e convencionais, contrariando o princípio da ES (quadro 5).

Estudo recente mostra diferenças importantes nos perfis de composição de proteínas e metabólitos entre uma variedade de milho geneticamente modificado resistente a Roundup e a sua variedade não GM. A alteração no perfil proteico, causa desequilíbrio na utilização de energia e estresse oxidativo (danos às células e tecidos pelo oxigênio reativo), além de diferenças de perfil bioquímico de pequenas moléculas, implicando no aumento de uma classe de compostos conhecidos como poliaminas. Mostra também o aumento preocupante de poliaminas (putrescina e cadaverina), substâncias que podem produzir vários efeitos tóxicos à saúde humana e animal. Estas substâncias aumentam os efeitos da histamina e as reações alérgicas e ambas têm sido implicadas na formação de substâncias cancerígenas chamadas nitrosaminas. Em geral, as conclusões deste estudo desmentem a indústria e as agências

reguladoras que alegam que o milho NK603 é “substancialmente equivalente” à sua contraparte não GM e sugerem que uma avaliação mais completa da segurança do consumo de produtos derivados deste milho GM a longo prazo deve ser realizada (MESNAGE et al., 2016).

Quadro 5 - Evidências que comprovam a não equivalência substancial de algumas plantas geneticamente modificadas (continua).

| Alimento | Referência (ano) | Local do estudo | Resultados |
|-----------------|--------------------------|---|--|
| Soja | Lappe et al. (1998/1999) | - | Diferenças no conteúdo de isoflavonas naturais com potencial importância para saúde |
| | Padgett et al. (1996) | - | Inibidor de tripsina (um dos principais alergênicos e antinutricional) significativamente aumentado (cerca de 26%) em soja resistente a glifosato |
| | Zobiole et al. (2010) | Maringá - Paraná (Brasil) | Diminuição dos níveis de ácido α -linolênico (ALA) e ferro, e aumento dos níveis de ácido oléico em soja tolerante ao glifosato |
| | Bohn et al. (2014) | Iowa (EUA) | Soja orgânica apresentou mais proteínas, cinzas, aminoácidos essenciais, açúcares, zinco e selênio e menos gordura saturada total, ácido palmítico, ácido linoléico (w-6) e fibras em comparação com soja GM tolerante ao glifosato e convencional cultivada com herbicida a base de glifosato |
| | Galão et al. (2014) | Londrina e Ponta Grossa - Paraná (Brasil) | Soja GM apresentou quantidades superiores de ácido graxo w-3. Maior quantidade de PUFA foi encontrado em soja GM produzida em Londrina e em soja convencional produzida em Ponta Grossa. Ácidos graxos monoinsaturados e saturados variaram entre soja GM e convencional produzida em diferentes regiões |

Quadro 5 - Evidências que comprovam a não equivalência substancial de algumas plantas geneticamente modificadas (conclusão).

| Alimento | Referência (ano) | Local do estudo | Resultados |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| Milho | Saxena; Stotzki (2001) | EUA | Teor de lignina dos híbridos de milho GM foi significativamente maior (33-97% maior) do que em suas respectivas isolinhas não-GM |
| | Pusztai (2001) | Inglaterra | Duas linhas de milho resistente a herbicidas apresentaram diferenças significativas em teores de gordura e de carboidratos em comparação com o milho não-GM e, portanto, substancialmente diferentes |
| | Agapito-Tenfen et al. (2013) | Campos Novos e Chapecó – SC – Brasil | Evidenciou diferenças moleculares entre milho GM e convencional – 16 proteínas diferentes dependentes do ambiente em que foi cultivado |
| | Profit Pro (2012) | Study Corn Comparison Report | Estudo detalhou deficiências nutricionais (Fosfato, Ca, K, Mg, Fe, Zn) do milho GM em comparação com milho orgânico O relatório também revela níveis elevados de glifosato no milho GM |
| | Mesnage et al. (2016) | França | Estudo revelou diferenças estatisticamente significativas em um total de 117 proteínas e 91 metabólitos entre o milho GM NK603 e sua variedade não GM. Houve alteração no perfil proteico, causando desequilíbrio na utilização de energia e estresse oxidativo e o aumento de compostos tóxicos chamados poliaminas (putrescina e cadaverina) no milho NK603, substâncias com efeitos tóxicos que aumentam as reações alérgicas e a formação de substâncias cancerígenas. |

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Análises de composição devem ser realizadas em plantas GM e nos seus homólogos tradicionais cultivados em condições ambientais similares, uma vez que tais condições podem induzir diferenças de composição que não estão relacionadas com a modificação genética. Além disso, a variedade GM deve ser cultivada em locais e em períodos de cultivo diferentes, a fim de avaliar se as vias metabólicas podem ser alteradas com possíveis consequências negativas para a composição dos alimentos (KUIPER et al., 2002).

Bohn et al. (2014) investigaram a equivalência substancial de soja produzida sob diferentes práticas agrícolas (soja GM cultivada com o uso de herbicidas/pesticidas, soja convencional cultivada com o uso de herbicidas/pesticidas e soja orgânica cultivada sem o uso de herbicidas/pesticidas). Todas as 31 amostras individuais de soja foram analisadas quanto ao seu teor nutricional, incluindo proteína total, gordura total, matéria seca, amido, cinzas, minerais, oligoelementos, vitamina B6, composição de aminoácidos e de ácido graxo, além dos pesticidas relevantes. Os autores encontraram diferenças em relação ao conteúdo nutricional, características elementares e resíduos de herbicidas/pesticidas (produto de degradação do glifosato). A soja orgânica apresentou mais proteínas, cinzas, aminoácidos essenciais, açúcares, zinco e selênio e menos gordura saturada, ácido palmítico, ácido linoleico (w-6) e fibras em comparação com a soja GM tolerante ao glifosato e convencional cultivada com herbicida a base de glifosato. Estes resultados demonstram a não equivalência substancial entre os três tipos de soja (orgânica, convencional e GM).

A soja contém outras diversas toxinas de plantas inerentes e antinutrientes, tais como inibidores de protease, lectinas, isoflavonas e fitato, que podem ter vários efeitos negativos para seres humanos e animais, quando utilizada como alimento. Por isso, na avaliação da equivalência substancial, é muito importante levar em conta estas substâncias (NOVAK; HASLBERGER, 2000).

No caso do milho GM, estudo realizado por Saxena & Stotzki (2001) evidenciou diferenças na taxa de lignina entre os híbridos de milho GM e suas respectivas isolinhas não GM, sendo de grande importância na avaliação de risco à saúde humana e animal. Escher et al. (2000) verificaram diferenças nas proporções de lignina, frutose e carboidratos solúveis nas folhas de milho GM e não GM.

Ainda em relação à qualidade nutricional, alguns estudos evidenciaram diferenças de composição nutricional entre culturas/alimentos orgânicos e convencionais. Hunter et al. (2011) observaram maiores níveis absolutos e conteúdo total de micronutrientes em alimentos orgânicos, em comparação com os convencionais. Meta-análise realizada por Baranski et al. (2014) com base em 343 publicações também mostrou diferenças estatisticamente

significativas na composição de micronutrientes entre alimentos orgânicos e não orgânicos. As concentrações de antioxidantes, como os polifenóis, ácidos fenólicos, estilbenos, flavonóides e antocianinas foram substancialmente maiores em alimentos orgânicos, enquanto que estes apresentaram menores concentrações de cádmio e resíduos de pesticidas.

Segundo relatório do Parlamento Europeu sobre os impactos da agricultura orgânica para a saúde pública, o consumo de alimentos orgânicos reduz a exposição a agrotóxicos e, portanto, os riscos de intoxicações agudas e crônicas. O relatório enfatiza que, apesar das análises de risco realizadas antes da aprovação de agrotóxicos, existem grandes lacunas nos estudos. Além disso, são desconsiderados estudos epidemiológicos que mostram os efeitos negativos da exposição a baixas doses de agrotóxicos no desenvolvimento cognitivo de crianças (EPRS, 2016).

A comprovação da equivalência substancial, ou seja, demonstrar que um alimento GM é quimicamente similar a sua contraparte natural, não constitui uma prova suficiente de que aquele seja necessariamente seguro para o consumo humano (MILLSTONE et al., 1999; MESNAGE et al., 2016). Isto por que em termos de genoma, eles não são equivalentes e o gene inserido na planta pode levar à formação de novos produtos e desencadear efeitos pleiotrópicos significativos (NODARI; GUERRA, 2001).

Na prática, poucos alimentos que consumimos atualmente e que são considerados seguros para consumo foram submetidos a estudos toxicológicos. Em 1991 a OECD definiu alimento seguro aquele cujo consumo nas condições previstas de uso não irá causar nenhum dano significativo (FAO/WHO, 2000). Segundo o *Codex Alimentarius*, alimento seguro é aquele que não causa danos relevantes ao consumidor, quando preparado e/ou consumido de acordo com o uso a que se destina (FAO/WHO, 2009). A definição do conceito de alimento seguro é essencial para o desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação de segurança de novos alimentos, como os alimentos contendo OGM.

Certos níveis de consumo de anti-nutrientes e substâncias tóxicas presentes nos OGM podem induzir efeitos adversos em humanos e animais (KUIPER et al., 2001). Isto se torna preocupante quando se considera que tanto animais como humanos provavelmente consumam diferentes tipos de alimentos GM em uma mesma refeição (ZDZIARSKI et al., 2014).

2.2.4 Presença de organismos geneticamente modificados em alimentos comercializados

Atualmente, praticamente em todo o mundo a base da alimentação provém de um sistema de produção e distribuição em escala planetária, cabendo à indústria o papel de definir com o que e como as pessoas se alimentam (CANESQUI; GARCIA, 2005).

Os ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de milho, soja e algodão GM são amplamente utilizados pela indústria de alimentos na produção de uma grande variedade de alimentos consumidos pelos seres humanos e também na ração animal, pela grande produção agrícola, por seu baixo custo e finalidades (DREWNOWSKI, 2003; SINGH et al., 2008). Assim, apesar dos riscos potenciais, os OGM estão cada vez mais presentes na alimentação da população mundial (FAO, 2014).

A OMS (2005) classifica os alimentos produzidos por meio da biotecnologia moderna em quatro categorias:

- Alimentos que são OGM como, por exemplo, o milho e a soja;
- Alimentos derivados ou que contenham ingredientes derivados de OGM como, por exemplo, farinha de milho, proteína de soja ou óleo de soja;
- Alimentos que contêm ingredientes ou aditivos produzidos por microrganismos GM, por exemplo, corantes, vitaminas e aminoácidos essenciais.
- Alimentos que contêm ingredientes processados por enzimas produzidas por OGM, por exemplo, xarope de milho de alta frutose produzido a partir de amido de milho, usando a enzima glicose isomerase. Nesta categoria também se encaixa a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que pode ser utilizada no processo de fermentação alcoólica para a produção de pães e bebidas alcoólicas, como a cerveja¹⁸ e o vinho.

Para a população brasileira, o consumo de OGM vem se tornando preocupante visto que é o segundo país que mais planta sementes GM no mundo. Além disso, existe uma grande dificuldade de segregação de sementes GM e sementes cultivadas convencionalmente e um elevado risco de contaminação de sementes não GM. Desta maneira, pode-se inferir que a maioria dos alimentos comercializados no país que contêm soja ou milho ou ingredientes

¹⁸ Além do risco de se consumir levedura transgênica na cerveja, pesquisadores brasileiros (MARDEGAN et al., 2013) mostraram a presença de milho, substituto do malte de cevada, em grandes marcas de cervejas brasileiras. A legislação brasileira permite a substituição de até 45% do malte por outra fonte de cereais mais barata, sendo o milho o mais empregado na sua fabricação. Dessa forma, considerando que mais de 90% do milho plantado no Brasil é transgênico, existe uma grande possibilidade deste milho, presente na cerveja, ser transgênico também.

derivados, provém de plantas GM. No quadro 6 é possível verificar ingredientes derivados de soja e milho GM, que podem ser encontrados em produtos alimentícios brasileiros.

Quadro 6 - Plantas geneticamente modificadas e derivados que podem ser encontrados em produtos alimentícios brasileiros.

| Planta GM | Produtos e subprodutos derivados |
|------------------|---|
| Soja | Extrato de soja |
| | Farinha de soja |
| | Fibra de soja |
| | Goma guar |
| | Goma xantana |
| | Grão de soja |
| | Lecitina de soja |
| | Molho de soja |
| | Óleo de soja |
| | Pasta fermentada de soja |
| | Proteína isolada de soja |
| | Proteína concentrada de soja |
| | Proteína texturizada de soja |
| Milho | Ácido cítrico |
| | Amido de milho |
| | Amido modificado de milho |
| | Amido dextrinizado |
| | Dextrose de milho |
| | Farinha de milho |
| | Grão de milho |
| | Maltose de milho |
| | Maltodextrina de milho |
| | Óleo de milho |
| | Proteína de milho |
| | Sêmola de milho |
| | Xarope de milho |
| | Polióis |
| Algodão | Óleo de algodão |
| Levedura | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A introdução de alimentos GM na nossa dieta tem despertado preocupações em relação à segurança (DONA; ARVANITOYANNIS, 2009; DOMINGO; BORDONABA, 2011), também em virtude da presença de milho GM tolerante ao 2,4-D, glifosato, glufosinato, etc. em alimentos como farinha de milho, cuscuz, canjica, polenta, pamonha e alimentos infantis (CARDARELLI et al., 2005; GREINER et al., 2005; GREINER;

KONIETZNY, 2008; FERNANDES et al., 2014). Isso porque estes alimentos poderão conter resíduos destes agrotóxicos, causando riscos à saúde humana, pelos efeitos já conhecidos destas substâncias¹⁹, conforme citado anteriormente.

Alimentos adoçados com xarope de milho²⁰, como sucos e néctares prontos para consumo, condimentos (ketchup, mostarda), frutas em conserva (enlatadas), geleias, doces pastosos, bolos, pudins, pó para bebidas, refrigerantes (FERREIRA et al., 2009) e fórmulas infantis para lactentes²¹ (ANVISA, 2014) também podem conter resíduos de herbicidas, quando o xarope provém de milho GM. A carne bovina e de aves e alimentos derivados, como leite e ovos, obtidos de animais alimentados com milho e/ou soja GM também podem conter pequenas quantidades de glifosato ou outro herbicida (VERCESI et al., 2009).

Desse modo, seguindo as tendências globais de aumento no consumo de alimentos industrializados, da variedade e do plantio de sementes GM, é provável que em pouco tempo tenhamos um consumo praticamente total de alimentos com estes componentes. De acordo com o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB, 2014) estima-se que quase todos os alimentos industrializados no Brasil contenham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho. No Canadá, estima-se que cerca de 75% dos alimentos processados contém ou são produzidos a partir de ingredientes como milho, soja ou canola GM (CANADIAN BIOTECHNOLOGY ADVISORY COMMITTEE, 2001; GRUÈRE, 2006). E ainda, em países industrializados, cerca de 60% a 70% dos alimentos processados contem ingredientes GM (ENEH et al., 2016).

Greiner e Konistzny (2008) verificaram a presença de diferentes produtos alimentícios constituídos de ingredientes derivados de soja e/ou milho GM comercializados em supermercados no Brasil. A presença de soja GM em produtos contendo soja teve um aumento de 13% em 2000 para 78% em 2005, enquanto que independente do ano, cerca de 10% do milho presente em produtos alimentícios era GM. O extenso aumento da prevalência

¹⁹ HARDELL et al., 1981; ZAHM et al., 1990; HARDELL; ERIKSSON, 1999; MEYER, 1999; MCDUFFIE et al., 2001; GARRY et al., 2002; WAISSMANN, 2002; MILIGI et al., 2006; MCKINLAY et al., 2008; PIGNATI; LIMA, 2013; SAMSEL; SENEFF, 2013a; b; THONGPRAKAISANG et al., 2013; FRIEDRICH, 2014; OLIVEIRA et al., 2014; SERALINI et al., 2014; SWANSON et al., 2014 .

²⁰ O xarope de milho é obtido a partir da hidrólise parcial do amido de milho, utilizando a enzima glicose isomerase, obtida a partir de um MGM.

²¹ No Brasil, o uso do xarope de milho é permitido pela ANVISA como fonte de carboidratos nos alimentos, incluindo alimentos destinados ao público infantil.

da soja GM Roundup Ready[®] em produtos alimentícios comercializados no Brasil possivelmente se justifica pela legalização do seu cultivo em 2003.

A soja RR[®] é o OGM mais cultivado no mundo e representa um componente básico de muitos alimentos (TASKI-AJDUKOVIC et al., 2009). A proteína de soja é amplamente utilizada em produtos cárneos, devido às suas propriedades de ligação de água, emulsão de gorduras e características organolépticas tais como textura, aparência e firmeza (BELLOQUE et al., 2002), além da redução do custo. A indústria de alimentos têm utilizado muito mais produtos derivados de soja em comparação com os produtos derivados de milho (GREINER; KONIETZNY, 2008), sendo o milho a segunda principal cultura GM cultivada em todo o mundo.

Vários estudos internacionais e nacionais têm buscado identificar a presença de DNA transgênico em alimentos industrializados (quadro 7). Dentre estes estudos, verificou-se a presença de ingredientes GM em pães, doces e salgados, massas, farinhas, mistura para bolos, biscoitos, produtos de confeitaria e fórmulas infantis. Alimentos frios (como salame, presunto, salsicha etc.) também podem conter soja GM em sua composição (TASKI-AJDUKOVIC et al., 2009). Algumas carnes contêm enzimas proteolíticas geradas por microrganismos GM com função de amaciamento, ou peptídeos antibacterianos, produzidos por bactérias GM, empregados para protegê-las de contaminação microbiológica. Os queijos e leites fermentados também podem conter enzimas, como a quimosina, derivada de bactéria GM. A pectinase proveniente de microrganismo GM pode ser encontrada em sucos e geleias. Além disso, realçadores de sabor, edulcorantes e amidos produzidos por OGM podem estar presentes em molhos, salgados e outros alimentos (VERCESI et al., 2009).

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|---|------|--------|--|--|
| Cardarelli et al. | 2005 | Brasil | 89 amostras de produtos alimentícios coletados entre 2001 e 2003: leite de soja em pó, batata frita, biscoitos, proteína texturizada de soja, produtos com farinha de milho, massas, salsichas, sopas desidratadas, sopas em lata, bebida de soja com frutas, soja cru e alimentos para animais de estimação | De 40 alimentos derivados de milho, 25 continham DNA transgênico e de 66 amostras de alimentos contendo soja, 16 apresentaram soja RR. |
| Greiner; Konietzny; Villavicencio | 2005 | Brasil | 100 alimentos contendo soja e 100 alimentos contendo milho, analisados em 2000 e novamente em 2001 | Em 2000, soja GM foi encontrada em 13% dos alimentos contendo soja [farinha de soja (40%), produtos a base de tofu (37,5%) e produtos de panificação (16%)] e o milho GM foi encontrado em 8% dos alimentos contendo milho [salgadinho (35,7%), polenta (11%) e farinha de milho (5,5%)]. Em 2001, esse percentual foi de 21% [farinha de soja (46,7%), sopa instantânea (33,3%), produtos a base de tofu (25%), produtos de panificação (25%), proteína isolada de soja (1 amostra de 3) alimentos vegetarianos (1 amostra de 5)] e 9% [polenta (22%), produtos de panificação (16,7%), farinha de milho (11%) e salgadinho (7%)], respectivamente. Na análise quantitativa feita em 2000, 5 amostras de produtos continham menos de 4% de soja GM e 8 amostras continham mais de 4% de soja GM. Cinco amostras continham menos de 4% de milho GM e três amostras continham mais de 4% de milho GM. Em 2001, oito amostras de produtos tinham menos de 4% de soja GM e 13 amostras tinham mais de 4% de soja GM; cinco amostras de produtos tinham menos de 4% de milho GM e quatro amostras tinham mais de 4% de milho GM. Nenhum dos alimentos estava rotulado. |

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|-----------------|------|-----------|--|---|
| Margarit et al. | 2006 | Argentina | 32 amostras de produtos alimentícios comercializados em supermercados (polenta, flocos de milho, salgadinhos de milho, óleo de milho e xarope de milho) | A presença de milho GM foi verificada em 8 das 32 amostras de alimentos comercializados. |
| Brod; Arisi | 2007 | Brasil | 32 amostras de produtos cárneos processados contendo proteína de soja | Observou-se a presença de soja RR em 15 amostras de produtos a base de carne. |
| Brod et al. | 2007 | Brasil | Seis farinhas desengorduradas de soja, seis fórmulas infantis contendo proteína isolada de soja e 25 leites de soja em pó | Nenhuma das fórmulas infantis analisadas apresentou soja GM; quatro de seis amostras de farinha de soja e 15 das 25 amostras de leite de soja em pó apresentaram soja GM. |
| Dinon et al. | 2008 | Brasil | 81 produtos derivados de milho (farinha de milho, flocos de milho, farinha de milho pré-cozida e pães contendo milho) comercializados em supermercado brasileiro em 2005 a 2007 e dois produtos argentinos | Foi detectada a presença de milho GM MON810 apenas nas duas amostras de alimentos argentinos. |

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|------------------------|------|--------|--|--|
| Greiner e Konietzny | 2005 | Brasil | 100 produtos alimentícios contendo milho e 100 produtos alimentícios contendo soja de marcas brasileiras e importadas, comercializados no ano de 2000 e a mesma quantidade de produtos em 2005. Os produtos contendo soja incluíram: farinhas, produtos de panificação, massas, alimentos vegetarianos, alimentos infantis, sobremesas, doces, bebidas à base de soja, proteína isolada de soja, alimentos à base de tofu e sopas instantâneas. Os alimentos contendo milho incluíram: farinhas, produtos de panificação, flocos de milho, batatas fritas de pacote, amido de milho, alimentos infantis, sobremesas, sopas instantâneas e espigas de milho. Os produtos foram analisados nos anos de 2000 e de 2005. | A presença de soja GM aumentou de 13% em 2000 para 78% em 2005. O número de produtos alimentícios contendo soja GM acima de 1%, o limite para a rotulagem de acordo com a legislação brasileira, aumentou de 11% em 2000 para 36% em 2005 e nenhum destes produtos estavam rotulados. Nenhuma tendência foi encontrada para produtos alimentícios contendo milho GM. Em relação aos produtos contendo milho GM, verificou-se que 4-6% continham mais que 1% de material GM, no entanto nenhum produto estava devidamente rotulado. A maioria dos produtos contendo milho GM eram importados. |
| Taski-Adjukovic et al. | 2009 | Sérvia | 50 produtos cárneos processados, como mortadela, salsicha, linguiça, salame, patê, frios, presunto cozido e rocambole de carne | Observou-se a presença de OGM em 12 amostras de alimentos: mortadela (1), hot-dog (2), salame (3), patê (1), salsichas (3), frios (1) e rocambole de carne (1) |
| Dinon et al. | 2010 | Brasil | 59 amostras (47 de carne processada e 12 de produtos à base de soja) obtidas de forma aleatória, em 2007 e 2008 | Observou-se a presença da soja RR em seis de 54 amostras de carne processada e produtos à base de soja comercializados entre 2007-2008, no entanto, de acordo com a legislação brasileira, apenas uma amostra teria de ser rotulada. |

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|--|------|------------------------|---|---|
| Branquinho; Ferreira; Cardarelli-Leite | 2010 | Brasil | 240 amostras alimentos derivados de soja e 25 amostras de alimentos derivados do milho foram analisados a partir de 2004 a 2007. As amostras incluíram: 47 grãos de soja em estado bruto, 66 bebidas a base de soja, 15 leites de soja em pó, 14 fórmulas infantis, 11 proteínas de soja texturizada (PTS), 7 farinhas de soja, 7 refeições de soja, 2 fibras de soja fibras, 23 sopas desidratadas, 20 produtos à base de carne, 9 alimentos vegetarianos, 5 massas alimentícias, 7 lanches e biscoitos, produtos de refeição 25 de milho e 7 alimentos para animais. A maioria das amostras foram selecionadas aleatoriamente a partir de mercados de alimentos em cidades das regiões Sul e Sudeste. | Dos 240 alimentos contendo soja, 68 (28,3%) continham soja GM, enquanto que em alimentos contendo milho, não foi encontrado milho GM. O conteúdo de OGM variou de 0,05 a 1% em 43 (63,2%) das amostras e mais do que 1% em 25 (36,8%) das amostras, nenhum desses produtos foram devidamente rotulados, em desconformidade com a legislação atual de rotulagem. |
| Herzallah | 2012 | Jordânia | 280 amostras de alimentos (100 cereais matinais, 60 massas, 20 salgadinhos, 15 produtos de confeitaria, 35 farinhas de milho e 50 amostras de soja e milho) | Do total de 280 amostras de alimentos, 15 (5,4%) foram positivas para a presença de material GM sem, contudo, haver qualquer declaração sobre a presença de OGM no rótulo dos alimentos. Nenhuma amostra de massa e de farinha de milho foi positiva para materiais GM. |
| Premanandh | 2012 | Emirados Árabes Unidos | 128 amostras de alimentos importadas dos EUA, Reino Unido, União Europeia, Brasil, África do Sul, Índia, Tailândia, Filipinas, Egito e China, como milho, soja, trigo, legumes, massas, arroz e pizza. | Das 128 amostras analisadas, 16 amostras foram positivas para a presença de material GM: 8 amostras de pizza congelada contendo milho e/ou soja como um dos ingredientes e 8 amostras de pão contendo soja, milho em lata e leite de soja. |

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|------------------|------|---------------|---|--|
| Viljoen; Marx | 2013 | África do Sul | Foram selecionados aleatoriamente 46 produtos alimentares contendo canola, milho e soja. | A modificação genética foi detectada em 23 (50%) dos 46 produtos testados (67% dos produtos de milho e 48% de produtos de soja), com um teor de GM variando de 0,02% a 97% e incluindo sete dos 14 (50%) produtos rotulados como não-GM. Para o limiar de rotulagem de 5%, 19 dos 46 produtos analisados teriam que ser rotulados pelo seu conteúdo GM (58% dos produtos de milho e 39% dos produtos de soja continham mais do que 5% de OGM) .Dos 14 produtos rotulados indicando ausência de OGM, cinco ultrapassam o limite de 1% para a rotulagem como “não-GM”. |
| Rabiei et al. | 2013 | Irã | Foram analisadas 25 amostras de alimentos contendo milho, como: flocos de milho, milho congelado, salgadinho de milho, grãos de milho, milho enlatado e pipoca. | Os resultados demonstraram a presença de milho GM em 5 das 25 amostras de alimentos analisadas. |
| Fernandes et al. | 2014 | Portugal | 119 amostras de alimentos contendo milho, como grão de milho, farinha, espiga, salgadinho, produtos de panificação, milho em flocos, cereais, barras de cereais, milho doce, milho congelado, pipoca e fórmula infantil, adquiridos em supermercados locais em 2007, 2009 e 2010. | 25% das amostras foram positivas para eventos GM, sendo que 4% dos alimentos analisados continham mais do que o limite de 0,9% para a rotulagem e nenhum deles declarou a presença de OGM. A prevalência de milho GM em alimentos em 2007 foi maior do que nos outros anos. |
| Mandaci et al. | 2015 | Turquia | Farinha de soja, carne de soja, creme de soja, dois tipos de broto de soja, leite de soja, café de soja, tofu e carne de soja adquiridos aleatoriamente nos mercados de Istambul em 2009. | Todas as amostras de alimentos analisadas foram positivas para a presença de DNA, mesmo que abaixo de 0,1%. Na Turquia, os alimentos que contêm OGM não são permitidos. |

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (continua).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|---------------|------|---------------|--|---|
| Meriç et al. | 2014 | Turquia | 11 tipos de alimentos obtidos de diferentes regiões da Turquia | Todas as amostras foram consideradas GM. |
| Turkec et al. | 2016 | Turquia | 83 amostras de produtos alimentícios (farinha de milho, amido de milho, milho doce, pipoca, salgadinho de milho, cereais matinais a base de milho, biscoitos contendo milho, snacks contendo milho) e alimentos à base de milho para animais | Em todas as amostras foi detectada a presença de milho GM, contudo nenhum produto estava rotulado como contendo material GM. |
| Turkec et al. | 2016 | Turquia | 56 alimentos contendo soja, incluindo molho de soja, farinha de soja, leite de soja, tofu, biscoitos, salgadinhos, chocolate com soja, fórmulas infantis e ração para animais contendo soja adquiridos em supermercados locais em Istambul e Bursa em 2015 | 79% das amostras de rações para animais (15 das 19) continham soja GM em quantidades bem acima do limiar de rotulagem da UE de 0,9%. Em relação às amostras de alimentos, apenas 10,7% (6 das 56) continham soja GM, mas com quantidade abaixo do limite de 0,9%. Entre estes alimentos estavam 2 amostras diferentes de leite de soja, 2 amostras de biscoitos, 1 lanche contendo soja e 1 amostra de tofu. As baixas quantidades de soja GM quantificado nestas amostras positivas explicam porque nenhum destes alimentados estava rotulado como contendo soja GM, estando em conformidade com a legislação da UE. |
| Kim et al. | 2016 | Coreia do Sul | 30 amostras de salsichas contendo soja como ingrediente em seus rótulos | Das 30 amostras de salsichas, 19 amostras não tinham soja GM e 11 continham soja GM. |

Quadro 7 - Estudos de detecção de organismos geneticamente modificados em alimentos industrializados (conclusão).

| Autor | Ano | País | Amostras analisadas | Resultados |
|----------------|------|------------------|--|---|
| Grazina et al. | 2017 | Portugal | 90 amostras de alimentos incluindo “carne de soja”, tofu, biscoitos, bebidas de soja, sobremesas de soja, massas, molhos, farinhas e grãos | 73 amostras continham soja e destas 9 (12%) continham soja GM. O teor estimado de soja RR de 8 amostras variou entre 0,01 e 0,39%, e em uma amostra a soja RR representou 23,9% dos ingredientes do produto., estando acima do percentual limite de 0,9% para a rotulagem na UE. |
| Kyrova et al. | 2018 | República Tcheca | 1152 amostras de alimentos (soja, produtos a base de soja, farinha de milho e arroz) foram coletados em 12 locais nos anos de 2008 a 2013 | OGM foram detectados em 107 amostras (9,3%). Os resultados mostram que em alimentos do mercado de alimentos tcheco foram encontrados OGM principalmente em farinha de milho e arroz. O milho GM foi detectado em 63 (21,9%) amostras de farinha de milho. A soja Roundup Ready foi detectada em 4 (1,4%) amostras de soja e em 1 (0,35%) amostra de soja. |

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A crescente comercialização de alimentos e ingredientes alimentares derivados de OGM favoreceu a implantação, por muitos países, de normas para o uso e rotulagem desses alimentos, estabelecendo limites máximos para aceitação de eventual contaminação não intencional (WHO, 2005).

Para verificar o percentual de tolerância de OGM em produtos alimentícios de acordo com o que as regulamentações de rotulagem exigem, devem ser utilizados métodos confiáveis e precisos que permitam detectar proteínas recombinantes ou DNA GM em matérias-primas e produtos alimentícios. Assim, foram desenvolvidos métodos analíticos para monitorar e verificar a presença e a quantidade de OGM em culturas agrícolas, alimentos e ingredientes derivados. A reação em cadeia da polimerase (PCR) é o método mais utilizado na detecção de OGM por sua alta sensibilidade e especificidade na amplificação do DNA (ANKLAM et al., 2002).

Este método é uma técnica para amplificar (multiplicar) o número de cópias de uma sequência específica de DNA presente em um extrato de uma amostra de interesse. O objetivo da PCR é replicar o fragmento de DNA de interesse em quantidades suficientes para a visualização em um gel de agarose (se presente) e para realizar futuras análises genômicas. A PCR é comumente utilizada para a detecção da presença de um fragmento recombinante de DNA específico em OGM (CLARK; PAZDERNIK, 2013).

Outro método utilizado é a detecção da proteína utilizando ensaios imunológicos, tais como o ensaio imunoabsorvente ligado a enzima (ELISA). Este tipo de método, por detecção de proteínas, é mais comum nos Estados Unidos, enquanto que os métodos de detecção de DNA são mais utilizados na Europa (GREINER; KONIETZNY, 2008). Outros métodos de detecção e quantificação baseados na presença de proteína são o imunoensaio de fluxo lateral (IFL) e o Western blot (AHMED, 2002).

Ressalta-se que o monitoramento de OGM em alimentos é necessário para garantir a conformidade com os requisitos de rotulagem estabelecidos pelas normas de cada país (ANKLAM et al., 2002). Conforme mostra o quadro 7, os estudos de detecção de OGM em alimentos limitam-se a analisar a presença e quantidade de OGM em pequenas amostras e comparar com as exigências da legislação em relação ao percentual de tolerância que exige a rotulagem obrigatória. Contudo, não aprofundam a discussão em relação ao processo/produto, cobertura e grau de implementação das normas de rotulagem.

2.3 ROTULAGEM DE ALIMENTOS E DIREITO À INFORMAÇÃO NO ÂMBITO DA SEGURANÇA ALIMENTAR DE ALIMENTOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

O *Codex Alimentarius* é o principal órgão internacional voltado à regulação de alimentos. Ele é responsável pelo estabelecimento de recomendações e normas de aceitação ampla sobre a segurança e rotulagem de alimentos. De acordo com o *Codex*, a rotulagem inclui qualquer assunto escrito, impresso ou gráfico presente no rótulo que acompanha o alimento, ou é exibido próximo ao alimento, com o propósito de promover a sua venda ou descarte. O rótulo de um alimento é definido como qualquer etiqueta, escrita ou impressa, presente na embalagem do alimento, contendo informações sobre ele (WHO/FAO, 2007).

No Brasil, a primeira norma referente a rótulos de alimentos foi o Decreto-Lei nº 986/1969. Esse Decreto-Lei, que permanece em vigor, instituiu as Normas Básicas sobre Alimentos, com o objetivo de defender e proteger a saúde dos consumidores. Com a publicação desta legislação, passou a ser obrigatório constar, de maneira legível nos rótulos de alimentos, informações relativas ao produto, como o tipo de alimento, nome ou marca, nome do fabricante ou produtor, local da fábrica, número de registro do alimento no Ministério da Saúde, indicação do emprego de aditivos intencionais, número de identificação da partida, lote, data de fabricação e indicação do peso ou volume líquido (BRASIL, 1969).

Além destas, também são informações obrigatórias na rotulagem alimentar: a especificação do nome do produto, a lista de ingredientes, o prazo de validade, o nome e endereço do produtor/importador e as instruções sobre o preparo e uso do alimento (BRASIL, 2002; WHO/FAO, 2007).

A disponibilização de informações nos rótulos busca garantir o direito à informação, instituído pela Constituição Federal de 1988 (Art. 5º, XIV) e preconizado pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC) (Art. 6º, III), que afirma que a informação adequada e clara sobre a composição dos alimentos é um direito básico do consumidor (BRASIL, 1988; 1990).

O CDC garante ao consumidor o direito à informação sobre o alimento por meio do rótulo, disposto de forma clara e adequada, permitindo ao consumidor o direito de escolher consumir ou não o alimento (BRASIL, 1990). Desse modo, a rotulagem constitui uma estratégia para políticas públicas de saúde. A partir de 1998, também passou a ser obrigatório

nos rótulos informações relativas à composição nutricional dos alimentos, a chamada rotulagem nutricional.

Em âmbito internacional, a Estratégia Global para Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004) recomenda a rotulagem nutricional como uma ferramenta destinada a fornecer informações adequadas sobre o conteúdo dos alimentos aos consumidores para auxiliá-los a fazer escolhas alimentares informadas (MALIK et al., 2013).

No contexto da promoção da alimentação saudável, a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) reconhece que

a rotulagem nutricional dos alimentos constitui-se em instrumento central no aperfeiçoamento do direito à informação. O acesso à informação fortalece a capacidade de análise e decisão do consumidor, portanto, essa ferramenta deve ser clara e precisa para que possa auxiliar na escolha de alimentos mais saudáveis (BRASIL, 2013).

A rotulagem nutricional é obrigatória para todos os alimentos e bebidas embalados em diversos países, incluindo o Brasil, desde o ano 2000, com a Resolução RDC nº 94/2000, da ANVISA (BRASIL, 2000). Esta Resolução se aplicava a todos os alimentos e bebidas produzidos, comercializados e embalados na ausência do consumidor e prontos para oferta.

Em 2002 e 2003, foram instituídas as resoluções RDC nº 259/2002, RDC nº 359/2003 e RDC nº 360/2003. Tais resoluções determinam a obrigatoriedade e as regras para apresentação da rotulagem de alimentos embalados e da rotulagem nutricional, incluindo a lista de ingredientes e as informações nutricionais (BRASIL, 2002; 2003c; d) no âmbito do Mercosul.

A lista de ingredientes inclui a identificação de todas as substâncias que compõem o alimento, apresentadas em ordem decrescente de peso de cada ingrediente, não sendo obrigatória em alimentos com um ingrediente único, como farinha, açúcar e feijão (FAO/WHO, 2001a). A RDC nº 259/2002 determina também a declaração de aditivos na lista de ingredientes, os quais devem ser declarados após os ingredientes, sem necessidade de ordenação (BRASIL, 2002).

Estas informações possibilitam aos consumidores o acesso a uma rotulagem precisa, padronizada e compreensível sobre o conteúdo dos alimentos e que contenha a declaração dos seus principais aspectos nutricionais, seguindo as recomendações do *Codex Alimentarius* (WHO/FAO, 2007).

Destaca-se que as exigências da Resolução RDC nº 360/2003 não se aplicam aos alimentos comercializados sem embalagens e aos produtos embalados na presença dos consumidores. Estão excluídos da regulamentação os produtos embalados na ausência dos consumidores, como: bebidas alcoólicas; aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia; especiarias; águas minerais naturais e demais águas de consumo humano; vinagres; sal; café, erva-mate, chás e outras ervas sem adição de outros ingredientes; alimentos preparados e embalados em restaurantes e estabelecimentos comerciais, prontos para o consumo; produtos fracionados nos pontos de venda a varejo, comercializados como pré-medidos; frutas, vegetais e carnes *in natura*, refrigerados e congelados; e alimentos com embalagens cuja superfície visível para rotulagem seja menor ou igual a 100 cm² (BRASIL, 2003d).

Assim, a RDC nº 360/2003 se aplica à rotulagem nutricional dos alimentos produzidos e comercializados, qualquer que seja sua origem, embalados na ausência do consumidor e prontos para serem oferecidos a estes (BRASIL, 2003c). O *Codex Alimentarius* também recomenda que a declaração de nutrientes seja obrigatória para todos os alimentos embalados na ausência dos consumidores, embora possam existir algumas exceções (WHO/FAO, 2007).

A RDC nº 359/2003 regulamenta as porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional (BRASIL, 2003c). Assim, divide os alimentos em grupos, conforme descrito no quadro 8 e subgrupos (Anexo A).

Quadro 8 - Grupos de alimentos conforme RDC nº 359/2003.

| Grupos de alimentos e descrição |
|--|
| I – Produtos de panificação, cereais, leguminosas, raízes e tubérculos, e seus derivados |
| II – Verduras, hortaliças e conservas vegetais |
| III – Frutas, sucos, néctares e refrescos de frutas |
| IV – Leite e derivados |
| V – Carnes e ovos |
| VI – Óleos, gorduras e sementes oleaginosas |
| VII – Açúcares e produtos que fornecem energia proveniente de carboidratos e gorduras |
| VIII – Molhos, temperos prontos, caldos, sopas e pratos preparados |

Fonte: Adaptado de RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003c).

Segundo a RDC nº 259/2002, quando utilizados óleos ou gorduras, os fabricantes têm a obrigatoriedade de especificar se são de origem animal ou vegetal e se o óleo foi hidrogenado ou parcialmente hidrogenado (BRASIL, 2002). No entanto, uma limitação é o

fato de os fabricantes não declararem os nomes completos dos ingredientes, incluindo os tipos de matérias-primas utilizadas (soja, milho, etc.). Um exemplo é a informação na lista de ingredientes “gordura vegetal”, ao invés de aparecer “gordura vegetal de soja”.

Reconhece-se, assim, o importante papel da rotulagem na garantia dos direitos dos consumidores e na promoção da saúde pública. O consumidor tem o direito de escolher o alimento que come, e de saber como ele foi produzido.

2.3.1 Rotulagem de alimentos geneticamente modificados: abordagens internacionais e marco legal brasileiro

Diante das incertezas e preocupações em relação à segurança de alimentos GM, a rotulagem é um instrumento que atende ao consumidor em seu direito de ser informado, de maneira adequada, sobre a composição dos alimentos.

Justificadas pelo Princípio da Precaução, as primeiras regulamentações de rotulagem foram introduzidas pela União Europeia em 1997 (GRUÈRE, 2006), no Regulamento (CE) n° 258/1997 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo a novos alimentos e ingredientes alimentares (UNIÃO EUROPEIA, 1997). Este regulamento trata de regras de autorização e rotulagem de novos alimentos, incluindo aqueles feitos a partir de OGM, reconhecendo o direito do consumidor à informação e a rotulagem como instrumento que permite escolhas informadas.

A legislação da UE foi baseada em diretivas que tornam obrigatória a rotulagem de OGM e reforçam a rastreabilidade dos OGM ao longo da cadeia produtiva do alimento (ARVANITOYANNIS et al., 2006). De acordo com a legislação da UE e de vários outros países, como o Brasil, os produtos que contenham OGM devem ser aprovados e rotulados (RABIEI et al., 2013), garantindo ao consumidor, o direito a esta informação.

Em janeiro de 2000, o Protocolo Internacional de Biossegurança estabeleceu em seu *Art 18.2.a* a necessidade dos países adotarem medidas para “*assegurar a clara identificação de organismos vivos modificados nas importações/exportações, destinados à alimentação humana e animal*”, uma vez que vários países que importam alimentos do Brasil rejeitam sementes e alimentos GM (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000). Destaca-se, no entanto, que, de acordo com esta medida, a rotulagem se aplica apenas ao carregamento de sementes e não ao produto final que contenha ingrediente GM.

Segundo a Recomendação nº 009/2015 do CONSEA, a rotulagem de OGM é uma medida de saúde pública relevante para permitir o monitoramento pós introdução no mercado e pesquisas sobre os impactos na saúde, causados pelo consumo de alimentos GM (CONSEA, 2015). Contudo, na lista nacional de doenças e agravos de notificação compulsória do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014) não há um sistema de registro para doenças causadas pelo consumo de alimentos GM, o que determina a não existência, até o momento, de nenhum caso notificado no país deste tipo de doença.

O Comitê de Rotulagem de Alimentos do *Codex Alimentarius*, por meio de grupos de trabalho e reuniões com representantes dos governos de vários países, vêm trabalhando desde meados de 1990 para estabelecer diretrizes internacionalmente harmonizadas para a avaliação e elaboração de recomendações sobre as normas de rotulagem de alimentos GM (WHO, 2005; BURLINGAME; PINEIRO, 2007). Na mais recente reunião do grupo, ocorrida em 2003, devido às posições e pontos de vista divergentes dos Estados-Membros, não se chegou a um consenso sobre uma recomendação adequada para a rotulagem destes alimentos. Destaca-se que, embora orientações e recomendações do *Codex Alimentarius* sejam cada vez mais utilizadas como referência no âmbito dos acordos de comércio internacional, estas diretrizes, depois de finalizadas, serão voluntárias, como os demais padrões estabelecidos pelo *Codex* (WHO, 2005).

Desse modo, nos últimos anos, muitos países adotaram normas de rotulagem para alimentos GM, mas suas características diferem em natureza, produto/processo; percentual de tolerância; cobertura; exceções e grau de implementação (PHILLIPS; MCNEILL, 2000; CARTER; GRUERE, 2003; GRUÈRE; RAO, 2007). Estas distinções refletem o contexto cultural e social dos países, ilustrando a dificuldade do estabelecimento de normas únicas, em escala internacional.

Em relação à natureza, existem duas abordagens regulatórias para a rotulagem de alimentos GM: a rotulagem voluntária, que não possui força legislativa para impor a identificação de OGM na produção de alimentos; e a rotulagem obrigatória, que exige a declaração do uso da tecnologia genética na produção de alimentos (WHO, 2005). Países como UE, China, Rússia e Indonésia se baseiam no princípio de precaução, adotando a rotulagem obrigatória de alimentos GM, diferindo apenas o percentual de tolerância para a rotulagem. Nestes países, onde os alimentos derivados de culturas GM não são considerados substancialmente equivalentes aos convencionais se reconhece o direito dos consumidores, de fazer escolhas informadas. Já países como Argentina, Canadá e África do Sul se baseiam no conceito da equivalência substancial e defendem a rotulagem voluntária de alimentos GM

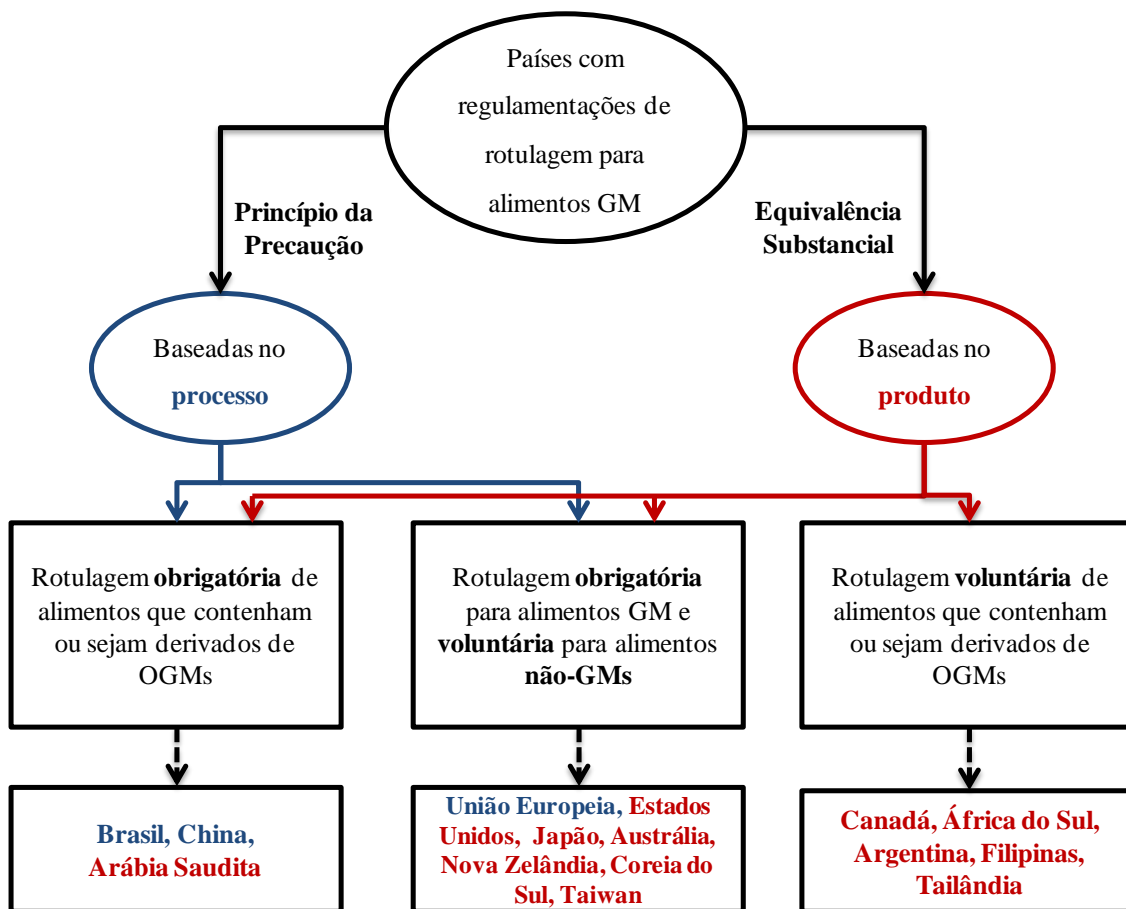
(GRUÈRE; RAO, 2007). Estes países justificam a rotulagem voluntária pela alegada falta de evidências científicas que comprovem os perigos dos OGM à saúde e ao meio ambiente. No entanto, tal fato é contraditório, uma vez que se considera a equivalência das sementes em relação à composição centesimal e nutricional quando o assunto é a cobrança de *royalties* e patenteamento de sementes.

Destaca-se que a maioria dos países em desenvolvimento ainda não adotaram nenhuma regulamentação específica com relação à rotulagem de alimentos GM (GRUÈRE, 2006), como a Índia.

Quando a rotulagem é baseada no Princípio de Precaução, faz-se necessário identificar o alimento, independente da possibilidade de detecção de partes de OGM no produto final. Neste caso, incluem-se todos os produtos altamente processados que não expressa DNA ou proteínas GM detectáveis, mas são derivados de culturas GM, como o óleo de soja, milho ou canola. Além disso, também se considera a presença de OGM ou MGM no processo produtivo do alimento como, por exemplo, a utilização de levedura GM para o processo de fermentação de um pão de trigo (GRUÈRE, 2006; FAO, 2011). Desta forma, neste modelo de rotulagem, a informação da presença de OGM no alimento ou sua participação no processo produtivo do alimento deveria aparecer sempre, independente do percentual de OGM presente no alimento.

Já quando a rotulagem se baseia no conceito da equivalência substancial, considera-se que a informação no rótulo deve aparecer apenas quando a presença de DNA GM for detectável no produto final, conforme o percentual definido (GRUÈRE, 2006; FAO, 2011). A figura 3 ilustra a classificação das regulamentações de rotulagem de OGM, com base no Princípio da Precaução ou equivalência substancial.

Figura 3 - Classificação das regulamentações de rotulagem de alimentos geneticamente modificados.



Fonte: Adaptado de Gruère (2006); FAO (2011).

As diferentes posições em relação à rotulagem de alimentos GM adotadas pelos países podem gerar impactos importantes nos acordos internacionais de comércio, principalmente no que se refere à informação ao consumidor e à importação e exportação de sementes e alimentos (CANADIAN BIOTECHNOLOGY ADVISORY COMMITTEE, 2001; GRUÈRE; RAO, 2007).

O Regulamento europeu (CE) nº 1830/2003, que altera a Diretiva 2001/18 aborda mais especificamente a questão da rastreabilidade e rotulagem de OGM de produtos alimentícios e alimentos produzidos a partir de OGM para animais, ali autorizados para produção e comercialização. Através desse Regulamento, toda a cadeia produtiva deve ser acompanhada para assegurar a possibilidade de identificação da presença ou ausência de material GM no produto final (UNIÃO EUROPEIA, 2003b).

O Regulamento (CE) nº 1830/2003 se aplica a todos os produtos pré-embalados que contenham OGM, os quais devem estar identificados com a seguinte informação: “Este

produto contém OGM” ou “Este produto contém (nome do organismo) GM”. No caso dos produtos não pré-embalados oferecidos ao consumidor ou em estabelecimentos de alimentação comercial ou coletiva, como restaurantes, hospitais, etc., esta informação deve estar disponível no local de venda do produto. As mesmas regras de rotulagem se aplicam aos alimentos GM destinados à alimentação animal, possibilitando aos criadores de animais informações precisas sobre a composição destes alimentos. No entanto, este regulamento não se aplica às rações animais e aos alimentos de origem animal, obtidos a partir de criações alimentadas com ração de origem GM. Também não se aplica aos alimentos altamente processados, como óleos refinados e margarinas, cuja detecção da modificação genética pode se mostrar impraticável (UNIÃO EUROPEIA, 2003b).

Em junho de 2013, o *European Academies Science Advisory Council* (EASAC) divulgou um relatório defendendo que a UE deveria rever sua política em relação aos OGM, recomendando a criação de um sistema regulatório sobre os OGM que fosse válido em todo o país-membro (EASAC, 2013).

No entanto, em março de 2015, o Conselho da UE aprovou uma nova legislação, a Diretiva 2015/412 (altera a Diretiva 2001/18), que confere aos Estados-Membros autonomia para limitarem ou proibirem o cultivo (e não a comercialização) de OGM em seus territórios. Países como França, Áustria e Hungria já possuem medidas nacionais contra o cultivo de OGM (UNIÃO EUROPEIA, 2015).

Outra particularidade que dificulta a implantação de normativa única são os limites e o percentual de tolerância estabelecidos para a rotulagem de um alimento GM. Tais limites são utilizados para compensar situações de contaminação não intencional do alimento por OGM e podem variar de 0%, abaixo de 1%, 3% ou 5% do peso total do produto ou em relação à quantidade de cada ingrediente GM presente no alimento. Também pode se aplicar apenas para os três ou cinco ingredientes principais do produto (WHO, 2005).

No Canadá, onde cerca de 75% dos alimentos processados contém ou são produzidos a partir de ingredientes como milho, soja ou canola GM (CANADIAN BIOTECHNOLOGY ADVISORY COMMITTEE, 2001), a rotulagem é voluntária e aplica-se a todos os produtos, sendo estabelecido um limite de detecção de 5%. A natureza voluntária da rotulagem não exige que as indústrias de alimentos rotulem seus produtos como GM, impossibilitando ao consumidor saber quando há a presença de OGM no alimento.

A UE determina um limite de tolerância de 0,9% de conteúdo GM para a rotulagem dos produtos, acima do qual os produtos devem ser rotulados como alimentos que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM (Regulamentos (CE) nº 1829/2003 e nº 1830/2003 do

Parlamento Europeu e do Conselho). Contudo, para eventos GM não aprovados, é permitido no máximo 1% de conteúdo GM em rações para animais, com tolerância zero à sua presença em alimentos para consumo humano (UNIÃO EUROPEIA, 2003b; a).

Similar à UE, vários países adotam a rotulagem obrigatória para alimentos GM, no entanto com um percentual de tolerância menos rígido, como Austrália, Estados Unidos, Brasil, Indonésia, Coreia do Sul, Nova Zelândia, Filipinas, Rússia, Arábia Saudita, Suíça, Tailândia e Japão.

A regulamentação de rotulagem de OGM na Austrália e na Nova Zelândia é semelhante ao observado na legislação brasileira. Todos os alimentos e ingredientes GM devem ser submetidos a uma avaliação de segurança e receber aprovação prévia à comercialização. As normas desses países exigem a rotulagem de alimentos GM, ingredientes, aditivos ou coadjuvantes de tecnologia que contêm OGM. O rótulo deve trazer a afirmação “geneticamente modificado” ao lado do nome do alimento (por exemplo: soja geneticamente modificada), ou em associação com o ingrediente específico na lista de ingredientes (por exemplo: farinha de soja geneticamente modificada). Se o alimento é vendido sem embalagem, a informação deve ser exibida em local próximo do alimento no ponto de venda. A rotulagem não é obrigatória quando a quantidade de cada ingrediente GM de um alimento não ultrapassa o limite de 1%. Os alimentos preparados e vendidos em restaurantes e estabelecimentos de comida para viagem estão isentos dos requisitos de rotulagem de alimentos GM (FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND, 2013).

Os Estados Unidos recentemente passaram por um processo reformulação da legislação de rotulagem de OGM, que antes era voluntária, com exceção do Estado de Vermont, onde a rotulagem já era obrigatória. Com a nova lei de rotulagem de alimentos GM, o Projeto de Lei 114-216 do *National Bioengineered Disclosure Standard* (NBFDS), o país tornou obrigatória a informação de OGM nos produtos alimentícios que contenham mais de 0,9% de OGM, por peso do produto, baseado no limite estabelecido pela regulamentação de rotulagem da UE (BOVAY; ALSTON, 2018).

Contudo, semelhante à Proposição 37 da Califórnia e ao Ato 120 de Vermont (CONSUMER PROTECTION, 2013), o PL 114-216 isenta a comida servida em restaurantes e estabelecimentos similares da rotulagem obrigatória de OGM. De acordo com a nova lei, alimentos orgânicos são considerados não-GM e os animais podem ser criados com rações GM sem que seus produtos tenham que ser rotulados como tal (BOVAY; ALSTON, 2018).

Empresas norte americanas têm utilizado a alegação “natural” em novos produtos alimentícios nos EUA, no entanto não existe ainda uma definição oficial estabelecida pela

FDA para a utilização do termo “natural”, o que pode contribuir para a confusão do consumidor, incertezas da indústria de alimentos e bebidas e ações judiciais em todo o país. As ações mais comuns tem sido feitas contra empresas que vendem produtos rotulados como natural, mas contêm OGM (BENNY, 2012). Nos EUA também é comum a rotulagem de alimentos não GM, cujo selo de identificação no alimento traz a informação “Non-GMO”.

O quadro 9 mostra as diferenças entre as regulamentações de rotulagem de OGM em diferentes países pesquisados.

Quadro 9 - Diferenças entre os países em relação às normas de rotulagem de alimentos geneticamente modificados (continua).

| País | Natureza da rotulagem | Rotulagem baseada em produto/processo | Cobertura | Limite de detecção |
|--------------------------|--|--|---|--|
| África do Sul | Voluntária | Produto | Não especificado - todos os produtos baseados em conteúdo | - |
| Arábia Saudita | Obrigatória | Produto | - | 1% |
| Argentina | Voluntária | Produto | Não especificado - todos os produtos baseados em conteúdo | - |
| Austrália/ Nova Zelândia | Obrigatória e voluntária (voluntária para produtos não GM) | Produto | Todos os produtos baseados em conteúdo | |
| Brasil | Obrigatória | Processo | Alimentos, rações, aditivos, aromatizantes, produtos derivados de culturas GM, carne e produtos animais | 1% |
| Canadá | Voluntária | Produto | Todos os produtos baseados em conteúdo | 5% |
| China | Obrigatória | Processo | Lista de determinados ingredientes, produtos derivados de culturas GM, produtos GM em restaurantes | 0% |
| Coreia do Sul | Obrigatória e voluntária (voluntária para produtos não GM) | Produto | - | 3% (nos 5 principais ingredientes de cada produto) |
| Estados Unidos | Obrigatória (ainda não implementada) | Produto | Todos os produtos baseados em conteúdo | 0,9% |

Quadro 9 - Diferenças entre os países em relação às normas de rotulagem de alimentos geneticamente modificados (conclusão).

| País | Natureza da rotulagem | Rotulagem baseada em produto/processo | Cobertura | Limite de detecção |
|----------------|---|--|--|--|
| Filipinas | Voluntária | Produto | Todos os produtos baseados em conteúdo | 5% |
| Indonésia | Obrigatória | Produto | - | 5% (nos 3 principais ingredientes de cada produto) |
| Japão | Obrigatória e voluntária (voluntária para produtos não GM) | Produto | - | 5% (nos 3 principais ingredientes de cada produto) |
| Rússia | Obrigatória | Produto | Todos os produtos baseados em conteúdo | 0,9% |
| Tailândia | Voluntária | Produto | - | 5% (nos 3 principais ingredientes de cada produto) |
| Taiwan | Obrigatória e voluntária (voluntária para produtos não GM) | Produto | - | 5% |
| União Europeia | Obrigatória e orientações para rotulagem voluntária (voluntária para produtos não GM) | Processo | Alimentos, rações, aditivos, aromatizantes, produtos derivados de culturas GM, produtos GM em restaurantes | 0,9% |

Fonte: Adaptado de Gruère; Rao (2007).

Diferenças observadas entre as normas de rotulagem de alimentos GM incluem o tipo e a variedade de alimentos considerados. Assim, a rotulagem pode ser obrigatória para todos os produtos GM ou apenas alguns (por exemplo, a UE exclui a obrigatoriedade da rotulagem para aqueles alimentos derivados de animais alimentados com ração contendo ingredientes GM). Pode ainda ser aplicável apenas aos ingredientes principais do produto e/ou considerar também auxiliares tecnológicos e aditivos derivados de OGM (WHO, 2005).

Nota-se também que não existe uma harmonização da legislação de rotulagem de alimentos GM entre os países do Mercosul, diferindo em relação à natureza, produto/processo e limite de detecção. Enquanto no Brasil a rotulagem é obrigatória àqueles produtos com mais de 1% de ingredientes GM e baseada no processo, na Argentina, por exemplo, a rotulagem é voluntária e sem limite de detecção estabelecido.

Destaca-se que a rotulagem obrigatória baseada no processo e aplicada a todos os produtos, sem limite mínimo de detecção é a única forma de garantir a informação e escolha adequada para aqueles que não querem consumir OGM poderem identificar e selecionar os produtos com base em seu conteúdo GM. Assim, o atual sistema de rotulagem de alimentos GM brasileiro não garante que os produtos sejam totalmente livres de OGM.

No Brasil, estão em vigor a Lei nº 11.105/2005, o Decreto nº 4.680/2003 e a Portaria nº 2.658/2003, como as principais normas que regulamentam a rotulagem de alimentos GM. A Lei 11.105/2005 ou Lei de Biossegurança, em seu Art. 40 afirma:

Os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM ou derivados deverão conter informação nesse sentido em seus rótulos, conforme regulamento.

No entanto, esta Lei não detalha como seria a rotulagem de produtos contendo OGM. Em 2001, o governo emitiu o Decreto nº 3.871/2001, que estabelecia a rotulagem para alimentos embalados, destinados ao consumo humano, que continham ou eram produzidos com OGM, com presença acima do limite de 4% do produto (BRASIL, 2001a). Este percentual foi definido com base no nível de presença não intencional de OGM que pode haver em um produto alimentício devido à contaminação nas diferentes etapas do processo produtivo.

Além disso, para os alimentos constituídos de mais de um ingrediente GM, o nível de tolerância era estabelecido para cada um desses ingredientes separadamente. Dessa forma, o rótulo do alimento deveria apresentar uma das seguintes expressões: “(tipo do produto) geneticamente modificado” ou “contém (tipo de ingrediente) geneticamente modificado”. Este Decreto ainda isentava a rotulagem dos produtos *in natura* e vendidos a granel e alimentos

nos quais a presença de OGM não fosse detectada e não incluía os alimentos de origem animal que possuem OGM na sua composição (BRASIL, 2001a).

Em 2003, este Decreto foi revogado pelo Decreto Presidencial nº 4.680/2003. Regulamentando o direito à informação, assegurado pela Lei nº 8.078/1990, o novo decreto estende a obrigatoriedade da rotulagem para todos os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano e animal, que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM, com presença acima do limite de 1% do produto (BRASIL, 2003a).

O Decreto estabelece que, acima desse percentual, tanto os produtos embalados quanto os vendidos a granel ou *in natura*, tenham no rótulo da embalagem ou do recipiente em que estão contidos, em destaque, no painel principal e juntamente com um símbolo, uma das seguintes expressões para informar a sua origem e composição transgênica: “(nome do produto) transgênico”, “contém (nome do(s) ingrediente(s)) transgênico(s)” ou “produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico” (BRASIL, 2003a).

Desta forma, o Decreto nº 4.680/2003 impõe a rastreabilidade como meio de assegurar a correta informação ao consumidor, exigindo a identificação de OGM por meio dos documentos fiscais, permitindo seu acompanhamento durante todas as etapas da cadeia de produção, desde o plantio, transporte, armazenamento, industrialização e venda de alimentos e rações para animais (BRASIL, 2003a).

Para regular o símbolo previsto no Decreto nº 4.680/2003, foi editada pelo Ministro de Estado da Justiça a Portaria nº 2.658/2003, que estabelece a identificação visual e gráfica do símbolo e define conceitos como rotulagem e painel principal. O símbolo definido é a letra “T” em maiúsculo, no centro de um triângulo amarelo (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2003).

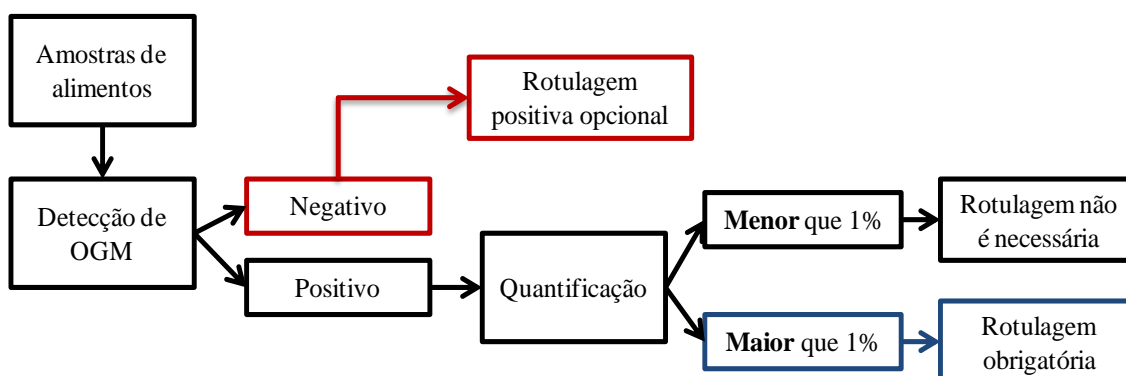
Para garantia do cumprimento desta legislação, a fiscalização é partilhada entre os diversos órgãos competentes, em conformidade com suas atribuições legais. De acordo com a Instrução Normativa nº 1/2004, compete ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a fiscalização da documentação fiscal no campo, à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) o acompanhamento da indústria alimentícia e ao Ministério da Justiça a fiscalização da oferta dos produtos aos consumidores, sendo também competentes os órgãos estaduais e municipais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

A ANVISA é responsável por promover a proteção da saúde da população, por meio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária. Dentre estes produtos que são submetidos à sua fiscalização, destacam-se aqueles com possibilidade de risco à saúde, obtidos por engenharia genética, a exemplo os alimentos GM (Art. 8º) (BRASIL, 1999).

Para que as ações de fiscalização da ANVISA sejam cumpridas, são necessários laboratórios disponíveis nas diferentes regiões do Brasil para a realização da análise de detecção e quantificação de OGM em alimentos que são comercializados em supermercados (BARROS et al., 2008).

A ilustração 4 mostra um esquema de detecção e quantificação de OGM em alimentos, de acordo com a regulamentação de rotulagem no Brasil. A partir do resultado do teste de quantificação, se o alimento contiver mais de 1% de OGM, deverá ser rotulado como tal.

Figura 4 - Esquema de detecção e quantificação de organismos geneticamente modificados de acordo com a regulamentação de rotulagem de organismos geneticamente modificados no Brasil.



Fonte: Adaptado de BARROS et al., 2008; FAO, 2011 .

Embora a obrigatoriedade da rotulagem de alimentos GM no Brasil seja avançada em relação a outros países, estudos nacionais questionam sua eficácia, apontando o descumprimento dessa legislação no país. Em um sistema de rotulagem obrigatória, mas com um limite de detecção de 1%, a única segurança de não consumo de alimento GM estaria na opção pelos alimentos orgânicos, que, segundo a legislação brasileira na Lei nº 10.831/2003 (BRASIL, 2003b) não poderiam conter OGM.

Em agosto de 2012, o Tribunal Regional Federal da 1ª Região, em Brasília, determinou que as empresas alimentícias deveriam informar aos consumidores sobre a existência de OGM na composição dos alimentos, independentemente do percentual ou de qualquer outro condicionante. A ação foi proposta pelo Ministério Público Federal e pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec) e visava assegurar que qualquer produto GM fosse devidamente informado ao consumidor, contudo, não era cumprida.

A União e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA) recorreram ao Tribunal Regional Federal da 1ª Região destacando a exigência do Decreto nº 4.680/2003,

que obriga a rotulagem só para aqueles alimentos que contenham mais de 1% de OGM. Contudo, o procurador se manifestou contra os recursos, justificando que o estabelecimento de um limite percentual para a rotulagem de OGM não garante o direito à informação verdadeira ao consumidor. Este direito só está assegurado quando o consumidor tem acesso à informação plena, independentemente do percentual de OGM existente no alimento. Apesar de ainda ser válida, a decisão judicial está suspensa por força de um recurso do Supremo Tribunal Federal, o que impede o órgão de fiscalização autuar as empresas que não cumprirem a decisão (MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, 2012).

Em contrapartida, foi aprovado na Câmara dos Deputados do Congresso Nacional, o Projeto de Lei nº 4.148/2008 (no Senado, Projeto de Lei da Câmara – PLC nº 34/2015), que prevê a retirada deste símbolo do rótulo de alimentos GM, substituindo-o por expressões como: “(nome do produto) transgênico” ou “contém (nome do ingrediente) transgênico”. O projeto propõe alterar a redação do artigo 40 da Lei nº 11.105/2005, que regulamenta a fiscalização de atividades que envolvem OGM, com revogação do Decreto nº 4.680/2003 e da Portaria do Ministério da Justiça nº 2.658/2003 (BRASIL, 2008b; 2015).

Segundo este projeto, a rotulagem será obrigatória apenas se a presença de OGM for comprovada por meio de análise laboratorial específica provando sua presença no produto final. A exigência de uma análise específica para a comprovação da origem do produto GM pode dificultar a obtenção dessa informação, uma vez que a detecção só acontece se tivermos identificação da presença de material genético do alimento GM. Assim, esta proposta dificulta a identificação de material GM na maioria dos alimentos processados e ultraprocessados o que exclui produtos, como óleos, bolachas, margarinas e papinhas de bebês (BRASIL, 2015).

Atualmente a identificação da origem GM é realizada com base na matéria-prima utilizada na composição do produto final, isto é, no início do processo produtivo do alimento. Assim, no sistema atual, basta que determinada espécie GM tenha sido utilizada para que advenha a necessidade de rotulagem do produto acerca da presença de OGM. Dessa forma, um óleo derivado de soja GM deve ser rotulado como tal, mesmo que no produto final não seja possível detectar DNA e proteína GM. Dada a facilidade de se identificar a presença de OGM na matéria-prima utilizada no produto, não há necessidade de qualquer comprovação laboratorial. Além disso, não fica clara de quem é a responsabilidade de provar a presença ou ausência de material.

O Projeto de Lei também julga inapropriada a utilização do símbolo definido pela Portaria nº 2.658/2003 por estar associado à ideia de risco, perigo, nocividade, cuidado e alerta, o que agrega valor negativo ao alimento (BRASIL, 2015).

Ainda, considera que a presença do nome da espécie doadora de genes no local reservado para a identificação dos ingredientes, estabelecida pelo Decreto nº 4.680/2003 “não traz benefícios ao consumidor” por ser de difícil compreensão, podendo levar a erro ou falso entendimento e, por esse motivo, prevê a exclusão desta informação no rótulo .

Outro ponto a ser destacado é que o Projeto de Lei também exclui a rotulagem dos alimentos e ingredientes produzidos a partir de animais alimentados com ração contendo ingredientes GM, contrário ao que dispõe o Art. 3º do Decreto nº 4.680/2003. A justificativa para tal exclusão é a inexistência de regras no mercado internacional em relação a estes alimentos. Estas medidas comprometem o rastreamento da cadeia de produção como meio de garantir a qualidade do alimento. O Projeto de Lei da Câmara nº 34/2015 recebeu parecer favorável em três comissões e parecer contrário em duas comissões que o avaliaram e atualmente está em tramitação e análise no Senado Federal (BRASIL, 2015).

No quadro 10 é possível verificar as diferenças entre os Decretos nº 3.871/2001, nº 4.680/2003, o Projeto de Lei nº 4.148/2008 e o Projeto de Lei nº 34/2015.

Quadro 10 - Diferenças entre os Decretos nº 3.871/2001, nº 4.680/2003, a Lei de Biossegurança nº 11.105/2005, o Projeto de Lei nº 4.148/2008 e o Projeto de Lei da Câmara nº 34/2015 (continua).

| Decretos/PL Característica | Decreto nº 3.871/2001 Revogado | Decreto nº 4.680/2003 Em vigor | Lei de Biossegurança nº 11.105/2005 Em vigor | Projeto de Lei nº 4.148/2008 Em tramitação | Projeto de Lei nº 34/2015 Em tramitação |
|---|---|---|---|---|---|
| Âmbito de aplicação | Alimentos embalados, destinados ao consumo humano | Alimentos embalados, vendidos a granel ou <i>in natura</i> | Alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal | Alimentos embalados, vendidos a granel ou <i>in natura</i> | Alimentos embalados, vendidos a granel ou <i>in natura</i> |
| Limite de tolerância | 4% (estabelecido para cada um dos ingredientes isoladamente) | 1% em relação ao peso do produto ou ingrediente | 0% | 1% em relação ao peso do produto | 1% em relação ao peso do produto |
| Expressão | - (tipo do produto) geneticamente modificado - contém (tipo de ingrediente) geneticamente modificado | - (nome do produto) transgênico - contém (nome do ingrediente ou ingredientes) transgênico(s) - produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico | Não cita | - (nome do produto) transgênico - contém (nome do ingrediente) transgênico | - (nome do produto) transgênico - contém (nome do ingrediente) transgênico |
| Presença da espécie doadora do gene | Não cita | Deve conter essa informação no local reservado para a identificação dos ingredientes | Não cita | Não inclui essa informação | Não inclui essa informação |

Quadro 10 - Diferenças entre os Decretos nº 3.871/2001, nº 4.680/2003, a Lei de Biossegurança nº 11.105/2005, o Projeto de Lei nº 4.148/2008 e o Projeto de Lei da Câmara nº 34/2015 (conclusão).

| Decretos Característica | Decreto nº 3.871/2001 Revogado | Decreto nº 4.680/2003 Em vigor | Lei de Biossegurança nº 11.105/2005 Em vigor | Projeto de Lei nº 4.148/2008 | Projeto de Lei da Câmara nº 34/2015 Em tramitação e análise no Senado |
|---|---|---|---|--|--|
| Rotulagem de alimentos GM destinados ao consumo animal | Não cita | Alimentos e ingredientes produzidos a partir de animais alimentados com ração contendo ingredientes transgênicos deverão ser seguinte expressão: “(nome do animal) alimentado com ração contendo ingrediente transgênico” ou “(nome do ingrediente) produzido a partir de animal alimentado com ração contendo ingrediente transgênico” | Não cita | Não cita | Sim |
| Rotulagem facultativa de alimentos não GM | Não cita | Alimentos que não contenham OGM poderão ser rotulados como “(nome do produto ou ingrediente) livre de transgênicos”, desde que tenham similares transgênicos no mercado | Não cita | Alimentos que não contenham OGM poderão ser rotulados como “(nome do produto ou ingrediente) livre de transgênicos”, desde que tenham similares transgênicos | Não cita |
| Presença do símbolo | Não cita | Sim | Não | Não | Não |

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Cabe considerar que tal Projeto de Lei contraria compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, como o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Organização das Nações Unidas. Tal Protocolo estabelece o Princípio da Precaução, o qual deve ser adotado mesmo diante da ausência de evidências científicas sobre a insegurança dos OGM à saúde humana e animal (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000). A ausência de rotulagem informando a presença de OGM no alimento é contrária a esse princípio e viola o direito dos consumidores à informação, conforme assegurado pelo Art. 31 do Código de Defesa do Consumidor. O CDC, no seu Art. 6º, reconhece como um direito básico do consumidor: “a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade, tributos incidentes e preço, bem como sobre os riscos que apresentem” (BRASIL, 1990).

Além disso, a não informação da característica não GM do alimento também fere o direito dos agricultores e empresas alimentícias que optam por produzir alimentos isentos de ingredientes GM.

Destaca-se ainda que não há nenhum estudo que estabeleça um percentual de segurança para o consumo de OGM. Logo, mesmo se um produto contiver menos de 1% de OGM na sua composição, isto não significa ausência de riscos à saúde. Dessa forma, destaca-se a necessidade de analisar rótulos de alimentos comercializados para verificar a presença de ingredientes possivelmente GM e saber como está sendo feita essa indicação.

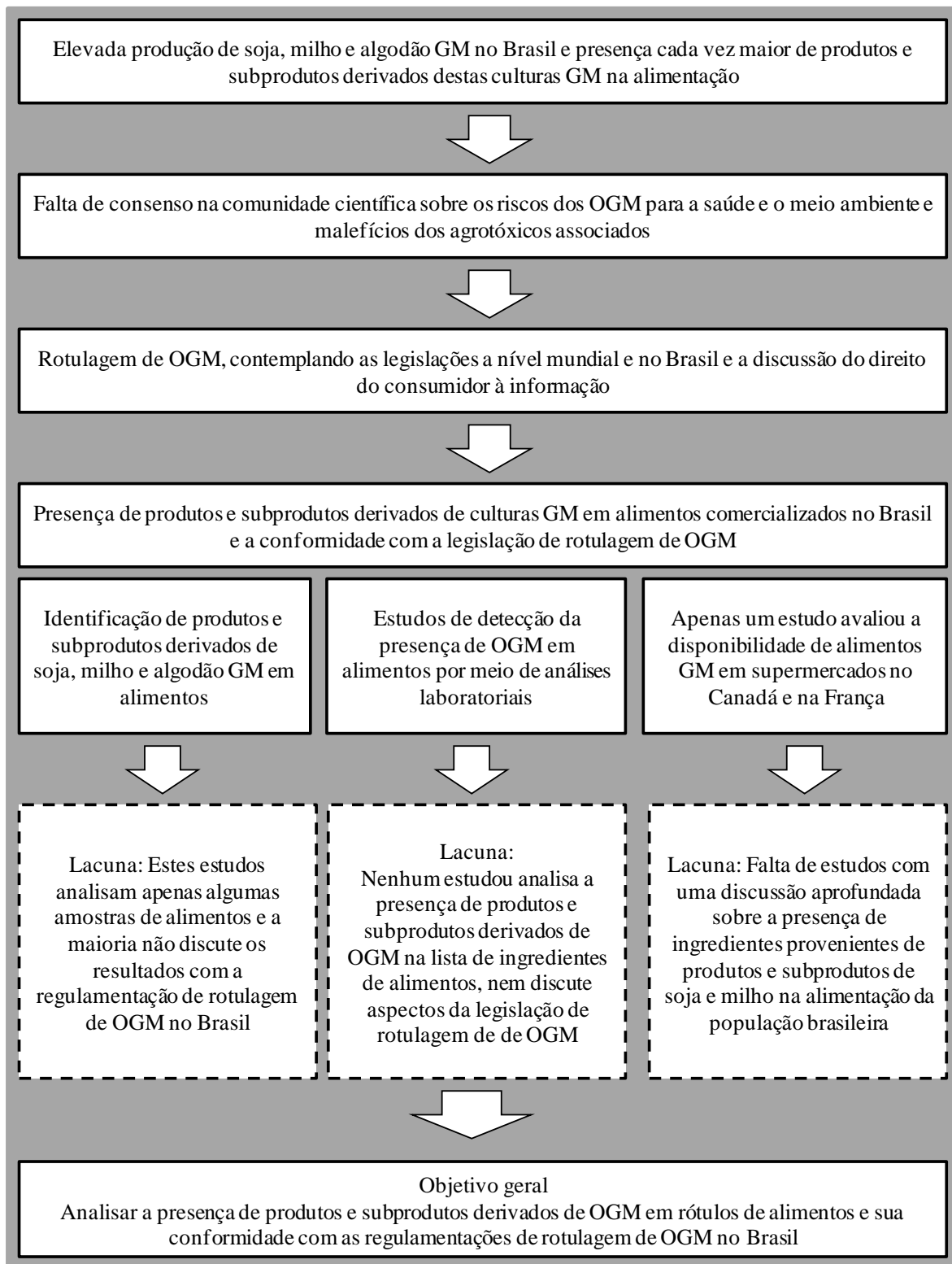
2.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

No presente capítulo, realizou-se revisão de literatura científica sobre os OGM no mundo e as aprovações comerciais no Brasil, discorrendo sobre os OGM no contexto da SAN, seus riscos à saúde e ao meio ambiente, destacando os conceitos de equivalência substancial e o Princípio da Precaução. Também foram abordados estudos que detectam a presença de OGM em alimentos por meio de análises laboratoriais. Por fim, foi discutido o tópico de rotulagem de alimentos, contemplando as legislações a nível mundial e no Brasil com respeito aos direitos do consumidor à informação. Diante da revisão de literatura apresentada, evidencia-se a falta de um consenso na comunidade científica sobre os riscos dos OGM para a saúde e o meio ambiente. Ao mesmo tempo, destaca-se a elevada produção de soja, milho e algodão GM no Brasil, o que permite inferir que os produtos e subprodutos derivados dessas culturas GM e presentes nos alimentos consumidos pela população sejam GM.

O levantamento realizado sobre estudos que investigaram a presença de OGM em alimentos evidenciou que a discussão está centrada em estudos de detecção por meio de métodos laboratoriais. Além disso, estes estudos analisam apenas algumas amostras de alimentos e a maioria não discute os resultados com relação à regulamentação de rotulagem de OGM no Brasil. Nenhuma das pesquisas analisa a lista de ingredientes no rótulo destes alimentos, nem discute aspectos importantes da legislação de rotulagem de OGM, como propõe o presente estudo. Por fim, destaca-se que foi encontrado apenas um estudo que avaliou a disponibilidade de alguns alimentos GM em supermercados no Canadá e na França, mas com uma discussão voltada para as regras de mercado e o comportamento do consumidor frente a estes alimentos.

A relação das temáticas que compuseram o referencial teórico está resumida de forma esquemática na Figura 5, que também indica a lacuna teórica deste campo científico e a contribuição para o conhecimento. A metodologia do trabalho será detalhada no capítulo seguinte.

Figura 5 - Representação esquemática do embasamento teórico deste estudo, destacando a lacuna teórica, contribuição científica e a proposta.



3 MÉTODO

Neste capítulo é apresentado o percurso metodológico adotado na presente tese. Serão apresentados os termos relevantes para a pesquisa, a caracterização do estudo, o modelo de análise com a definição das variáveis e seus indicadores, as etapas da pesquisa, o processo de coleta de dados, incluindo os critérios de seleção do local de estudo, critérios de seleção dos alimentos, instrumentos e técnicas de coleta de dados, bem como o processamento e a análise dos dados obtidos na pesquisa.

3.1 DEFINIÇÃO DOS TERMOS RELEVANTES PARA A PESQUISA

Para a melhor compreensão do presente estudo, são apresentadas a seguir as definições dos principais termos utilizados.

Aditivo alimentar: É qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenamento, transporte ou manipulação de um alimento (BRASIL, 2002).

Alimento: É toda substância que se ingere no estado natural, semielaborada ou elaborada, destinada ao consumo humano, incluídas as bebidas e qualquer outra substância utilizada em sua elaboração, preparo ou tratamento, excluídos os cosméticos, o tabaco e as substâncias utilizadas unicamente como medicamentos (BRASIL, 2002).

Alimento embalado: É todo o alimento que está contido em uma embalagem pronto para ser oferecido ao consumidor (BRASIL, 2002).

Alimentos geneticamente modificados: alimentos ou ingredientes alimentares derivados de organismos vivos que foram modificados por meio da utilização de técnicas de DNA recombinante (FAO/WHO, 2000).

Embalagem: Recipiente ou pacote destinado a garantir a conservação e facilitar o transporte e o manuseio de alimentos (BRASIL, 2002).

Espécie doadora de genes: Nome científico da espécie do organismo vivo que contém o gene responsável pela característica desejada, o qual será transferido para outro organismo de diferente espécie (BRASIL, 2003a).

Ingrediente alimentar: É toda substância, incluindo os aditivos alimentares, que se emprega na fabricação ou preparo de alimentos e que esteja presente no produto final em sua forma original ou modificada (BRASIL, 2002; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

Lista de ingredientes: Lista que informa os ingredientes que compõem o alimento industrializado (BRASIL, 2008c). Os ingredientes devem ser descritos em ordem decrescente de quantidade utilizada e, logo após, deve vir a declaração dos aditivos alimentares, sem a necessidade de ordená-los (BRASIL, 2002).

Organismo geneticamente modificado (OGM): Qualquer organismo cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética, de uma forma que não ocorre naturalmente por meio de cruzamentos e/ou de recombinação natural (UNIÃO EUROPEIA, 2001; BRASIL, 2005a).

Produtos de cereais: são os produtos obtidos a partir de partes comestíveis de cereais, podendo ser submetidos a processos de maceração, moagem, extração, tratamento térmico e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (BRASIL, 2005b).

Rótulo de alimentos: Toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica que esteja escrita, impressa, estampada, gravada, em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento, contendo informações sobre ele (BRASIL, 1998; WHO, 2007).

Subproduto: Produto que se obtém no curso da fabricação de uma outra substância ou como resíduo de uma extração (BRASIL, 2005b).

Supermercado: Comércio varejista que comercializa, mediante autosserviço, grande variedade de mercadorias, produtos alimentícios, de higiene e de limpeza, com predominância de produtos alimentícios em geral. Possui de 300 a 5000 metros quadrados de área de venda.

Nos supermercados são ofertados em média 15,4 mil itens e o número médio de checkouts por loja é de 11,6 unidades (IBGE, 2012; ABRAS, 2013a).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo caracteriza-se como exploratório, observacional, descritivo, analítico e transversal, com abordagem quantitativa. Um estudo exploratório caracteriza-se como um estudo preliminar de um assunto relativamente novo, pouco investigado. É aplicado quando se objetiva conhecer as variáveis com relação ao modo como se apresentam, seus significados e como se inserem na realidade (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995).

Estudos observacionais caracterizam-se pela medição de fenômenos sem haver intervenção do pesquisador (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010). Os estudos transversais medem a prevalência de um fenômeno por meio de observação direta, em uma única oportunidade (MEDRONHO et al., 2009). Os estudos descritivos caracterizam a ocorrência do fenômeno com base em dados coletados, sendo o primeiro passo da pesquisa. Já o estudo analítico aborda, com maior profundidade, as relações entre o fenômeno estudado e suas variáveis (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010).

A pesquisa quantitativa, por sua vez, busca mensurar e permitir o teste de hipóteses, considerando a relevância dos problemas abordados, as limitações e os métodos ampliados e generalizados (MINAYO; SANCHES, 1993).

3.3 MODELO DE ANÁLISE

O modelo de análise consiste no prolongamento natural da fundamentação teórica do estudo, organizando, de forma operacional, as questões consideradas relevantes para delinear as observações e análises da pesquisa. Consiste em um conjunto de conceitos e hipóteses logicamente articulados entre si, apresentados em um quadro, que servirá para orientar e determinar a forma como o estudo será analisado.

A construção dos conceitos ou variáveis é abstrata, não representa toda a realidade, somente o que é considerado essencial na visão do pesquisador. Consiste, basicamente, em definir as dimensões que o constituem e, posteriormente, delimitar os indicadores que estarão medindo essas dimensões (QUIVY; CAMPENHOUDT, 1992).

Definição de variáveis e seus indicadores

A definição das variáveis foi estabelecida buscando estabelecer relação com a pergunta de partida e com os objetivos. O modelo de análise contempla as variáveis, a

definição, os indicadores e o tipo de variável. As variáveis definidas são referentes à identificação dos alimentos (Quadro 11) e à declaração da presença de OGM nos rótulos dos alimentos (Quadro 12) e são apresentadas segundo o modelo proposto por Proença (1996), baseado em Quivy e Campenhoudt (1992).

Quadro 11 - Variáveis relacionadas à identificação dos alimentos e respectivos indicadores.

| Variáveis | Definição | Indicadores | Tipo de variável |
|--|---|--|-------------------------------|
| Variáveis de identificação dos alimentos | | | |
| Nome Comercial | Identificação do alimento | Descrição do alimento conforme especificado no rótulo | Categórica politômica nominal |
| Marca | Identificação do fabricante | Nome do fabricante | Categórica politômica nominal |
| Sabor | Sabor do alimento | Sabor descrito no rótulo do alimento | Categórica politômica nominal |
| Tipo (denominação de venda) | Nome específico e não genérico que indica a verdadeira natureza e as características do alimento (BRASIL, 2002) | Denominação de venda do alimento descrita no rótulo | Categórica politômica nominal |
| Variáveis de classificação dos alimentos | | | |
| Grupo de alimentos | Grupo do qual o alimento faz parte | Grupos de alimentos definidos segundo critérios da RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003b) | Categórica politômica nominal |
| Subgrupo de alimentos | Subgrupo ao qual o alimento pertence | Subgrupo de alimento definido de acordo com RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003b) | Categórica politômica nominal |
| Variáveis de identificação dos ingredientes OGM nos rótulos dos alimentos | | | |
| Lista de ingredientes | Lista que informa os ingredientes que compõem o alimento (BRASIL, 2008) | Todos os ingredientes presentes na lista de ingredientes do rótulo do alimento | Categórica politômica nominal |
| Declaração da presença de ingrediente GM | Presença ou ausência do ingrediente transgênico na lista de ingredientes do alimento | Presença Ausência | Categórica dicotômica |
| Tipo de ingrediente GM ou passível de ser GM e respectivas nomenclaturas | Tipos e nomenclaturas dos ingredientes notificados na lista de ingredientes | Nome do ingrediente. Exemplo: amido de milho, xarope de milho rico em frutose | Categórica politômica nominal |

No quadro 12 são apresentadas as variáveis relacionadas à presença da declaração de OGM no rótulo dos alimentos, bem como os termos que podem ser utilizados de acordo com o tipo de produto e seus respectivos indicadores.

Quadro 12 - Variáveis relacionadas à declaração da presença de OGM no rótulo dos alimentos.

| Variáveis | Definição | Indicadores | Tipo de variável |
|---|---|---|-------------------------------|
| Variáveis de declaração da presença de OGM nos rótulos dos alimentos | | | |
| Símbolo transgênico | É a denominação abreviada do símbolo que representa a presença de alimentos e ingredientes alimentares que contenham ou sejam produzidos a partir de transgênicos (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2003) | Presença Ausência | Categórica dicotômica |
| Expressão que acompanha o símbolo | Expressão que acompanha o símbolo transgênico e deve informar o produto ou ingrediente transgênico no painel principal do rótulo do alimento | “(nome do produto) transgênico” “Contém (nome do ingrediente ou ingredientes) transgênico(s)” “Produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico” | Categórica politômica nominal |
| Ingrediente(s) GM | Ingrediente(s) GM contidos no alimento | Nome do(s) ingrediente(s) GM contidos no alimento | Categórica politômica nominal |
| Termo que acompanha o(s) ingrediente(s) GM | Termo que acompanha o ingrediente GM | “Geneticamente modificado” “Transgênico” | Categórica dicotômica nominal |
| Espécie doadora dos genes | Descrição da espécie doadora do gene no local reservado para a identificação dos ingredientes | Presença Ausência | Categórica dicotômica nominal |

Quadro 13 - Variáveis relacionadas à identificação de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas no Brasil.

| Variáveis | Definição | Indicadores | Tipo de variável |
|---|---|--|-------------------------------|
| Variáveis relativas à identificação de produtos e subprodutos de culturas GM no Brasil | | | |
| Cultura GM | Tipo de cultura GM aprovada para plantio e consumo no Brasil e que dá origem a ingredientes utilizados pela indústria alimentícia | Nome da cultura GM Exemplo: soja, milho, algodão, levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Categórica politômica nominal |
| Variáveis relativas às nomenclaturas de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM | | | |
| Ingredientes derivados de culturas GM | Designação do ingrediente que aparece na lista de ingredientes no rótulo do alimento | Nome do ingrediente derivado de soja, milho ou algodão GM Exemplo: proteína de soja, maltodextrina de milho | Categórica politômica nominal |
| Variáveis relativas aos dados de consumo de alimentos segundo a POF | | | |
| Alimentos mais consumidos pela população brasileira | Relação de alimentos mais consumidos pela população brasileira | Grupo e subgrupo de alimentos Exemplo: Grupo - Farinhas e Massas, Subgrupo: Macarrão | Categórica politômica nominal |
| Consumo alimentar médio <i>per capita</i> diário | Quantidade <i>per capita</i> média usualmente consumida de cada subgrupo alimentar | Quantidade consumida de alimento de cada grupo e subgrupo. Exemplo: O consumo diário médio de Farinhas e Massas é de 49,3g <i>per capita</i> . O consumo de macarrão é de 36,9g <i>per capita</i> | Numérica |

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos, a pesquisa foi realizada em quatro etapas distintas, expostas abaixo (Figura 6). O estudo faz parte do projeto amplo “Rotulagem nutricional em alimentos industrializados brasileiros: análise multitemática sobre a utilização pelo consumidor e influência nas escolhas” e foi financiado pela Chamada N° 05/2014 – Pesquisas em Vigilância Sanitária, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ANVISA e os procedimentos apresentados na Etapa 1 foram realizados no início do desenvolvimento desta tese no âmbito deste projeto.

A primeira etapa consistiu na realização de censo em supermercado a fim de analisar rótulos de alimentos quanto à declaração da presença de OGM, identificando a presença do símbolo de transgênicos, do nome da espécie doadora de genes e o(s) ingrediente(s) GM(s)

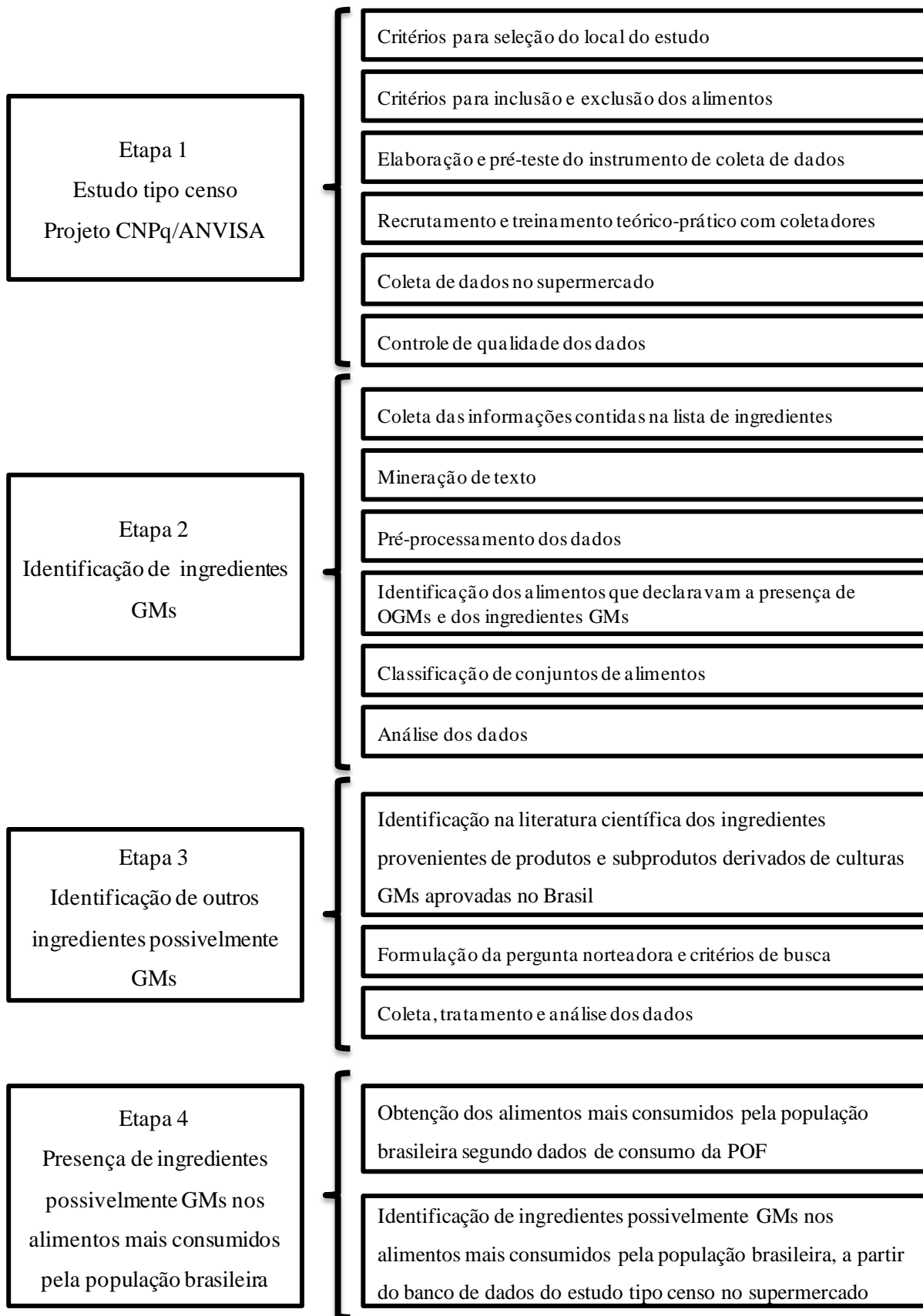
presentes na lista de ingredientes dos alimentos. Esta etapa buscou responder aos objetivos específicos a e b.

A partir destes dados, na segunda etapa, buscou-se comparar a frequência de ingredientes GM em alimentos similares que não declaravam a presença de OGM no rótulo, mas que continham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho, passível de ser GM. Esta etapa buscou responder ao objetivo específico c.

A partir das informações identificadas na primeira etapa, foi conduzida a terceira etapa do estudo, que consistiu na realização de um estudo do tipo bibliográfico, que incluiu uma revisão de literatura com busca sistemática com o objetivo de identificar ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM. Esta etapa foi necessária para identificar produtos e subprodutos com nomenclaturas que dificilmente seriam reconhecidas como oriundas de ingredientes GM somente com a análise da lista de ingredientes dos rótulos de alimentos. Foi realizada uma busca aprofundada sobre os usos destes ingredientes pela indústria alimentícia, bem como as distintas nomenclaturas utilizadas para designar tais ingredientes e sua implicação no direito do consumidor à informação. Buscou-se, por meio desta etapa atender ao objetivo específico d.

Na quarta etapa, buscou-se analisar a presença de ingredientes passíveis de serem GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira, por meio da análise de rótulos dos alimentos embalados coletados no censo no supermercado. Esta etapa buscou responder o objetivo específico e. Por fim, foi realizada uma análise geral a partir dos dados obtidos e das análises realizadas, atendendo assim, o objetivo geral do trabalho. Na próxima seção serão detalhadas as atividades desenvolvidas em cada etapa da pesquisa.

Figura 6 - Etapas da pesquisa.



3.4 ETAPA 1: ESTUDO TIPO CENSO

Esta etapa consistiu na realização de censo em um supermercado a fim de identificar ingredientes derivados de culturas GM em rótulos de alimentos embalados disponíveis para venda em um grande supermercado no Brasil. Nesta etapa também foi realizada a análise dos rótulos de alimentos que declaravam a presença de OGM. Foi identificada a presença do símbolo de transgênico, a presença da expressão que acompanha o símbolo, o nome da espécie doadora de genes e o(s) ingrediente(s) GM(s) do alimento. Após, foram realizadas associações, por meio da técnica de mineração de texto, comparando estas informações em alimentos que não declaravam a presença de OGM no rótulo, mas que continham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho ou algodão, passível de ser GM. Também buscou-se identificar as distintas nomenclaturas utilizadas para designar tais ingredientes.

3.4.1 Critérios para seleção do local de estudo

A coleta de dados foi realizada em um supermercado de uma grande rede brasileira. A escolha do local para coleta de dados foi definida intencionalmente, com o intuito de investigar alimentos representantes de diferentes marcas, comercializadas em nível nacional.

Foi considerado como critério de seleção, o local pertencer a uma das dez maiores redes de supermercados do Brasil, segundo o *ranking* publicado anualmente pela Associação Brasileira de Supermercado (ABRAS, 2013b). Foi selecionado o supermercado com loja localizada na cidade de Florianópolis - SC e a loja com maior quantidade de alimentos à venda.

A seleção de um supermercado de uma das dez maiores redes do Brasil se justificou pela busca de uma rede onde era comercializada uma maior variedade de alimentos e que, possivelmente eram encontrados em outros locais do país. A definição de que o supermercado deveria ter loja localizada em Florianópolis foi uma condição definida por conveniência, para viabilizar a coleta de dados.

O gestor do supermercado foi contatado, esclarecido sobre os objetivos da pesquisa e autorizou por escrito a realização da pesquisa.

3.4.2 Critérios para inclusão e exclusão dos alimentos

Primeiramente foi realizado um censo de todos os alimentos embalados e rotulados disponíveis para venda durante a coleta de dados no supermercado selecionado. Foram incluídos no censo todos os alimentos para os quais se aplica o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados, considerando a RDC nº 259/2002 (BRASIL, 2002) e a legislação brasileira de rotulagem de alimentos GM, considerando o Decreto nº 4.680/2003 (BRASIL, 2003a). Variações de um mesmo tipo de alimento, ou seja, embalagens de tamanhos distintos de um mesmo produto foram coletadas e classificadas como novos alimentos pela possibilidade de haver diferenças nas composições alimentares.

Também foram incluídos no censo alimentos específicos para lactentes e crianças de primeira infância, definidos pela Portaria nº 2.051/2001 (BRASIL, 2001b), como: fórmulas infantis para recém-nascidos, lactentes e crianças de primeira infância; leites fluídos, em pó, modificados e similares de origem vegetal; alimentos de transição e à base de cereais indicados para lactentes e/ou crianças de primeira infância; alimentos ou bebidas, à base de leite ou não, apropriados para a alimentação de lactentes e de crianças de primeira infância.

Não foram incluídos no censo:

- Alimentos aos quais não se aplica a legislação brasileira de rotulagem nutricional: bebidas alcoólicas (exceto cervejas); aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia; especiarias; águas minerais e demais águas destinadas ao consumo humano; vinagres; sal (cloreto de sódio); café, erva mate, chá e outras ervas sem adição de outros ingredientes; produtos fracionados nos pontos de venda a varejo, comercializados como pré-medidos (BRASIL, 2003b);

- Alimentos elaborados e embalados pelo próprio supermercado, vendidos diretamente no balcão e embalados na presença do consumidor, pois para esses a rotulagem não é obrigatória, não dispondo de lista de ingredientes;

- Alimentos destinados ao consumo animal.

3.4.3 Elaboração e pré-teste de formulário eletrônico

Para a realização do registro das informações sobre os alimentos, foi construído um formulário eletrônico por meio do *software* EpiCollect plus. O formulário eletrônico foi instalado em *tablets* Samsung Galaxy® Note 8.0, que foram utilizados na coleta de dados. Os itens do formulário eletrônico foram baseados em instrumentos impressos utilizados em

estudos prévios (SILVEIRA, 2011; KLIEMANN, 2012; MARTINS, 2012; KRAEMER, 2013) sobre rotulagem nutricional realizados pelo NUPPRE- UFSC.

Além da coleta de informações, foi feito o registro fotográfico dos rótulos dos alimentos, para permitir a análise da lista de ingredientes e da presença de declaração da presença de OGM.

O formulário eletrônico incluiu informações sobre: grupo e subgrupo de alimentos (conforme RDC nº 359/2003); denominação de venda; nome comercial; tipo (ex. biscoito, chocolate); sabor; marca; fabricante; país de origem; preço; conteúdo total da embalagem (g ou ml); presença e tipo(s) de Informação Nutricional Complementar (INC); dados da tabela de informação nutricional (porção, medida caseira, valor energético total, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e *trans*, fibras, sódio, vitaminas e minerais). Adicionalmente foram coletadas informações sobre a rotulagem de OGM, como a presença do símbolo transgênico (definido pela Portaria nº 2658/2003); presença de uma das expressões que devem acompanhar o símbolo; e presença do nome da espécie doadora dos genes (de acordo com o Decreto nº 4.680/2003) ou a declaração de ausência de ingredientes GM.

Os grupos e subgrupos dos alimentos foram definidos com base na RDC nº 359 de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2003a), que os divide em oito grupos (Quadro 14) e 139 subgrupos (ANEXO A). Além desses, também foi criado um grupo IX para as cervejas.

Quadro 14 – Grupos de alimentos segundo a resolução RDC nº 359/2003.

| Grupo | Descrição do grupo |
|--------------|--|
| Grupo I | Produtos de panificação, cereais, leguminosas, raízes e tubérculos, e seus derivados |
| Grupo II | Verduras, hortaliças e conservas vegetais |
| Grupo III | Frutas, sucos, néctares e refrescos de frutas |
| Grupo IV | Leite e derivados |
| Grupo V | Carnes e ovos |
| Grupo VI | Óleos, gorduras e sementes oleaginosas |
| Grupo VII | Açúcares e produtos que fornecem energia proveniente de carboidratos e gorduras |
| Grupo VIII | Molhos, temperos prontos, caldos, sopas e pratos preparados |
| Grupo IX | Cervejas |

Fonte: Adaptado de RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003c).

O preço, o peso total da embalagem, a presença e tipo de INC e os dados da tabela de informação nutricional não foram analisados na presente pesquisa. Foram coletados para outros estudos do NUPPRE/UFSC (MACHADO, 2014; RODRIGUES, 2016).

Com a finalidade de corrigir eventuais erros de formulação, foi realizado um pré-teste do formulário eletrônico no mês anterior à coleta de dados. O pré-teste ocorreu em um supermercado de Florianópolis/SC, selecionado por conveniência, pertencente à mesma rede do supermercado selecionado, mas em uma loja distinta da escolhida para a coleta de dados. Foram coletadas informações de 16 alimentos, sendo dois alimentos de cada grupo da RDC n° 359/2003 (BRASIL, 2003). Após a coleta, os erros identificados no formulário foram corrigidos.

3.4.4 Recrutamento e treinamento teórico-prático com coletadores

Antes da coleta de dados no supermercado, foi realizado o treinamento teórico-prático com os coletadores. Foram recrutados 13 coletadores entre estudantes de graduação e pós-graduação em Nutrição e pesquisadores do NUPPRE para auxiliar na coleta de dados.

Os coletadores receberam treinamento teórico-prático, realizado em outubro de 2013, onde foi organizada a coleta de dados com a conferência dos dias e horários disponíveis de cada coletador e a entrega do manual para realização da coleta de dados (APÊNDICE A). Em seguida, foi realizada a parte teórica do treinamento com uma explanação sobre a análise dos rótulos dos alimentos, como registrar as informações no formulário eletrônico e o esclarecimento de possíveis dúvidas sobre as informações a serem coletadas e a explicação sobre o uso do *tablet* na coleta de dados.

Na parte prática do treinamento foi solicitado aos coletadores o preenchimento do formulário eletrônico para coleta de dados e o registro fotográfico do rótulo de 50 alimentos de diferentes grupos, de forma individual e sem auxílio. As informações foram provenientes de rótulos disponibilizados pelas pesquisadoras e após serem coletadas, foram conferidas pela pesquisadora responsável pelo treinamento e dificuldades e inconsistências foram identificadas para fornecer formação adicional aos coletadores.

3.4.5 Coleta de dados no supermercado e controle de qualidade

A coleta de dados foi realizada durante cinco meses entre os anos de 2013 e 2014. Cada coletador ficou responsável por informações de alimentos previamente definidos, com base em mapeamento do supermercado (APÊNDICE B).

As informações coletadas no censo por meio do formulário eletrônico foram transferidas por *Wi-Fi* para o site do *software EpiCollect plus*[®] e posteriormente, exportadas automaticamente para planilhas do *software Microsoft Excel*[®] versão 2010. Após cada dia de coleta, os dados coletados por cada coletador eram então enviados para um banco de dados online. A coleta das fotos dos rótulos foi realizada concomitantemente à coleta das informações do formulário. As fotos dos rótulos permitiam a visualização da lista de ingredientes dos alimentos. Houve a conferência da nitidez das palavras e, quando o conteúdo do rótulo estava ilegível, foi tirada nova foto. Cada alimento foi codificado com um número e as imagens dos rótulos foram nomeadas com seus códigos correspondentes. Com base nos registros fotográficos, todos os ingredientes e aditivos alimentares de cada alimento foram transcritos conforme se encontravam no rótulo para a planilha do mesmo banco de dados, no *Microsoft Excel*[®]. Houve a conferência dos dados transcritos por três pesquisadoras.

Após a coleta de dados, como controle de qualidade das informações do formulário eletrônico, foram verificadas as informações coletadas de 10% dos alimentos selecionados aleatoriamente utilizado o programa *Research Randomizer*[®]. Para tal, utilizaram-se os registros fotográficos dos alimentos sorteados para comparação com os dados presentes no banco de dados. As informações de valor energético, sódio e presença ou não de INC foram escolhidas para comparação, por serem as informações mais completas, presentes na maioria dos alimentos. Utilizou-se para as comparações a análise de Kappa ponderado, com obtenção de valores de 0,99 para as três informações, o que indica a confiabilidade dos dados. Depois do teste, as inconsistências identificadas no banco de dados foram retificadas de acordo com as informações disponíveis nas fotos dos rótulos dos alimentos.

3.5 ETAPA 2: IDENTIFICAÇÃO DE INGREDIENTES GM

3.5.1 Coleta das informações contidas na lista de ingredientes dos alimentos

A coleta dos ingredientes ocorreu pela transcrição das informações contidas na lista dos ingredientes registrada pelas fotografias dos rótulos de alimentos. Esta etapa foi realizada

por três pesquisadoras, que analisaram as fotos e incluíram os dados em planilhas do *software* Microsoft Excel®, versão 2010. A transcrição incluiu todos os ingredientes e aditivos alimentares conforme a ordem em que se encontravam na lista de ingredientes do rótulo de cada alimento.

A importância da transcrição que consta na lista é devido à obrigatoriedade da apresentação da lista de ingredientes em ordem decrescente de proporção de quantidade utilizada no alimento, contudo, os aditivos alimentares seguem norma específica e podem ser descritos ao final da lista de ingredientes em qualquer ordem de quantidade (BRASIL, 2002).

Um exemplo do processo de transcrição da lista de ingredientes é dado a seguir, tendo como base a figura de um rótulo de alimento embalado coletado (Figura 7). Ressalta-se que mais de uma foto foi tirada do mesmo alimento objetivando coletar diferentes ângulos da lista de ingredientes para prever possíveis dificuldades na transcrição, como borrões nas imagens ou listas muito grandes.

Figura 7 - Exemplo do rótulo de alimento coletado pertencente ao grupo 1, subgrupo 8, conforme a RDC nº 359/2003.



Fonte: Banco de dados da pesquisa.

Com base na foto do rótulo do alimento, foram digitados todos os ingredientes pertencentes à lista. No caso do exemplo acima: farinha de trigo integral, farinha de trigo fortificada com ferro e ácido fólico, açúcar mascavo, óleos vegetais (milho e ou girassol e ou algodão), melado de cana, gotas sabor chocolate, cacau em pó, amido, maltodextrina, agentes de crescimento (fosfato monocálcico, bicarbonato de sódio e bicarbonato de amônio), estabilizantes naturais maltitol e lecitina de soja, aroma e corante natural caramelo.

O processo de transcrição apresentado acima foi repetido para os rótulos de todos os alimentos coletados no censo. Após a finalização da transcrição, os dados obtidos foram agrupados ao banco de dados primário existente, oriundo das informações coletadas por meio do formulário eletrônico. Assim, a lista de ingredientes de cada alimento foi incluída na planilha onde já se encontravam as demais informações.

3.5.2 Mineração de texto

Para as análises dos dados foi utilizada a técnica de mineração de texto, que pode ser definida como um processo de conhecimento intensivo, em que é possível interagir com uma coleção de documentos por meio de um conjunto de ferramentas de análise. Esta técnica busca extrair informações a partir de fontes de dados pela identificação e exploração de padrões textuais (FELDMAN; SANGER, 2007). No presente estudo, esse processo foi realizado utilizando o pacote text mining – tm (FEINERER, 2014) por meio da linguagem R (R CODE TEAM, 2016).

Foram analisadas palavras (ingredientes simples) e agrupamentos de palavras (ingredientes com nomes compostos) para identificação das similaridades e correlações. Assim, realizou-se a análise semântica dos dados textuais (neste caso, a lista de ingredientes), baseada na funcionalidade dos termos nos textos (EBECKEN; LOPES; COSTA, 2003).

O tratamento e a análise dos dados pela técnica de mineração de texto ocorreram em quatro etapas sequenciais, detalhadas a seguir.

3.5.2.1 Passo 1: Pré-processamento dos dados

A primeira etapa consistiu no pré-processamento dos dados obtidos pela transcrição da lista de ingredientes de todos os alimentos com registro fotográfico. O pré-processamento é um requisito para as análises pela técnica de mineração de texto. Assim, o objetivo principal desta etapa foi a padronização dos dados para poderem ser analisados pela técnica de mineração de texto e inseridos no programa estatístico (FEINERER; HORNIK; MEYER, 2008).

Nesta etapa houve a padronização de termos (palavras e/ou agrupamentos de palavras que indicavam um mesmo ingrediente), bem como a conferência da ortografia do texto transcrito. Levando em conta o levantamento e análise de todos os ingredientes realizado na etapa anterior, no qual cada ingrediente foi inserido em uma linha de planilha do software

Microsoft Excel® versão 2010 e organizado por ordem alfabética, houve a correção ortográfica do conteúdo; união de termos compostos (como por exemplo, “amido de milho” tornou-se “amidodemilho”); padronização dos termos para o singular; e identificação e agrupamento de termos semelhantes para viabilizar a correta análise dos dados. Como exemplos do agrupamento de termos semelhantes, no banco de dados havia citação de glicose, glucose e dextrose, que são sinônimos e foram agrupadas como “glicose”.

Além disso, houve a inserção das categorias dos aditivos alimentares conforme sua presença na lista de ingredientes, levando em conta o número de vezes de sua presença. Por exemplo, se na lista de ingredientes havia dois corantes, conservantes, edulcorantes, espessantes, estabilizantes ou similares, a palavra que designa a categoria do aditivo foi repetida. Tal atividade foi realizada com o intuito de estimar a magnitude do uso dos grupos de aditivos alimentares nos alimentos.

Além disso, houve a remoção de números, pontuação e espaços, bem como a padronização de letras maiúsculas e minúsculas das listas de ingredientes transcritas, por meio da linguagem R (FEINERER; HORNIK; MEYER, 2008).

3.5.2.2 Passo 2: Identificação dos alimentos que declaravam a presença de OGM e dos ingredientes GM

Para identificar os alimentos GM, foram analisadas as imagens e listas de ingredientes de todos os alimentos incluídos no censo. Alimentos foram definidos como GM quando apresentavam no painel principal do rótulo o símbolo definido pela Portaria n. 2658/2003 (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2003) e/ou quando identificavam o ingrediente GM destacando o nome da espécie doadora de genes na lista de ingredientes.

Após terem sido identificados os alimentos GM do censo, foi analisada a presença de expressão indicativa do ingrediente GM junto ao símbolo a fim de se identificar o(s) ingrediente(s) GM(s) destes alimentos. Esta expressão, conforme a legislação vigente (BRASIL, 2003), refere-se à informação obrigatória no rótulo: presença do símbolo juntamente com alguma das seguintes expressões: “(nome do produto) transgênico”, “contém (nome do(s) ingrediente(s)) transgênico(s)” ou “produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico” e, ainda, a presença do nome da espécie doadora de genes.

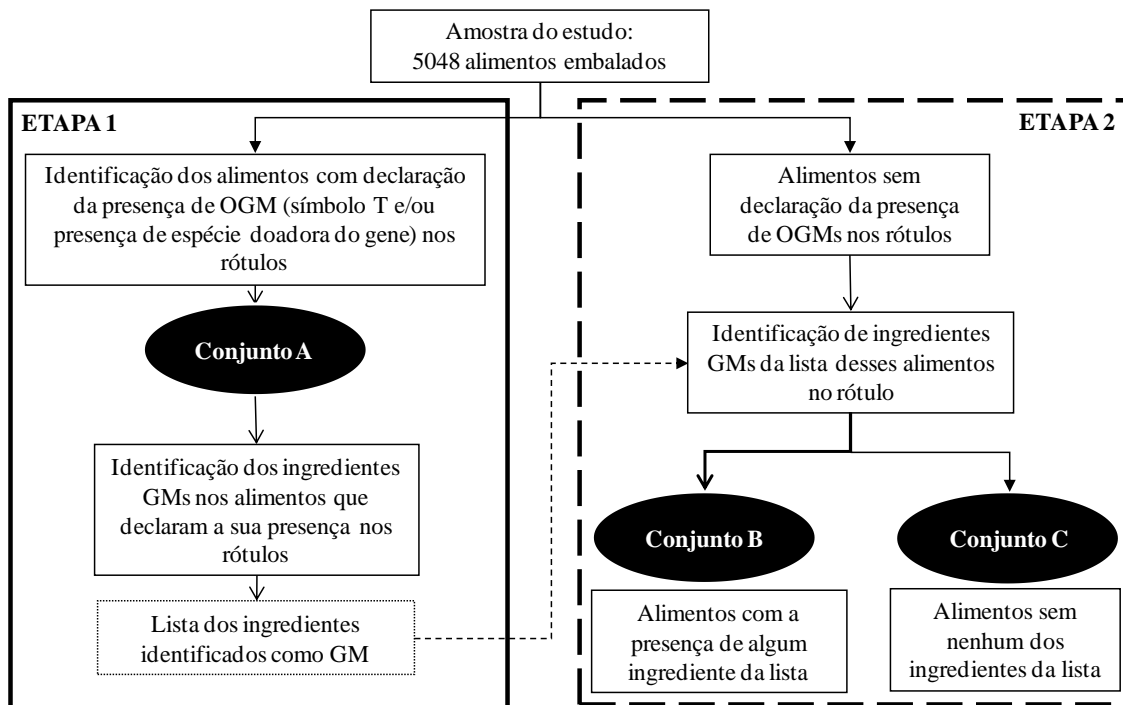
Assim, ao final desta etapa, foi possível identificar os alimentos que declaravam a presença de OGM e os ingredientes GM presentes na lista de ingredientes destes alimentos.

3.5.2.3 Passo 3: Classificação de conjuntos de alimentos

Após a identificação dos alimentos que declaravam a presença de OGM, todos os alimentos coletados no censo foram divididos em três conjuntos. A divisão foi realizada em duas etapas, conforme apresentado na Figura 8. O conjunto formado pelos alimentos com declaração da presença de OGM no rótulo foi denominado Conjunto A. Nos rótulos dos alimentos pertencentes ao Conjunto A foram identificados todos os ingredientes GM presentes no rótulo destes alimentos. Os ingredientes que tinham especificação de orgânicos não foram considerados nas análises.

A partir dessa identificação, a segunda etapa consistiu em verificar a presença dos ingredientes GM nos alimentos que não declaravam a presença de OGM, etapa que resultou na criação de dois conjuntos. O conjunto B foi composto por alimentos que não declaravam a presença de OGM no rótulo, mas continham pelo menos um dos ingredientes identificados como GM nos alimentos que declaravam a sua presença (Conjunto A). E o Conjunto C foi formado pelos demais alimentos, que não apresentavam a declaração da presença de OGM, nem continham algum ingrediente derivado de milho e/ou soja e/ou algodão, passíveis de serem GM. A soma dos conjuntos A, B e C constituiu a amostra total de alimentos analisada. Para a divisão dos conjuntos, utilizou-se a análise de Cluster, que é uma das técnicas mais utilizadas no processo de mineração de dados para descoberta de agrupamentos e identificação de distribuições e padrões para entendimento dos dados (KAUFMAN; ROUSSEEUW, 1990). A classificação dos Conjuntos pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 – Amostra do estudo.



3.5.2.4 Passo 4: Análise dos dados

A quarta etapa consistiu na análise de frequência dos ingredientes GM, com o intuito de verificar se tais ingredientes estavam entre os mais frequentes nos conjuntos de alimentos A e B, por meio da técnica de mineração de texto (FEINERER, 2014) com a linguagem R (R CODE TEAM, 2016).

Realizou-se a análise descritiva das características dos alimentos embalados de todos os conjuntos, com a classificação por grupos aos quais pertencem segundo a RDC nº 359/2003. Os dados das análises descritivas foram expressos em frequências absolutas e relativas.

O tipo de análise empregada para cada informação coletada dos rótulos dos alimentos está apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 – Análises a serem realizadas para cada informação coletada dos rótulos dos alimentos incluídos no banco.

| Dados | Objetivo | Tipo de análise |
|--|---|--|
| Alimentos com declaração da presença de OGM no rótulo por grupos conforme a RDC nº359/2003 | Identificar o número de alimentos que declaravam a presença de OGM, conforme grupos e subgrupos da RDC | Estatística descritiva Frequência absoluta e relativa dos alimentos com declaração da presença de OGM por grupos e subgrupos da legislação |
| Ingredientes GM | Fazer o levantamento dos ingredientes GM presentes na lista de ingredientes dos alimentos que declaravam a presença de OGM | Estatística descritiva <i>Mineração de texto</i> Relação de todos os ingredientes GM que aparecem na lista de ingredientes dos alimentos declaravam a presença de OGM |
| Presença de ingredientes GM nos alimentos, por grupos conforme a RDC nº359/2003 | Verificar quais grupos de alimentos apresentavam maior frequência de ingredientes GM | Estatística descritiva <i>Mineração de texto</i> Frequência absoluta e relativa dos alimentos que apresentavam ingredientes GM no banco de dados por grupos da legislação |
| Ingredientes mais frequentes no banco de dados | Identificar quais ingredientes GM estão entre os ingredientes mais frequentes nos alimentos comercializados no Brasil | Estatística descritiva <i>Mineração de texto</i> Frequência de citação dos diferentes ingredientes GM por grupo e conjunto de alimentos |
| Consumo alimentar médio <i>per capita</i> diário | Verificar, a partir de dados secundários obtidos da POF, a quantidade <i>per capita</i> média usualmente consumida de cada grupo e subgrupo alimentar | Análise descritiva Quantidade alimento consumida de cada grupo e subgrupo. Exemplo: O consumo diário médio de Farinhas e Massas foi de 49,3g <i>per capita</i> . O consumo de macarrão foi de 36,9g <i>per capita</i> |
| Presença de ingredientes possivelmente GM na alimentação da população brasileira | Identificar se ingredientes possivelmente GM estão presentes nos alimentos mais consumidos pela população brasileira | Análise descritiva Descrição dos ingredientes possivelmente GM presentes em alimentos mais consumidos pelos brasileiros |

3.6 ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO NA LITERATURA CIENTÍFICA DOS PRODUTOS E SUBPRODUTOS DERIVADOS DE CULTURAS GM

Na etapa 2 foi realizada a identificação dos alimentos do censo que declaravam a presença de OGM, bem como dos ingredientes GM destes alimentos, conforme a informação do rótulo.

Contudo, para que pudessem ser identificados outros ingredientes passíveis de serem GM na lista de ingredientes dos rótulos dos alimentos, foi necessário o levantamento das nomenclaturas que designam tais ingredientes. Esta busca de nomenclaturas teve como objetivo identificar outros ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas para consumo no Brasil com aplicações tecnológicas na indústria de alimentos, que não foram identificados como GM nos alimentos embalados comercializados no supermercado. Para isso, foi realizado um estudo do tipo bibliográfico e descritivo (HOCHMAN et al., 2005; GIL, 2010), culminando com uma revisão de literatura com busca sistemática.

Os estudos secundários utilizam a literatura já existente sobre estudos primários anteriores para selecionar evidências, procurando estabelecer conclusões a partir destes estudos (HOCHMAN et al., 2005).

3.6.1 Formulação da pergunta norteadora e critérios de busca

A pergunta norteadora da revisão de literatura foi “Quais os ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas GM com aplicação para a indústria alimentícia e com quais nomenclaturas tais ingredientes aparecem nos rótulos de alimentos?”.

O objetivo da realização da revisão de literatura com busca sistemática foi identificar produtos e subprodutos derivados de soja, milho ou algodão, passíveis de serem GM, e seus usos como ingredientes pela indústria alimentícia, bem como as distintas nomenclaturas utilizadas para designar tais ingredientes. Esta etapa buscou identificar nomenclaturas que dificilmente seriam reconhecidas como oriundas de culturas GM somente com a análise da lista de ingredientes dos rótulos de alimentos.

Para a busca, primeiramente houve a consulta às bibliográficas utilizadas na revisão bibliográfica para reconhecimento de unitermos que remetessem aos produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão, passíveis de serem GM.

Sendo assim, foram definidas as estratégias de busca para identificação dos estudos. Para tanto, foram definidos os unitermos a serem utilizados para as buscas dos artigos, de acordo com a pergunta norteadora da revisão de literatura, a partir de descritores da *Medical*

*Subject Headings of U.S. National Library of Medicine*²² (MeSH), de Descritores das Ciências da Saúde²³ (DeCS) e de palavras-chave de artigos identificados em busca prévia.

Definiram-se unitermos relacionados aos temas que posteriormente foram combinados a fim de atingir os objetivos da pesquisa. Os grupos dos unitermos foram: a) culturas GM aprovadas para consumo no Brasil; b) indústria de alimentos; c) aplicação tecnológica.

De forma geral, as buscas foram feitas primeiramente dentro de cada grupo, separando-se cada unitermo por meio do operador booleano “OR”, que possibilita encontrar artigos que contenham qualquer uma das palavras listadas. Em seguida, os resultados das buscas dos quatro grupos de interesse foram cruzados utilizando-se o operador booleano “AND”, que possibilitou encontrar artigos que continham os três grupos de palavras associadas. Os unitermos relativos a cada grupo são apresentados no quadro 16.

Quadro 16 – Unitermos definidos para a realização de revisão de literatura com busca sistemática para identificar produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas para consumo no Brasil, divididos por temas, com indicação das combinações a serem realizadas na busca.

| Grupo de unitermos | Subgrupos de unitermos e combinações | Unitermos a serem utilizados nas buscas em inglês |
|---------------------------------|--|---|
| Culturas GM aprovadas no Brasil | Soja geneticamente modificada Milho geneticamente modificado Algodão geneticamente modificado <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | <i>Soybean</i> ² <i>Corn</i> <i>Cottonseed</i> ² <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| Operador booleano | AND | |
| Indústria de alimentos | | <i>Food industry</i> ² |
| Operador booleano | AND | |
| Aplicação tecnológica | | <i>Technological application</i> |

¹Descritores cadastrados no MeSH (*Medical Subject Headings of U.S. National Library of Medicine*)

²Descritores cadastrados no DeCS (Descritores das Ciências da Saúde)

As buscas foram realizadas nas bases de dados *Scopus*, *SciELO*, Google acadêmico, livros, *sites* e documentos. Além disso, utilizou-se a técnica de “bola de neve”, realizando-se busca de artigos nas referências dos estudos encontrados (GOODMAN, 1961) para a identificação de artigos que pudessem conter outros termos. Para realizar a busca sistemática,

²² MeSH. **Medical Subject Headings of U.S. National Library of Medicine**. 2015. Disponível em: <<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

²³ DECS. **Descritores em Ciências da Saúde**. 2015. Disponível em: <<http://decs.bvs.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

foram utilizadas palavras-chave em inglês e estratégias específicas para cada base de dados, de acordo com seus mecanismos e recursos de busca disponíveis. As buscas foram realizadas sem limitação de data, idioma, país do estudo, área de conhecimento ou qualquer outro limitador colocado como opção pelas ferramentas de busca.

Ressalta-se que não foram encontrados textos científicos ou legislação que identificassem os ingredientes GM, por isso o uso da literatura científica para a definição das nomenclaturas. Ainda, buscou-se identificar outras possíveis nomenclaturas para produtos e subprodutos derivados de culturas GM presentes nos rótulos dos alimentos do censo, mas não identificados previamente na literatura.

Os dados foram analisados e os resultados foram expressos qualitativamente com a finalidade tecnológica dos ingredientes na indústria de alimentos.

3.6.2 Coleta, tratamento e análise dos dados

Após a realização da busca sistemática, os estudos foram selecionados por leitura de título e resumo segundo os critérios de inclusão. Como critérios de inclusão, foram incluídos livros, literatura cinzenta e artigos sobre produtos e subprodutos derivados de culturas GM aprovadas no Brasil e materiais que abordavam as aplicações e usos de ingredientes derivados destas culturas pela indústria alimentícia.

Os dados dos estudos selecionados referentes aos ingredientes derivados de produtos e subprodutos derivados de soja, milho, algodão ou da levedura, bem como as suas aplicações tecnológicas pela indústria alimentícia foram extraídos e registrados em um quadro pela pesquisadora (Artigo 2).

Em relação a ingredientes que não deixavam clara a sua origem, considerou-se passível de serem subprodutos derivados de milho, soja ou algodão quando a literatura científica considerasse essa possibilidade. Para exemplificar, um ingrediente específico é o amido, que pode ser proveniente do milho, da mandioca ou de outros cereais. Quando não especificada sua origem, pode ser um subproduto do milho e, por isso, foi considerado passível de contê-lo. Já um exemplo de ingrediente passível de dúvidas é a margarina, posto que a informação completa dos ingredientes utilizados na sua elaboração não é disponibilizada ao consumidor.

Além disso, como este estudo está analisando a situação do ponto de vista da informação ao consumidor, partiu-se do princípio de que se o fabricante não coloca a denominação completa do ingrediente, está deixando a dúvida quanto à sua origem e a análise

deve prever isto. Ou seja, se o fabricante não utiliza ingredientes derivados de milho, soja, algodão ou que contêm a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, ele deve deixar essa informação clara no rótulo, ou poderá ser considerado como utilizando algum destes ingredientes.

Por fim, a pergunta de partida foi respondida de acordo com os resultados dos estudos e foi feita uma análise qualitativa e aprofundada sobre os usos destes ingredientes pela indústria alimentícia, bem como as distintas nomenclaturas utilizadas para designar tais ingredientes (Artigo 1).

A lista dos ingredientes identificados como passíveis de serem GM, suas definições e usos pela indústria alimentícia, bem como a justificativa para ser considerado como tal encontram-se no Artigo 2 e serviram de subsídio para as análises posteriores.

3.7 ETAPA 4: PRESENÇA DE PRODUTOS E SUBPRODUTOS POSSIVELMENTE GM NOS ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO BRASILEIRA

3.7.1 Obtenção dos alimentos mais consumidos pela população brasileira segundo dados de consumo da Pesquisa de Orçamentos Familiares

A última etapa do estudo consistiu em analisar a presença de ingredientes possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira. Para tal, utilizaram-se dados secundários de consumo *per capita* de alimentos observados na Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2008-2009 (BRASIL, 2010). A POF é um inquérito de base populacional conduzido a cada cinco anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em uma amostra representativa de domicílios brasileiros. Para informação de consumo alimentar pessoal foram utilizados dados de uma subamostra de domicílios (n=13.569) selecionados aleatoriamente. O consumo de alimentos e bebidas ao longo de 24 horas foi coletado por meio de registros alimentares em dois dias não consecutivos, preenchidos por indivíduos acima de dez anos de idade (n=34.003). Detalhes sobre o plano de amostragem e o desenho de estudo da POF podem ser encontrados no relatório do IBGE (BRASIL, 2010).

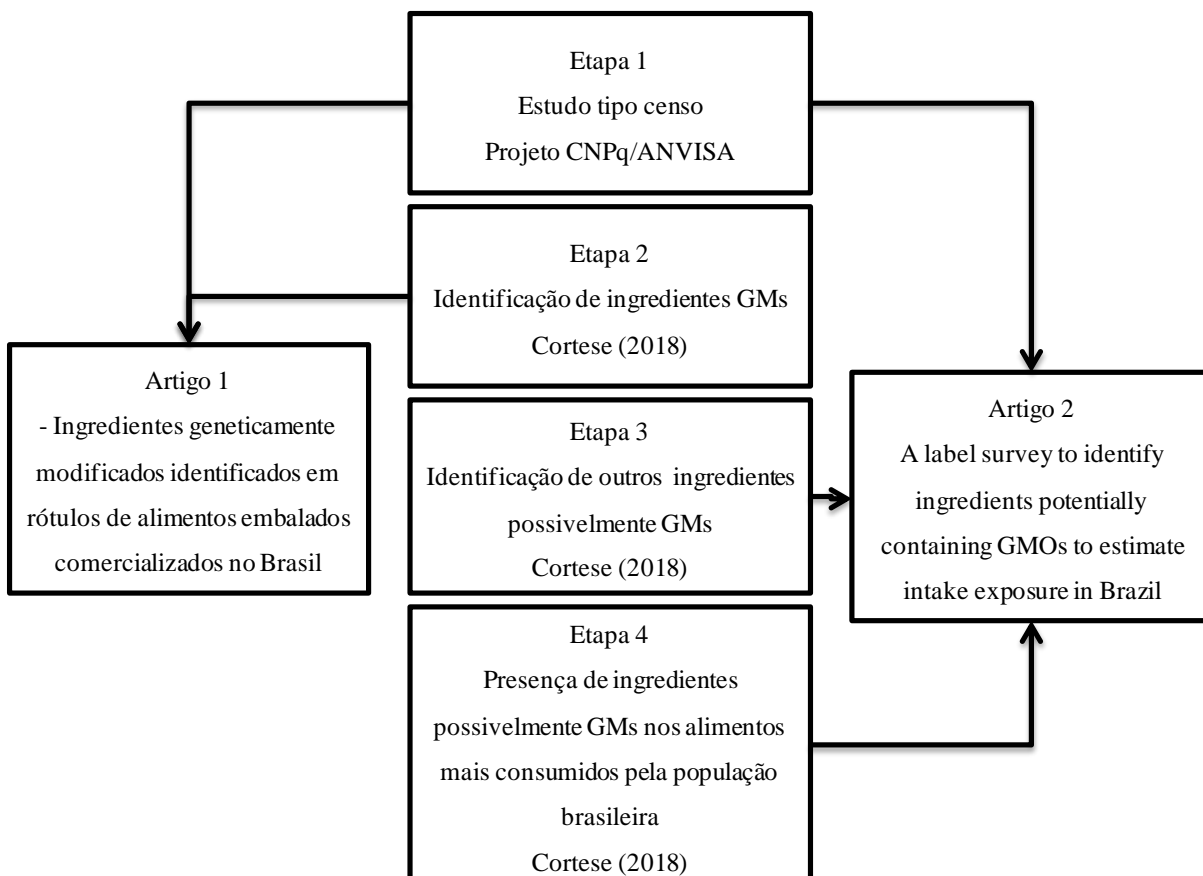
Um total de 1.121 alimentos foi citado pelos informantes, agrupados em 24 grupos e 105 subgrupos (BRASIL, 2010). Para o presente estudo foram considerados todos os subgrupos de alimentos definidos pela POF.

3.7.2 Identificação de produtos e subprodutos possivelmente GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira a partir do banco de dados do estudo tipo censo

Posteriormente, procedeu-se a busca no banco de dados dos alimentos embalados coletados no supermercado, de alimentos iguais ou similares de cada item alimentar dos grupos e subgrupos de alimentos mais consumidos pela população brasileira. Com base nas nomenclaturas levantadas na literatura científica, os ingredientes destes alimentos foram analisados um a um, visando identificar a presença de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de culturas de soja, milho e algodão ou que contêm a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (resultado das etapas 2 e 3), possivelmente GM. Assim, identificou-se a presença de ingredientes derivados de produtos e subprodutos destas culturas, não elencados inicialmente que foram classificados como possivelmente GM e os resultados foram expressos como “pode conter” quando algum alimento analisado continha o ingrediente.

A figura 9 mostra as etapas que compõem cada manuscrito oriundo dos dados analisados e as ligações entre os dados presentes em cada um deles.

Figura 9 – Etapas do estudo que compõem cada manuscrito da tese.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo traz os resultados da tese em ordem cronológica de realização das etapas e análises. Inicialmente é apresentado o primeiro artigo da tese, no formato submetido ao periódico *Journal of Food Composition and Analysis*. Em seguida, está o segundo manuscrito resultante da tese, publicado no periódico *Public Health Nutrition* (CORTESE et al., 2018). Também foi incluído um terceiro manuscrito com reflexões sobre a temática, que foi submetido a convite da *Revista Agroecología* e está em fase de publicação. O quarto manuscrito, a ser submetido para a Revista de Nutrição, refere-se a um artigo de comunicação que traz algumas reflexões sobre os achados do presente estudo no atual contexto da desregulamentação da rotulagem de OGM no Brasil.

Resultados complementares de análises realizadas após a publicação do segundo manuscrito resultante da tese também são apresentados com o intuito de serem posteriormente explorados em outro artigo. Por fim, apresenta-se uma nota de imprensa visando à divulgação dos principais resultados provenientes desta tese para a população, a qual está disponível no Apêndice D.

4.1 ARTIGO 1

CORTESE, R. D. M.; MARTINELLI, S. S.; FABRI, R. F.; PROENÇA, R. P. C.; CAVALLI, S. B. **Genetically modified ingredients identified on the labels of packaged foods sold in Brazil.** (Submetido ao *Journal of Food Composition and Analysis*)

Abstract

Many packaged foods sold in supermarkets contain genetically modified (GM) ingredients, which are not always identified on the label. To identify GM ingredients present in packaged foods (whether or not their presence is reported on the label) and check their compliance with Brazilian GMO labeling legislation. Of all the packaged foods analyzed, 4.7% (n 238, Set A) reported the presence of GMO on their labels, 2.8% of which were in compliance with Brazilian labeling legislation. Twenty GM ingredients were identified in Set A, most of which were derived from corn (n 15). Of all the foods analyzed, 52.5% contained potential GM ingredients. Among the foods that did not report the presence of GMO (Sets B and C), 50.1% (n 2410) contained at least one of the 20 previously identified GM ingredients (Set B). All of the food groups contained GM ingredients, with the highest frequency found in

following groups: sauces, ready-made seasonings, broths, ready-to-eat soups and dishes (77.3%), sweet products (69.6%) and bakery products (59.9%). A maximum of 13 potential GM ingredients was observed in a single food. Few foods reported the presence of GMO on their labels. From these foods, it was possible to identify 20 GM ingredients. On the other hand, half of the foods that did not report the presence of GMO contained at least one of these ingredients (derived from soybeans, corn or cotton), which were liable to be GM. A small percentage of foods with GM ingredients complied with the labeling legislation.

Keywords: Genetically modified foods; packaged foods; food labelling; genetically modified organisms

1. Introduction

The cultivation of genetically modified (GM) food is expanding worldwide, reaching an area of 185.1 million hectares in 2016 (James, 2016). Brazil is the country with the second-largest cultivation of genetically modified organisms (GMO) in the world, with the greatest cultivation in South America, for a total of 49.1 million hectares of GM soybeans, corn and cotton crops (James, 2016), which corresponds to approximately 70% of Brazil's arable land (OECD/FAO, 2015). Of all soybeans, corn and cotton grown in Brazil, 96.5%, 88.4% and 78.3% are genetically modified, respectively (James, 2016). In addition, there is the potential for biological contamination from the planting stage to the processing stage (Marvier & Van Acker, 2005; Price & Cotter, 2014), which can increase these percentages.

GMO-derived products and by-products are present in the population's diet. According to the Biotechnology Information Council of Brazil (CIB, 2014), it is estimated that almost all processed foods in Brazil contain at least one ingredient derived from soybeans or corn. Considering the growing trend in the consumption of processed foods by the Brazilian population (Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2010), it is likely that the consumption of GM ingredients is also increasing.

GM foods (also known as transgenics) are derived from organisms (GMO) whose genetic material has been modified in a way that would not occur naturally (Brasil, 2005; FAO/WHO, 2000). The varieties of GMO approved for cultivation and consumption in Brazil were developed exclusively to become herbicide-tolerant or insect-resistant (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, 2017). The association of GM crops with pesticides has been pointed out as harmful to human health (Landrigan & Benbrook, 2015). Studies conducted with animals have identified cases of hepatic and renal toxicity, as well as the

development of tumors (Andreassen et al., 2014; de Vendomois, Roullier, Cellier, & Seralini, 2009; Magana-Gomez & de la Barca, 2009; Seralini et al., 2014; S eralini et al., 2012), damage to the mucous membranes of the jejunum surface in rats fed with GM corn (Ibrahim & Okasha, 2016) and inflammation in the stomachs of pigs fed with GM soybeans and corn (Carman et al., 2013).

In light of the current gaps in knowledge, measures need to be adopted against potential risks that cannot yet be identified given the harm that may be caused by consuming GM foods (Myhr & Traavik, 2003; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000; United Nations, 1992). Consumers have a right to clear and adequate information about food composition in order to compare foods, as guaranteed by the Consumer Protection Code (Brasil, 1990), including information on the presence of GM ingredients on food labels.

In this sense, the International Cartagena Biosafety Protocol recommends that GM foods be labeled as such. GMO labeling is a right guaranteed by the Brazilian Biosafety Law (No.11,105/2005, Art. 40) (Brasil, 2005). This regulation stipulates that foods and food ingredients intended for human or animal consumption that contain or are produced from GMO or their derivatives must provide this information on their labels, in accordance with Decree No. 4,680/2003. This decree states that all foods and food ingredients with more than 1% of their composition containing or produced from GMO must be labeled. Ordinance No. 2,658/2003 of the Ministry of Justice requires the identification of GMO on food labels with the symbol of the letter T in the center of a yellow triangle (Brasil, 2003a; Minist erio da Justi a, 2003).

In Brazil, foods consisting of less than 1% of GMO are exempted from mandatory labeling. However, this does not mean that they are actually free of GMO, as has been found in Brazilian studies that detected GMO in small food samples (Branquinho, Ferreira, & Cardarelli-Leite, 2010; Dinon, Treml, de Mello, & Arisi, 2010; Greiner & Konietzny, 2008). Thus, it is evident that the right of consumers to information about the presence of GM ingredients on food labels is not always being guaranteed. Therefore, reading the ingredients lists on food products may be useful in identifying these ingredients, which must be presented in descending order of quantity (weight) according to Brazilian food labeling legislation (FAO/WHO, 2001).

The present study was conducted in view of the importance of considering the precautionary principle due to a lack of scientific evidence proving the safety of GM food consumption as well as a lack of studies analyzing the reporting of GM ingredients on food labels. This study aimed to identify the GM ingredients present in packaged foods (whether or

not their presence was reported on the label) and to check their compliance with Brazilian GMO labeling legislation.

2. Methods

2.1. Study design

This cross-sectional study investigated all retail packaged food products available in a large Brazilian supermarket (n 5048). The supermarket was chosen deliberately and belongs to one of the ten largest Brazilian chain stores, according to the Brazilian Supermarket Association, with twenty-seven stores throughout the country. Therefore, most of the products sold in this store are well-known food and drink brands that represent those sold in other large supermarket chain stores throughout Brazil. The supermarket manager gave written consent to conduct the research.

2.2. Sampling: definition of packaged foods

Included in the study were all packaged foods produced and sold (regardless of origin), packaged in the absence of the customer and ready to be sold to consumers, in accordance with the criteria established by Brazilian packaged food labeling regulations (No. 259/2002) (Brasil, 2002), harmonized by Mercosur (GMC Resolutions No. 06/1994 and No. 21/2002) (Mercosul, 1994, 2002) and Brazilian GMO labelling legislation (No. 4,680/2003) (Brasil, 2003a). Packages with different amounts of the same product were collected and classified as new foods due to the potential for differences in their compositions. No information was collected on foods that were sliced, labeled and sold by the supermarket itself (since Brazilian law does not require such products to be labelled (Brasil, 2002), thus they do not have ingredients lists) or foods intended for consumption by animals.

2.3. Data collection

The data collection followed a protocol pre-prepared by Kliemann et al. (Kliemann, Veiros, González-Chica, & Proença, 2014), in which information was collected in the city of Florianópolis, Santa Catarina, Southern Brazil during a 5-month period in 2013-2014. Identification information (product name, type, brand, manufacturer and country of origin) was obtained in-store from the labels of all available products in the supermarket. In addition, information was collected on the labeling of GMO, such as the presence of the T symbol and/or the name of the gene donor species, or the reporting of the absence of GM ingredients.

These data were then fed into electronic data collection forms, which were created using Epi Collect Plus software and installed on tablet computers.

All food labels were photographed in-store to record the ingredients lists. All data collectors (n 12) received training and participated in a test of the instrument one month before the data collection period at a different supermarket. They were asked to complete the electronic forms (individually and with without assistance) with information from fifteen food products of different food groups. The information was later checked by the lead researcher. Subsequently, the data were examined, difficulties and inconsistencies were identified, and extra training was provided.

The collected data were transferred directly from the tablet computers to an online database at the end of each collection day. The database was exported to a Microsoft Excel® 2010 spreadsheet. Each food product was coded with a number and each image in the database was later renamed according to the corresponding food product number.

The collection of packaged food ingredient names was done by transcribing the ingredients lists recorded by the images of the labels. This stage was carried out by three researchers and consisted of transcribing all the ingredients and food additives according to the order in which they were found in the ingredients list of each food label.

Transcribing the lists was important due to the requirement to present ingredients lists in descending order of quantity used in the food. However, food additives follow a specific norm and can be included at the end of an ingredients list in any order (Brasil, 2002).

Inter-rater agreement between the data collected through the electronic questionnaire and the data collected through photographs was verified for 5% of the analyzed foods as a quality control measure. According to the κ test, there was a high degree of inter-rater agreement ($> 99\%$; $p < 0.05$).

2.4. Identification of GM foods and ingredients

To identify the GM foods and ingredients present in these GM foods, the images and ingredient lists of all foods included in the census were analyzed. A food product was defined as GM if it displayed the symbol defined by Ordinance No. 2658/2003 in the main panel of its label (Ministério da Justiça, 2003) and/or if it identified a GM ingredient by highlighting the name of the donor species in the ingredients list. After identifying the GM foods in the census, the presence of an indicative expression of the GM ingredient together with the symbol was analyzed to identify the GM ingredient(s) in these foods. According to current legislation (Brasil, 2003a), this expression refers to the mandatory information on the label:

the presence of the symbol together with any of the following expressions: "transgenic (name of the product)", "contains (name of the transgenic ingredient(s))" or "product produced from transgenic (product name)", as well as the presence of the name of the gene donor species.

2.5. Classification of food groups

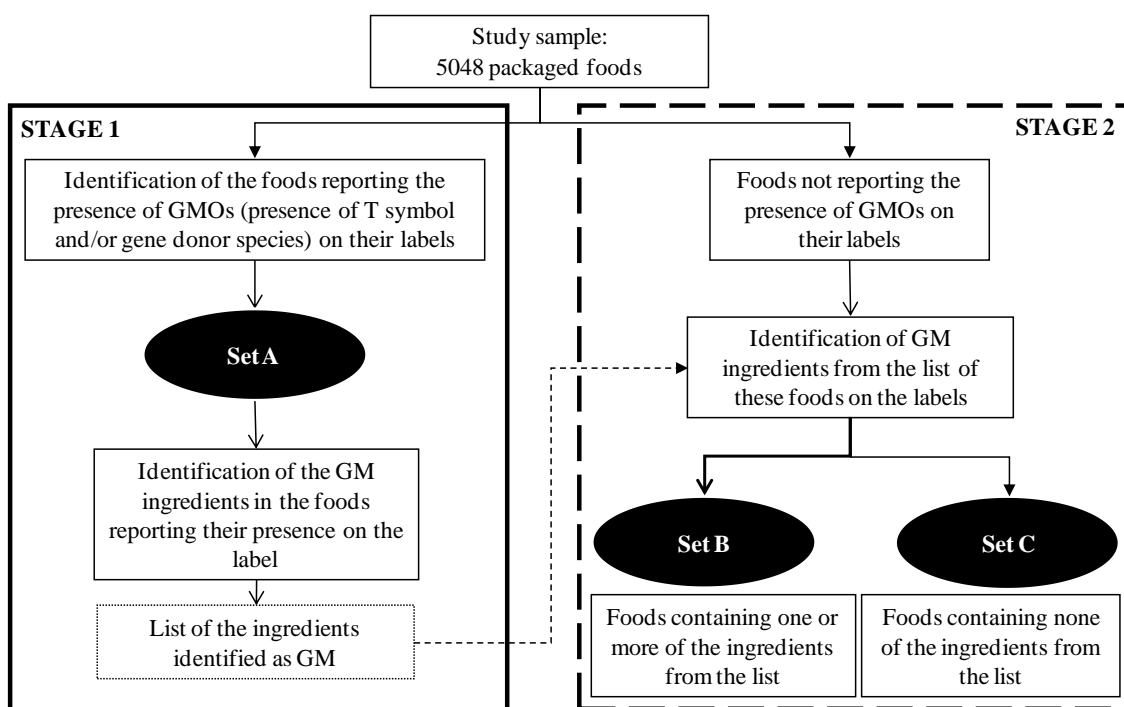
The packaged foods (n 5048) were classified into eight food groups as defined by Brazilian and Mercosur resolutions (Brasil, 2003b). The groups are as follows: G1 -- bakery goods, breads, cereals, legumes, roots, tubers and related products; G2 -- fresh and canned vegetables; G3 -- fruits, juices, syrups and drink mix; G4 -- milk, dairy products and infant formulas; G5 -- meats and eggs; G6 -- oils, fats and nuts; G7 -- sugars and products in which carbohydrates and fats are the main energy sources; and G8 -- gravies, sauces, ready-made seasonings, broths and ready-to-eat dishes. As for alcoholic beverages, information was collected from beer labels, as the literature indicates the possibility that these beverages contain ingredients derived from corn (Mardegan et al., 2013). Therefore, a group was created for alcoholic beverages: G9 -- beer.

2.6. Classification of food sets

The foods were then divided into three sets. This division was carried out in two stages, as shown in Figure 1. In the first stage, foods that reported the presence of GMO on their labels were identified (i.e. those that presented the T symbol and/or the name of the gene donor species) and included in Set A. All of the GM ingredients reported on the labels of the foods in this group were then identified.

Using this identification from the first stage, the second stage consisted of verifying the presence of these GM ingredients in foods that did not report the presence of GMO. This stage resulted in the creation of two sets. Set B consisted of foods that did not state the presence of GMO on their labels but contained at least one of the ingredients identified as GM in the foods that reported their presence (Set A). Finally, Set C was comprised of the remaining foods, which did not report the presence of GMO or any ingredients derived from potentially GM soybeans, corn or cotton. The sum of Sets A, B and C constituted the total sample of foods studied. Cluster analysis was used to divide the sets. This is one of the most commonly used techniques in the data mining process to determine clusters and identify distributions and patterns to understand data (Kaufman & Rousseeuw, 1990). The classification of the sets can be seen in Figure 1.

Figure 1 - Study sample



2.7. Data analysis

The descriptive variables related to the number of packaged foods per set and per food group are presented in absolute and relative frequencies. The text mining technique in the R statistical environment (R Core Team, 2017; Feinerer, Hornik & Meyer, 2008; Feinerer & Hornik, 2017) was used to analyze the frequency of the GM ingredients in order to check if these ingredients were among the most frequent in the two food sets.

As a requirement for text mining, the data collected from the food label ingredient lists were processed prior to the analyses to remove numbers, punctuation, blank spaces and standardization of lowercase letters. Compound words were rewritten as single words. For example, "soy lecithin" became "soylecithin". Likewise, different terms that defined the same ingredient were grouped together. For example, "corn starch" and "modified corn starch" became "cornstarch".

3. Results

3.1. Identification of GM foods and ingredients

Of the 5048 packaged foods analyzed, four reported the absence and 238 (4.71%) reported the presence of GMO on their labels (Set A). Of these, 117 foods presented the symbol defined by Ordinance No. 2,658/2003, seven foods had isolated information on the

gene donor species in their ingredients lists and 114 foods presented both types of information (the symbol and the name of the gene donor species), as recommended by GM food labeling legislation (Brasil, 2003a). The following expressions were observed on the food labels: "contains transgenic (name of ingredient)" (n 156), "produced from transgenic (name of product)" (n 64), "transgenic (name of product)" (n 10), and "transgenic-free (name of product)" (n 4). One of the foods presented the symbol without using any expression.

Twenty GM ingredients were identified on the labels Set A foods, which reported the presence of GMO. These are: starch, corn starch, food coloring, creamed corn, corn bran, biju flour, corn flour, soybean flour, chemical yeast, corn meal, glucose, vegetable fat, soybean vegetable fat, soy lecithin, maltodextrin, corn maltodextrin, corn oil, soybean oil and corn grits. No cotton-derived GM ingredients were identified. Most of the ingredients identified (75%, n 15) were derived from corn. Corn starch present in 44.5% (n 106) of the foods in this set, appearing 112 times. In total, these ingredients appeared 671 times in the ingredients lists of the 238 foods evaluated in Set A (Table 1).

Of the foods that did not report the presence of GMO on their labels (n 4810), 50.1% (n 2410) of them contained at least one of the 20 ingredients identified as GM in Set A. There were 5309 citations of potential GM ingredients in these 2410 foods (Table 1). Soy lecithin present in 33.1% (n=797) of the foods in this set.

Table 1 - GM ingredients identified on food labels that reported the presence of GMO.

| | Ingredients | Set A (n 238) | | Set B (n 2410) | |
|-----------------------------|-------------------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|
| | | Number of foods with the ingredient n (%) | Frequency of ingredient citation | Number of foods with the ingredient n (%) | Frequency of ingredient citation |
| Soybean-derived ingredients | Soy vegetable fat | 1 (0.0) * | 1 | 0 (0.0) * | 0 |
| | Vegetable fat | 50 (21.0) | 55 | 731 (30.3) | 869 |
| | Soy lecithin | 21 (8.8) | 25 | 797 (33.1) | 938 |
| | Soybean oil | 35 (14.7) | 35 | 203 (8.4) | 214 |
| | Soybean flour | 13 (5.5) | 14 | (5.2) | 125 |
| Corn-derived ingredients | Starch | 53 (22.3) | 55 | 385 (16.0) | 392 |
| | Corn starch | 106 (44.5) | 112 | 590 (24.5) | 697 |
| | Food coloring | 8 (3.4) | 8 | 15 (0.6) | 15 |
| | Creamed corn | 6 (2.5) | 6 | 7 (0.3) | 7 |
| | Corn bran | 6 (2.5) | 6 | 1 (0.0)* | 1 |
| | Biju flour | 2 (0.8) | 2 | 0 (0.0) | 0 |
| | Corn flour | 32 (13.4) | 34 | 71 (2.9) | 71 |
| | Chemical yeast | 71 (29.8) | 181 | 524 (21.7) | 906 |
| | Corn meal | 17 (7.1) | 17 | 18 (0.7) | 18 |
| | Glucose | 17 (7.1) | 17 | 228 (9.5) | 247 |
| | Maltodextrin | 55 (23.1) | 56 | 524 (21.7) | 552 |
| | Corn maltodextrin | 4 (1.7) | 4 | 4 (0.2) | 4 |

| | | | | | |
|-------|------------|-----------|-----|-----------|------|
| | Corn | 27 (11.3) | 29 | 110 (4.6) | 112 |
| | Corn oil | 5 (2.1) | 5 | 141 (5.9) | 141 |
| | Corn grits | 7 (2.9) | 7 | 0 (0.0) | 0 |
| Total | 20 | 238 | 671 | 2410 | 5310 |

* Value <0.01

The most frequent GM ingredients in the food ingredients lists that reported the presence of GMO (Set A, n 238) were chemical yeast, corn starch, maltodextrin and vegetable fat. With the exception of maltodextrin, these ingredients were also among the most frequently cited in the food ingredients lists in Set B (n=2410), along with soy lecithin, which had the highest frequency (938 times).

Regarding the citation frequency of the same ingredient more than once in the same food, chemical yeast was found 3 to 5 times in 40 foods in Set A and in 184 foods in Set B. Soy lecithin and vegetable fat were more frequently cited in Set B, being present 3 to 5 times in 18 foods in Set A and 3 to 7 times in 23 foods in Set B.

The presence of different GM ingredients in a single food was also observed. The maximum number of ingredients GM in a single food was 13: in a chocolate confection in Group 7 of Set A and in a panetone in Group 7 of Set B.

3.2. Identification of food groups and subgroups that reported the presence of GMO

The foods that reported the presence of GMO on their labels comprised the groups presented in Table 2, as defined by the Brazilian and Mercosur regulation food groups (Brasil, 2003b; Mercosul, 2003) (Anvisa RDC No. 359/2003 / GMC Resolution No. 47/03).

Table 2 - Most frequent GM ingredients in foods that reported the presence of GMO, as defined by the Brazilian and Mercosur regulation food groups (Brasil, 2003b; Mercosul, 2003)

| RDC No. 359/2003 groups | Subgroups of foods with GM ingredients | Most frequent GM Ingredients | |
|--|--|------------------------------|--------------------|
| | | Ingredient | Citation frequency |
| Group 1 - Bakery goods, breads, cereals, legumes, roots, tubers and related products | Starches; salted, whole-grain and grissini crackers; cakes of all types without filling; hominy; cereal and tuber flours of all types; ready-made farofa; packaged bread, sliced or unsliced, with or without filling; popcorn; powders for flan and dessert preparation; powders for cake and pie preparation | Chemical yeast | 431 |
| | | Soy lecithin | 217 |
| | | Maltodextrin | 146 |
| | | Starch | 133 |
| | | Corn starch | 103 |
| | | Corn oil | 78 |
| Group 2 - Fresh and canned | Tomato sauce or sauces made with tomatoes and other vegetables | Soybean oil | 10 |

| | | | |
|--|--|----------------|-----|
| vegetables | | Corn starch | 30 |
| | | Starch | 19 |
| | | Corn | 11 |
| Group 4 - Milk, dairy products and infant formulas | Powders for preparing dairy desserts | Corn starch | 206 |
| | | Soy lecithin | 28 |
| | | Maltodextrin | 47 |
| | | Glucose | 12 |
| Group 6 - Oils, fats and nuts | Vegetable oils, all types; mayonnaise and mayonnaise-based sauces; nuts (mixed, sliced, minced, whole) | Corn starch | 72 |
| | | Soybean oil | 34 |
| | | Maltodextrin | 15 |
| | | Vegetable fat | 9 |
| Group 7 - Sugars and products with energy from carbohydrates and fats | Powdered chocolate drinks, cocoa-based powders, chocolate powder and cocoa powder; chocolate confections and candies in general; carbonated and non-carbonated non-alcoholic beverages (teas, soy-based drinks and soft drinks); drink preparation powders; sweet biscuits, with or without filling; cakes and similar products with filling and/or frosting; cereal-based snacks and flour for snacks | Soy lecithin | 695 |
| | | Vegetable fat | 626 |
| | | Maltodextrin | 269 |
| | | Chemical yeast | 643 |
| Group 8 – Gravies, sauces, ready-made seasonings, broths and ready-to-eat dishes | Ready and semi-ready dishes not included in other table items | Vegetable fat | 61 |
| | | Corn starch | 126 |
| | | Maltodextrin | 47 |
| | | Corn | 42 |

Six of the nine RDC No. 359/2003 food groups had foods that reported the presence of GM ingredients, mainly in Group 1 (bakery products, cereals, legumes, roots and tubers and their derivatives) and Group 7 (sugars and products with energy derived from carbohydrates and fats) in which the proportions were 47.0% and 24.8%, respectively. Even in the group with the fewest foods containing GM ingredients (Group 8 – gravies, sauces, ready-made seasonings, broths and ready-to-eat dishes), 2.5% of the foods had at least one of these ingredients.

Among the foods in Set B, i.e. those that did not identify the presence of GMO but contained potential GM ingredients (n 2410, 50.1%), 47.1% (n 1136) of Group 7 foods (sugars and products with energy derived from carbohydrates and fats) contained at least one

of the 20 ingredients found in Set A. Of the bakery products in Group 1, 20.2% contained GMO.

The GM ingredients that appeared most frequently were chemical yeast in Group 1, corn starch in Groups 2, 4, 6 and 8 and soy lecithin in Group 7 (Table 2).

Table 3 - Presence of GM ingredients in foods, as defined by Brazilian and Mercosur regulation food groups (Brasil, 2003b; Mercosul, 2003).

| Groups | N total | Presence of GM ingredients* | | | | Absence of GM ingredients* | | | |
|---------|---------|-------------------------------------|------|--|------|---------------------------------|------|-------|------|
| | | Set A – Identified on label (n 238) | | Set B – Not identified on label (n 4810) | | Set C – Not identified on label | | A + B | C |
| | | n | % | n | % | n | % | % | % |
| Group 1 | 1,000 | 112 | 47.1 | 487 | 20.2 | 401 | 16.7 | 59.9 | 40.1 |
| Group 2 | 441 | 9 | 3.8 | 58 | 2.4 | 374 | 15.6 | 15.2 | 84.8 |
| Group 3 | 239 | 0 | 0.0 | 12 | 0.5 | 227 | 9.5 | 5.0 | 95.0 |
| Group 4 | 359 | 20 | 8.4 | 188 | 7.8 | 151 | 6.3 | 57.9 | 42.0 |
| Group 5 | 512 | 0 | 0.0 | 210 | 8.7 | 302 | 12.6 | 41.0 | 59.0 |
| Group 6 | 280 | 32 | 13.4 | 83 | 3.4 | 165 | 6.9 | 41.1 | 58.9 |
| Group 7 | 1717 | 59 | 24.8 | 1136 | 47.1 | 522 | 21.8 | 69.6 | 30.4 |
| Group 8 | 308 | 6 | 2.5 | 232 | 9.6 | 70 | 2.9 | 77.3 | 22.7 |
| Group 9 | 192 | 0 | 0.0 | 4 | 0.2 | 188 | 7.8 | 2.1 | 97.9 |
| | 5048 | 238 | 4.7 | 2410 | 47.8 | 2400 | 47.5 | 52.5 | 47.5 |

*Ingredients identified based on food label information (presence of transgenic symbol and/or gene donor species).

The groups were as follows: G1 -- bakery goods, breads, cereals, legumes, roots, tubers and related products; G2 -- fresh and canned vegetables; G3 -- fruits, juices, syrups and drink mix; G4 -- milk, dairy products and infant formulas; G5 -- meats and eggs; G6 -- oils, fats and nuts; G7 -- sugars and products in which carbohydrates and fats are the main energy sources; and G8 -- gravies, sauces, ready-made seasonings, broths and ready-to-eat dishes; and G9 -- beer.

4. Discussion

The present study identified GM ingredients in foods that did and did not report the presence of such ingredients on their labels. Of the 5048 packaged foods in the census, 238 (4.7%) reported the presence of GMO on their labels, but only 114 (2.3%) of all the foods analyzed complied with current labeling legislation. Of the 238 packaged foods that reported the presence of GMO on their labels, less than half (n 114, 49.3%) presented complete information, including the GMO symbol and the name of the gene donor species, as recommended by Brazilian GMO labeling legislation (Brasil, 2003a).

In Brazil, it has been mandatory to report the presence of GMO ingredients since 2003. However, there has been little scientific discussion in the country about the conformity of food labels with these regulations. The decree that regulates GMO labeling states that all

foods and food ingredients with more than 1% of their composition containing or produced from GMO must be labeled. Nevertheless, studies conducted in Brazil have used laboratory analyses to identify the presence of GM soybeans and corn at levels above those permitted in foods that did not declare their presence on the label, evidencing non-compliance with GMO labeling regulations (Branquinho et al., 2010; Dinon et al., 2010; Greiner & Konietzny, 2008). The present study found that 52.5% of the foods that did not report the presence of GMO contained at least one of the GM ingredients present in the foods that did report such presence, thus indicating possible non-compliance with the legislation.

Since there is no global Codex Alimentarius for GM food labeling, a number of countries have adopted regulations that differ in their characteristics. In Australia and New Zealand, it is mandatory to label a food if a GM ingredient exceeds 1% of its composition. In European Union countries, labeling is mandatory when a GMO exceeds 0.9% of its composition, while in Canada, Japan and Taiwan the limit is 5%. In the United States, the new GMO food labeling law (National Bioengineered Food Disclosure Standard (NBFDS)) require disclosure of GM content in many food products (Bovay & Alston, 2018). Among the countries of the Mercosur economic bloc, only Brazil has adopted GM food labeling legislation (Carter & Gruere, 2003; Gruère & Rao, 2007; Phillips & McNeill, 2000).

The present study identified 20 GM ingredients on food labels that declared their presence. Most of these ingredients were derived from corn (75%), and corn starch was the most frequent ingredient. Corn starch is used by the food industry as a raw material or food additive (Jobling, 2004; Sun, Dai, Nan, & Xiong, 2014) because of its thickening properties or to control water loss in foods such as breads, pastas, biscuits, tomato sauce, dessert mixes and dairy desserts (Silva et al., 2006). This explains why it is the most frequently cited ingredient in Groups 2 (vegetables - tomato sauce subgroup), 4 (milk and dairy products - dessert powders), 6 (oils, fats - mayonnaise and sauces) and 8 (sauces, ready-made seasonings).

The presence of foods containing at least one GM ingredient (Set A) occurred in six of the nine food groups defined by Brazilian labeling legislation (Brazilian and Mercosur regulation food groups), mainly in Group 1 (bakery products) and Group 7 (sugars). These results are similar to those of Brazilian and international studies that have found GM ingredients in foods such as bakery products, snack foods, polenta (corn flour porridge) and pre-cooked polenta and in soy- and corn-based products such as soy drinks, popcorn, biscuits, instant soups, desserts and others (Margarit, Reggiardo, Vallejos, & Permingeat, 2006; Brod, Ferrari, Valente, & Arisi, 2007; Dinon, de Melo, & Arisi, 2008; Greiner & Konietzny, 2008; Taski-Ajdukovic et al., 2009; Dinon et al., 2010; Premanandh, Maruthamuthu, Sabbagh, & Al

Muhairi, 2012; Fernandes, Amaral, Oliveira, & Mafra, 2014; Turkec, Lucas & Karlik, 2016a,b).

In addition to corn starch, other frequently cited GM ingredients from the foods that reported their presence were chemical yeast, maltodextrin, and vegetable fat. Such ingredients may cause confusion for consumers because they do not contain the terms “soy” or “corn” and may confuse them in the identification of GMO in a food.

Chemical yeast, the most commonly cited GM ingredient in Group 1 (bakery products), contains corn starch and is therefore identified as a GM ingredient. It should be noted that, as a compound ingredient, its composition should be described in the ingredients list according to current legislation (Brasil, 2002). However, this information often does not appear, making it impossible to identify potential GM ingredients. Maltodextrin is produced from the acidic or enzymatic hydrolysis of starch (Valenzuela & Aguilera, 2015) and therefore may be derived from corn, making it potentially GM. However, this ingredient may appear without the term "corn". These issues can hinder information for consumers seeking to avoid consuming GM foods.

The same situation occurred with vegetable fat, which was the second most cited ingredient in Set B. Vegetable fat can come from soybeans, corn or cotton, but its origin is often not made clear; that is, manufacturers do not report the complete ingredient names, including the types of raw materials used (such as soybeans, corn and cotton). This is due to the fact that, according to RDC No. 259/2002 (Brasil, 2002), when using oils or fats, manufacturers are required to specify only whether they are of animal or vegetable origin and whether the oil is hydrogenated or partially hydrogenated. Therefore, for example, it is often listed as "vegetable fat", rather than "soybean vegetable fat" in the ingredients list.

In this context, the lack of specification of origin for some ingredients may make it difficult to identify GMO in the ingredients lists of packaged foods. However, such ingredients can be considered to be potential soy and corn by-products given the widespread use of derivatives of these crops by the food industry (Drewnowski, 2003; Singh, Kumar, Sabapathy, & Bawa, 2008), considering that almost all soybeans and corn in Brazil are grown from GM seeds (James, 2016).

The analysis of the presence of the 20 GM ingredients in the foods that did not state such presence on their labels, despite identifying that most of the products analyzed (52.2%) contained at least one of these ingredients, still found a lower prevalence than expected by the Brazilian Council of Information on Biotechnology (CIB, 2015). The CIB estimates that almost all processed foods in Brazil contain at least one ingredient derived from soybeans or

corn. However, this result can be explained by the fact that the analysis of the ingredients lists was limited to the 20 ingredients identified as GM on food labels that reported the presence of GMO. Thus, it may not have included all possible derivatives of soybeans, corn and cotton currently used by the food industry, since other GM ingredients may be present in foods without being reported as GMO. Examples of ingredients that are derived from soybeans, corn or cotton, but were not present in the ingredient lists of the foods that reported the presence of GMO, include soybean extract, corn flakes, vegetable oil (from soybeans, corn or cotton), soy protein and corn syrup. In Canada, it is estimated that about 75% of processed foods contain or are produced from ingredients such as GM soybeans, corn or canola (Canadian Biotechnology Advisory Committee, 2001).

In addition, ingredient nomenclatures similar to those of the 20 GM ingredients found in Set A but not identified as GM were not investigated in the present study. For example, corn glucose and corn syrup are nomenclatures used on labels to indicate the presence of glucose. However, since these nomenclatures do not appear on the food labels that state the presence of GMO, they were not included in the analyses.

An overview of the ingredients lists of the 5048 foods in the database revealed the frequent presence of the main GM ingredients identified in the foods that reported their presence: chemical yeast, vegetable fat, soy lecithin and corn starch. Among the foods that did not report the presence of GMO, the most frequent ingredient was soy lecithin, which was cited in 33.1% of the foods belonging to Groups 1 (bakery products), 4 (milk and dairy products) and 7 (sugars). This ingredient is present in many foods as an additive that acts as an emulsifier in powdered milk and chocolate drinks, biscuits, cakes, breads and soups and as a stabilizer in cereal bars, dairy drinks and candies. As the law does not require additives to be described in descending order of quantity in ingredients lists, lecithin may be listed as one of the last ingredients of a food, even if it is present in a greater quantity (Brasil, 2002).

To identify potential GM ingredients in Brazil and other countries where GMO labeling is not mandatory, reading ingredients lists is the only way to estimate their presence, but not quantity, in packaged foods. However, this study's results show that there are ingredients with nomenclatures that do not make their origin clear, which may make it difficult to identify GMO and, consequently, follow the precautionary principle to avoid consuming these ingredients.

Some of the GM ingredients reported on the food labels analyzed in the present study form the basis for food preparations commonly prepared and consumed at home. For example, in preparations such as home-made cakes, ingredients such as corn flour, corn or

soybean oil, corn starch and chemical yeast may be present. Thus, even home-made preparations using processed foods as ingredients can expose people to GMO consumption.

The present study's results show that consuming packaged foods that do not report the presence of GMO may increase the likelihood of consuming GM foods. However, many of these foods do not clearly identify their composition on their labels. This may be due to the fact that Brazilian legislation requires only foods that contain more than 1% of GMO to be labeled--i.e. foods containing less than 1% of GMO are exempted from mandatory labeling, although this does not mean that they do not contain GMO. Furthermore, no information was found on the inspection of compliance with this GMO reporting requirement. Thus, unless there is better enforcement, it can be assumed that the food industry may omit this information and fail to label products even if they contain more than 1% of GMO. For example, the present study found a food containing 13 different potential GM ingredients that nevertheless did not report the presence of GMO on its label.

This case makes evident the non-compliance of the labels in reporting the presence of GMO, since such foods contain more than one GM ingredient and probably in amounts greater than 1% of the product. Thus, it is possible that manufacturers have not considered the sum total of the quantities of potential GM ingredients and have therefore omitted this information from food labels. In light of the fact that current labeling legislation (Brasil, 2003a) does not require reporting the quantity of each ingredient in a food, this example demonstrates the difficulties regulatory bodies face when inspecting GM foods with potential health risks, which are obtained through genetic engineering, of which GM foods are a part (Brasil, 1999).

These cases reveal non-compliance with the right of consumers to clear and accurate information about food, as recommended in the Global Strategy for the Promotion of Healthy Eating, Physical Activity and Health (WHO, 2004) and the Consumer Protection Code (Brasil, 1990). This underlines concerns about the effects of consuming these foods on human health due to the lack of scientific evidence on their safety. This is because foods derived from soybeans and corn may also contain residues of the herbicides associated with their cultivation, increasing the risk to human health in light of the known effects of these substances (McDuffie et al., 2001; Samsel & Seneff, 2013a, 2013b; Seralini et al., 2014; Swanson, Leu, Abrahamson, & Wallet, 2014; Thongprakaisang, Thiantanawat, Rangkadilok, Suriyo, & Satayavivad, 2013; Waissmann, 2002). In addition, there are no studies establishing a safe percentage of GMO consumption, which means that even if a food contains less than 1% of GMO, it does not mean that it poses no health risks.

One of the present study's possible limitations is that it did not evaluate the presence of all possible ingredients used by the food industry that are derived from soybeans, corn and cotton. We investigated only those that were identified as GM in foods that reported the presence of GMO on their labels. Ingredients with similar nomenclatures, but distinct from those identified as GM, were also not included in the analyses. On the one hand, this lends veracity to the findings. On the other hand, it may imply the under-identification of the presence of other potential GM ingredients, which would increase the percentage found. In addition, it should be considered that this study was conducted in a single supermarket. Nevertheless, care was taken in selecting the supermarket so that our database would consist of products that can be found in any other part of the country and that pertain to brands that are sold nationwide.

In most of the studies available in the scientific literature, the presence of GMO in foods has been identified through laboratory analysis of small food samples. Therefore, another possible limitation of this study may be the fact that it can not be said with certainty that the food ingredients listed as potentially GM actually are GM. However, the present study was conducted considering the consumer's perspective and the increasing production of GM crops in Brazil, as well as the high risk of contamination from the planting stage to the processing stage. Thus, it is very likely that packaged food ingredients derived from soybeans, corn and cotton are GM, even if they have not been tested in a laboratory.

In addition, this study analyzed the labels of all foods available for sale in a supermarket in Brazil. This approach has not yet been identified in the literature, which highlights the originality of the present research. It is also worth noting that the study was conducted from point of view of the consumer, who only has access to a food's ingredients list, which is currently the sole source of information available to identify potential GM ingredients in packaged foods sold in Brazil. Nevertheless, the limitations cited may present opportunities for future research.

5. Conclusions

The present study has shown the magnitude of the presence of potential GM ingredients in packaged foods sold in Brazil. More than half of the foods analyzed may contain at least one ingredient derived from soybeans, corn or cotton, which could be GM. However, very few of these foods identify the presence of GMO on their labels, and only a small percentage complied with food labeling legislation. These results can contribute to the

discussion about GMO labeling in the country and ensuring consumer access to information that enables them to make food choices.

Considering the scarcity of studies on this subject found in the literature, these findings contribute to knowledge about GM ingredients that are labeled and present in packaged foods sold in Brazilian supermarkets. This research supports the need to revise the legislation in order to improve the reliability of labels and ensure information on the presence of any quantity of GMO-derived ingredients in foods. In addition, there is a need for food additives to be identified in descending order according to their quantity in a food, as is already required for other types of ingredients.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the Federal Agency for Support and Evaluation of Graduate Education in Brazil (CAPES) for their financial support in the form of scholarships to RDMC, RFK and SSM. This analysis was conducted as part of a wider study on the comprehension and use of food labeling in Brazil. It was funded by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) of the Brazilian Ministry of Science and Technology and by the Brazilian Health Surveillance Agency - ANVISA (Grant no. 440040/2014-0), with the aim of filling gaps related to the policies, management and organization of the Brazilian National Health Surveillance System. We thank Andre Luiz Grion for his contributions to this work.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

- Andreassen, M., Rocca, E., Bøhn, T., Wikmark, O.-G., van den Berg, J., Løvik, M., Traavik, T., & Nygaard, U. C. (2014). Humoral and cellular immune responses in mice after airway administration of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab and MON810 cry1Ab-transgenic maize. *Food and Agricultural Immunology*, 26 (4), 521-537.
- Branquinho, M. R., Ferreira, R. T. B., & Cardarelli-Leite, P. (2010). Survey of compliance with labeling legislation in food containing GMO in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (3), 220-225.
- Brasil. (1990). Lei no. 8.078, de 11 de setembro de 1990. *Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
- Brasil. (1999). Lei no. 9782, de 26 de janeiro de 1999. *Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.

- Brasil. (2002). Resolução RDC no. 259, de 20 de dezembro de 2002. *Aprova regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados*. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil. (2003a). Decreto Federal no. 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*. Brasília, DF.
- Brasil. (2003b). Resolução RDC no. 359, de 23 de dezembro de 2003. *Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
- Brasil. (2005). Lei no. 11.105, de 24 de março de 2005. *Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
- Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). (2010). Household Budget Survey – POF 2008 – 2009. *Analysis of personal food consumption in Brazil*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Bovay J, Alston JM. (2018). GMO food labels in the United States: Economic implications of the new law. *Food Policy*.
- Brod, F. C. A., Ferrari, C. d. S., Valente, L. L., & Arisi, A. C. M. (2007). Nested PCR detection of genetically modified soybean in soybean flour, infant formula and soymilk. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (4), 748-751.
- Canadian Biotechnology Advisory Committee. (2001). *Improving the Regulation of Genetically Modified Foods and Other Novel Foods in Canada*. Report to the Government of Canada Biotechnology Ministerial Coordinating Committee. Canada.
- Carman, J. A., Vlieger, H. R., Steeg, L. J. V., Sneller, V. E., Robinson, G. W., Clinch-Jones, C. A., Haynes, J. I., & Edwards, J. W. (2013). A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of Organic Systems*, 8 (1), 38-54.
- Carter, C. A., & Gruere, G. P. (2003). International approaches to the labeling of genetically modified foods. *Choices*, 18 (2), 1-4.
- Conselho de Informações sobre Biotecnologia. (2014). <<http://cib.org.br/biotecnologia/agricultura/>> Accessed September 06, 2014.
- Conselho de Informações sobre Biotecnologia. (2015). CTNBio. Eventos aprovados. <<http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/eventos-aprovados/>> Accessed May 13, 2015.
- Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. (2017). <<http://www.ctnbio.gov.br/>> Accessed December 15, 2017.
- de Vendomois, J. S., Roullier, F., Cellier, D., & Seralini, G. E. (2009). A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *International Journal of Biological Sciences*, 5 (7), 706-726.
- Dinon, A. Z., de Melo, J. E., & Arisi, A. C. M. (2008). Monitoring of MON810 genetically modified maize in foods in Brazil from 2005 to 2007. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21 (6), 515-518.
- Dinon, A. Z., Treml, D., de Mello, C. S., & Arisi, A. C. M. (2010). Monitoring of GMO in Brazilian processed meat and soy-based products from 2007 to 2008. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (3), 226-229.
- Drewnowski, A. (2003). Fat and sugar: an economic analysis. *Journal of Nutrition*, 133 (3), 838S-840S.
- Feinerer, I., Hornik, K. (2017). tm: Text Mining Package. R package version 0.7-2. <<https://CRAN.R-project.org/package=tm>>. Accessed April 13, 2017.

- Feinerer, I., Hornik, K. & Meyer, D. (2008). Text Mining Infrastructure in R. *Journal of Statistical Software* 25(5): 1-54. <<http://www.jstatsoft.org/v25/i05/>>. Accessed April 13, 2017.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. (2000). *Safety aspects of genetically modified foods of plant origin*. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived from biotechnology. Geneva: FAO/WHO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. (2001). *Codex alimentarius: Food labelling complete texts*. Rome: FAO/WHO.
- Fernandes, T. J. R., Amaral, J. S., Oliveira, M. B. P. P., & Mafra, I. (2014). A survey on genetically modified maize in foods commercialised in Portugal. *Food Control*, 35 (1), 338-344.
- Greiner, R., & Konietzny, U. (2008). Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005. *Food Control*, 19 (5), 499-505.
- Gruère, G. P., & Rao, S. R. (2007). A review of international labeling policies of genetically modified food to evaluate India's proposed rule. *The Journal of Abrogiotechnology Management & Economics*, 10 (1), 51-64.
- Ibrahim, M. A., & Okasha, E. F. (2016). Effect of genetically modified corn on the jejunal mucosa of adult male albino rat. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 68 (10), 579-588.
- James, C. (2016). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016*. ISAAA Brief N°. 52. Ithaca: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.
- Jobling, S. (2004). Improving starch for food and industrial applications. *Current Opinion in Plant Biology*, 7 (2), 210-218.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kliemann, N., Veiros, M. B., González-Chica, D. A., & Proença, R. P. d. C. (2014). Reference serving sizes for the Brazilian population: An analysis of processed food labels. *Revista de Nutrição*, 27 (3), 329-341.
- Landrigan, P. J., & Benbrook, C. (2015). GMO, Herbicides, and Public Health. *New England Journal of Medicine*, 373 (8), 693-695.
- Magana-Gomez, J. A., & de la Barca, A. M. (2009). Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. *Nutrition Reviews*, 67 (1), 1-16.
- Mardegan, S. F., Andrade, T. M. B., de Sousa Neto, E. R., de Castro Vasconcellos, E. B., Martins, L. F. B., Mendonça, T. G., & Martinelli, L. A. (2013). Stable carbon isotopic composition of Brazilian beers - A comparison between large- and small-scale breweries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29 (1), 52-57.
- Margarit, E., Reggiardo, M. I., Vallejos, R. H., & Permingeat, H. R. (2006). Detection of BT transgenic maize in foodstuffs. *Food Research International*, 39 (2), 250-255.
- Marvier, M., & Van Acker, R. C. (2005). Can crop transgenes be kept on a leash? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3 (2), 93-100.
- McDuffie, H. H., Pahwa, P., McLaughlin, J. R., Spinelli, J. J., Fincham, S., Dosman, J. A., Robson, D., Skinnider, L. F., & Choi, N. W. (2001). Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 10 (11), 1155-1163.
- Mercosul. (1994). Resolução GMC no. 06/1994. *Declaração de ingredientes na rotulagem de alimentos embalados*. Buenos Aires, Argentina.

- Mercosul. (2002). Resolución Grupo Mercado Comum no. 21/2002. *Reglamento Técnico Mercosul para rotulación de Alimentos Envasados*. Buenos Aires, Argentina: Boletín Oficial de la República Argentina.
- Mercosul. (2003). Resolução GMC no. 47/2003. *Reglamento Técnico Mercosul de Porções de Alimentos Embalados para fins de Rotulagem Nutricional*. Montevideú.
- Ministério da Justiça. (2003). 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. Regulamento para o emprego do símbolo transgênico*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
- Myhr, A. I., & Traavik, T. (2003). Genetically modified (GM) drops: precautionary science and conflicts of interests. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 16, 227-247.
- Organization for Economic Co-operation and Development/ Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). *Agricultural Outlook 2015*. Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en> Accessed April 22, 2016.
- Phillips, P. W. B., & McNeill, H. (2000). A survey of national labeling policies for GM foods. *Journal of Agrobiotechnology Management & Economics*, 3 (4).
- Premanandh J., Maruthamuthu M., Sabbagh A., & Al Muhairi S. (2012). Prevalence of genetically modified foods (GM foods) in the United Arab Emirates. *Food Control*, 25 (1), 10-2.
- Price, B., & Cotter, J. (2014). The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMO), 1997–2013. *International Journal of Food Contamination*, 1 (1), 1-13.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. Accessed April 13, 2017.
- Samsel, A., & Seneff, S. (2013a). Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdisciplinary Toxicology*, 6 (4), 159-184.
- Samsel, A., & Seneff, S. (2013b). Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*, 15, 1416-1463.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2000). *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Seralini, G.-E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., & de Vendomois, J. (2014). Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe*, 26 (1), 14.
- Séralini, G.-E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., & de Vendômois, J. S. (2012). RETRACTED: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology*, 50 (11), 4221-4231.
- Silva, G. d. O. d., Takizawa, F. F., Pedroso, R. A., Franco, C. M. L., Leonel, M., Sarmiento, S. B. S., & Demiate, I. M. (2006). Physicochemical characteristics of modified food starches commercialized in Brazil. *Food Science and Technology (Campinas)*, 26, 188-197.
- Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S. N., & Bawa, A. S. (2008). Functional and Edible Uses of Soy Protein Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7 (1), 14-28.

- Sun, Q., Dai, L., Nan, C., & Xiong, L. (2014). Effect of heat moisture treatment on physicochemical and morphological properties of wheat starch and xylitol mixture. *Food Chemistry*, *143*, 54-59.
- Swanson, N. L., Leu, A., Abrahamson, J., & Wallet, B. (2014). Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America *Journal of Organic Systems*, *9* (2).
- Taski-Ajdukovic, K., Nikolic, Z., Vujakovic, M., Milosevic, M., Ignjatov, M., & Petrovic, D. (2009). Detection of genetically modified organisms in processed meat products on the Serbian food market. *Meat Science*, *81* (1), 230-232.
- Thongprakaisang, S., Thiantanawat, A., Rangkadilok, N., Suriyo, T., & Satayavivad, J. (2013). Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology*, *59* (0), 129-136.
- Turkec, A., Lucas, S. J., & Karlik, E. (2016a). Monitoring the prevalence of genetically modified maize in commercial animal feeds and food products in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *96* (9), 3173-9.
- Turkec, A., Lucas, S. J., Karlik, E. (2016b). Monitoring the prevalence of genetically modified (GM) soybean in Turkish food and feed products. *Food Control*, *59*, 766-72.
- United Nations. (1992). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Rio Declaration on Environment and Development (Vol. 1). Rio de Janeiro.
- Valenzuela, C., & Aguilera, J. M. (2015). Effects of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leathers. *Journal of Food Engineering*, *144*, 1-9.
- Waissmann, W. (2002). Health surveillance and endocrine disruptors. *Cadernos de Saúde Pública*, *18*, 511-517.
- World Health Organization. (2004). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. 57^a World Health Assembly (Third ed., pp. 38-55). Geneva: WHO.

4.2 ARTIGO 2

CORTESE, R. D. M.; MARTINELLI, S. S.; FABRI, R. F.; PROENÇA, R. P. C.; CAVALLI, S. B. A label survey to identify ingredients potentially containing GM organisms to estimate intake exposure in Brazil. **Public Health Nutrition**, n. 2, v. 14, p. 2698 – 2713, 2018.

ABSTRACT

Objective: To identify ingredients from products and by-products derived from GM crops in packaged food products and to analyse the presence of these ingredients in the foods most commonly consumed by the Brazilian population.

Design: Cross-sectional study.

Setting: A search of the scientific literature to identify the use of products and by-products derived from GM crops in foods in Brazil and a study of food labels in a supermarket belonging to one of the ten largest supermarket chains in Brazil.

Subjects: To identify the ingredients present in packaged food products and their nomenclatures, the labels of all packaged food products available for sale in a supermarket were analysed. Subsequently, the presence of potential GM ingredients in the foods most commonly consumed by the Brazilian population was analysed.

Results: A total of twenty-eight GM crops' by-products with applications in the food industry (from soyabeans, corn, cotton and a yeast) were identified. Such by-products are presented as food ingredients or additives on food labels with 101 distinct nomenclatures. Most of the variety (63.8 %) and the quantity (64.5 %) of the foods most commonly consumed by Brazilians may contain a least one GM ingredient.

Conclusions: The presence of at least one potential GM ingredient was observed in more than half of the variety of foods most commonly consumed by the Brazilian population. Such ingredients were identified with distinct nomenclatures and incomplete descriptions, which may make it difficult to identify potential GM foods and confuse consumers when making food choices.

INTRODUCTION

The production of GM foods is increasing worldwide, regardless of a country's development level. GM foods are derived from organisms in which the genetic material (DNA) has been altered in a way that does not occur naturally^(1, 2). They are also referred to as 'transgenic foods'. In Brazil, they have various agronomic characteristics, particularly tolerance to herbicides and resistance to insects⁽³⁾.

Brazil has the second largest GM cultivation in the world, or the equivalent of 27% of the world's GMO production⁽⁴⁾, which occupies an area of 49.1 million hectares and takes up approximately 70% of Brazil's arable land⁽⁵⁾. In addition, of all soyabeans, corn and cotton grown in Brazil, 96.5%, 88.4% and 78.3%, respectively, are GM⁽⁴⁾, without considering the potential for biological contamination from planting to processing⁽⁶⁾. The following crops were approved for cultivation and consumption in Brazil between 1998 and 2018: sixteen varieties of soyabeans, forty-four of corn, fifteen of cotton and one of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), as well as a variety of beans that has not yet been made available for consumption⁽⁷⁾.

From these data, it can be inferred that most of the foods sold in Brazil that contain soya, corn or cotton in their composition come from GM plants. Ingredients derived from soyabean, corn and cotton products and by-products are widely used by the food industry due to their large agricultural production, low cost and technical applications^(8,9) and are increasingly present in the population's diet⁽¹⁰⁾.

This fact has been evidenced by studies on the laboratory detection of GM organisms (GMO) in Brazilian foods, which found that GM ingredients were present in processed meats, hot dogs sausages, sausages, ham, bakery products and snack foods as well as in corn- and soya-based products such as powdered soya milk, soya drinks, biscuits, instant soups, desserts and other foods⁽¹¹⁻¹⁴⁾.

Studies have shown that the consumption of GM food can be harmful to health, especially when considering the pesticides associated with them⁽¹⁵⁾. The following conditions have been observed: hepatic and renal toxicity in animals that were fed GM corn; the appearance of tumors in rats that were fed GM corn⁽¹⁶⁻¹⁸⁾; inflammation in the stomachs of pigs that were fed GM corn and soyabeans⁽¹⁹⁾; and damage to the mucous membranes of the jejune surface in rats that were fed GM corn⁽²⁰⁾. In humans, such harm has been associated with neurological problems, hormonal changes, infertility, cancer, diabetes, obesity, gastrointestinal disorders, depression, heart disease, autism, Alzheimer's disease and celiac disease⁽²¹⁻²⁶⁾.

In recent years, an increase in products containing GMO and an increase of diseases in the realm of global public health have been observed as well as the increased use of pesticides associated with GM crops^(25, 27, 28). Swanson *et al.*⁽²⁵⁾ showed that the significant increase in the incidence of twenty-two chronic diseases in the USA correlates strongly with the increased cultivation of GM crops and the application of glyphosate-based herbicides, evidencing their effects on human health. Thus, consuming these foods has serious

implications for public health, exposure to pesticides and the consequent risks of acute and chronic poisoning, in addition to the diseases mentioned above.

Considering the potential impacts caused by GM food consumption, the precautionary principle should be adopted. According to this principle, in cases where there are threats of serious or irreversible damage, a lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation. In other words, this principle calls for the adoption of measures against potential risks that cannot yet be identified according to current knowledge⁽²⁹⁾.

To comply with the precautionary principle, it is essential that the population has access to information on the presence of GM ingredients on food labels. In Brazil, the reporting of information on labels aims to guarantee the right to information, which is set forth in the Federal Constitution of 1988 and recommended by the Brazilian Consumer Protection Code (CDC), which states that clear and adequate information on the composition of food is a basic consumer right^(30,31).

According to Biosafety Law No. 11,105/2005 (Article 40)⁽²⁾, foods and food ingredients intended for human or animal consumption that contain or are produced from GMO or their derivatives must provide this information on their labels, in accordance with Decree No. 4,680/2003. This decree states that all foods and food ingredients with more than 1% of their composition containing or produced from GMO must be labelled. Ordinance No. 2,658/2003 of the Ministry of Justice requires the identification of GMO on food labels with the symbol of the letter T in the center of a yellow triangle^(32,33). However, Brazilian studies have revealed cases in which GM ingredients have made up more than 1% of packaged food products without these components being reported on the label, as required by GMO labelling legislation^(13,14,34). Thus, it is evident that the right of consumers to information about the presence of GM ingredients on food labels is not always being guaranteed.

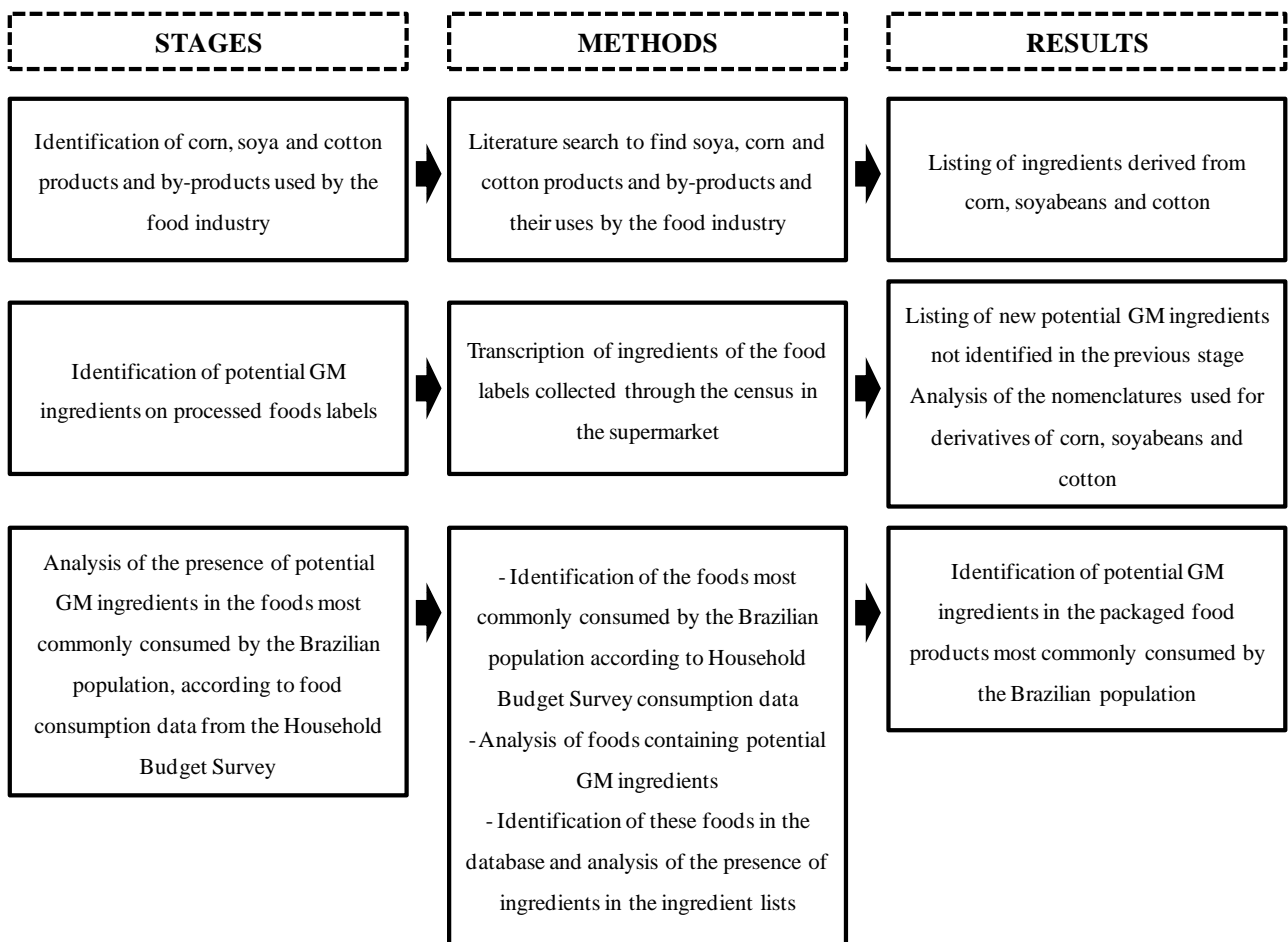
The present study's hypothesis is that most of the foods consumed by the Brazilian population may contain GM soya, corn and/or cotton derivatives. This is due to the increasing cultivation of GM soybeans, corn and cotton in Brazil (which represents 96.5% of soybeans, 88.4% of corn and 78.3% of cotton grown in the country) and the fact that these plants give rise to many by-products used by the food industry. However, presenting these products or by-products in the ingredients list can be confusing to consumers because the terms are complex and difficult to understand or may not make their origin clear (as in the cases of maltodextrin, starch and guar gum). However, we have not identified this type of study in the literature.

Therefore, the objective of the present study was to identify ingredients from products and by-products potentially derived from GM crops on labels of packaged food products sold in a supermarket and to analyze whether these ingredients are present in the foods most commonly consumed by the Brazilian population.

METHODS

The present study was a cross-sectional, descriptive and exploratory study, which was conducted in three stages (Fig. 1).

Fig. 1 Study stages of the label survey to identify ingredients potentially containing GM organisms to estimate intake exposure in Brazil



Stage 1

In the first stage, a literature review was conducted in the Scopus and SciELO article databases, Google Scholar, books, websites and documents to identify products and by-products potentially derived from GM crops approved for consumption in Brazil that are used as ingredients by the food industry. The keywords used in the searches were: ‘soybean’, ‘corn’, ‘cottonseed’ and ‘*Saccharomyces cerevisiae*’, in combination with ‘food industry’ and ‘technological application’. In addition, the snowball technique was used, searching for articles in the references of the studies found. This stage aimed to create an initial list of products and by-products derived from soyabeans, corn and cotton as well as their uses, since many of these may not be recognized as ingredients derived from soyabeans, corn or cotton solely from the nomenclatures used in the ingredients lists. The data were analyzed and the

results are expressed qualitatively with the technological purposes of the food industry ingredients.

Stage 2

In the second stage, these products and by-products were identified on the labels of packaged foods available for sale in a large supermarket in Brazil. The selected supermarket belongs to one of the ten largest Brazilian chain stores, according to the Brazilian Supermarket Association, with twenty-seven stores throughout the country. We also sought to identify other possible nomenclatures for products and by-products derived from GM crops that were present on the labels but not previously identified in the literature.

All packaged food products that met the criteria established by Brazilian and Mercosur packaged food labelling regulations (No 259/2002)⁽³⁵⁾ were included in the study. The analysis performed on all the packaged foods sold raises the possibility that the same foods may be sold in other countries. In addition, few countries have performed labelling analyses that consider all the foods available in a supermarket⁽³⁶⁻⁴¹⁾. Foods exempted from mandatory labelling (those packaged in the presence of the consumer) as well as those intended for animal consumption were not included.

The following food product identification information was recorded: name, trade name, brand, manufacturer and country of origin. All labels were photographed for later identification, transcription and ingredient list analysis. The data collectors were trained and the data were collected with the aid of computer tablets, using electronic forms developed in the EpiCollect Plus software program. In total, the information from 5048 food products was collected during a period of five months in 2013-2014.

An analysis was made of the information provided on the ingredient lists of all of the collected food labels. Three researchers exactly transcribed the ingredients and food additives in the order they appeared in the ingredient list on each food label using Microsoft Excel[®] 2010. For quality control purposes, the data were cross-checked with the data transcribed by three other researchers.

Based on the results obtained in the literature review in Stage 1, the ingredient lists were analysed using the text mining in R technique⁽⁴²⁻⁴⁴⁾. In this way, all the terms present in the foods' ingredients lists were listed. From this listing, all information on the ingredients of all foods was analysed manually to identify the presence of other ingredients and the *S. cerevisiae* yeast, as well as the nomenclatures used for corn, soyabean and cotton derivatives. Thus, we identified the presence of ingredients derived from products and by-products of

these crops that were not initially listed. In the case of ingredients that did not contain the words 'corn', 'soy' and 'cotton', such as guar gum and citric acid, the literature was consulted again to confirm the origin of such ingredients.

It should be noted that a label's ingredients list is the only way for consumers to identify the presence of potentially GM ingredients in packaged foods sold in Brazil. This is because GMO labelling legislation is often not followed.

Regarding ingredients whose origin was unclear, they were considered to be potential corn, soyabean or cotton by-products when the scientific literature considered this possibility. For example, one specific ingredient is starch, which can come from corn, manioc or other cereals. When an ingredient's origin is not specified, it may be a corn by-product and therefore can be considered to potentially contain GMO. An example of a doubtful ingredient is margarine, since complete information on the ingredients used in its production is not made available to consumers. Thus, margarine can originate from sunflower or canola oil, but can also be made from corn, soyabean or cottonseed oil. Thus, when in doubt, margarine that had no designation of origin was considered to potentially contain GMO.

Moreover, as the current study analyses the situation from the point of view of consumer information, it is assumed that if a manufacturer does not provide the complete name of an ingredient, it is leaving its origin in doubt and the analysis should therefore provide for this. That is, if a manufacturer does not use ingredients derived from corn, soyabeans or cotton or that contain the *S. cerevisiae* yeast, it should make this information clear on the label. Otherwise it may be considered to be using one or more of these ingredients.

Stage 3

The last stage consisted of identifying the potential presence of ingredients potentially derived from GM crops in the foods most commonly consumed by the Brazilian population. To this end, secondary per capita consumption data from the 2008-2009 Household Budget Survey (HBS)⁽⁴⁵⁾ were used. The HBS is a national household survey that is conducted during a period of an entire year every 5 years by the Brazilian Institute of Geography and Statistics in a representative sample of Brazilian households. To obtain information on personal food consumption, data from a randomly selected sub-sample of households (n 13569) were used. Data on food and beverage consumption over a 24-hour period were collected through dietary records that were completed by individuals over 10 years of age (n 34003) on two non-

consecutive days. Details on the HBS can be found in the Brazilian Institute of Geography and Statistics' report⁽⁴⁵⁾.

The informants cited a total of 1121 foods. These foods were divided into 24 groups and 105 subgroups⁽⁴⁵⁾. For the present study, all of the food subgroups defined by the HBS were considered.

From this list of foods most commonly consumed by the Brazilian population, we sought to identify the foods that contain ingredients derived from soyabean, corn and cotton products and by-products and the *S. cerevisiae* yeast (results of Steps 1 and 2, Table 1), which are potentially GM. To this end, we searched the database of packaged food products collected in the supermarket to find the same or similar foods for each food item in the groups and subgroups of foods most commonly consumed by the Brazilian population. All potential GM ingredients in these foods were analysed and listed and the results were expressed as 'may contain' when any analysed food contained such an ingredient.

RESULTS

In the scientific literature, information was found on one cotton product, thirteen soyabean products and by-products and fourteen corn products and by-products which provide the raw materials for different ingredients used by the food industry for various purposes. From the ingredients lists of the 5048 foods analysed in the supermarket, 101 distinct nomenclatures were identified, corresponding to ingredients derived from corn, soyabeans and cotton and referring to the presence of the *S. cerevisiae* yeast, which may contain GMO. Of these, thirty were terms referring to derivatives of corn, twenty-six of soyabeans, three of cotton and one referred to a yeast. Thirty-two terms did not indicate the ingredient's origin, possibly being common to the three. For example, vegetable fat and vegetable oil can be produced from corn, soyabean, cottonseed or some other plant source.

Table 1 shows the soyabean, corn and cotton products and by-products or potential by-products, their main technological purposes in the food industry and the nomenclatures found in the ingredients lists of the 5048 food products analysed.

Of the 101 nomenclatures used to designate the ingredients, thirty-two did not specify origin. However, they were considered likely to be soyabean, corn and cotton by-products according to the scientific literature and the criteria explained earlier in the 'Methods' section. These ingredients include citric acid, vegetable oil, vegetable fat (fractionated, hydrogenated, processed and partially hydrogenated), guar and xanthan gums, mono- and diglycerides of

fatty acids, lecithin, protein, vegetable protein, starch, modified starch, dextrin, polydextrose, maltose, maltodextrin, semolina, glucose syrup, glucose, high fructose syrup, glucose syrup, glucose-fructose syrup, polyols, xylitol, mannitol and sorbitol, as well as non-malted cereals.

Other examples of doubtful ingredients are food colouring, chemical yeast, powdered milk and margarine, as full information on their production components are not available when these ingredients appear on the packaged food ingredients lists. Nevertheless, such compound ingredients are known to contain soyabean or corn derivatives such as corn starch (which is present in food colouring and chemical yeast), soya lecithin (present in powdered milk) and soyabean, corn and other vegetable oils (which are components of margarine). Biological yeast, in turn, is composed of *S. cerevisiae* yeast, yet this information is not available to consumers either.

Of the 105 subgroups of foods consumed by the Brazilian population, thirty-eight did not contain any potential GM ingredients. These included foods such as rice, beans, fruits, vegetables, roots, tubers and oilseeds. Table 2 shows the potential GM ingredients present in the ingredients lists of packaged food products collected in the supermarket. It is worth noting that such packaged foods contained at least one of the ingredients listed, but not necessarily all of the ingredients due to the variation in the products' composition.

It was observed that 63.8% (sixty-seven food subgroups) of the variety of foods most commonly consumed by the population contain potential GM ingredients. The mean per capita amount of daily food consumption of the Brazilian population was 1587.8 g. Of this, 1023.8 g (64.5%) came from food containing ingredients derived from soyabean, corn and cotton by-products.

It is noteworthy that most of the food items analysed contained three or more ingredients derived from corn and/or soyabeans, which are potential GMO. No cotton-derived ingredients were identified in the packaged food products analysed.

DISCUSSION

From the literature, the present study identified several soyabean, corn and cotton by-products, as well as a yeast, that were identified with 101 distinct nomenclatures on the labels of the packaged food products analysed in one of the largest supermarket chains in Brazil. Therefore, this study's relevance and scientific contribution is highlighted, since there is not yet any information available or systematized in the literature regarding the food industry's widespread use of these potentially GM ingredients. In this respect, we must also highlight the

study's methodological rigor, which included the complementary stages necessary to find 101 nomenclatures for potentially GM ingredients. The first stage consisted of a literature search to initially identify products and by-products derived from soyabeans, corn and cotton and their uses by the food industry. We then identified these products and by-products and the new nomenclatures on the labels of more than 5000 packaged foods sold in Brazil and possibly abroad. Without such methodological rigour, the number of potentially GM ingredients could have been underestimated, thus failing to reveal the magnitude of their use and presence in the foods most consumed by the Brazilian population. Our study used current national data and can make a significant contribution to public health actions.

Soyabean-derived products are used as ingredients in various foods. Several by-products are extracted from soyabeans and are mainly used due to their low cost and functional characteristics, since they act as emulsifiers, stabilizers, thickeners and consistency agents and improve the texture and viscosity of foods. They also constitute source of protein⁽⁹⁾. This explains their presence in many of the packaged food products that were investigated in the present study, such as meats, meat-based preparations, processed meats, pâtés, soya-based drinks, breads, pastas, cakes, ready-to-eat *farofa* (manioc flour), cereals, biscuits, chocolates, frozen pizzas, sandwiches, breaded snacks and ice cream.

Among the by-products derived from corn, starch is the most used in the food industry as a raw material or food additive^(46,47). Corn syrup is also widely used by the food industry for the purpose of sweetening and prolonging the shelf-life of food⁽⁴⁸⁾.

The present study's literature review stage was necessary to identify by-products with nomenclatures that are difficult to recognize as originating from GM ingredients merely by analysing the ingredients lists on the food labels. For example, citric acid is a food additive that is widely used in packaged food products. It is not always derived from fruits and can be obtained from the aerobic fermentation of corn sugar, a fact that the nomenclature does not make clear. Other examples are xanthan gum and guar gum, which are not necessarily derived from soyabeans. However, soya protein can be incorporated during their production process. These gums make it possible to increase viscosity^(48,49) and are present in many of the foods we studied, such as beverages, meats, yogurts, instant noodles, ice cream, chocolate drinks, sauces and condiments.

The stage in which the ingredient lists of 5048 packaged foods were analysed identified 101 distinct nomenclatures to designate twenty-eight by-products derived from soyabeans, corn and cotton as well as *S. cerevisiae* yeast. One such example is soyabean oil, which was identified with twelve different nomenclatures in the ingredients lists, among them

vegetable fat. Glucose syrup, which is derived from corn, appeared with thirteen different nomenclatures in the evaluated ingredients lists, many of which did not use the term 'corn'. These issues can make identification difficult for consumers who try to avoid consuming these foods for various reasons.

The absence of by-product source specification can make it difficult to identify GMO in the ingredients lists of packaged food products. Of the 101 nomenclatures evaluated, thirty did not specify origin but were considered likely to be soyabean, corn and cotton by-products according to the scientific literature. These by-products included vegetable fat, starch, guar gum, xanthan gum, citric acid, dextrose, glucose syrup, glucose, maltose, maltodextrin, sorbitol, mannitol, xylitol and non-malted cereal.

In the case of starch, corn starch represents more than 80% of all types used⁽⁵⁰⁾. However, we highlight the difficulty of identifying the origin of an ingredient on the labels of some of the foods analysed in the present study, possibly because Brazilian food labelling law⁽³⁵⁾ does not require this information to be provided. For example, an ingredient can be indicated merely as starch instead of corn starch. Therefore, the use of complete ingredient names by the food industry should be mandatory in order to specify ingredient origin.

Likewise, the absence of information on the composition of compound ingredients can make it difficult to identify GMO in the ingredients lists of packaged food products. For example, the present study identified foods that may contain soya or corn derivatives, but do not have their ingredients broken down, such as when they contain food colouring, chemical yeast, powdered milk and margarine. These foods are reported in the ingredients lists of a food without indicating their components. This is due to the fact that Brazilian and Mercosur food labelling regulations do not require certain compound ingredients to be reported on food labels if they represent less than 25% of a food's composition⁽³⁵⁾. These limitations of the law may hinder consumers' access to accurate information, which is vitally important in cases of allergies to soyabeans, corn or cotton or when one wants to avoid consuming GMO derivatives.

Many soyabean and corn by-products are used as additives by the food industry. One example is soya lecithin, which was present in several of the food groups analysed in the present study and acts as an emulsifier in powdered milk, chocolate drinks, biscuits, cakes, breads and soups and as a stabilizer in cereal bars, dairy drinks and candies. As the law does not require additives to be described in descending order of quantity in ingredients lists, lecithin may be listed as one of the last ingredients of a food even though it is present in a greater quantity than ingredients listed before it⁽³⁵⁾. Thus, the effect of the sum of the

quantities of potential GM additives present in the same food is not accounted for, which makes it difficult for consumers to assess and decide which packaged food products to select at the time of purchase.

Besides soyabeans and corn, another GMO that may be present in the Brazilian population's diet is *S. cerevisiae* yeast, popularly known as baking yeast, which is widely used in the food and beverage industry in various ways⁽⁵¹⁾. It is used during the alcoholic fermentation stage of producing beer, which is the most commonly consumed alcoholic beverage in Brazil. In addition to GM yeast, Brazilian researchers⁽⁵²⁾ have also discovered the presence of GM corn as a substitute for barley malt in major Brazilian beer brands. Brazilian law⁽⁵³⁾ allows up to 45% of the malt in beer to be substituted with another source of less expensive cereal, and corn is the most commonly used to manufacture beer.

The analysis of secondary data on the Brazilian population's food consumption showed that most of the variety (63.8% of the food subgroups) and quantity (64.5% of the total daily amount) of the food consumed daily by Brazilians is liable to contain ingredients derived from GM foods.

In this regard, it seems that the consumption of processed packaged food products may increase the chances of the Brazilian population consuming GM foods. This information is in line with data from the *Council for Biotechnology Information*⁽⁵⁴⁾, which estimates that most processed foods in Brazil contain at least one ingredient derived from soya or corn. In Canada, it is estimated that about 75% of processed foods contain or are produced from ingredients such as GM corn, soyabeans or canola⁽⁵⁵⁾. In addition, according to the present study's analysis, most of the foods most consumed by the Brazilian population had three or more ingredients derived from potential GM corn and soyabeans.

This fact raises concerns about effects on public health due to a lack of scientific evidence on the safety of consuming these foods. This is because foods derived from soyabeans and corn may also contain residues of herbicides associated with their cultivation, which also pose risks to human health due to the known effects of these substances^(18, 22-25, 56-59).

For example, a main meal such as lunch in Brazil may include rice, beans, ready-to-eat *farofa*, instant noodles, chicken steak and chips, all of which may contain GM ingredients, either from the ingredients they contain or from the ingredients added during their preparation, such as soyabean, corn or cotton oil used to prepare rice, beans and chips. In addition, ingredients added as seasonings to meals (such as processed sauces) may also contain GM ingredients. Thus, a meal containing foods typically consumed by Brazilians can

easily contain several GM ingredients and GM ingredients can be present in all of the meals consumed in a single day.

Furthermore, the results of the HBS show that changes in Brazilian food consumption patterns have occurred in the last three decades, with increases of up to 400% in the consumption of processed food products such as biscuits and soft drinks as well as a decline in the consumption of basic and traditional foods of the Brazilian diet such as rice and beans⁽⁶⁰⁾. Despite this decline, beans were found to be the food with the second highest per capita consumption. In September 2011, the National Technical Commission on Biosafety⁽⁷⁾ approved GM beans developed by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) for sale in Brazil. Although it is not yet available for consumption, this GM crop raises concerns due to a lack of further studies on its impacts and because beans are an integral part of the Brazilian diet, being consumed daily by nearly all Brazilians of all age groups.

Returning to the example of lunch mentioned above, the recommendations of the Dietary Guidelines for the Brazilian Population stand out, as they note that even if a person does not consume ultra-processed foods for lunch (avoiding ready-made *farofa*, instant noodles, chicken steak and chips), the lunch could still contain GM foods in all of its culinary preparations if, for example, soyabean, corn and/or cottonseed oil were used to cook the food. Thus, even if a person follows the Brazilian dietary guidelines' recommendations exactly and only eats what he/she prepares at home, he/she may still be exposed to GM foods depending, for example, on the type of fat used to prepare the food (corn, soyabean or cotton oil) or the type of yeast used to bake bread at home. It should also be pointed out that the Dietary Guidelines for the Brazilian Population has not taken a position on GM foods in its recommendations⁽⁶¹⁾.

The present study's data showed that about 24.5% of the Brazilian population's per capita daily food consumption comes from products of animal origin (meat, milk, dairy products and eggs). These results are a cause for concern, since animals fed with feed produced with GM corn and/or soyabeans may also constitute a source of GMO in human food⁽⁶²⁾. Thus, the population can increase its consumption of GM foods by eating beef, pork and poultry from these animals or by consuming foods derived from them, such as dairy products, eggs and pork fat.

In summary, considering the data analysed, the Brazilian population consumes a wide variety of packaged food products that may contain GM ingredients on a daily basis. However, many of these foods do not have their composition clearly identified on their labels. This may be due to Brazilian law, which requires foods to be labelled only if more than 1% of

their composition is comprised of GMO. Thus foods composed of less than 1% of GMO are exempted from mandatory labelling, even though this does not mean that they do not contain GMO. In addition, no information has been found on compliance with this regulation. Thus, it can be assumed that the food industry may omit this information and fail to label a product, even if it contains more than 1% of GMO. In either case, the right of consumers to clear and accurate information about the products they consume is not being guaranteed, as advocated by Brazilian Consumer Defense Code⁽³¹⁾.

Furthermore, food additives are not required to be labelled in decreasing order of quantity and several products do not need to identify the origin of their raw materials, making it even more difficult to identify GMO by reading the labels of packaged food products. For this reason, we highlight the scientific relevance of the present study, which contains a list of potential GM ingredient nomenclatures that was prepared from the identification of these ingredients on the labels of packaged food products available for sale in a Brazilian supermarket. In addition, it should be emphasized that no studies exist that establish a safety percentage for the consumption of these foods. Therefore, even if a product contains less than 1% of GMO in its composition and is not labelled, it does not mean that it does not pose health risks, since a safe consumption amount has not been established.

In most of the studies available in the scientific literature, the presence of GMO in food is identified through laboratory analysis. Thus, one possible limitation of the present study is the fact that it cannot be determined with certainty whether the food ingredients listed as potential GMO are actually so. However, unlike laboratory studies that analyse samples from a small group of foods, the present study analysed the labels of all foods available in a supermarket. In light of the increasing production of GM foods in Brazil, which corresponds to 96.5% of the soyabeans, 88.4% of the corn and 78.3% of the cotton grown in the country⁽⁴⁾, in addition to the high risk of contamination throughout the production chain, it is assumed to be very likely that the ingredients derived from such foods are GM. Thus, it can be inferred that it is very likely that packaged food ingredients derived from soyabeans, corn and cotton are GM, even if they have not undergone laboratory testing.

This affirmation is supported even when considering the import/export data for these crops in Brazil. In 2017, grain production in Brazil totaled approximately 114 million tons of soyabeans, 98 million tons of corn and 3.8 million tons of cotton⁽⁶³⁾. Of this total, 68.1 million tons of soyabeans (59.7%), 19,900 tons of corn (0.02%) and 450 tons of cotton (0.01%) were exported. On the other hand, 253,000 tons of soyabeans, 1,600 tons of corn and 401 tons of cotton were imported into Brazil in 2017, which corresponds to less than 0.23% of the total

grain remaining in the country (production + imports – exports)⁽⁶⁴⁾. Furthermore, Brazil imports soyabeans, corn and cotton mainly from Paraguay, Argentina and the USA⁽⁶⁴⁾, which are among the countries that plant the most GM seeds in the world⁽⁴⁾. These data indicate that, even though most of the Brazilian production of these grains is exported, the country is practically self-sufficient in its internal supply.

Therefore, the production that remains in the country together with the amount that is imported contribute to maintaining a large quantity of GM grain in the country, thus maintaining the potential trend of the occurrence of GMO in packaged foods sold in Brazil. We emphasize that the import/export data refer to the grains of products and not their sub-products (e.g., soyabean oil, soya flour, corn starch, corn flour, etc.). However, we point out that only 528 (10.5%) of the 5048 foods analysed in the present study were imported.

It is also worth noting that the public sector has a responsibility to monitor labelling and perform laboratory tests to identify the presence of GM ingredients in foods to verify compliance with labelling legislation. Furthermore, the present study may contribute to showing the magnitude of the presence of such ingredients in the packaged food products most commonly consumed by the Brazilian population.

In this respect, we emphasize the importance of the method used, which can serve to guide more specific research in the future on the food groups in which the presence of potentially GM ingredients has been identified. In addition, this study analysed the labels of all foods available for sale in a Brazilian supermarket, which would make it unfeasible to perform laboratory analyses on such a large number of foods. It is also worth noting that the study was conducted from point of view of the consumer, who only has access to a food's ingredients list, which is currently the sole source of information available to identify potentially GM ingredients in packaged foods sold in Brazil.

Another limitation refers to the analysis of secondary data obtained from the HBS, whose accuracy cannot be evaluated. However, the use of secondary data was shown to be effective to test the hypothesis about the Brazilian population's high consumption of potentially GM ingredients. The HBS data in Brazil resemble the national dietary data from several countries and constitutes the main source of national information on the Brazilian population's food acquisition and consumption. Our study was based on the most recent available data on the Brazilian population's food consumption: the 2008-2009 HBS. Data based on food consumption tend to approximate the population's actual dietary patterns and have been used to establish food consumption patterns. Household budget surveys reflect the

beginning of the consumption chain and enable the formulation of public policies that can modify the population's food supply and health standards.

In addition, numerous population studies are currently seeking to relate diet to the incidence of various diseases. However, GM ingredients are generally not being analysed. Thus, the current study considers and recommends the attention of researchers to the population's exposure to foods containing GM ingredients and potentially related diseases.

CONCLUSION

The present study has shown the high exposure the Brazilian population has to potential GM ingredients through the consumption of packaged food products, which were available in a supermarket. More than half of the foods most commonly consumed by the Brazilian population may contain at least one ingredient derived from potential GM soyabeans, corn or cotton. From the results of the present study, it was possible to demonstrate the difficulty consumers face in identifying the presence of these potential GM ingredients in food, since 101 different nomenclatures were observed on the packaged food labels analysed.

Soy, corn and cotton by-products have been widely used by the food industry for different technological purposes and such use may be underestimated due to the use of ingredients whose origin (derived from soyabeans, corn or cotton) may be unknown, both to health professionals and to consumers. Therefore, we emphasize the importance identifying these nomenclatures that designate potentially GM ingredients, as similar listings have not been found in the scientific literature. This information can be used to support the actions of health professionals with the public, as well as to support discussions about food legislation. In addition, it may help in future studies to investigate the relationship between GM food consumption and health.

Considering the precautionary principle, this study suggests that regulations be made more restrictive in relation to the approval and production of GM crops in the country, as these crops have not been subjected to an in-depth analysis of their environmental, social and health impacts. In addition, foods derived from soyabeans, corn and cotton may also contain residues of the pesticides associated with their cultivation, adding to the risks to human health caused by the already known effects of these substances and consequent public health expenditures to treat these diseases.

Competent government agencies should monitor packaged food products to require that information on the presence of GM ingredients be reported on their labels. In addition, it is considered increasingly necessary to act in the legislative sphere in order to reduce the food industry's use of by-products derived from GM soya, corn and cotton. This is due to concerns about the effects of consuming these foods on human health, both due to a lack of scientific evidence on the safety of consuming GMO and the use of pesticides associated with the cultivation of these foods.

Furthermore, we cite the adoption of public health actions to guide the population in identifying the presence of GM ingredients in packaged products. Also highlighted is the need for policies that encourage the production and consumption of organic foods and incentives for small agricultural producers that do not use the wide range of by-products that are commonly used by large food corporations for technological purposes.

Table 1 Soyabean, corn and cotton by-products used by the food industry, their main technological applications and the nomenclatures found in the ingredients lists of the 5048 packaged food products analysed, Brazil, 2013-2014.

| Potential GM products | Potential GM by-products | Technological applications in the food industry | Nomenclatures observed on labels |
|-----------------------|--|--|---|
| Cotton | Cottonseed oil | Used for frying and in the composition of processed foods | Cotton Vegetable fat* Cottonseed oil Cottonseed vegetable oil |
| Soyabeans | Water-soluble soya extract (soya milk) | Used as a protein source and can be used as a food or food ingredient ⁽⁶⁵⁾ | Soyabean extract |
| | Soya flour | Used as a protein source to add to foods ⁽⁶⁶⁾ | Soyabean meal |
| | Degreased soya flour | | Soya flour |
| | Soya grits | | Soya grits |
| | Soyabean fibre | Added to foods to increase fibre content ⁽⁶⁷⁾ | Soyabean fibre |
| | Guar gum | Used as a thickening, gelling, emulsifying and stabilizing agent in foods and beverages ⁽⁶⁸⁾ . It can be combined with proteins by altering their rheological, solubility and gelling properties and thus may contain traces of soya protein ⁽⁶⁹⁾ | Guar gum* |
| | Xanthan gum | Used as a suspending agent, gelling agent, stabilizer, emulsifier, thickener and to control the rheological properties of dough and flour, extending their shelf-life ⁽⁷⁰⁾ . Combined with soya protein, it contributes to gelling and improves food texture. Thus, it is a product that may contain soya protein ⁽⁷¹⁾ | Xanthan gum* |
| | Soyabeans | Ingredient of culinary preparations such as soups, sauces and salads | Soyabeans Granulated soyabeans Toasted soyabeans Soyabean derivatives Soyabean traces |
| | Soya lecithin | Contributes to improving volume, fat dispersion and anti-staling in bakery products, reduction of viscosity and prevention of crystallization in chocolates and is used as a stabilizer and emulsifier in foods ⁽⁷²⁾ | Lecithin* Soya lecithin Powdered milk** |
| | Soya sauce | Fermented sauce obtained from soyabeans, used as a seasoning or culinary ingredient | Soya sauce Shoyu |
| | Soyabean oil | Used as a seasoning, in fried foods and for the production of fats, such as margarines. It can undergo a hydrogenation, | Soyabean oil Soyabean vegetable oil |

| | | | |
|------|-------------------------------|---|--|
| | | interesterification or fractionation process to obtain adequate plasticity characteristics in the final product ⁽⁷³⁾ . Fatty acid mono- and diglycerides can come from soyabeans and are components of many processed foods, being used as stabilizers ⁽⁴⁹⁾ | Vegetable oil* Hydrogenated soyabean fat Vegetable fat* Soyabean vegetable fat Fractionated vegetable fat* Hydrogenated vegetable fat* Processed vegetable fat* Partially hydrogenated vegetable fat* Fatty acid monoglycerides and diglycerides* Margarine** |
| | Fermented soyabean paste | Can be used in the preparation of soups and vegetables and to season meats | Miso |
| | Isolated soyabean protein | Used as a consistency agent for meat products and as a protein source ^(9, 65, 74) | Protein* Soyabean protein Hydrolyzed soyabean protein Isolated soyabean protein Vegetable protein* |
| | Concentrated soyabean protein | Protein source used as an ingredient in the manufacturing of foodstuffs ⁽⁶⁵⁾ and in meat-based emulsions, bakery products, powdered drinks and soups, baby food and cereals ⁽⁹⁾ | Protein* Soyabean protein Concentrated soyabean protein Vegetable protein* |
| | Textured soyabean protein | Used as a food ingredient as a protein source and as an extender in meat products ⁽⁶⁵⁾ due to its water binding, fat emulsion and stabilizing properties and its organoleptic characteristics such as texture, appearance and firmness of the final product ⁽⁷⁵⁾ | Protein* Soyabean protein Textured soyabean protein Vegetable protein* |
| Corn | <i>Citric acid</i> | Produced from the fermentation of inexpensive starch- and sucrose-based feedstocks, with corn being the most commonly used raw material ⁽⁷⁶⁾ . It is used in the food and beverage industry as an acidulant or antioxidant to preserve or enhance flavors and aromas ⁽⁷⁷⁾ | <i>Citric acid*</i> |
| | <i>Corn starch</i> | Used industrially to obtain dextrose and glucose ⁽⁷⁴⁾ and as a cooking preparation ingredient | Starch* <i>Corn starch</i> Yeast** Chemical yeast** |
| | <i>Modified corn starch</i> | Used as a thickener, to control water loss in foods, as well as to promote fermentation and crunchiness in biscuits ⁽⁷⁴⁾ | <i>Modified starch*</i> <i>Modified corn starch</i> Pre-gelatinized starch* |
| | Dextrinized starch | Used as a thickener in sauces and baby food, as it is easier to digest ⁽⁷⁴⁾ | <i>Corn starch</i> |
| | Corn dextrose | Used as toppings for cakes | Dextrin Corn dextrose Polydextrose* |
| | Corn flour and corn grits | Used as an ingredient in culinary preparations | Corn meal Biju flour Corn flour Polenta (corn porridge) flour Corn flakes Non-malted cereals* Food colouring** Corn grits Corn flakes |
| | Corn | Used as an ingredient in culinary preparations | Corn porridge Creamed corn Corn Whole grain corn powder Ground corn Corn-on-the-cob |

| | | |
|--|--|---|
| Corn maltose | Possesses properties of sweetness, high thermo-stability, low hygroscopy and viscosity, preventing sucrose crystallization ⁽⁷⁸⁾ . Maltose is also important in brewing, as its content influences the quality of the final product, particularly for beer ⁽⁷⁹⁾ | Maltose* |
| Corn maltodextrin | Provides improved texture, reduced flour taste, modifies sweetness and controls non-enzymatic browning. Maltodextrin is used as an ingredient in confectionery products, meat products, alcohol-free beers, sauces, baby food, soup mixes and sports drinks ⁽⁸⁰⁾ | Maltodextrin* Corn starch maltodextrin Corn maltodextrin |
| Corn oil | An edible oil derived from corn and used in culinary preparations | Corn oil Vegetable oil* Corn vegetable oil |
| Corn protein | Can be used to enrich foods | Protein* Corn protein |
| Corn semolina | One of the sources of cereal starch resulting from the incomplete grinding of corn. It is used in the food industry to produce low-moisture, crunchy products ⁽⁸¹⁾ | Corn semolina Semolina* |
| Corn syrup | Provides flavor, color, aroma, texture and sweetness to foods ⁽⁴⁸⁾ . It is used as a humectant, preventing the loss of water from food, and as a way to introduce reducing sugars into preparations, providing greater colouring on the surface and a crunchier texture. It has a higher sweetening power than sucrose and controls crystallization in sweets and jams/jellies ^(49, 82) | Glucose* Corn glucose High-fructose syrup* Glucose syrup* Corn glucose syrup Glucose-fructose syrup* Corn syrup High-fructose corn syrup |
| Polyols | Produced by the partial hydrolysis of corn, wheat or potato starch and subsequent hydrogenation of the hydrolyzate under high temperature/pressure. They are viscosity and consistency agents, humectants and crystallization modifiers and act as sweeteners ⁽⁴⁹⁾ . | Xylitol* Mannitol* Sorbitol* |
| Yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | In its active form, <i>S. cerevisiae</i> is used in the baking industry to form carbon dioxide, and in the alcoholic fermentation of beers and wines and in other fermentative processes. In its inactive form, it is used as a nutritional supplement and an aroma and flavor enhancer. It produces the enzyme invertase, which is used as food additive to produce inverted sugar, used by the food industry to manufacture sweets and ice cream ⁽⁵¹⁾ | Yeast Biological yeast |

* Ingredients that are potentially corn, soya or cotton by-products.

** Composite ingredients listed in the ingredients lists that may contain some ingredients derived from corn, soya or cotton.

Table 2 Groups and subgroups of the processed foods most consumed by the Brazilian population according to the 2008-2009 Household Budget Survey, mean per capita amount consumed and potentially GM ingredients present in the packaged food ingredients lists collected in the supermarket survey, Brazil, 2013-2014.

| Group | Subgroup | Mean daily food consumption per capita (g) | Potentially GM ingredients present in the packaged food ingredients lists collected in the census |
|-------------------------|--|--|---|
| Non-alcoholic beverages | Coffee | 215.1 | Coffee with milk: may contain vegetable fat, glucose syrup, maltodextrin and/or soya lecithin, as it contains powdered milk Cappuccino coffee: may contain maltodextrin, vegetable fat, glucose syrup and/or soya lecithin, as it contains powdered milk |
| | Reconstituted powdered juices/drinks | 145.0 | Processed juices, drinks and reconstituted powdered juices of various flavors: may contain maltodextrin, citric acid, aspartame and/or xanthan gum |
| | Soft drinks | 100.2 | May contain corn starch and/or citric acid |
| | Other non-alcoholic beverages (energy drinks, coconut water) | 2.7 | Hydro-electrolytic supplement: May contain glucose and/or citric acid, which may come from GM corn |

| | | | |
|-----------------------|--|------------------------|---|
| | Soya-based beverages | 1.6 | Powdered soya milk and flavored/powdered soya milk: were among the most consumed foods but were not collected in the search Plain or flavored soya-based beverages may contain soyabeans, soyabean extract, soya protein, maltodextrin, xanthan gum, soya lecithin and/or citric acid |
| | Total | 464.6 | |
| Meats | Beef, poultry, pork, fish | 134.9 | Animals may have received GM soya and GM corn feed Tender chicken: may contain soya protein, maltodextrin, glucose syrup Chester chicken: may contain soya protein, glucose Chicken steak: may contain corn flour, vegetable shortening, soya protein, xanthan gum, starch, maltodextrin Turkey breast: may contain maltodextrin, soya protein, starch Beef burger: may contain soya protein, maltodextrin, glucose Chicken burger: may contain soya protein, hydrogenated vegetable fat, maltodextrin |
| | Beef-based preparations | 128.7 | Meatballs: may contain soya protein, maltodextrin, starch, citric acid Beef stroganoff: may contain soya protein, corn starch, maltodextrin, margarine, soyabean oil |
| | Processed meats | 21.6 | Pork sausage: may contain dextrin, soya protein, maltodextrin Chicken sausage: may contain soya protein, maltodextrin, vegetable protein Mixed sausage: may contain soya protein, glucose Hot dog sausage: may contain soya protein, starch, vegetable oil Bologna: may contain glucose syrup, maltodextrin, corn starch, soya protein, yeast extract Cooked ham: contains soya protein, maltodextrin, dextrose Processed ham: may contain maltodextrin, soya protein, vegetable protein, corn starch, citric acid Processed turkey: may contain starch, maltodextrin, soya protein Pate (chicken, ham, etc.): may contain soya protein, starch, corn glucose, maltodextrin, margarine, vegetable protein, citric acid, xanthan gum |
| | Total | 154.8 | |
| | | Whole and skimmed milk | 39,4 |
| Dairy products | Flavored and sweetened dairy beverages | 29,7 | Chocolate-flavoured food compound: may contain hydrogenated vegetable fat, guar gum, fatty acids, soya lecithin Chocolate milk/drink: may contain corn starch, guar gum, xanthan gum Flavored milk: may contain corn starch, maltodextrin, hydrogenated vegetable fat, xanthan gum Flavored powdered milk: may contain maltodextrin, whole milk powder (soya lecithin), xanthan gum, citric acid Dairy beverages may also contain GM yeast that is used in the fermentation process* |
| | Yoghurts | 224.5 | Yoghurts of various flavors: may contain corn starch, citric acid, xanthan gum |
| | Cheese | 6.8 | Creamy cheese: may contain starch, maltodextrin Cheese may contain GM yeast for fermentation |
| | Milk-based preparations | 8.2 | Cornmeal porridge/corn porridge/ <i>cremogema</i> : may contain maltodextrin, corn starch Cereal-based liquid food: may contain corn oil, maltodextrin, soya lecithin, starch, corn flour |

| | | | |
|----------------------------|---|-------------|---|
| | | | Corn cream/corn starch: can be obtained from GM corn |
| | Whole or skimmed powdered milk | 0.3 | The 'instant' versions may contain soya lecithin and/or isolated soya protein |
| | Total | 84.5 | |
| Bakery products | Salt bread, whole grain bread, diet/light bread | 54.3 | Tube-shaped bread: may contain vegetable fat, soya flour, soya lecithin, glucose, fatty acids, fructose, soyabean oil Buttered bread: may contain vegetable fat, soya flour, soya lecithin, fatty acids Processed sliced bread: may contain vegetable fat, soya flour, soya lecithin Hamburger buns: may contain soyabean oil, fructose Corn bread: may contain cornmeal, margarine, soyabean oil, fatty acids, corn flakes Toast: may contain corn starch, vegetable fat, soya lecithin Wholegrain bread: may contain soyabean oil, corn starch, vegetable fat. Most of these contain soya and corn derivatives (soyabean oil, dextrose, corn starch) Any type of bread may also have been produced using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> yeast (biological yeast) during the alcoholic fermentation process |
| | Total | 54.3 | |
| | Soups and broths | | |
| | Soups and broths* | 50.3 | Beef broth, onion or vegetable soup (powdered soup): may contain maltodextrin, yeast extract, corn starch, vegetable fat, glucose syrup, soya lecithin, corn, powdered milk, fatty acids |
| | Total | 50.3 | |
| Flour and pasta | Noodles and noodle-based preparations | 36.3 | Noodles, noodles with meat, yakissoba noodles: may contain vegetable fat, soya sauce, yeast extract, guar gum, citric acid |
| | Instant noodles | 5.3 | Ramen/instant noodles/ready-to-eat noodles: may contain vegetable fat, maltodextrin, yeast extract, xanthan gum, guar gum, corn flakes |
| | Pasta | 4.9 | Lasagna: may contain soya protein, corn starch, soyabean oil, margarine, maltodextrin Capeletti/caneloni/ravioli: may contain hydrogenated vegetable fat, maltodextrin, soya protein, vegetable protein, margarine, soyabean oil |
| | <i>Farofa</i> (Brazilian dish made of manioc flour fried in fat (oil or butter) that can be enriched with other ingredients (sausage, egg, vegetables)) | 1.9 | Ready-to-eat <i>farofa</i> : may contain corn flour, vegetable oil, soya protein, maltodextrin, yeast extract, corn, cornmeal |
| | Breakfast cereals | 0.8 | Cereal bars: may contain maltodextrin, soya lecithin, glucose, sorbitol, corn cream, glucose syrup, corn oil, corn flour, polydextrose Breakfast cereal: may contain corn flour, glucose syrup, corn, maltodextrin, guar gum, vegetable fat, starch Milk flour: may contain milk powder, which contains soya lecithin Granola/cereal mix: may contain corn flakes, corn oil, maltodextrin, corn kernels, soya flour, maltodextrin, soya, soya protein, chemical yeast, soya lecithin Corn flakes: may contain corn, corn flour, glucose syrup |
| | Total | 49.3 | |
| Alcoholic beverages | Beer | 31.1 | May contain non-malted cereals, which are usually derived from corn |
| | Wine | 1.6 | GM yeast may have been used in the wine production process during the alcoholic fermentation stage* |

| | | | |
|---|------------------------------|-----------------------|--|
| | Total | 34.1 | |
| | Sandwiches* | 11.8 | Cheeseburger, hamburger: may contain hydrogenated vegetable fat, soya flour, soya protein, vegetable fat, maltodextrin, dextrin, corn starch, milk powder, soya lecithin, corn syrup, soya sauce, corn protein, soyabean oil |
| Pizza, salty snacks and sandwiches | Fried and baked salty snacks | 10.1 | Cassava cakes, cod cakes, <i>coxinha</i> , croquet, <i>empada/empadão</i> of various flavours, <i>enroladinho</i> , <i>esfirra</i> of various flavours (these are common Brazilian salty snacks): may contain margarine, corn starch, soyabean oil Breaded chicken pieces: may contain vegetable fat, soya protein, xanthan gum, starch, yeast extract, citric acid <i>Pastel</i> (a common Brazilian salty snack): may contain margarine, hydrogenated vegetable fat Chicken nuggets: may contain vegetable fat, starch, soya protein, dextrose, guar gum, dextrin Mixes for cheese bread: may contain corn starch, vegetable fat, margarine <i>Kibbeh</i> : may contain soya protein Quiche: may contain margarine, corn starch Salty pies of any flavour: may contain soyabean oil, corn, corn starch, margarine, chemical yeast, citric acid, corn flour, hydrogenated vegetable fat, vegetable fat, soya flour, soya protein |
| | Pizza | 4.8 | Frozen pizzas of various flavours: may contain vegetable soyabean oil, corn starch, dextrose, soya protein |
| | Processed salty snacks | 0.7 | Crisps: may contain vegetable oil, corn starch, maltodextrin, dextrin, corn syrup, glucose, chemical yeast, corn kernel, corn fibre, soya lecithin, fatty acids, citric acid, dextrose, milk powder (containing soya lecithin) |
| | Total | 27.4 | |
| | Cereals | Corn and preparations | 20.4 |
| | Total | 20.4 | |
| Sweets | Chocolate powders | 0.8 | Chocolate powders, ovomaltine, food supplement: may contain glucose, powdered milk (containing soya lecithin), soya lecithin, maltodextrin, corn starch, guar gum, xanthan gum |
| | Milk-based sweets | 5.5 | Powder for puddings of various flavours: may contain corn starch, maltodextrin Creamy dairy desserts/mousse/delicacies: may contain corn starch, guar gum, vegetable fat, glucose syrup, dextrin Milk sweet: may contain glucose, corn starch, milk powder (contains soya lecithin), citric acid |
| | Ice cream/popsicles | 4.6 | Ice cream or popsicles of any processed flavour: may contain corn starch, maltodextrin, corn glucose, glucose syrup, soya protein, soya lecithin, chemical yeast, vegetable fat, corn cream, vegetable fat, vegetable oil, acids fatty acids, guar gum, citric acid |
| | Chocolate | 3.5 | Chocolate bars/bonbons: may contain soya flour, glucose syrup, vegetable fat, milk powder (contains soya lecithin), sorbitol, chemical yeast, polydextrose, starch, corn flour, soya lecithin, hydrogenated vegetable fat Chocolate truffles: may contain maltodextrin, corn glucose, corn starch, hydrogenated vegetable fat, glucose syrup, soya lecithin, vegetable fat |
| | Fruit-based sweets | 2.3 | Fruit jam in syrup, fruit jelly: may contain high-fructose corn syrup, citric acid |

| | | | |
|-----------------------------------|--|---------------|--|
| | Honey/brown sugar/ table sugar and other sweeteners | 0.9 | Powdered honey may contain maltodextrin (from corn starch). This was not collected in the search |
| | Other sweets (regional preparations, diet/light, among others) | 8.1 | Candies, gum: may contain glucose syrup, citric acid, soya lecithin, hydrogenated vegetable fat Manioc flat bread, peanut candy: may contain glucose, corn starch, hydrogenated vegetable fat, citric acid, soya lecithin Dessert of any type: may contain maltodextrin, corn starch, glucose, vegetable fat, dairy compound, starch Nougat: may contain glucose, soya lecithin, hydrogenated vegetable fat, glucose syrup, soyabean oil Honey bread: may contain hydrogenated vegetable fat, corn starch, chemical yeast, soya lecithin, vegetable fat, maltodextrin, soya flour Panettone: may contain vegetable fat, soya lecithin, starch, fatty acids, citric acid, glucose syrup, margarine |
| | Total | 25.5 | |
| Biscuits and crackers | Biscuits, crackers and stuffed biscuits/crackers | 15.4 | Biscuits, doughnuts, wafer biscuits, stuffed biscuits, stuffed doughnuts: may contain corn starch, chemical yeast, vegetable fat, glucose syrup, soya lecithin, chemical yeast, corn flour Crackers, wholegrain crackers, stuffed crackers, salty donuts: may contain hydrogenated vegetable fat, yeast, chemical yeast, soya lecithin, vegetable oil, corn starch, yeast extract |
| | Total | 15.4 | |
| Cakes | Cakes | 13.9 | Cakes of various flavours, cornmeal cake, corn bread, cornmeal flour: may contain vegetable fat, corn glucose, fatty acids, chemical yeast, soya lecithin, glucose syrup, corn starch, corn oil, glucose Ready-mix cakes may contain maltodextrin, corn flour, hydrogenated vegetable fat, glucose syrup, corn starch, soya flour, soya protein, fatty acids, chemical yeast |
| | Total | 13.9 | |
| Eggs | Eggs | 11.7 | Eggs: hens may have received GM soya- and corn- based feed |
| | Total | 11.7 | |
| Oils and fat | Oils and fats | 6.8 | Soyabean oil: may be derived from GM soyabeans Margarine: may contain vegetable oils, which may be made from GM soyabeans or corn Mayonnaise: may contain soyabean oil, corn starch, citric acid, guar gum. Some flavored mayonnaises may also contain soya sauce |
| | Total | 6.8 | |
| Legumes | Other legumes | 1.3 | Cited foods containing soya, i.e. tofu, soya paste, soya protein, vegetable protein, vegetable meat, soya meat, soya protein, vegetable protein, whole soyabeans, soy fibre: contain soyabeans |
| | Total | 1.3 | |
| Sauces and condiments | Sauces and condiments* | 0.5 | Cited foods that may contain soya, corn Soya/shoyo sauce: may contain soyabeans Ketchup: may contain modified starch Tomato pasta and tomato sauce: may contain corn starch, vegetable oil, xanthan gum Mustard: may contain soyabean oil, corn starch, xanthan gum, citric acid |
| | Total | 0.5 | |
| Fried roots and tubers | Chips | 0.5 | Chips and potato sticks: may contain vegetable oil, vegetable fat |
| | Total | 0.5 | |
| Total | | 1023.8 | |

Table 2 Groups and subgroups of the processed foods most consumed by the Brazilian population according to the 2008-2009 Household Budget Survey, mean per capita amount consumed and potentially GM ingredients present in the packaged food ingredients lists collected in the supermarket survey, Brazil, 2013-2014

| Group | Subgroup | Mean daily food consumption per capita (g) | Potentially GM ingredients present in the packaged food ingredients lists collected in the census |
|--------------------------------|--|--|--|
| Non-alcoholic beverages | Coffee | 215.1 | Coffee with milk: may contain vegetable fat, glucose syrup, maltodextrin and/or soya lecithin, as it contains powdered milk Cappuccino coffee: may contain maltodextrin, vegetable fat, glucose syrup and/or soya lecithin, as it contains powdered milk |
| | Reconstituted powdered juices/drinks | 145.0 | Processed juices, drinks and reconstituted powdered juices of various flavors: may contain maltodextrin, citric acid, aspartame and/or xanthan gum |
| | Soft drinks | 100.2 | May contain corn starch and/or citric acid |
| | Other non-alcoholic beverages (energy drinks, coconut water) | 2.7 | Hydro-electrolytic supplement: May contain glucose and/or citric acid, which may come from GM corn |
| | Soya-based beverages | 1.6 | Powdered soya milk and flavored/powdered soya milk: were among the most consumed foods but were not collected in the search Plain or flavored soya-based beverages may contain soyabeans, soyabean extract, soya protein, maltodextrin, xanthan gum, soya lecithin and/or citric acid |
| | Total | | 464.6 |
| Meats | Beef, poultry, pork, fish | 134.9 | Animals may have received GM soya and GM corn feed Tender chicken: may contain soya protein, maltodextrin, glucose syrup Chester chicken: may contain soya protein, glucose Chicken steak: may contain corn flour, vegetable shortening, soya protein, xanthan gum, starch, maltodextrin Turkey breast: may contain maltodextrin, soya protein, starch Beef burger: may contain soya protein, maltodextrin, glucose Chicken burger: may contain soya protein, hydrogenated vegetable fat, maltodextrin |
| | Beef-based preparations | 128.7 | Meatballs: may contain soya protein, maltodextrin, starch, citric acid Beef stroganoff: may contain soya protein, corn starch, maltodextrin, margarine, soyabean oil |
| | | | |

| | | |
|--|--------------|--|
| | | <p>Pork sausage: may contain dextrin, soya protein, maltodextrin</p> <p>Chicken sausage: may contain soya protein, maltodextrin, vegetable protein</p> <p>Mixed sausage: may contain soya protein, glucose</p> <p>Hot dog sausage: may contain soya protein, starch, vegetable oil</p> <p>Bologna: may contain glucose syrup, maltodextrin, corn starch, soya protein, yeast extract</p> <p>Cooked ham: contains soya protein, maltodextrin, dextrose</p> <p>Processed ham: may contain maltodextrin, soya protein, vegetable protein, corn starch, citric acid</p> <p>Processed turkey: may contain starch, maltodextrin, soya protein</p> <p>Pate (chicken, ham, etc.): may contain soya protein, starch, corn glucose, maltodextrin, margarine, vegetable protein, citric acid, xanthan gum</p> |
| | 21.6 | |
| Total | 154.8 | |
| Whole and skimmed milk | 39,4 | Animal may have received GM soya or corn feed |
| Flavored and sweetened dairy beverages | 29,7 | <p>Chocolate-flavoured food compound: may contain hydrogenated vegetable fat, guar gum, fatty acids, soya lecithin</p> <p>Chocolate milk/drink: may contain corn starch, guar gum, xanthan gum</p> <p>Flavored milk: may contain corn starch, maltodextrin, hydrogenated vegetable fat, xanthan gum</p> <p>Flavored powdered milk: may contain maltodextrin, whole milk powder (soya lecithin), xanthan gum, citric acid</p> <p>Dairy beverages may also contain GM yeast that is used in the fermentation process*</p> |
| Dairy products | | |
| Yoghurts | 224.5 | Yoghurts of various flavors: may contain corn starch, citric acid, xanthan gum |
| Cheese | 6.8 | <p>Creamy cheese: may contain starch, maltodextrin</p> <p>Cheese may contain GM yeast for fermentation</p> |
| Milk-based preparations | 8.2 | <p>Cornmeal porridge/corn porridge/<i>cremogema</i>: may contain maltodextrin, corn starch</p> <p>Cereal-based liquid food: may contain corn oil, maltodextrin, soya lecithin, starch, corn flour</p> <p>Corn cream/corn starch: can be obtained from GM corn</p> |
| Whole or skimmed powdered milk | 0.3 | The 'instant' versions may contain soya lecithin and/or isolated soya protein |
| Total | 84.5 | |

| | | | |
|-------------------------|---|-------------|---|
| Bakery products | Salt bread, whole grain bread, diet/light bread | 54.3 | Tube-shaped bread: may contain vegetable fat, soya flour, soya lecithin, glucose, fatty acids, fructose, soyabean oil |
| | | | Buttered bread: may contain vegetable fat, soya flour, soya lecithin, fatty acids |
| | | | Processed sliced bread: may contain vegetable fat, soya flour, soya lecithin |
| | | | Hamburger buns: may contain soyabean oil, fructose |
| | | | Corn bread: may contain cornmeal, margarine, soyabean oil, fatty acids, corn flakes |
| | | | Toast: may contain corn starch, vegetable fat, soya lecithin |
| | | | Wholegrain bread: may contain soyabean oil, corn starch, vegetable fat. |
| | | | Most of these contain soya and corn derivatives (soyabean oil, dextrose, corn starch) |
| | | | Any type of bread may also have been produced using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> yeast (biological yeast) during the alcoholic fermentation process |
| | Total | 54.3 | |
| Soups and broths | Soups and broths* | 50.3 | Beef broth, onion or vegetable soup (powdered soup): may contain maltodextrin, yeast extract, corn starch, vegetable fat, glucose syrup, soya lecithin, corn, powdered milk, fatty acids |
| | Total | 50.3 | |
| Flour and pasta | Noodles and noodle-based preparations | 36.3 | Noodles, noodles with meat, yakissoba noodles: may contain vegetable fat, soya sauce, yeast extract, guar gum, citric acid |
| | Instant noodles | 5.3 | Ramen/instant noodles/ready-to-eat noodles: may contain vegetable fat, maltodextrin, yeast extract, xanthan gum, guar gum, corn flakes |
| | Pasta | 4.9 | Lasagna: may contain soya protein, corn starch, soyabean oil, margarine, maltodextrin Capeletti/caneloni/ravioli: may contain hydrogenated vegetable fat, maltodextrin, soya protein, vegetable protein, margarine, soyabean oil |
| | <i>Farofa</i> (Brazilian dish made of manioc flour fried in fat (oil or butter) that can be enriched with other ingredients (sausage, egg, vegetables)) | 1.9 | Ready-to-eat <i>farofa</i> : may contain corn flour, vegetable oil, soya protein, maltodextrin, yeast extract, corn, cornmeal |
| | Breakfast cereals | 0.8 | Cereal bars: may contain maltodextrin, soya lecithin, glucose, sorbitol, corn cream, glucose syrup, corn oil, corn flour, polydextrose Breakfast cereal: may contain corn flour, glucose syrup, corn, maltodextrin, guar gum, vegetable fat, starch Milk flour: may contain milk powder, which contains |

| | | | |
|---|------------------------------|-----------------------|--|
| | | | soya lecithin Granola/cereal mix: may contain corn flakes, corn oil, maltodextrin, corn kernels, soya flour, maltodextrin, soya, soya protein, chemical yeast, soya lecithin Corn flakes: may contain corn, corn flour, glucose syrup |
| | Total | 49.3 | |
| Alcoholic beverages | Beer | 31.1 | May contain non-malted cereals, which are usually derived from corn |
| | Wine | 1.6 | GM yeast may have been used in the wine production process during the alcoholic fermentation stage* |
| | Total | 34.1 | |
| | Sandwiches* | 11.8 | Cheeseburger, hamburger: may contain hydrogenated vegetable fat, soya flour, soya protein, vegetable fat, maltodextrin, dextrin, corn starch, milk powder, soya lecithin, corn syrup, soya sauce, corn protein, soyabean oil |
| Pizza, salty snacks and sandwiches | Fried and baked salty snacks | 10.1 | Cassava cakes, cod cakes, <i>coxinha</i> , croquet, <i>empada/empadão</i> of various flavours, <i>enroladinho</i> , <i>esfirra</i> of various flavours (these are common Brazilian salty snacks): may contain margarine, corn starch, soyabean oil Breaded chicken pieces: may contain vegetable fat, soya protein, xanthan gum, starch, yeast extract, citric acid <i>Pastel</i> (a common Brazilian salty snack): may contain margarine, hydrogenated vegetable fat Chicken nuggets: may contain vegetable fat, starch, soya protein, dextrose, guar gum, dextrin Mixes for cheese bread: may contain corn starch, vegetable fat, margarine <i>Kibbeh</i> : may contain soya protein Quiche: may contain margarine, corn starch Salty pies of any flavour: may contain soyabean oil, corn, corn starch, margarine, chemical yeast, citric acid, corn flour, hydrogenated vegetable fat, vegetable fat, soya flour, soya protein |
| | Pizza | 4.8 | Frozen pizzas of various flavours: may contain vegetable soyabean oil, corn starch, dextrose, soya protein |
| | Processed salty snacks | 0.7 | Crisps: may contain vegetable oil, corn starch, maltodextrin, dextrin, corn syrup, glucose, chemical yeast, corn kernel, corn fibre, soya lecithin, fatty acids, citric acid, dextrose, milk powder (containing soya lecithin) |
| | Total | 27.4 | |
| | Cereals | Corn and preparations | 20.4 |

| | | | corn) |
|------------------------------|--|-------------|--|
| | | | |
| Total | | 20.4 | |
| | Chocolate powders | 0.8 | Chocolate powders, ovomaltine, food supplement: may contain glucose, powdered milk (containing soya lecithin), soya lecithin, maltodextrin, corn starch, guar gum, xanthan gum |
| | Milk-based sweets | 5.5 | Powder for puddings of various flavours: may contain corn starch, maltodextrin Creamy dairy desserts/mousse/delicacies: may contain corn starch, guar gum, vegetable fat, glucose syrup, dextrin Milk sweet: may contain glucose, corn starch, milk powder (contains soya lecithin), citric acid |
| | Ice cream/popsicles | 4.6 | Ice cream or popsicles of any processed flavour: may contain corn starch, maltodextrin, corn glucose, glucose syrup, soya protein, soya lecithin, chemical yeast, vegetable fat, corn cream, vegetable fat, vegetable oil, acids fatty acids, guar gum, citric acid |
| | Chocolate | 3.5 | Chocolate bars/bonbons: may contain soya flour, glucose syrup, vegetable fat, milk powder (contains soya lecithin), sorbitol, chemical yeast, polydextrose, starch, corn flour, soya lecithin, hydrogenated vegetable fat Chocolate truffles: may contain maltodextrin, corn glucose, corn starch, hydrogenated vegetable fat, glucose syrup, soya lecithin, vegetable fat |
| Sweets | Fruit-based sweets | 2.3 | Fruit jam in syrup, fruit jelly: may contain high-fructose corn syrup, citric acid |
| | Honey/brown sugar/table sugar and other sweeteners | 0.9 | Powdered honey may contain maltodextrin (from corn starch). This was not collected in the search |
| | Other sweets (regional preparations, diet/light, among others) | 8.1 | Candies, gum: may contain glucose syrup, citric acid, soya lecithin, hydrogenated vegetable fat Manioc flat bread, peanut candy: may contain glucose, corn starch, hydrogenated vegetable fat, citric acid, soya lecithin Dessert of any type: may contain maltodextrin, corn starch, glucose, vegetable fat, dairy compound, starch Nougat: may contain glucose, soya lecithin, hydrogenated vegetable fat, glucose syrup, soyabean oil Honey bread: may contain hydrogenated vegetable fat, corn starch, chemical yeast, soya lecithin, vegetable fat, maltodextrin, soya flour Panettone: may contain vegetable fat, soya lecithin, starch, fatty acids, citric acid, glucose syrup, margarine |
| | Total | 25.5 | |
| Biscuits and crackers | Biscuits, crackers and stuffed biscuits/crackers | 15.4 | Biscuits, doughnuts, wafer biscuits, stuffed biscuits, stuffed doughnuts: may contain corn starch, chemical |

| | | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------|--|
| | | | yeast, vegetable fat, glucose syrup, soya lecithin, chemical yeast, corn flour |
| | | | Crackers, wholegrain crackers, stuffed crackers, salty donuts: may contain hydrogenated vegetable fat, yeast, chemical yeast, soya lecithin, vegetable oil, corn starch, yeast extract |
| | Total | 15.4 | |
| Cakes | Cakes | 13.9 | Cakes of various flavours, cornmeal cake, corn bread, cornmeal flour: may contain vegetable fat, corn glucose, fatty acids, chemical yeast, soya lecithin, glucose syrup, corn starch, corn oil, glucose |
| | | | Ready-mix cakes may contain maltodextrin, corn flour, hydrogenated vegetable fat, glucose syrup, corn starch, soya flour, soya protein, fatty acids, chemical yeast |
| | Total | 13.9 | |
| Eggs | Eggs | 11.7 | Eggs: hens may have received GM soya- and corn-based feed |
| | Total | 11.7 | |
| Oils and fat | Oils and fats | 6.8 | Soyabean oil: may be derived from GM soyabeans Margarine: may contain vegetable oils, which may be made from GM soyabeans or corn Mayonnaise: may contain soyabean oil, corn starch, citric acid, guar gum. Some flavored mayonnaises may also contain soya sauce |
| | Total | 6.8 | |
| Legumes | Other legumes | 1.3 | Cited foods containing soya, i.e. tofu, soya paste, soya protein, vegetable protein, vegetable meat, soya meat, soya protein, vegetable protein, whole soyabeans, soy fibre: contain soyabeans |
| | Total | 1.3 | |
| Sauces and condiments* | Sauces and condiments* | 0.5 | Cited foods that may contain soya, corn Soya/shoyo sauce: may contain soyabeans Ketchup: may contain modified starch Tomato pasta and tomato sauce: may contain corn starch, vegetable oil, xanthan gum Mustard: may contain soyabean oil, corn starch, xanthan gum, citric acid |
| | Total | 0.5 | |
| Fried roots and tubers | Chips | 0.5 | Chips and potato sticks: may contain vegetable oil, vegetable fat |
| | Total | 0.5 | |
| Total | | 1023.8 | |

References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization (2000) *Safety aspects of genetically modified foods of plant origin*. Geneva: FAO/WHO, 37p.
2. Brasil (2005) *Lei no. 11.105, de 24 de março de 2005 - Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
3. Nodari RO, Guerra MP (2003) Transgenic plants and their products: effects, risks and food safety. *Rev Nutr* **16**, 105-16.
4. James C (2015) *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops*. ISAAA Brief no. 51. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.
5. OECD & Food and Agriculture Organization of the United Nation (2015) *OECD-FAO Agricultural Outlook 2015*. Paris: OECD Publishing.
6. Price B, Cotter J (2014) The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMO), 1997–2013. *Food Contamination* **1**, 1-13.
7. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (2017) Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Global listing of GMO Commercial Plants <http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1684467/Tabela+de+Plantas+Aprovadas+para+Comercializa%C3%A7%C3%A3o/e3087f9c-c719-476e-a9bd-bfe75def842f> (accessed May 2018).
8. Drewnowski A (2003) Fat and sugar: an economic analysis. *J Nutr* **133**, 838S-40S.
9. Singh P, Kumar R, Sabapathy SN *et al.* (2008) Functional and Edible Uses of Soy Protein Products. *Compr Rev Food Sci Food Saf* **7**, 14-28.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014) *Steady increase in incidents of low levels of GM crops in traded food and feed*. Rome: FAO.
11. Brod FCA, Arisi ACM (2007) Recombinant DNA in meat additives: Specific detection of Roundup Ready™ soybean by nested PCR. *J Sci Food Agric* **87**, 1980-4.
12. Dinon AZ, de Melo JE, Arisi ACM (2008) Monitoring of MON810 genetically modified maize in foods in Brazil from 2005 to 2007. *J Food Compos Anal* **21**, 515-8.
13. Greiner R, Konietzny U (2008) Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005. *Food Control* **19**, 499-505.
14. Dinon AZ, Tremel D, de Mello CS *et al.* (2010) Monitoring of GMO in Brazilian processed meat and soy-based products from 2007 to 2008. *J Food Compos Anal* **23**, 226-9.
15. Landrigan PJ, Benbrook C (2015) GMO, Herbicides, and Public Health. *N Engl J Med* **373**, 693-5.
16. de Vendomois JS, Roullier F, Cellier D *et al.* (2009) A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *Int J Biol Sci* **5**, 706-26.
17. Magana-Gomez JA, de la Barca AM (2009) Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. *Nutr Rev* **67**, 1-16.
18. Seralini G-E, Clair E, Mesnage R, *et al.* (2014) Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environ Sci Eur* **26**, 14.
19. Carman JA, Vliieger HR, Steeg LJV *et al.* (2013) A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *J Org Syst* **8**, 38-54.
20. Ibrahim MA, Okasha EF (2016) Effect of genetically modified corn on the jejunal mucosa of adult male albino rat. *Exp Toxicol Pathol* **68**, 579-88.
21. Shao Q, Chin KV (2011) Survey of American food trends and the growing obesity epidemic. *Nutr Res Pract* **5**, 253-9.

22. Samsel A, Seneff S (2013) Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdiscip Toxicol* **6**, 159-84.
23. Samsel A, Seneff S (2013) Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy* **15**:1416-63.
24. Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N *et al.* (2013) Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol* **59**, 129-36.
25. Swanson NL, Leu A, Abrahamson J *et al.* (2014) Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. *J Organic Sys* **9**, 2.
26. Weintraub K (2011) The prevalence puzzle: Autism counts. *Nature* **479**, 22-4.
27. Antoniou M, Habib MEM, Howard CV *et al.* (2012). Teratogenic effects of glyphosate-based herbicides: divergence of regulatory decisions from scientific evidence. *J Environ Anal Toxicol* **S4**, 6.
28. Kim KH, Kabir E, Jahan SA. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci total environ* **575**, 525-35.
29. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2000) *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
30. Brasil (1988) *Constituicao da Republica Federativa do Brasil*. Brasília: Supremo Tribunal Federal.
31. Brasil (1990) *Lei no. 8.078, de 11 de setembro de 1990 - Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
32. Brasil (2003) *Decreto Federal no. 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*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
33. Ministério da Justiça (2003) *Portaria no. 2.658, de 22 de dezembro de 2003. Define o símbolo de que trata o art. 2º, § 1º, do Decreto no. 4.680, de 24 de abril de 2003, na forma do anexo à presente portaria*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
34. Branquinho MR, Ferreira RTB, Cardarelli-Leite P (2010) Survey of compliance with labeling legislation in food containing GMO in Brazil. *J Food Compos Anal* **23**, 220-5.
35. Brasil, Ministerio da Saude, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (2002) *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC no. 259, de 20 de dezembro de 2002: aprova regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados*. Brasília, DF: Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Poder Executivo.
36. Legault L, Brandt MB, McCabe N *et al.* (2004) 2000-2001 food label and package survey: an update on prevalence of nutrition labeling and claims on processed, packaged foods. *J Am Diet Assoc* **104**, 952 - 958.
37. Williams P, Yeatman H, Zakrzewski S *et al.* (2003) Nutrition and related claims used on packaged Australian foods - implications for regulation. *Asia Pac J Clin Nutr* **12**, 138 - 150.
38. Ten JA, Olalla MC, Torres AH (2007) A review of nutrition and health claims in food. *Rev Esp Nutr Comunitaria* **13**, 163 - 175.
39. Söyler G, El SN (2009) Investigation on Turkish consumers regarding their attitudes towards grammatical styles, knowledge and compliance of nutrition messages. *Nutr Food Sci* **39**, 520 - 533.
40. Lalor F, Kennedy J, Flynn MAT *et al.* (2009) A study of nutrition and health claims - a snapshot of what 's on the Irish market. *Public Health Nutr* **13**, 704 - 711.

41. Kaur A, Scarborough P, Matthews A *et al.* (2015) How many foods in the UK carry health and nutrition claims, and are they healthier than those that do not? *Public Health Nutr* **8**, 1 - 10.
42. Feinerer, I., Hornik, K. (2017). tm: Text Mining Package. R package version 0.7-2. <https://CRAN.R-project.org/package=tm> (accessed April 2017).
43. Feinerer, I., Hornik, K. & Meyer, D. (2008). Text Mining Infrastructure in R. *Journal of Statistical Software* 25(5): 1-54. <http://www.jstatsoft.org/v25/i05/> (accessed April 2017).
44. R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (accessed April 2017).
45. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE.
46. Jobling S (2004) Improving starch for food and industrial applications. *Curr Opin Plant Biol* **7**, 210-8.
47. Sun Q, Dai L, Nan C *et al.* (2014) Effect of heat moisture treatment on physicochemical and morphological properties of wheat starch and xylitol mixture. *Food Chem* **143**, 54-9.
48. Goldfein KR, Slavin JL (2015) Why Sugar Is Added to Food: Food Science 101. *Compr Rev Food Sci Food Saf* **14**, 644-56.
49. European Food Information Council. Sugars from a food technology perspective. <http://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/sugars-from-a-food-technology-perspective> (accessed November 2016).
50. Liu TY, Ma Y, Yu SF *et al.* (2011) The effect of ball milling treatment on structure and porosity of maize starch granule. *Innov Food Sci Emerg Tech* **12**:586-93.
51. Yamada EA, Alvim ID, Santucci MCC *et al.* (2003) Centesimal composition and protein nutritive value of yeast from ethanol fermentation and of yeast derivatives. *Rev Nutr* **16**:423-32.
52. Mardegan SF, Andrade TMB, de Sousa Neto ER *et al.* (2013) Stable carbon isotopic composition of Brazilian beers - A comparison between large- and small-scale breweries. *J Food Compos Anal* **29**, 52-7.
53. Brasil (2009) *Decreto no 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
54. Council for Biotechnology Information (2016). <http://cib.org.br/> (accessed December 2016).
55. Canadian Biotechnology Advisory Committee (2002) Improving the Regulation of Genetically Modified Foods and Other Novel Foods in Canada: report to the government of Canada Biotechnology Ministerial Coordinating Committee. Ottawa, ON. <http://publications.gc.ca/collections/Collection/C2-589-2001E.pdf> (accessed July 2016).
56. McDuffie HH, Pahwa P, McLaughlin JR *et al.* (2001) Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* **10**, 1155-63.
57. Waissmann W (2002) Health surveillance and endocrine disruptors. *Cad Saude Publica* **18**,511-7.
58. Oliveira NP, Moi GP, Atanaka-Santos M *et al.* (2014) Congenital defects in the cities with high use of pesticides in the state of Mato Grosso, Brazil. *Cienc Saude Colet* **19**, 4123-30.
59. Meyer A, Sarcinelli PN, Moreira JC (1999) Are some Brazilian population groups subject to endocrine disruptors? *Cad Saude Publica* **15**, 845-50.
60. Levy-Costa RB, Sichieri R, Pontes Ndos S *et al.* (2005) Household food availability in Brazil: distribution and trends (1974-2003). *Rev Saude Publica* **39**, 530-40.

61. Brasil Ministerio da Saude (2014) *Feeding Guide for the Brazilian Population: Promoting the Health Food*. Brasília, DF: Ministerio da Saude.
62. Aumaitre A, Aulrich K, Chesson A *et al.* (2002) New feeds from genetically modified plants: substantial equivalence, nutritional equivalence, digestibility, and safety for animals and the food chain. *Livest Sci* **74**, 223-38.
63. Companhia Nacional de Abastecimento (2017). Séries históricas de área plantada, produtividade e produção, relativas às Safras 2016/2017 de algodão, milho e soja. <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=> (accessed March 2018).
64. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2017). Agrostat – Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm> (accessed March 2018).
65. Brasil, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (1978) *Resolução CNNPA no 14, de 28 de junho de 1978*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
66. Brasil, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (1978) *Resolução CNNPA no 12, de 24 de julho de 1978*. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
67. Slavin J (1991) Nutritional benefits of soy protein and soy fiber. *J Am Diet Assoc* **91**, 816-9.
68. Slavin JL, Greenberg NA (2003) Partially hydrolyzed guar gum: clinical nutrition uses. *Nutrition* **19**, 549-52.
69. Sánchez VE, Bartholomai GB, Pilosof AMR (1995) Rheological properties of food gums as related to their water binding capacity and to soy protein interaction. *J Sci Food Agric* **28**, 380-5.
70. Rosell CM, Rojas JA, Benedito de Barber C (2001) Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocoll* **15**, 75-81.
71. Hua Y, Cui SW, Wang Q (2003) Gelling property of soy protein–gum mixtures. *Food Hydrocoll* **17**, 889-94.
72. Van Nieuwenhuyzen W (1981) The industrial uses of special lecithins: A review. *J. Am Oil Chem Soc* **58**, 886-8.
73. Wassell P, Young NWG (2007) Food applications of trans fatty acid substitutes. *Int J Food Sci Tech* **42**, 503-17.
74. Ornelas LH (2007) *Técnica dietética: seleção e preparo dos alimentos*. 8 ed., 276p. São Paulo: Atheneu.
75. Belloque J, Garcia MC, Torre M *et al.* (2002) Analysis of soyabean proteins in meat products: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* **42**, 507-32.
76. Li X, Li G, Li J *et al.* (2016) Producing petrochemicals from catalytic fast pyrolysis of corn fermentation residual by-products generated from citric acid production. *Renew Energy* **89**, 331-8.
77. Max B, Salgado JM, Rodríguez N *et al.* (2010) Biotechnological production of citric acid. *Braz J Microbiol* **41**, 862-75.
78. Pyeshkova VM, Saiapina OY, Soldatkin OO *et al.* (2009) Enzyme conductometric biosensor for maltose determination. *Biopolym cell* **25**, 4.
79. Soldatkin OO, Peshkova VM, Saiapina OY *et al.* (2013) Development of conductometric biosensor array for simultaneous determination of maltose, lactose, sucrose and glucose. *Talanta* **115**, 200-7.
80. Descamps N, Palzer S, Roos YH *et al.* (2013) Glass transition and flowability/ caking behaviour of maltodextrin DE 21. *J Food Eng* **119**, 809-13.
81. Pérez A, Meléndez I, Vera I *et al.* (2015) Thermal and tensile properties of corn semolina-protein blends in the glassy state. *J Food Eng* **165**, 93-103.
82. Struck S, Jaros D, Brennan CS *et al.* (2014) Sugar replacement in sweetened bakery goods. *Int J Food Sci Tech* **49**, 1963-76.

4.3 ARTIGO 3

CORTESE, R. D. M.; MARTINELLI, S. S.; FABRI, R. F.; CAVALLI, S. B. Alimentação na atualidade: reflexões sobre o consumo de alimentos geneticamente modificados. *Revista Agroecología*, v. 12, n. 2, p. 71-79, 2017.

Resumo

Este trabalho se propõe a discutir o consumo de organismos geneticamente modificados (OGM), principalmente considerando a realidade brasileira. O consumo de OGM vem sendo associado ao aumento de doenças crônicas não transmissíveis, obesidade, autismo, doenças hepáticas e renais, doença celíaca, entre outras. No ambiente, a produção de OGM se associa a perda da biodiversidade. Nesse contexto é feita uma reflexão quanto o cultivo de OGM no Brasil e a presença dos mesmos na dieta da população brasileira. Isso porque, no Brasil, o principal objetivo das modificações genéticas é desenvolver plantas resistentes ao uso de agrotóxicos, a exemplo do glifosato, cujos malefícios já são comprovados cientificamente. E quase a totalidade da área plantada de soja, milho e algodão são geneticamente modificadas no Brasil. A problemática da liberação e cultivo de alimentos geneticamente modificados (GM) no Brasil se acentua ao se considerar o amplo uso dos subprodutos, principalmente de soja e milho, presentes em grande parte dos alimentos industrializados. Ademais, a legislação brasileira de rotulagem de alimentos exige a identificação de OGM no rótulo somente de produtos que contenham mais de 1% de ingredientes GM. Considerando a promoção de uma alimentação saudável e sustentável, atrelada à promoção da segurança alimentar e nutricional, deve-se fomentar o consumo de alimentos provenientes de produção orgânica e de base agroecológica, produzidos por produtores locais, garantindo o consumo de um produto livre de OGM. A legislação brasileira deve considerar a rotulagem obrigatória aplicada a todos os produtos contendo OGM, permitindo ao consumidor tomar decisões a partir de uma informação adequada.

Palavras-chave: Organismos Geneticamente Modificados; Sustentabilidade; Alimentação saudável; Consumo alimentar

Abstract

This paper aims to discuss the consumption of genetically modified organisms (GMO), especially considering the Brazilian reality. The consumption of GMO has been associated with an increase in chronic non-communicable diseases, obesity, autism,

hepatorenal toxicities, celiac disease, among others. In the environment, the production of GMO is associated with loss of biodiversity. In this context it is made a reflection on the cultivation of GMO in Brazil and their presence in the diet of the Brazilian population. This is due to the fact that, in Brazil, the main objective of genetic modification is to develop plants that are resistant to the use of pesticides, such as glyphosate, whose damages are already proven scientifically. And almost the entire area planted with soybeans, corn and cotton are genetically modified in Brazil. The problem of the authorisation and cultivation of genetically modified foods (GM) in Brazil is accentuated by the broad use of by-products, mainly soybean and corn, present in most industrialized foods. Furthermore, Brazilian food labeling legislation only requires the identification of GMO on products containing more than 1% of GM ingredients. In order to promote a healthy and sustainable diet, linked to the promotion of food and nutrition security, it is of paramount importance to foment the consumption of organic and agroecological food, produced by local farmers, guaranteeing GMO-free product for consumption. Brazilian legislation should consider mandatory labeling applied to all products containing GMO, allowing the consumer to make decisions based on adequate information.

Key-words: Genetically Modified Organisms; Sustainability; Healthy eating; Food consumption

Introdução

O sistema alimentar vem passando por diversas modificações ao longo dos anos, tanto em relação às formas de produção, processamento e comercialização, quanto aos padrões de consumo de alimentos. Impactos negativos no ambiente e na sociedade começam a surgir em decorrência de práticas da agricultura moderna como o uso intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizante inorgânico, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas (Gliessman 2014). Indicadores como uso do solo e da água, perda da biodiversidade, emissão de gases, mudanças climáticas, saúde e custos econômicos mostram que a dieta mundial não está seguindo na direção sustentável (Lang 2015).

Essas características são resultantes, dentre outros fatores, da primeira e segunda revolução verde, preconizadas sob a justificativa de que são necessárias novas tecnologias na produção de alimentos para que a fome no mundo seja erradicada. Essa premissa é facilmente derrubada, quando se percebe que a fome está centrada na pobreza, portanto, decorrente da falta de acesso aos alimentos e não da falta de produção dos mesmos, sendo resultado da

disponibilidade alimentar. Nesse contexto, da retórica do combate à fome, surgem os organismos geneticamente modificados (OGM) (Cavalli 2001).

Esse artigo apresenta uma contextualização sobre a alimentação na atualidade e os impactos do consumo de OGM, apresentando uma reflexão quanto ao cultivo, liberação, rotulagem e consumo de OGM, considerando a realidade brasileira.

Características da alimentação na atualidade

A alimentação da população, em diversas regiões do mundo, tem se caracterizado por modificações nos padrões de produção (Foresight 2011, Etiévant 2012) e consumo de alimentos (Popkin 2006, 2015, FAO, 2012; Poulain 2012, Imamura *et al.* 2015). Observa-se uma padronização das práticas alimentares (Garcia 2003, Hernandez 2005, Maluf 2007, Poulain 2012) e produtivas, modificações no hábito de cultivar e cozinhar alimentos em casa (Smith *et al.* 2014) e a substituição das compras de produtos frescos e *in natura* em feiras e mercados locais, pela compra de alimentos embalados processados, em grandes redes de supermercados (Popkin 2006).

Como reflexo, têm-se a perda da identidade cultural, a uniformização dos modos de vida rural e urbano e de produtos, bem como a desvalorização do conhecimento agrícola tradicional (Poulain 2004, Maranhão 2008). Ocorre, ainda, um elevado consumo de alimentos industrializados com altos teores de açúcares, gorduras (principalmente saturada e *trans*) e sódio (Popkin 2006, 2015, Poulain 2012; Brasil 2011; WHO 2013); bem como de alimentos com grandes quantidades de resíduos de agrotóxicos (FAO 2012, Horrigan *et al.* 2002, Johnston *et al.* 2014) e alimentos geneticamente modificados. Percebe-se, assim, uma descaracterização da alimentação tradicional, perda da diversidade cultural e padronização dos hábitos alimentares (Poulain 2004, 2012, Castro 2015), resultando em uma dieta composta basicamente dos mesmos ingredientes e seus derivados.

Popkin (2017) propõe discutir as modificações e a relação entre transição alimentar e nutricional e os sistemas alimentares. Aponta que os mesmos produtos embalados e processados são cada vez mais adquiridos, provenientes desde pequenas lojas em pequenas cidades, até grandes redes de supermercado em grandes cidades. O que os agricultores cultivam nos países menos desenvolvidos e para quem comercializam sua produção é determinado pelos mesmos atores econômicos de países desenvolvidos, sendo esses: o setor do agronegócio, grandes fabricantes de alimentos, redes de varejo e empresas de serviços de alimentação.

Verifica-se no Brasil o declínio no consumo de cereais, feijões, raízes e tubérculos e a crescente aquisição de alimentos industrializados (Brasil 2011, Monteiro *et al.* 2011). Ademais, o consumo de hortaliças, frutas e legumes pela população brasileira apresenta-se baixo e pouco diversificado. Apesar do aumento de 17,9% na aquisição média per capita domiciliar de frutas de 2002-2003 para 2008-2009, essa correspondeu a apenas 78g/dia/domicílio. Do mesmo modo, aquisição de hortaliças foi de 74g/dia/domicílio.

A problemática se acentua ao analisar o consumo de alimentos orgânicos e/ou de base agroecológica pela população brasileira. Apesar de os estudos ainda serem escassos, foi verificada disponibilidade domiciliar média é de 3,38g/dia de alimentos orgânicos na zona rural e 1,85 g/dia para a população brasileira urbana (Mooz, 2012). Por outro lado, o Brasil é o segundo maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Tem se observado um aumento no uso de agrotóxicos nas lavouras em relação à área plantada, passando de 10,5 litros/hectares em 2002 para 12 litros/hectare em 2011. O crescente uso de agrotóxicos pela agricultura brasileira relaciona-se a fatores como o aumento de monoculturas dependentes de insumos químicos (Carneiro *et al.* 2015) e a expansão no plantio de culturas GM (James 2016), dentre outros.

Impactos dos OGM para a saúde e ambiente

Até o momento não existe um consenso na comunidade científica sobre os riscos da produção e do consumo de OGM para o meio ambiente e a saúde (Hilbeck *et al.* 2015), Contudo, o aumento de alimentos contendo OGM e seus derivados nos últimos anos, tem sido associado à expansão de doenças no âmbito da saúde pública mundial, associando-se ao crescente uso de agrotóxicos em cultivos GM (Antonίου *et al.* 2012, Swanson *et al.* 2014, Carneiro *et al.* 2015, Kim *et al.* 2017).

Estudos realizados com animais mostraram toxicidade hepática e renal, bem como o surgimento de tumores em ratos alimentados com milho GM (De Vendomois *et al.* 2009, Magana-Gomez e De La Barca 2009, Séralini *et al.* 2012, Séralini *et al.* 2014), inflamação no estômago em suínos alimentados com soja e milho GM (Carman *et al.* 2013) e danos às membranas mucosas da superfície do jejuno em ratos alimentados com milho GM (Ibrahim e Okasha 2016).

Em humanos, avaliações sobre o impacto do consumo de OGM à saúde são complexas, pois envolvem muitos fatores, inclusive éticos e, talvez por isso, ainda são inconclusivas. Contudo, estudos demonstram que há evidências sobre a associação da exposição aos agrotóxicos utilizados em culturas GM com a maior incidência de doenças

crônicas, como câncer, doença de Alzheimer, Parkinson, asma, bronquite, problemas neurológicos, alterações hormonais, infertilidade, desordens gastrointestinais, depressão, transtorno de déficit de atenção, hiperatividade doença cardíaca, autismo, doença celíaca, diabetes e obesidade (Shao e Chin 2011, Weintraub 2011, Mostafalou e Abdollahi 2013, Samsel e Seneff 2013a, b, Thongprakaisang *et al.* 2013, Swanson *et al.* 2014).

Estudo realizado por Shao e Chin (2011) revelou que o consumo de produtos derivados de milho tem efeito significativo na tendência crescente de obesidade. Os autores também apontam que o consumo de milho GM leva a tendências semelhantes. Eles levantam a hipótese de que o consumo de produtos de milho GM pode contribuir para a obesidade, associando-a à crescente presença de ingredientes derivados do milho (como maltodextrina e xarope de milho²⁴) em alimentos. Além disso, o antígeno bacteriano derivado da proteína inseticida do *Bacillus thuringiensis*, que está presente no milho GM, conferindo-lhe resistência a insetos, pode ser o responsável pela desregulação do tecido adiposo e desenvolvimento da obesidade (Shao e Chin 2011).

O glifosato é o herbicida mais amplamente utilizado em cultivos GM em todo o mundo (Samsel e Seneff 2013b). Suas propriedades foram descobertas por cientistas da Monsanto em 1970 (Williams *et al.* 2000), sendo introduzido no mercado em 1974 com o nome comercial de Roundup[®]. No final da década de 1990 seu uso se expandiu devido ao surgimento das plantas GM cujo genoma foi alterado para se tornarem tolerantes ao princípio ativo do herbicida. A liberação de mais culturas tolerantes ao glifosato tem aumentado cada vez mais seu uso na agricultura (Swanson *et al.* 2014). No Brasil, o cultivo da soja RR[®] contribuiu para aumentar mais de 150% o consumo deste herbicida (Anvisa 2005).

Em 2015, a *International Agency for Research on Cancer* (IARC) da Organização Mundial da Saúde (Guyton *et al.* 2015, IAC/WHO 2015) classificou o glifosato como um provável cancerígeno para o ser humano. Além disso, sabe-se que o glifosato interfere no sistema endócrino e no equilíbrio de populações de bactérias intestinais. Com isso, pode levar a mutações, danos no DNA e alguns tipos de câncer (Swanson *et al.* 2014). Revisão realizada por Antoniou e colaboradores (2012) também traz estudos científicos sobre o efeito teratogênico dos herbicidas a base de glifosato. Outro estudo de revisão conduzido por Mostafalou e Abdollahi (2017) demonstrou que há evidências sobre o possível papel das

²⁴ O elevado consumo de xarope de milho rico em frutose está associado ao desenvolvimento de obesidade (Bray *et al.* 2004).

exposições de pesticidas com a maior incidência de doenças como câncer, alzheimer, parkinson, esclerose lateral amiotrófica, asma, bronquite, infertilidade, defeitos congênitos, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, autismo, diabetes e obesidade.

Desse modo, o Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), órgão do Ministério da Saúde do Brasil, se posicionou contra as atuais práticas de uso de agrotóxicos no Brasil, destacando seus riscos à saúde, como causadores de câncer (Ministério da Saúde 2015).

Cultivo de OGM no Brasil

No Brasil, a Lei de Biossegurança nº 11.105 (Brasil 2005) regulamenta a plantação, a comercialização e o consumo dos alimentos GM, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGM e seus derivados e redefine a estrutura de competências administrativas. Dessa forma, designa duas instâncias para regular os OGM: cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), instância superior de decisão; reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), segunda instância de decisão e dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB), entre outras determinações.

A CTNBio é o órgão colegiado de caráter deliberativo e avaliador, responsável pela aprovação de eventos GM no país (Brasil, 2005). A CTNBio tem ainda poder normativo para criar ou modificar regras ligadas à pesquisa, licenciamento e uso de OGM, como coexistência, liberação comercial, avaliação de riscos e monitoramento pós-comercialização (Brasil 2005).

Entre 1998 e 2017, a CTNBio aprovou para cultivo e consumo no Brasil 10 variedades de soja, 33 de milho, 12 de algodão e uma levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), além de uma variedade de feijão desenvolvido pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), o qual ainda não está disponível para consumo. Mais recentemente, também foi aprovada uma variedade de cana-de-açúcar GM (CTNBio 2017). Outra cultura GM aprovada é o eucalipto, que desperta preocupações em relação à contaminação de produtos naturais como o mel de abelhas que polinizam essa planta.

O Brasil ocupa o segundo lugar em extensão de plantio de cultivares GM no mundo, liderando o cultivo na América do Sul, com um total de 49,1 milhões de hectares de soja, milho e algodão GM (acima de 44,2 milhões em 2015) (James 2016), ocupando aproximadamente 70% da área cultivável brasileira (OECD/FAO 2015). Do total de soja, milho e algodão cultivados no Brasil, 96,5%, 88,4% e 78,3%, respectivamente, são GM (James 2016). Cabe destacar que todos os OGM liberados no país foram desenvolvidos com

exclusiva finalidade agronômica, para se tornarem tolerantes a herbicidas e/ou resistente a insetos (CTNBio 2017), sem nenhuma declaração positiva para aspectos nutricionais.

Fica evidente que a liberação dos OGM no Brasil contribuiu para o país atingir o primeiro lugar do *ranking* mundial de consumo de agrotóxicos (James 2016), uma vez que o cultivo de plantas GM exige o uso de elevadas quantidades destes produtos (Catacora-Vargas *et al.* 2012, Landrigan e Benbrook 2015). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão vinculado ao Ministério da Saúde e responsável pela liberação do uso comercial de agrotóxicos, na safra 2010/2011 o consumo total de agrotóxicos atingiu 936 mil toneladas e movimentou 8,5 bilhões de dólares no país (Anvisa e UTFPR, 2012).

Além do aumento no uso de agrotóxicos, outra grande preocupação relacionada aos riscos ambientais dos OGM é a possibilidade de contaminação genética do plantio ao processamento (Marvier e Van acker 2005, Price e Cotter 2014). Transgenes, insetos e espécies de plantas cultivadas podem contaminar espécies selvagens, implicando na perda da biodiversidade a longo prazo (Nodari e Guerra 2001).

Outros riscos do cultivo de sementes GM incluem a erosão da diversidade genética; a contaminação do solo e água; a diminuição da fertilidade do solo em função da redução da diversidade de microrganismos e o surgimento de plantas daninhas e insetos resistentes (Nodari e Guerra 2001, Bawa e Anilakumar 2013), implicando no aumento no uso de agrotóxicos. Dessa forma, contradizendo a promessa de que reduziriam o uso de agrotóxicos nas lavouras, os OGM têm contribuído para elevar as quantidades utilizadas destas substâncias (Heinemann *et al.* 2013) e, conseqüentemente, seu consumo pela população, através de resíduos presentes em alimentos.

Presença de OGM na alimentação da população brasileira

Apesar dos riscos potenciais, os OGM estão cada vez mais presentes na alimentação. Para a população brasileira, o consumo de OGM vem se tornando preocupante visto que é o segundo país que mais os cultiva, no mundo, sendo expressiva também a contaminação de sementes não GM. Além disso, a soja, o milho e o algodão dão origem a diversos produtos e subprodutos amplamente utilizados pela indústria de alimentos²⁵. Desta maneira, presume-se que a maioria dos alimentos comercializados no Brasil que possuem soja, milho e algodão ou

²⁵ Cortese *et al.* (dados não publicados) identificaram grande variedade de subprodutos de soja e milho presentes em alimentos industrializados. Cita-se como exemplo a lecitina de soja, o amido de milho, a maltodextrina, a glicose, entre outros.

um de seus subprodutos sejam GM. Além disso, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* pode ser utilizada no processo de fermentação para a produção de pães e bebidas alcoólicas, como a cerveja e o vinho.

O feijão GM desenvolvido pela Embrapa e aprovado pela CTNBio, está autorizado para comercialização. Embora ainda não esteja disponível para o consumo, essa cultura GM gera preocupações, devido à ausência de estudos mais aprofundados sobre seus riscos à saúde. Além disso, o feijão faz parte do hábito alimentar da população brasileira, sendo consumido diariamente por quase todos os brasileiros, de todas as faixas etárias, e foi aprovado pela CTNBio com estudos insuficientes para assegurar sua segurança à saúde.

A carne bovina e de aves e alimentos derivados, como leite e ovos, obtidos de animais alimentados com milho ou soja GM também podem contribuir com a ingestão de OGM na dieta. Esses resultados são preocupantes, visto que, segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2008-2009 (Brasil 2010), 24,5% da quantidade *per capita* média diária de consumo da população brasileira são provenientes de produtos de origem animal, incluindo carnes, leite e derivados e ovos.

Além disso, carnes processadas disponíveis para venda em supermercados podem ter algum ingrediente derivado de soja ou milho adicionado pela indústria. Estudo evidenciou a presença de pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho em quase metade das carnes e preparações à base de carnes disponíveis para venda em um supermercado, principalmente em peito de peru e patês, sendo a proteína de soja o ingrediente mais frequente. Contudo, nenhum dos alimentos analisados declarava a presença de ingredientes GM no rótulo (Cortese *et al.* 2017).

Neste contexto, a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) e órgãos como o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) e Conselho Federal de Nutricionistas (CFN), visando garantir a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) da população, não recomendam o consumo de alimentos GM (Brasil 2011; CFN 2012; CONSEA 2014), até que mais estudos em relação à sua segurança sejam realizados.

Desde sua primeira publicação no final dos anos 90 (Brasil 1999), a PNAN assume o propósito da garantia da qualidade dos alimentos consumidos no país. A nova versão, aprovada em 2011, visa melhorias nas condições de alimentação, nutrição e saúde, em busca da garantia da SAN da população brasileira. Destaca que a busca pela Promoção da Alimentação Adequada e Saudável deve ser alcançada com base em práticas produtivas adequadas e sustentáveis (Brasil 2013).

As práticas sustentáveis estão também expostas na definição de SAN adotada pela Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) em 2006. É considerada

“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 ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis” (Brasil 2006a).

O Guia Alimentar para a População Brasileira contém diretrizes alimentares para alimentação saudável que incorpora dimensões da sustentabilidade. Desde sua primeira edição em 2006, vem discutindo aspectos importantes para a garantia da sustentabilidade na alimentação da população (Brasil 2006b, 2014). Em sua definição de alimentação saudável e adequada, o GAPB (Brasil 2014) emprega o conceito desenvolvido pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) na III Conferência de Segurança Alimentar e Nutricional (Brasil, 2007). Contudo, o Guia tem o enfoque no processamento de alimentos e, apesar de estimular a redução no consumo de alimentos ultraprocessados, não se posiciona sobre os alimentos GM e em suas recomendações diretas não menciona a redução do consumo de alimentos geneticamente modificados pela população.

Tais recomendações não vão ao encontro do acordo internacional firmado no âmbito da Convenção sobre Diversidade Biológica e ratificado por 166 países, incluindo o Brasil, que visa proteger a diversidade biológica dos riscos dos OGM. O Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança estabelece que as autoridades competentes devem utilizar a avaliação de risco feita de forma independente e cientificamente fundamentada para tomar decisões sobre os OGM, considerando os riscos potenciais ao meio ambiente (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2000).

O Protocolo leva em consideração o Princípio da Precaução permitindo que os Estados signatários adotem medidas de precaução para proteger-se contra as ameaças de danos causados por cultivos e alimentos GM, mesmo em caso de incerteza científica (United Nations 1992; Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2000, Myhr e Traavik 2003). Em outras palavras, este princípio preconiza a adoção de medidas contra riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, ainda não podem ser identificados.

Apesar disso, diariamente consumimos uma grande variedade de produtos que podem conter componentes GM e a maioria da população não possui essa informação. Além dos

alimentos que compõe as preparações, ingredientes de adição, como molhos e temperos industrializados também podem conter ingredientes GM. Nesse sentido, destacam-se as dificuldades para a identificação da presença desses ingredientes nos alimentos industrializados pela população, tanto pela grande quantidade de produtos contendo esses ingredientes, quanto pela pouca informação disponibilizada à população e por possíveis lacunas existentes na legislação brasileira de rotulagem de alimentos GM.

A disponibilização de informações nos rótulos de alimentos busca garantir o direito à informação, instituído pela Constituição Federal de 1988 (Art. 5º, XIV) e preconizado pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC) (Art. 6º, III), que afirma que a informação adequada e clara sobre a composição dos alimentos é um direito básico do consumidor (Brasil 1988, 1990).

O CDC garante ao consumidor o direito à informação sobre o alimento por meio do rótulo, disposto de forma clara e adequada, permitindo ao consumidor o direito de escolher consumir ou não o alimento (Brasil 1990). Dessa forma, considerando o Princípio da Precaução e o direito da população à informação clara e adequada sobre os alimentos consumidos, garantido pelo CDC, é importante que ocorra a identificação de OGM em rótulos de alimentos.

Rotulagem de alimentos geneticamente modificados no Brasil

A informação clara e adequada sobre diferentes produtos e serviços é um direito básico, conforme o CDC (Brasil 1990). De acordo com a Lei de Biossegurança e com o Decreto nº 4.680 de 2003, da Presidência da República, os alimentos e ingredientes destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM ou derivados deverão conter essas informações em seus rótulos, quando o produto contiver mais de 1% de OGM (Brasil 2003, 2005).

Complementar a este decreto existe a Portaria nº 2.658/2003 do Ministério da Justiça, que define o símbolo (um triângulo amarelo com um “T” de cor preta no centro) que deve constar em qualquer alimento que contenha mais de 1% de ingrediente GM (Ministério da Justiça 2003). No entanto, o consumidor somente poderá ter a informação quando o alimento contiver mais de 1% de OGM. Aqueles produtos que apresentarem menos de 1% ficam isentos da obrigatoriedade da rotulagem, o que não significa que sejam, de fato, livres de OGM. Diante desse fato, o atual sistema de rotulagem de alimentos GM brasileiro não garante que os produtos que não declaram a presença de OGM sejam totalmente livres destes.

Por esse motivo, recomenda-se estar atento à lista de ingredientes dos produtos e sempre que possível escolher alimentos de origem conhecida, de produção orgânica e de base agroecológica, produzidos por produtores locais, com métodos artesanais, coloniais ou tradicionais.

Isso porque, ao consumirmos um alimento produzido de modo agroecológico ou orgânico, garante-se o consumo de um produto livre de OGM (Brasil, 2012). Da mesma forma, ao priorizar produtos regionais e tradicionais, espera-se que para a sua produção sejam valorizados ingredientes locais, originais e autênticos, reconhecidos culturalmente pela população que o produz e consome (Beluzzo 2006, Traditional United Europe Food 2006) e, portanto, livres ou com menor quantidade de ingredientes e aditivos industrializados à base de soja ou milho, possivelmente GM.

Desse modo, são necessárias estratégias como o retorno à dieta, cultura e agricultura locais, evitando transformar os sistemas alimentares locais em um sistema alimentar global, que exacerba o problema da desigualdade e da sustentabilidade (Gliessman 2001). Deve-se considerar a necessidade da melhoria da qualidade dos alimentos, como e por quem são cultivados (Fornazier e Belik 2013) e as implicações para a biodiversidade, para o emprego local, comércio justo e justiça social (Coley *et al.* 2009). Os hábitos alimentares, a cultura local (Gliessman 2001) e as habilidades culinárias também são considerados aspectos-chave para os padrões alimentares sustentáveis (Lairon 2012).

Considerações finais

Considera-se que uma alimentação saudável e sustentável deve ser baseada em alimentos frescos produzidos na região, de maneira agroecológica, que proteja a biodiversidade, isenta de contaminantes físicos, biológicos ou químicos e de organismos GM, que causem malefícios a todos os envolvidos, consumidores e produtores.

Nesse sentido ressalta-se a importância de medidas regulatórias mais restritivas à aprovação e produção de culturas GM no país, uma vez que ainda não foram submetidas a análises profundas dos seus impactos ambientais, sociais e na saúde. Além disso, devem ser realizadas ações no âmbito de políticas públicas direcionadas especificamente para a redução na produção e consumo de organismos geneticamente modificados, principalmente considerando a realidade brasileira. Tendo em vista a quase totalidade da produção de milho, soja e algodão geneticamente modificados no país e que há grande utilização dos seus subprodutos pela indústria de alimentos, o consumo de OGM pela população brasileira é preocupante e precisa ser investigado. Considerando o Princípio da Precaução presente no

Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, somado à promoção da segurança alimentar e nutricional que é transversal às ações políticas no campo da alimentação e nutrição, o uso indiscriminado de subprodutos de soja e milho GM pela indústria de alimentos deve ser revisto, inclusive considerando maior restrição e regulação do setor por parte do governo brasileiro.

A rotulagem obrigatória, baseada no processo produtivo e aplicada a todos os produtos, sem limite mínimo de detecção, é a única forma de garantir a informação e escolha adequada para aqueles que não querem consumir OGM. As agências governamentais competentes devem fiscalizar os alimentos industrializados para que disponibilizem a informação obrigatória da presença de ingredientes GM em seus rótulos. Além disso, o consumidor precisa ser informado quanto à presença e variedade de ingredientes derivados de milho e soja GM e presentes nos alimentos industrializados, a fim de que façam escolhas mais conscientes.

Referências

Antoniou M, Habib MEM, Howard CV, Jennings RC, Leifert C, Nodari RO, Robinson CJ, Fagan J. 2012. Teratogenic effects of glyphosate-based herbicides: divergence of regulatory decisions from scientific evidence. *Environmental & Analytical Toxicology* 4.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2005. Resolução-RE nº 477, de 23 de fevereiro de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012. A Regulação e o Mercado de Agrotóxicos no Brasil.

Beluzzo RA. 2006. Valorização da Cozinha Regional. In: *Gastronomia: Cortes e Recortes*. Araújo, Tenser (Org.). Brasília: Senac, p.181-188.

Brasil. 1988. Constituição da República Federativa do Brasil.

_____. 1990. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União.

_____. 1999. Ministério de Estado da Saúde. Portaria MS nº 710, de 10 de junho de 1999. Aprova a Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Brasília: Diário Oficial da União.

_____. 2003. Decreto Federal nº 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. Brasília, DF.

_____. 2003. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação-Geral de Alimentação e Nutrição. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Brasília: Ministério da Saúde.

_____. 2005. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União.

_____. 2006a. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

_____. 2006b. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde.

_____. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. 2007. III Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Por um Desenvolvimento Sustentável com Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. Texto de referência da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Fortaleza: CONSEA.

_____. 2010. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. IBGE: Rio de Janeiro.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção básica. 2013. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Brasília: Ministério da Saúde.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Guia Alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde, 156 p., 2014.

Bawa AS, Anilakumar KR. 2013. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns-a review. *The Journal of Food Science and Technology* 50: 1035-46.

Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.79, n.4, p.537-543, 2004.

Carman JA, Vlieger HR, Steeg LJV, Sneller VE, Robinson GW, Clinch-Jones CA, Haynes JI, Edwards JW. 2013. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of Organic Systems* 8: 38-54.

Carneiro FF, Augusto LGDS, Rigotto RM, Friedrich K, Búrigo AC. 2015. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Escola politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular.

Castro IRR. 2015. Desafios e perspectivas para a promoção da alimentação adequada e saudável no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 31: 7-9.

Catacora-Vargas G, Galeano P, Agapito-Tenfen SZ, Aranda D, Palau T, Nodari RO. 2012. Soybean Production in the Southern Cone of the Americas: Update on Land and Pesticide Use. GenØk - Centre for Biosafety. Laboratory of Developmental Physiology and Plant Genetics of the Department of Crop Sciences of the Federal University of Santa Catarina. VIRMEGRAF: Bolívia.

Cavalli SB. 2001. Segurança alimentar: a abordagem dos alimentos transgênicos. *Revista de Nutrição* 14: 41-46.

Conselho Federal de Nutricionistas. 2012. Posicionamento do CFN sobre alimentos transgênicos e produzidos com o uso de agrotóxicos, 2012.

Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. 2014. Exposição de motivos nº 002-2014/CONSEA. <http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/plenarias/exposicoes-de-motivos/2014/e.m.-no-002-2014>. (accessed May 14, 2015).

Coley D, Howard M, Winter M. 2009. Local food, food miles and carbon emissions: A comparison of farm shop and mass distribution approaches. *Food Policy* 34: 150-155.

Cortese RDM, Martinelli SS, Fabri RK, Proença RPC, Cavalli, SB. 2017. Presença de ingredientes passíveis de serem transgênicos em carnes e preparações à base de carnes. In: VI Congresso Latino-Americano de Agroecologia, X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário de Agroecologia do DF e entorno. Anais... Brasília, DF.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, 2017.

De Vendomois JS, Roullier F, Cellier D, Seralini GE. 2009. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *International Journal of Biological Sciences* 5: 706-26.

Etiévant P. 2012. Dietary behaviours and practices: Determinants, action, outcomes. In: Burlingame B; Dernini S. *Sustainable Diets and Biodiversity*. Rome: FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. *Sustainable Diets and Biodiversity*. Rome: FAO.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Sustainable Diets and Biodiversity*. Rome: FAO, 2012.

Foresight. 2011. *The Future of Food and Farming*. Executive Summary. The Government Office for Science, London.

Fornazier A, Belik W. 2013. Produção e consumo local de alimentos: novas abordagens e perspectivas para as políticas públicas. *Segurança Alimentar e Nutricional* 20: 204-218.

Gliessman SR. 2001. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

_____. 2014. *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. CRC Press Taylor & Francis Group.

Garcia RW. 2003. Reflexos da globalização na cultura alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana. *Revista de Nutrição* 16: 483-92.

Guyton KZ, Lloomis D, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Scoccianti C, Mattock H, Straif K. 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology* 16: 490-491.

Heinemann JA, Massaro M, Coray DS, Agapito-Tenzen SZ, Wen JD. 2013. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *International Journal of Agricultural Sustainability* 12: 71-88.

Hernandez JC. 2005. Patrimônio e Globalização: o caso das culturas alimentares. In: Canesqui AM, Diez-Garcia RW (Org.). *Antropologia e Nutrição: um diálogo possível*. Rio de Janeiro: Fiocruz.

Hilbeck A, Binimelis R, Defarge N, Steinbrecher R, Székács A, Wickson F, Antoniou M, Bereano PL, Clark EA, Hansen M, Novotny E, Heinemann J, Meyer H, Shiva V, Wynne B. 2015. No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe* 27.

Horrigan L, Lawrence RS, Walker P. 2002. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environmental health perspectives* 110: 445.

International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. 2015. IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. France. http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/Monograph_Volume112.pdf. (accessed Mar 28, 2015).

Ibrahim MA, Okasha EF. 2016. Effect of genetically modified corn on the jejunal mucosa of adult male albino rat. *Experimental and Toxicologic Pathology* 68: 579-88.

Imamura F, Micha R, Khatibzadeh S, Fahimi S, Shi P, Powles J. 2015. Dietary quality among men and women in 187 countries in 1990 and 2010: a systematic assessment. *The Lancet* 3: e132–e142.

James C. 2016. Brief n° 52 Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.

Johnston JL, Fanzo JC, Cogill B. 2014. Understanding Sustainable Diets: A Descriptive Analysis of the Determinants and Processes That Influence Diets and Their Impact on Health, Food Security, and Environmental Sustainability. *Advances in Nutrition: An International Review Journal* 5: 418-429.

Kim KH, Kabir E, Jahan SA. 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *The Science of the total environment* 575: 525-35.

Lairon D. 2012. Biodiversity and sustainable nutrition with a food-based approach. In: Burlingame (Org.). *Sustainable Diets and Biodiversity*. Rome: FAO.

Landrigan PJ, Benbrook C. 2015. GMO, Herbicides, and Public Health. *New England Journal of Medicine* 373: 693-5.

Lang T. 2015. Sustainable Diets: another hurdle or a better food future? *Development* 57: 240-256.

Magana-Gomez JA, De La Barca AM. 2009. Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. *Nutrition Reviews* 67: 1-16.

Maluf R. 2007. Segurança Alimentar e Nutricional com Valorização da Cultura Alimentar. In: Miranda DS, Cornelli G (Org.). *Cultura e Alimentação. Saberes alimentares e sabores culturais*. São Paulo: SESC.

Maranhão R. 2008. Usos contemporâneos do patrimônio cultural na alimentação - América. In: Montebello, NP e Collaço JHL. *Gastronomia: Cortes e Recortes*. Brasília: Senac.

Marvier M, Van Acker RC. 2005. Can crop transgenes be kept on a leash? *Frontiers in Ecology and the Environment* 3: 93-100.

Ministério da Justiça. 2003. 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. Regulamento para o emprego do símbolo transgênico. Brasília, DF: Diário Oficial da União.

Ministério da Saúde. 2015. Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos. http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrototoxicos_06_abr_15.pdf (accessed Abr 20, 2015).

Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, De Castro IR, Cannon G. 2011. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutrition* 14: 5-13.

Mooz ED. 2012. Disponibilidade Domiciliar de Alimentos Orgânicos. Programa de Pós-Graduação em Ciências (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Mostafalou S, Abdollahi M. 2013. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology* 268:157-77.

Myhr AI, Traavik T. 2003. Genetically modified (GM) crops: precautionary science and conflicts of interests. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 16:227-47.

Nodari RO, Guerra MP. 2001. Avaliação dos riscos ambientais de plantas transgênicas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 18: 36.

OECD/FAO. 2015. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2015*. OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations. Publishing: Paris.

Popkin B. 2017. Relationship between shifts in food system dynamics and acceleration of the global nutrition transition. *Nutrition Reviews* 75: 73-82.

Popkin B. 2015. Nutrition Transition and the Global Diabetes Epidemic. *Current Diabetes Reports* 15: 64.

Popkin B. 2006. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* 84: 289-98.

Poulain JP. 2004. *Sociologia da alimentação. O comedor e o espaço social alimentar*. Proença RPC, Rial CS, Conte J. (Trad.) Florianópolis: EDUFSC.

Poulain JP. 2012. *Sociologias da Alimentação: os comedores e o espaço alimentar*. Tradutores: Rossana Pacheco da Costa Proença, Carmen Silvia Rial e Jaimir Conte. Florianópolis: EDUFSC.

Price B, Cotter J. 2014. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMO), 1997–2013. *Food Contamination* 1: 1-13.

Samsel A, Seneff S. 2013. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdisciplinary Toxicology* 6: 159-84.

Samsel A, Seneff S. 2013. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2000. *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Seralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, Hennequin D, De Vendomois J. 2014. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe* 26: 14.

Séralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, Hennequin D, De Vendomois JS. 2012. Retracted: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology* 50: 4221-4231.

Shao Q, Chin KV. 2011. Survey of American food trends and the growing obesity epidemic. *Nutrition Research and Practice* 5: 253-9.

Smith LP, Ng SW, Popkin BM. 2014. Resistant to the recession: US adults maintain cooking and away-from-home eating patterns during times of economic turbulence. *American Journal of Public Health* 104: 840–846.

Swanson NL, Leu A, Abrahamson J, Wallet B. 2014. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America *Journal of Organic Systems* 9: 6-37.

Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N, Suriyo T, Satayavivad J. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology* 59: 129-36.

United Nations. 1992. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro.

Traditional United Europe Food. 2006. Newsletter of integrated project Traditional United Europe Food. Truefood. <http://www.truefood.eu/files/publications/truefoodinfo.pdf>.

Weintraub K. 2011. The prevalence puzzle: Autism counts. *Nature* 3: 22-4.

World Health Organization. 2013. Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013-2020. Geneva, Switzerland: WHO.

Williams GM, Kroes R, Munro IC. 2000. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 31: 117-65.

4.4 ARTIGO 4

CORTESE, R. D. M.; MARTINELLI, S. S.; FABRI, R. F.; CAVALLI, S. B. **Reflexões da proposta de modificação da regulamentação da rotulagem de transgênicos no Brasil.** (*Artigo de comunicação a ser submetido à Revista de Nutrição*)

A comercialização e o cultivo de transgênicos são questões centrais no cenário alimentar atual e têm gerado preocupações, principalmente, devido aos interesses políticos e econômicos que envolvem sua utilização. Além disso, não existe um consenso na comunidade científica em relação à segurança do uso e consumo de transgênicos para a saúde humana e animal e para o meio ambiente (HILBECK et al., 2015).

O Brasil é o segundo país que mais planta OGM no mundo, ocupando uma área de 49,1 milhões de hectares, o que equivale a 27% da produção mundial (JAMES, 2016) e a aproximadamente 70% da área cultivável brasileira (OECD/FAO, 2015). Do total de soja, milho e algodão cultivados no Brasil, 96,5%, 88,4% e 78,3%, respectivamente, são transgênicos (JAMES, 2016), sem considerar as possibilidades de contaminação biológica do plantio ao processamento (PRICE; COTTER, 2014). Dessa forma, pode-se presumir que a maioria dos produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão presentes nos alimentos consumidos pela população brasileira provém de plantas transgênicas.

Diante das incertezas e preocupações em relação à segurança do consumo de transgênicos, principalmente quando consideramos os agrotóxicos associados, a rotulagem é um instrumento que possibilita ao consumidor o direito de ser informado, de maneira adequada, sobre a composição dos alimentos. Tal direito deve ser assegurado independente da presença ou ausência de riscos oferecidos pelo produto.

A Lei nº 8.078/1990, que institui o Código de Defesa do Consumidor, no seu artigo 6º, inciso III, estabelece como direito básico do consumidor “a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade, tributos incidentes e preço, bem como sobre os riscos que apresentem”.

A atual regulamentação da rotulagem de transgênicos no Brasil é normatizada pela Lei de Biossegurança nº 11.105/2005, pelo Decreto nº 4.680/2003 e pela Portaria nº 2.658/2003 (BRASIL, 2003; MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2003). A Lei de Biossegurança, em seu artigo 40 afirma “Os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal

que contenham ou sejam produzidos a partir de transgênicos ou derivados deverão conter informação em seus rótulos, conforme regulamento.”

O Decreto Presidencial nº 4.680/2003, por sua vez, determina a obrigatoriedade da rotulagem para todos os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano e animal, que contenham ou sejam produzidos a partir de transgênicos, com presença acima do limite de 1% do produto (BRASIL, 2003). Este percentual foi definido com base no nível de presença não intencional de transgênicos considerado tolerável em um produto alimentício devido à contaminação nas diferentes etapas do processo produtivo do alimento.

O Decreto estabelece que, acima desse percentual, tanto os produtos embalados quanto os vendidos a granel ou in natura, informem no rótulo da embalagem ou do recipiente em que estão contidos, em destaque, no painel principal e juntamente com um símbolo, uma das seguintes expressões para informar a sua origem e composição transgênica do produto: “(nome do produto) transgênico”, “contém (nome do(s) ingrediente(s)) transgênico(s)” ou “produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico” (BRASIL, 2003).

Para regulamentar o símbolo previsto no Decreto, foi elaborada pelo Ministério da Justiça a Portaria nº 2.658/2003, que estabelece a identificação visual e gráfica do símbolo, o qual é definido como a letra “T” em maiúsculo, no centro de um triângulo amarelo (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2003).

A presença destas informações, no rótulo de alimentos transgênicos, pode deixar de ser obrigatória caso o Projeto de Lei nº 4.148/2008 (Projeto de Lei da Câmara – PLC nº 34/2015) seja aprovado no Senado. Tal projeto foi aprovado em 2015 na Câmara dos Deputados do Congresso Nacional e recebeu parecer favorável na Comissão de Agricultura e Reforma Agrária (setembro/2017) e Comissão de Meio Ambiente (abril/2018) e parecer contrário na Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (outubro/2015) e na Comissão de Assuntos Sociais (março/2018), que o avaliaram. Atualmente, o PLC está em tramitação e análise no Senado (BRASIL, 2015) e, se aprovado, acarretará várias mudanças na regulamentação da rotulagem de transgênicos no Brasil.

A principal mudança prevista pelo PLC nº 34/2015 é a retirada do símbolo T do rótulo de qualquer alimento transgênico, substituindo-o por expressões como: “(nome do produto) transgênico” ou “contém (nome do ingrediente) transgênico”, que já são obrigatórias, segundo o atual Decreto em vigor. O projeto também propõe alterar a redação do artigo 40 da Lei nº 11.105/2005, que regulamenta a fiscalização de atividades que envolvem transgênicos, com revogação do Decreto Presidencial nº 4.680/2003 e da Portaria do Ministério da Justiça nº 2.658/2003 (BRASIL, 2015).

O PLC prevê também a obrigatoriedade da rotulagem apenas se a presença de transgênicos for comprovada no produto final por meio de análise laboratorial específica. Esta exigência pode dificultar a comprovação da origem do produto transgênico, uma vez que a detecção só é possível na presença do material genético do alimento transgênico. Assim, alimentos processados ou industrializados contendo algum ingrediente derivado de soja, milho ou algodão transgênico não serão identificados como tal, pela impossibilidade de identificação de DNA transgênico nestes alimentos. Logo, alimentos como óleos, bolachas, margarinas e papinhas de bebês não serão rotulados, mesmo que contenham ingredientes transgênicos, devido à dificuldade na identificação de DNA nestes alimentos com elevado grau de processamento, ocultando esta informação ao consumidor (BRASIL, 2015).

Atualmente a identificação da origem transgênica é realizada baseada na matéria-prima utilizada na composição do produto final, isto é, no início do processo produtivo do alimento. Assim, se determinada cultura transgênica for utilizada na produção de um alimento é necessária a rotulagem indicando a presença de transgênicos. Dessa forma, um óleo derivado de soja transgênica deve ser rotulado como tal, mesmo que no produto final não seja possível detectar DNA e proteína transgênica. Considerando a facilidade de se identificar a presença de transgênicos na matéria-prima utilizada no produto, não há necessidade de qualquer comprovação laboratorial, apenas a informação no rótulo do alimento.

Por outro lado, o PLC prevê a rotulagem “livre de transgênicos” para aqueles produtos cuja análise específica não tenha comprovado a presença de transgênicos. Com isso, muitos produtos contendo ingredientes derivados de transgênicos seriam rotulados como “livre de transgênicos”, fornecendo uma informação equivocada ao consumidor. Além disso, estaria comprometendo agricultores e empresas alimentícias que produzem alimentos sem ingredientes transgênicos.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, 50,1% (n = 2410) dos alimentos que não declaravam a presença de transgênicos continham pelo menos um dos ingredientes identificados como transgênicos e, se comprovada a presença de material transgênico acima de 1%, deveriam identificar esta informação no rótulo do alimento. Contudo, com a aprovação do PLC, se não for possível essa identificação, todos estes produtos contendo algum ingrediente derivado de milho e soja, mesmo se transgênicos, seriam rotulados como livre de transgênicos.

O atual decreto em vigor desde 2003 estabelece como obrigatória a presença do símbolo definido pela Portaria nº 2.658/2003 e do nome da espécie doadora de genes no rótulo daqueles alimentos produzidos a partir de transgênicos, ou que contenham algum

ingrediente transgênico em sua composição. Já o PLC considera inapropriada a utilização do símbolo T por estar associado à ideia de risco, perigo, nocividade, cuidado e alerta. Ainda prevê a exclusão da informação da presença do nome da espécie doadora de genes no local reservado para a identificação dos ingredientes, por considerar de difícil compreensão pelo consumidor (BRASIL, 2015).

O estudo identificou que, dos 5048 alimentos embalados analisados, 238 (4,7%) declaravam a presença de transgênicos no rótulo. Desses últimos, 117 alimentos declaravam a presença isolada do símbolo T, sete alimentos dispunham da informação isolada referente à espécie doadora de genes na lista de ingredientes e 114 alimentos (2,8%) apresentavam de maneira completa as duas informações (o símbolo e o nome da espécie doadora de genes), conforme recomenda a legislação de rotulagem de alimentos GM. Estas informações não estariam mais presentes com a aprovação do PLC.

Embora alguns alimentos analisados não continham o símbolo T, mas continham o nome da espécie doadora de genes, possibilitando a identificação da natureza transgênica do alimento, o símbolo facilita a identificação de um produto transgênico e sua retirada compromete o acesso à informação pelo consumidor. A identificação da presença de transgênicos por meio de expressões como “(nome do produto) transgênico” ou “contém (nome do ingrediente) transgênico” no rótulo de alimentos com quantidade superior a 1% de transgênicos não é suficiente. Em geral, estas informações possuem letras pequenas e são apresentadas em locais de difícil identificação no rótulo.

Os resultados deste estudo demonstram um problema de regulamentação, uma vez que metade dos alimentos que não declaravam a presença de transgênicos continha pelo menos um dos ingredientes transgênicos identificados nos alimentos que declaravam sua presença. Ou seja, grande parte dos produtos continha algum ingrediente derivado de soja e milho, possivelmente transgênico, mas não estavam adequadamente rotulados. Portanto, a aprovação do PLC vai contra o código de defesa do consumidor e na contramão das propostas atuais de rotulagem, que buscam cada vez mais auxiliar na escolha do consumidor.

Enquanto a Agência Nacional de Vigilância Sanitária propõe um modelo de rotulagem nutricional que torne os rótulos mais compreensíveis, com informações claras, simples e de fácil identificação (inclusive com o uso de triângulos no painel frontal para indicar quando há excesso de açúcar, sódio, gorduras totais, saturadas e trans e adoçantes), o PLC propõe a retirada de uma informação importante para o consumidor ter seu direito de escolha assegurado.

Subprodutos de soja e milho têm sido amplamente utilizados pela indústria alimentícia. O presente estudo identificou, a partir da listagem dos ingredientes dos 5048 alimentos analisados, 101 nomenclaturas distintas, correspondentes a ingredientes possivelmente transgênicos, derivados de milho, soja e algodão ou referente à presença da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Desses ingredientes, 30 eram termos referentes aos derivados de milho, 26 de soja, três de algodão e um referente à levedura. Trinta e dois termos não informavam a origem do ingrediente, podendo ser comum aos três, como gordura vegetal e óleo vegetal, que podem ser de milho, soja, algodão ou algum outro vegetal. Diante disso, destaca-se a dificuldade da população em identificar a presença desses ingredientes possivelmente transgênicos em alimentos, situação que se agrava com a retirada do símbolo que identifica estes alimentos.

Outro ponto a ser destacado é que, contrariando o que dispõe o artigo 3º do Decreto nº 4.680/2003, o PLC também prevê a exclusão da rotulagem dos alimentos e ingredientes produzidos a partir de animais alimentados com ração contendo ingredientes transgênicos,. A justificativa para tal exclusão é a inexistência de regras no mercado internacional em relação a estes alimentos (BRASIL, 2015). O presente estudo analisou 496 carnes e preparações à base de carnes e verificou que nenhum dos alimentos continha identificação da presença de transgênicos no rótulo.

Contudo, deste total, 49,2% continham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho, possivelmente transgênico. Além da grande quantidade de ingredientes possivelmente transgênicos adicionados pela indústria alimentícia em carnes e preparações à base de carnes, animais alimentados com ração produzida com milho e/ou soja transgênicas também podem constituir fonte de transgênicos na alimentação humana e esta informação deve ser disponibilizada ao consumidor.

Quando a rotulagem é baseada no princípio de precaução, considera-se a rotulagem do alimento independente da possibilidade de detecção de transgênicos no produto final, incluindo-se todos os produtos altamente processados que não contêm DNA ou proteínas GM detectáveis, mas são derivados de culturas transgênicas, como o óleo de soja, milho ou algodão. Além disso, também se considera a presença de transgênicos no processo produtivo do alimento como, por exemplo, a utilização de levedura transgênica no processo de fermentação de um pão de trigo (GRUÈRE, 2006; FAO, 2011).

A informação da presença de transgênicos no alimento ou sua presença no processo produtivo do alimento deveria aparecer sempre, independente do percentual de transgênicos no alimento. Isso porque alimentos derivados de soja e milho tendem a conter resíduos de

agrotóxicos associados ao seu cultivo, causando riscos à saúde humana pelos efeitos já conhecidos destas substâncias.

De acordo com os dados do estudo, uma grande quantidade de alimentos pode conter ingredientes transgênicos. No entanto, muito destes alimentos não têm esta composição claramente identificada no rótulo. Isso porque a legislação brasileira permite a ausência de rotulagem naqueles alimentos que contiverem menos de 1%, o que não significa que não contenham OGM. Ressalta-se, porém, a inexistência de estudos que estabeleçam um percentual de segurança de consumo destes alimentos. Logo, mesmo se um produto contiver menos de 1% de OGM na sua composição e não for rotulado, não significa que não ofereça riscos à saúde.

O presente estudo identificou 101 nomenclaturas de produtos e subprodutos derivados de soja, milho ou algodão, possivelmente transgênicos, obtidas a partir da análise de rótulos dos 5048 alimentos analisados. Tal lista pode ser útil para que a população consiga identificar a presença de transgênicos quando não houver nenhuma informação no rótulo.

Contudo, destaca-se que a rotulagem obrigatória aplicada a todos os produtos, baseada no processo de produção e sem limite mínimo de detecção é a única forma de garantir a informação e escolha adequada para aqueles que não querem consumir transgênicos. Assim, o atual sistema de rotulagem de alimentos transgênicos brasileiro não garante que os produtos sejam totalmente livres de transgênicos. Além disso, não foram encontradas informações sobre fiscalização em relação ao cumprimento do percentual limite de ingredientes transgênicos nos alimentos, de modo que, salvo melhor juízo, pode-se supor que a indústria alimentícia pode omitir essa informação, não rotulando o produto, mesmo que contenha mais de 1% de transgênicos.

Para garantia do cumprimento desta legislação, a fiscalização é partilhada entre os diversos órgãos competentes, em conformidade com suas atribuições legais. De acordo com a Instrução Normativa n^o 1/2004, no âmbito federal, compete ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a fiscalização da documentação fiscal no campo, à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) o acompanhamento da indústria alimentícia e ao Ministério da Justiça a fiscalização da oferta dos produtos aos consumidores, sendo também competentes os órgãos estaduais e municipais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). Mas em relação à fiscalização e à realização de análise específica prevista no PLC, não fica clara de quem é a responsabilidade de provar a presença ou ausência de material transgênico com a nova regulamentação.

Por fim, embora não exista uma harmonização da legislação de rotulagem de alimentos transgênicos entre os países do Mercosul, a comercialização de alimentos transgênicos sem a devida identificação se caracteriza como um desrespeito aos direitos individuais e coletivos previstos na Constituição Federal, no Código de Defesa do Consumidor e em acordos internacionais assinados pelo Brasil.

Referências

BRASIL. **Decreto Federal nº 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. Brasília, DF, 2003.

GRUÈRE, G. P. A preliminary comparison of the retail level effects of genetically modified food labelling policies in Canada and France. **Food Policy**, v.31, p.14, 2006.

HILBECK, A.; BINIMELIS, R.; DEFARGE, N.; STEINBRECHER, R.; SZÉKÁCS, A.; WICKSON, F.; ANTONIOU, M.; BEREANO, P. L.; CLARK, E. A.; HANSEN, M.; NOVOTNY, E.; HEINEMANN, J.; MEYER, H.; SHIVA, V.; WYNNE, B. No scientific consensus on GMO safety. **Environmental Sciences Europe**, v.27, n.4, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Biosafety Resource Book**. Rome: FAO, 2011.

JAMES, C. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016**. ISAAA Brief No. 52. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. ISAAA: Ithaca, NY, 2016. Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/default.asp>. Acesso em: 20 mai. 2015.

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. Regulamento para o emprego do símbolo transgênico. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Instrução Normativa no 1 de 01 de abril de 2004. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2004.

OECD/FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**. OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations. PUBLISHING: Paris, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en. Acesso em: 23 set 2017.

PRICE, B.; COTTER, J. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMO), 1997–2013. **International Journal of Food Contamination**, v.1, n.1, p.1-13, 2014.

4.5 RESULTADOS COMPLEMENTARES

Neste item são apresentados resultados complementares da análise da presença dos 101 produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão possivelmente GM (divulgados no segundo artigo da tese, publicado no periódico científico *Public Health Nutrition*) nos 5048 alimentos disponíveis para venda em supermercado. Tais dados não constam nos artigos originais por encaminharem para uma discussão com foco diferenciado dos objetivos da tese e identificada posteriormente. Enquanto que o primeiro artigo da tese identificou a presença de apenas 20 ingredientes possivelmente GM em alimentos similares que não declaravam a presença de OGM no rótulo (primeiro manuscrito), estas análises foram ampliadas a fim de considerar todas as 101 nomenclaturas que designam os produtos e subprodutos possivelmente GM (identificadas e publicadas no segundo artigo). Tais resultados são apresentados a seguir.

Resultados

Dos 5048 alimentos analisados, 1455 (28,8%) não continham nenhum ingrediente possivelmente GM. Dentre estes alimentos estavam aveia, arroz, farinha láctea, polpa de frutas, entre outros. Em contrapartida, 3593 (71,2%) continham pelo menos um ingrediente possivelmente GM (Tabela 1).

Tabela 1 - Presença de ingredientes possivelmente GM em alimentos nos grupos definidos na legislação brasileira de rotulagem.

| Grupos | Número total de alimentos por grupo | Número total de alimentos com presença de ingredientes GM* | % de presença de ingredientes GM* em relação a todos os alimentos analisados | % de presença de ingredientes GM* por grupo de alimentos |
|--------------|-------------------------------------|--|--|--|
| Grupo 1 | 1000 | 819 | 22,8% | 81,9% |
| Grupo 2 | 441 | 124 | 3,5% | 28,1% |
| Grupo 3 | 239 | 115 | 3,2% | 48,1% |
| Grupo 4 | 359 | 252 | 7,0% | 70,2% |
| Grupo 5 | 512 | 326 | 9,1% | 63,7% |
| Grupo 6 | 280 | 165 | 4,6% | 58,9% |
| Grupo 7 | 1717 | 1483 | 41,3% | 86,4% |
| Grupo 8 | 308 | 272 | 7,6% | 88,3% |
| Grupo 9 | 192 | 37 | 1,0% | 19,3% |
| Total | 5048 | 3593 | 100% | 71,2% |

*Ingredientes referentes às 101 nomenclaturas identificadas na revisão de literatura e nos rótulos dos alimentos do censo, segundo Cortese et al. (2018).

Grupo 1: produtos de panificação, pães, cereais, leguminosas, raízes, tubérculos e produtos afins; Grupo 2: legumes frescos e enlatados; Grupo 3: frutas, sucos, néctares e refrescos de frutas; Grupo 4: leite e produtos lácteos; Grupo 5: carnes e ovos; Grupo 6: óleos, gorduras e oleaginosas; Grupo 7: açúcares e produtos que fornecem energia proveniente de carboidratos e gorduras; Grupo 8: molhos, temperos prontos, caldos, sopas e pratos prontos para o consumo; Grupo 9: cervejas.

Os Grupos 4 e 5 correspondiam a alimentos de origem animal (Grupo 4 – leite e derivados; Grupo 5 – carnes e ovos) e incluíam alimentos embalados com apenas um ingrediente, como leite integral, ovo, peito de frango, lombo suíno, entre outros. Esses alimentos não possuíam nenhum ingrediente possivelmente GM. Contudo, carnes, leite e ovos podem ter sido obtidos de animais que foram alimentados com milho ou soja GM, podendo contribuir com o consumo de OGM. Dessa forma, considerando que todos os alimentos destes grupos podem conter OGM, o percentual de alimentos com produtos e subprodutos possivelmente GM aumenta para 77,0% (n 3886).

Todos os grupos continham alimentos com presença de pelo menos um produto e/ou subproduto derivado de soja, milho e algodão, possivelmente GM. Considerando o total de alimentos, o Grupo 8 (molhos, temperos prontos, caldos, sopas e pratos preparados) apresentou o maior percentual de alimentos com ingredientes possivelmente GM (88,3%). Já do total de alimentos analisados, destacou-se o Grupo 7 (açúcares e produtos com energia proveniente de carboidratos e gorduras), que possuía cerca de 41,3% alimentos contendo algum ingrediente possivelmente GM.

Na tabela 2 podem ser observados os dados relativos aos alimentos contendo ingredientes possivelmente GM em todos os grupos e subgrupos analisados. O Grupo 7, com maior quantidade de alimentos contendo ingredientes GM entre todos os alimentos analisados, apresenta três subgrupos com a maior contribuição: biscoito doce, com ou sem recheio (16,8 %), chocolates, bombons e similares (12,8%) e bebidas não alcoólicas, carbonatadas ou não (chás, bebidas a base de soja e refrigerantes) (12,4%).

Em alguns subgrupos observou-se que mais de 90% dos alimentos continham ingredientes possivelmente GM. No grupo 1 esse percentual foi observado nos subgrupos: barra de cereais; biscoitos salgados, integrais e grissines; bolos de todos os tipos sem recheio; cereal matinal; farofa pronta; massa alimentícia; massa fresca e desidratada com e sem recheio; pães embalados; pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados com e sem recheio; pipoca; torradas; tofu; massa para tortas salgadas, preparações a base de soja;

pré-mistura para preparar chipa paraguaia; preparado desidratado para purês de tubérculos; pós para bolos e tortas.

Do grupo 2 somente o subgrupo dos vegetais empanados apresentaram ingredientes possivelmente GM em percentual superior a 90%. No grupo 4 observou-se essa condição nos subgrupos: bebida láctea; sobremesas lácteas; pós para preparo de sobremesas lácteas e sorvete. No grupo 5 foi observada nos subgrupos: apresuntado, caviar, kani-kama; peito de peru e patê. No grupo 6 foi observada nos subgrupos: gordura vegetal; maionese e molhos a base de maionese, manteiga, margarina e similares; molhos para salada a base de óleo; chantilly.

No Grupo 7, os subgrupos com maior percentual de alimentos com presença de ingredientes GM foram: doces em pasta; balas pirulitos e pastilhas; chocolates, bombons e similares; confeitos de chocolate; sorvetes; pós para o preparo de refrescos; biscoito doce, com ou sem recheio, frutas cristalizadas, panettone; bolo com frutas/ bolos e similares com recheio e/ou cobertura/ snacks a base de cereais e farinhas para petisco; mistura para o preparo de docinho, cobertura para bolo, tortas e sorvetes. Por fim, no Grupo 8 essa condição foi observada nos subgrupos: caldo (carne, galinha, legumes, etc) e pós para sopa incluindo (bori-bori, pirá caldo, soyo); molhos a base de soja e ou vinagre; molhos a base de produtos lácteos ou caldos, temporos completos.

Tabela 2 – Presença de ingredientes GM por grupo e subgrupo de alimentos

| Grupos e subgrupos | Número total de alimentos por subgrupo | Número de alimentos com presença de ingredientes GM* | % de presença de alimentos contendo ingredientes GM* por subgrupo em relação ao grupo | % de presença de alimentos contendo ingredientes GM* por subgrupo em relação ao subgrupo |
|---|---|---|--|---|
| GRUPO 1 - PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, CEREAIS, LEGUMINOSAS, RAIZES E TUBÉRCULOS, E SEUS DERIVADOS | | | | |
| 1. Amidos e féculas | 23 | 17 | 2,1% | 73,9% |
| 2. Arroz cru | 44 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 3. Aveia em flocos sem outros ingredientes | 5 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 4. Barra de cereais com até 10% de gordura | 54 | 53 | 6,5% | 98,1% |
| 5. Batata, mandioca e outros tubérculos, cozidos em água, embalados à vácuo | 7 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 6. Batata e mandioca pré-frita congelada | 10 | 8 | 1,0% | 80,0% |
| 7. Produtos a base de tubérculos e cereais pré-fritos e ou congelados | 5 | 4 | 0,5% | 80,0% |
| 8. Biscoito salgados, integrais e grissines | 100 | 99 | 12,1% | 99,0% |
| 9. Bolos, todos os tipos sem recheio | 28 | 28 | 3,4% | 100,0% |
| 10. Canjica (grão cru) | 9 | 4 | 0,5% | 44,4% |
| 11. Cereal matinal pesando até 45g por xícara - leves | 28 | 28 | 3,4% | 100,0% |
| 12. Cereal matinal pesando mais do que 45 g por xícara | 35 | 32 | 3,9% | 91,4% |
| 13. Cereais integrais crus | 7 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 14. Farinhas de cereais e tubérculos, todos os tipos | 59 | 30 | 3,7% | 50,8% |

| | | | | |
|--|-----|-----|-------|--------|
| 15. Farelo de cereais e germe de trigo | 8 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 16. Farinha Láctea | 3 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 17. Farofa pronta | 18 | 18 | 2,2% | 100,0% |
| 18. Massa alimentícia seca | 184 | 178 | 21,7% | 96,7% |
| 19. Massa desidratada com recheio | 1 | 1 | 0,1% | 100,0% |
| 20. Massas frescas com e sem recheios | 32 | 32 | 3,9% | 100,0% |
| 21. Pães embalados fatiados ou não, com ou sem recheio | 58 | 57 | 7,0% | 98,3% |
| 22. Pães embalados de consumo individual, chipa paraguaia | 2 | 2 | 0,2% | 100,0% |
| 23. Pão doce sem frutas | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 24. Pão croissant, outros produtos de panificação, salgados ou doces sem recheio | 16 | 13 | 1,6% | 81,3% |
| 25. Pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados com recheio e massas para pães | 5 | 5 | 0,6% | 100,0% |
| 26. Pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados sem recheio, chipa paraguaia | 6 | 5 | 0,6% | 83,3% |
| 27. Pipoca | 4 | 4 | 0,5% | 100,0% |
| 28. Torradas | 15 | 14 | 1,7% | 93,3% |
| 29. Tofu | 4 | 4 | 0,5% | 100,0% |
| 30. Trigo para kibe e proteína texturizada de soja | 4 | 3 | 0,4% | 75,0% |
| 31. Leguminosas secas, todas | 26 | 2 | 0,2% | 7,7% |
| 32. Pós para preparar flans e sobremesas | 20 | 17 | 2,1% | 85,0% |
| 33. Sagu | 4 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 34. Massas para pasteis e panquecas | 10 | 4 | 0,5% | 40,0% |

| | | | | |
|---|----|----|------|--------|
| 35. Massa para tortas salgadas | 4 | 4 | 0,5% | 100,0% |
| 36. Massa para pizza | 2 | 1 | 0,1% | 50,0% |
| 37. Farinha de rosca | 1 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 38. Preparações a base de soja tipo: milanesa almôndegas e hambúrguer | 16 | 16 | 2,0% | 100,0% |
| 39. Mistura para sopa paraguaia y chipaguazú | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 40. Pré-mistura para preparar bori-bori | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 41. Pré-mistura para preparar chipa paraguaia e mbeyu e outros pães | 7 | 7 | 0,9% | 100,0% |
| 42. Preparado desidratados para purês de tubérculos | 2 | 2 | 0,2% | 100,0% |
| 43. Pós para preparar bolos e tortas | 67 | 65 | 7,9% | 97,0% |
| 44. Outros alimentos | 59 | 58 | 7,1% | 98,3% |
| 99. Outros alimentos | 8 | 4 | 0,5% | 50,0% |

GRUPO 2 - VERDURAS, HORTALIÇAS E CONSERVAS VEGETAIS

| | | | | |
|--|----|----|-------|-------|
| 1. Concentrado de vegetais triplo (extrato) | 6 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 2. Concentrado de vegetais | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 3. Purê ou polpa de vegetais, incluindo tomate | 15 | 9 | 7,3% | 60,0% |
| 4. Molho de tomate ou a base de tomate e outros vegetais | 79 | 60 | 48,4% | 75,9% |
| 5. Picles e alcaparras | 4 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 6. Sucos de vegetais, frutas e sojas | 4 | 2 | 1,6% | 50,0% |
| 7. Vegetais desidratados em conserva (tomate seco) | 2 | 1 | 0,8% | 50,0% |
| 8. Vegetais desidratados para sopa | 0 | 0 | 0,0% | 0 |

| | | | | |
|---|-----|-----|-------|--------|
| 9. Vegetais desidratados para purê | 4 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 10. Vegetais em conserva (alcachofra, aspargo, cogumelos, pimentão, pepino e palmito) em salmoura, vinagre e azeite | 60 | 31 | 25,0% | 51,7% |
| 11. Jardineira e outras conservas de vegetais e legumes (cenouras, ervilhas, milho, tomate pelado) | 44 | 15 | 12,1% | 34,1% |
| 12. Vegetais empanados | 3 | 3 | 2,4% | 100,0% |
| 13. Outros alimentos | 220 | 3 | 2,4% | 1,4% |
| GRUPO 3 - FRUTAS, SUCOS, NECTARS E REFRESCOS DE FRUTAS | | | | |
| 1. Polpa de frutas para refresco, sucos concentrados de frutas e desidratados | 31 | 10 | 8,7% | 32,3% |
| 2. Polpa de frutas para sobremesas | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 3. Suco, néctar e bebidas de frutas | 168 | 100 | 87,0% | 59,5% |
| 4. Frutas desidratadas (peras, pêssegos, abacaxi, ameixas, partes comestíveis) | 14 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 5. Uva passa | 4 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 6. Fruta em conserva, incluindo salada de frutas | 12 | 5 | 4,3% | 41,7% |
| 7. Outros alimentos | 10 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| GRUPO 4 - LEITE E DERIVADOS | | | | |
| 1. Bebida láctea | 43 | 41 | 16,3% | 95,3% |
| 2. Leites fermentados, iogurte, todos os tipos | 101 | 81 | 32,1% | 80,2% |
| 3. Leite fluido, todos os tipos | 11 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 4. Leite evaporado | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 5. Queijo ralado | 5 | 0 | 0,0% | 0,0% |

| | | | | |
|--|----|----|-------|--------|
| 6. Queijo cottage, ricota desnatado, queijo minas, requeijão desnatado e petit-suisse | 23 | 11 | 4,4% | 47,8% |
| 7. Outros queijos (ricota, semi-duros, branco, requeijão, queijo cremoso, fundidos e em pasta) | 75 | 27 | 10,7% | 36,0% |
| 8. Leite em pó | 21 | 12 | 4,8% | 57,1% |
| 9. Sobremesas Lácteas | 23 | 23 | 9,1% | 100,0% |
| 10. Pós para preparar sobremesas lácteas | 33 | 33 | 13,1% | 100,0% |
| 11. Pós para preparar sorvetes | 4 | 4 | 1,6% | 100,0% |
| 12. Outros alimentos | 20 | 20 | 7,9% | 100,0% |

GRUPO 5 – CARNES E OVOS

| | | | | |
|---|----|----|-------|--------|
| 1. Almôndegas a base de carnes | 9 | 7 | 2,1% | 77,8% |
| 2. Anchovas em conserva | 2 | 1 | 0,3% | 50,0% |
| 3. Apresuntado e Corned Beef | 3 | 3 | 0,9% | 100,0% |
| 4. Atum, sardinha, pescado, mariscos, outros peixes em conserva com ou sem molhos | 28 | 11 | 3,4% | 39,3% |
| 5. Caviar | 3 | 3 | 0,9% | 100,0% |
| 6. Charque | 1 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 7. Hambúrguer a base de carnes | 25 | 16 | 4,9% | 64,0% |
| 8. Linguiça, salsicha, todos os tipos | 91 | 68 | 20,9% | 74,7% |
| 9. Kani-kama | 3 | 3 | 0,9% | 100,0% |
| 10. Preparações de carnes temperadas, defumadas, cozidas ou não | 29 | 15 | 4,6% | 51,7% |
| 11. Preparações de carnes com farinhas ou empanadas | 36 | 32 | 9,8% | 88,9% |

| | | | | |
|---|-----|----|-------|--------|
| 12. Embutidos, fiambre e presunto | 87 | 59 | 18,1% | 67,8% |
| 13. Peito de peru, blanquet | 11 | 11 | 3,4% | 100,0% |
| 14. Patês (presunto, fígado e bacon, etc..) | 29 | 29 | 8,9% | 100,0% |
| 15. Ovo | 16 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 16. Outros alimentos | 139 | 68 | 20,9% | 48,9% |
| GRUPO 6 – ÓLEOS, GORDURAS E SEMENTES OLEAGINOSAS | | | | |
| 1. Óleos vegetais, todos os tipos | 55 | 19 | 11,5% | 34,5% |
| 2. Azeitona | 35 | 21 | 12,7% | 60,0% |
| 3. Bacon em pedaços - defumado ou fresco | 6 | 1 | 0,6% | 16,7% |
| 4. Banha e gorduras animais | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 5. Gordura vegetal | 1 | 1 | 0,6% | 100,0% |
| 6. Maionese e molhos a base de maionese | 38 | 38 | 23,0% | 100,0% |
| 7. Manteiga, margarina e similares | 4 | 4 | 2,4% | 100,0% |
| 8. Molhos para saladas a base de óleo (todos os tipos) | 21 | 19 | 11,5% | 90,5% |
| 9. Chantilly | 4 | 4 | 2,4% | 100,0% |
| 10. Creme de leite | 11 | 6 | 3,6% | 54,5% |
| 11. Leite de coco | 17 | 7 | 4,2% | 41,2% |
| 12. Coco ralado | 15 | 2 | 1,2% | 13,3% |
| 13. Sementes oleaginosas (misturadas, cortadas, picadas, inteiras) | 73 | 43 | 26,1% | 58,9% |
| GRUPO 7 - AÇÚCARES E PRODUTOS COM ENERGIA PROVENIENTE DE CARBOIDRATOS E GORDURAS | | | | |
| 1. Açúcar, todos os tipos | 32 | 1 | 0,1% | 3,1% |
| 2. Achocolatado em pó, pós com base de cacau, chocolate em pó e cacau em pó | 22 | 18 | 1,2% | 81,8% |

| | | | | |
|--|-----|-----|-------|--------|
| 3. Doces em corte (goiaba, marmelo, figo, batata, etc) | 20 | 15 | 1,0% | 75,0% |
| 4. Doces em pasta (abóbora, goiaba, leite, banana, mocotó) | 58 | 56 | 3,8% | 96,6% |
| 5. Geleias diversas | 82 | 62 | 4,2% | 75,6% |
| 6. Glucose de milho, mel, melado, cobertura de frutas, leite condensado e outros xaropes (cassis, groselha, framboesa, amora, guaraná etc) | 46 | 2 | 0,1% | 4,3% |
| 7. Pó para gelatina | 75 | 26 | 1,8% | 34,7% |
| 8. Sobremesa de gelatina pronta | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 9. Frutas inteiras em conserva para adornos (cereja maraschino, framboesa) | 4 | 3 | 0,2% | 75,0% |
| 10. Balas, pirulitos e pastilhas | 118 | 117 | 7,9% | 99,2% |
| 11. Goma de mascar | 15 | 15 | 1,0% | 100,0% |
| 12. Chocolates, bombons e similares | 199 | 190 | 12,8% | 95,5% |
| 13. Confeitos de chocolate e drageados em geral | 46 | 46 | 3,1% | 100,0% |
| 14. Sorvetes de massa | 73 | 72 | 4,9% | 98,6% |
| 15. Sorvetes individuais | 29 | 29 | 2,0% | 100,0% |
| 16. Barra de cereais com mais de 10% de gorduras, torrones, pé de moleque e paçoca | 23 | 16 | 1,1% | 69,6% |
| 17. Bebidas não alcoólicas, carbonatadas ou não (chás, bebidas a base de soja e refrigerantes) | 223 | 184 | 12,4% | 82,5% |
| 18. Pós para preparo de refresco | 72 | 72 | 4,9% | 100,0% |
| 19. Biscoito doce, com ou sem recheio | 262 | 249 | 16,8% | 95,0% |

| | | | | |
|--|-----|-----|-------|--------|
| 20. Brownies e alfajores | 0 | 0 | 0,0% | 0 |
| 21. Frutas cristalizadas | 2 | 2 | 0,1% | 100,0% |
| 22. Panettone | 42 | 42 | 2,8% | 100,0% |
| 23. Bolo com frutas | 1 | 1 | 0,1% | 100,0% |
| 24. Bolos e similares com recheio e/ou cobertura | 56 | 56 | 3,8% | 100,0% |
| 25. Pão croissant, produtos de panificação, salgados ou doces com recheio e ou cobertura | 8 | 7 | 0,5% | 87,5% |
| 26. Snacks a base de cereais e farinhas para petisco | 160 | 158 | 10,7% | 98,8% |
| 27. Mistura para preparo de docinho, cobertura para bolos, tortas e sorvetes, etc. | 20 | 20 | 1,3% | 100,0% |
| 28. Outros alimentos | 29 | 24 | 1,6% | 82,8% |

GRUPO 8 - MOLHOS, TEMPEROS PRONTOS, CALDOS, SOPAS E PRATOS PREPARADOS

| | | | | |
|---|-----|-----|-------|--------|
| 1. Caldo (carne, galinha, legumes, etc) e pós para sopa incluindo (bori-bori, pirá caldo, soyo) | 18 | 18 | 6,6% | 100,0% |
| 2. Catchup e mostarda | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 3. Molhos a base de soja e ou vinagre | 3 | 3 | 1,1% | 100,0% |
| 4. Molhos a base de produtos lácteos ou caldos | 10 | 10 | 3,7% | 100,0% |
| 5. Pós para preparar molhos | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 6. Misso | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 7. Missoshiro | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 8. Extrato de soja | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| 9. Pratos preparados prontos e semiprontos não incluídos em outros itens da tabela | 226 | 199 | 73,2% | 88,1% |

| | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------|--------|-------|
| 10. Temperos completos | 38 | 35 | 12,9% | 92,1% |
| 99. Outros alimentos | 13 | 7 | 2,6% | 53,8% |
| GRUPO 9 - CERVEJAS | | | | |
| 1. Cervejas | 192 | 37 | 100,0% | 19,3% |
| TOTAL | 5048 | 3593 | | |

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção são apresentadas como considerações finais os pontos fortes e as limitações, as conclusões do estudo, bem como as recomendações provenientes da presente tese.

5.1 PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES

Os pontos fortes da presente tese estão relacionados às etapas metodológicas utilizadas para responder os objetivos, resultando em contribuições teóricas e práticas para a análise e discussão da rotulagem de OGM no Brasil. A proposta de uma abordagem diferenciada de análise da rotulagem de alimentos GM, por meio de censo com todos os produtos alimentícios disponíveis para comercialização e também pelo uso da técnica de mineração de texto, possibilitou a identificação dos ingredientes GM contidos em alimentos que declaravam a presença de OGM no rótulo e a comparação dos ingredientes destes alimentos com ingredientes de alimentos similares.

O processo de revisão de literatura com busca sistemática resultou em uma lista de nomenclaturas de ingredientes provenientes de produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão, possivelmente GM, elaborada a partir da identificação destes ingredientes em rótulos de 5048 alimentos analisados no estudo tipo censo. Além disso, fornece uma análise sobre a rotulagem de OGM em alimentos comercializados no país e contribui para registrar as possíveis fragilidades existentes na legislação brasileira de rotulagem de OGM, fomentando discussões sobre possíveis revisões na legislação e, conseqüentemente, na fiscalização.

Uma das limitações do estudo foi o fato da análise ter sido baseada em dados de alimentos obtidos em apenas um supermercado. Entretanto, o supermercado foi selecionado intencionalmente, por representar uma rede pertencente a uma das dez maiores do país e por oferecer uma grande variedade de produtos pertencentes a marcas que também podem ser encontradas em outras redes e lojas em todo o país, o que garante a validade externa do estudo. Além disso, este é o terceiro estudo do tipo censo realizado no Brasil investigando diferentes aspectos dos rótulos de todos os alimentos disponíveis em um supermercado; os outros dois estudos também foram conduzidos pelo NUPPRE.

Outra possível limitação é o fato deste estudo não avaliar a presença de todos os possíveis produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão nos alimentos analisados do censo. Foram investigados somente aqueles identificados como GM em algum alimento que declarava a presença de OGM no rótulo. Ingredientes com nomenclaturas semelhantes,

mas distintas daquelas identificadas como GM também não foram incluídos nas análises. Isto por um lado impõe veracidade aos achados, mas por outro, pode implicar em subidentificação da presença de outros ingredientes possivelmente GM. Contudo, destaca-se a grande contribuição prática do presente estudo que traz uma lista de nomenclaturas de ingredientes possivelmente GM, elaborada a partir da identificação de produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão nos rótulos dos 5048 alimentos embalados disponíveis para venda em um supermercado no Brasil.

A maioria dos estudos disponíveis na literatura científica realiza a identificação da presença de OGM nos alimentos por meio da análise laboratorial em pequenas amostras de alimentos. Logo, outra possível limitação deste estudo pode ser o fato de não poder afirmar que os ingredientes dos alimentos elencados como passíveis de serem GM realmente o sejam. Contudo, o presente estudo foi realizado considerando a perspectiva do consumidor, que só tem acesso à lista de ingredientes do alimento, que atualmente é a fonte de informação disponível para a identificação de ingredientes passíveis de serem GM nos alimentos embalados comercializados no Brasil. Ressalta-se ainda a crescente produção de alimentos GM no Brasil, que corresponde a 96,5% da soja, 88,4% do milho e 78,3% do algodão cultivados no país, além do elevado risco de contaminação ao longo da cadeia de produção. Assim, presume-se uma grande possibilidade de que os ingredientes derivados de soja, milho e algodão GM em alimentos embalados, mesmo sem verificação laboratorial. Além disso, seria inviável fazer análise de detecção laboratorial em amostras de 5048 alimentos.

Outra limitação está na dificuldade de identificação de nomenclaturas de ingredientes possivelmente GM, em determinados alimentos. Segundo a RDC nº 259/2002, quando utilizados óleos ou gorduras, os fabricantes têm a obrigatoriedade de especificar se são de origem animal ou vegetal e se o óleo foi hidrogenado ou parcialmente hidrogenado (BRASIL, 2002). No entanto, observa-se que os fabricantes não declaram os nomes completos dos ingredientes, incluindo os tipos de matérias-primas utilizadas (soja, milho, algodão) na elaboração de um produto. Um exemplo é a informação na lista de ingredientes “gordura vegetal”, ao invés de aparecer “gordura vegetal de soja”. Isto pode dificultar a identificação de ingredientes derivados de OGM nestes alimentos. Esta limitação pode ser minimizada com base na lista de nomenclaturas de ingredientes possivelmente GM aqui elaborada, que previu a inclusão de tais ingredientes.

Ademais, conforme pode ser observado no referencial teórico, destaca-se também a dificuldade de encontrar estudos na literatura científica para a comparação dos dados, principalmente em relação à análise dos rótulos de alimentos GM. Entretanto, este fato denota

a originalidade desta pesquisa, que trará contribuições em uma temática pouco explorada, especialmente no Brasil.

5.2 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da tese culminou em conclusões provenientes tanto dos resultados das fases dos estudos quanto dos resultados da formação da autora durante o período. Embora ambas as fontes tenham aspectos em comum, as conclusões são abordadas separadamente, dadas as suas peculiaridades.

5.2.1 Conclusões sobre o percurso de formação da doutoranda

Acredita-se que a trajetória percorrida durante os anos como aluna de doutorado no PPGN da UFSC conduziu ao crescimento e amadurecimento pessoal e profissional, cumprindo um dos principais objetivos da formação de um doutor.

Inicialmente, destaca-se o embasamento metodológico aprofundado nos primeiros anos do doutorado, bem como o desenvolvimento de habilidades específicas e variadas por meio da discussão de abordagens qualitativas e quantitativas em diferentes disciplinas ofertadas. Do mesmo modo, o PPGN incentiva a reflexão constante sobre o tema e problema de pesquisa desde a entrada no Programa, propiciando momentos de discussão coletiva por meio da apresentação de cada etapa desenvolvida em seminários com a participação de outros alunos e professores.

Na trajetória de formação da doutoranda cabe destacar a oportunidade de participar de várias atividades envolvendo a discussão sobre OGM, com o projeto “Capacitação em Biodiversidade e Biorrisco: Cooperação Brasil-Noruega”, firmado entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Genok (*Co-operative Brazil - Norway Initiative for Competence Building in Biodiversity and Biosafety*). Neste momento de aproximação com a temática de rotulagem de alimentos GM, foi possível realizar um curso de Capacitação de biossegurança de OGM e participar de várias palestras, demonstrações de laboratório, trabalhos em grupo, estudos de caso e discussões, proporcionando uma visão holística sobre a temática da tese. A experiência vivenciada durante o curso foi de fundamental importância para a compreensão dos principais conceitos e para a aproximação da temática, tendo ainda a oportunidade de contato com pesquisadores de vários países e alunos de outras áreas, como a agronomia, a genética e a sociologia.

Vários resultados preliminares da presente tese têm sido divulgados em palestras e resumos. Destaca-se a palestra ministrada no Congresso Brasileiro de Nutrição - CONBRAN

2016. Tal oportunidade foi considerada uma experiência muito válida e gratificante, pela troca de conhecimento e atualização na área de produção de refeições.

Destaca-se também a participação da doutoranda em várias etapas da execução do projeto de pesquisa intitulado “Rotulagem nutricional em alimentos industrializados brasileiros: análise multitemática sobre a utilização pelo consumidor e influência nas escolhas”, coordenado pela professora Rossana Pacheco da Costa Proença e financiado pela Chamada Nº 05/2014 – Pesquisas em Vigilância Sanitária, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ANVISA, sob número de processo 440040/2014-0. Neste projeto, a doutoranda participou da discussão das atividades a serem desenvolvidas, das etapas de coleta e análise de dados, bem como da elaboração do relatório final. Essa inserção vai além das atribuições e atividades no processo de doutorado e contribuiu sobremaneira para o processo de formação da doutoranda para além do desenvolvimento da tese.

5.2.2 Conclusões do estudo

A partir dos resultados da presente tese, observou-se que, apesar da declaração da presença de ingredientes GM ser obrigatória desde 2003, poucos alimentos estavam em conformidade com esta regulamentação. Dos 5048 alimentos embalados analisados, apenas 238 (4,7%) declaravam a presença de OGM no rótulo. Destes, somente 114 (2,3%) estavam em conformidade com a legislação de rotulagem de OGM vigente. Em seis dos nove grupos alimentares, definidos com base na RDC nº 359/2003, havia alimentos contendo a declaração da presença de algum ingrediente GM, sendo a maioria do Grupo 1 (produtos de panificação) e Grupo 7 (açúcares).

O estudo identificou 20 ingredientes GM nos rótulos dos alimentos que declaravam a presença de OGM, sendo a maioria derivada de milho (75%), destacando-se o amido de milho. Além do amido de milho, outros ingredientes GM encontrados com maior frequência nas listas de ingredientes destes alimentos foram o fermento químico, a maltodextrina e a gordura vegetal. Na etapa de busca sistematizada na literatura científica, observou-se que tais ingredientes podem ser provenientes de subprodutos derivados de soja, milho e algodão e, portanto, passíveis de serem GM, considerando a quase totalidade da produção dessas culturas no Brasil ser a partir de sementes GM. Contudo, podem se tornar um fator de confusão para os consumidores por não conterem os termos “milho” ou “soja” ou “algodão”, dificultando a identificação de OGM em um alimento.

A análise da presença dos 20 ingredientes GM nos alimentos que não declaravam a presença de OGM no rótulo (n 4810) identificou que 47,7% (n 2410) dos produtos analisados continha pelo menos um desses ingredientes. Contudo, esse resultado pode estar subestimado pelo fato de a análise da lista de ingredientes ter sido restrita aos 20 ingredientes identificados como GM nos rótulos de alimentos que declaravam a presença de OGM. Assim, pode não ter incluído a totalidade de produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão utilizados atualmente pela indústria alimentícia, posto que outros ingredientes GM podem estar presentes em alimentos que não trazem a declaração da presença de OGM.

A etapa de busca na literatura científica resultou na listagem de 13 produtos e subprodutos derivados de soja, 14 derivados de milho, um produto derivado de algodão e um referente à presença da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, os quais constituíam ingredientes identificados com 101 nomenclaturas distintas presentes nas listas de ingredientes dos 5048 alimentos analisados no censo em supermercado. Desses, 30 eram termos referentes aos derivados de milho, 26 de soja, três de algodão e um referente à levedura. Trinta e dois termos não especificavam a origem do ingrediente, podendo ser comum aos três, como gordura vegetal e óleo vegetal, que podem ser de milho, soja, algodão ou algum outro vegetal. Nestes casos, os ingredientes foram considerados passíveis de serem subprodutos de soja, milho e algodão, de acordo com a literatura científica e critérios já explicados no método.

Como exemplos de ingredientes que são derivados de soja, milho ou algodão, mas que não estavam presentes na lista de ingredientes dos alimentos que declaravam a presença de OGM, cita-se o extrato de soja, flocos de milho, óleo vegetal (que pode ser de milho, soja ou algodão), proteína de soja e xarope de milho. Com exceção da maltodextrina, o fermento químico, o amido de milho e a gordura vegetal também estavam entre os ingredientes mais frequentes nas listas de ingredientes dos alimentos que não declaravam a presença de OGM, juntamente com a lecitina de soja, que teve a maior frequência de citação.

Além disso, ingredientes com nomenclaturas semelhantes aos 20 ingredientes GM encontrados nos alimentos que declaravam a presença de OGM, mas que não foram identificados como GM, não foram incluídos nas análises. Como exemplo, cita-se a glicose de milho e o xarope de milho. Assim, para a identificação dos ingredientes passíveis de serem GM no Brasil, assim como em outros países nos quais a rotulagem de OGM não é obrigatória, a lista de ingredientes é o único meio de estimar a presença, mas não a quantidade, nos alimentos embalados. Contudo, conforme os resultados desta tese, há ingredientes com nomenclaturas que não deixam clara a sua origem, podendo dificultar a identificação de OGM

e, conseqüentemente, o seguimento do Princípio da Precaução de evitar o consumo destes ingredientes.

Outros exemplos de ingredientes passíveis de dúvidas são o colorífico, o fermento químico, o leite em pó e a margarina, posto que a informação completa dos componentes de sua elaboração não é disponibilizada quando estes ingredientes fazem parte da lista de ingredientes de alimentos embalados. Contudo, sabe-se que tais ingredientes compostos contêm derivados de soja ou milho, como o amido de milho, presente no colorífico e no fermento químico, a lecitina de soja, presente no leite em pó e os óleos de soja ou milho ou outro vegetal, componentes da margarina. O fermento biológico, por sua vez, é composto pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* e essa informação também não é disponibilizada para o consumidor.

Os resultados da presente tese mostram que o consumo de alimentos embalados sem declaração da presença de OGM pode aumentar as chances de consumo de alimentos GM e agrotóxicos associados ao processo produtivo. No entanto, muitos destes alimentos não têm a composição claramente identificada no rótulo. Isso pode ser devido à legislação brasileira, que obriga a rotulagem apenas daqueles alimentos que contiverem mais de 1% de OGM, ou seja, os alimentos que contiverem menos de 1% ficam isentos da obrigatoriedade da rotulagem, o que não significa que não contenham OGM. Além disso, não se encontraram informações sobre fiscalização em relação ao cumprimento deste percentual de ingredientes possivelmente GM nos alimentos, de modo que, salvo melhor juízo, pode-se supor que a indústria alimentícia omite essa informação, não rotulando o produto, mesmo que contenha mais de 1% de OGM. Para exemplificar, no presente estudo, foi encontrado um alimento contendo 13 ingredientes diferentes passíveis de serem GM sem haver declaração da presença de OGM no rótulo.

Este caso torna evidente a não conformidade dos rótulos em relação à declaração da presença de OGM, visto que tais alimentos contêm mais que um ingrediente GM e, provavelmente, em quantidades superiores a 1% do produto. Assim, é possível que o fabricante não tenha considerado o somatório das quantidades de ingredientes possivelmente GM e, portanto, omitiu essa informação no rótulo. Considerando que a legislação de rotulagem vigente não obriga a notificação da quantidade de cada ingrediente no alimento, este exemplo demonstra uma dificuldade na fiscalização pelos órgãos competentes, que devem fiscalizar os produtos com possibilidade de risco à saúde, obtidos por engenharia genética, dos quais fazem parte os alimentos GM (BRASIL, 1999).

Estes casos revelam o não cumprimento do direito do consumidor à informação clara e precisa sobre os alimentos, conforme preconizado na Estratégia Global para Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde (WHO, 2004) e no Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990). Ainda, reforçam-se preocupações em relação aos efeitos do consumo desses alimentos à saúde humana pela ausência de evidências científicas sobre a segurança do seu consumo. Isso porque alimentos derivados de soja e milho poderão conter também resíduos dos agrotóxicos associados ao seu cultivo, acrescentando riscos à saúde humana (MCDUFFIE et al., 2001; WAISSMANN, 2002; SHAO; CHIN, 2011; WEINTRAUB, 2011; NARAYAN et al., 2013; SAMSEL; SENEFF, 2013a,b; THONGPRAKAISANG et al., 2013; AMARAL, 2014; STARLING et al., 2014; SWANSON et al., 2014; MOISAN et al., 2015; KOUTROS et al., 2016; PRESUTTI et al., 2016; HICKS et al., 2017; KIM et al., 2017). Ademais, ressalta-se a inexistência de estudos que estabeleçam um percentual seguro de consumo de OGM, o que significa que, mesmo se um alimento contiver menos de 1% de OGM na sua composição, não significa que ele não ofereça riscos à saúde.

A análise de dados secundários sobre o consumo alimentar da população brasileira mostrou que, dos 105 subgrupos alimentares consumidos pela população brasileira, 38 não continham nenhum ingrediente possivelmente GM, por serem alimentos como arroz, feijão, frutas, verduras, raízes, tubérculos e oleaginosas. Assim, observou-se que 63,8% (n= 67 subgrupos alimentares) da variedade dos alimentos mais consumidos pela população tem presença de ingredientes possivelmente GM. A quantidade *per capita* média diária de consumo de alimentos do brasileiro foi de 1.587,8 g. Dessas, 1.023,8 g (64,5%) eram provenientes de alimentos contendo ingredientes provenientes de subprodutos derivados de soja, milho e algodão, passíveis de serem GM. Além disso, a maioria dos itens alimentares analisados continha três ou mais ingredientes derivados de milho e soja, possivelmente GM, o que nos leva a crer que o consumo de alimentos embalados industrializados pode aumentar as chances de consumo de alimentos GM pela população brasileira.

5.3 RECOMENDAÇÕES

Este estudo se baseia na importância do cumprimento do Princípio da Precaução, ou seja, a ausência de evidências científicas sobre a segurança dos OGM à saúde humana e animal requer controle na produção e no consumo até que novos estudos sejam realizados. Visando garantir a Segurança Alimentar e Nutricional e a soberania alimentar no país, em consonância com as recomendações do Conselho Federal de Nutricionistas, esse estudo

reconhece a necessidade da redução do consumo de OGM até que estudos comprovem sua segurança. Partindo dessa premissa, a presente tese discutiu e defende a necessidade da rotulagem dos alimentos atuar efetivamente como fonte de informação para que a população possa realizar escolhas conscientes e informadas.

Contudo, os rótulos de alimentos analisados a partir de censo realizado em supermercado revelaram que dos 5048 produtos, 2648 (52,5%) continham algum ingrediente possivelmente GM. Desses, 238 (9,0%) declaravam a presença de alimento GM no rótulo, sendo que 117 continham o símbolo definido pela Legislação 2.658/2003, sete tinham a informação isolada do gene doador da espécie e 114 apresentaram as duas informações, estando em conformidade com a legislação vigente no país. Dessa forma, percebe-se que apenas 4,3% dos alimentos que continham ingredientes possivelmente GM estavam rotulados de maneira adequada. Isso fere o direito do consumidor em ser informado sobre o consumo de alimentos GM, previsto pela Lei de Biossegurança brasileira nº 11.105/2005, bem como o acesso a informações claras e adequadas sobre a composição dos alimentos, garantido pelo Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990).

A ausência de rotulagem informando a presença de OGM no alimento é contrária ao Princípio da Precaução e viola o direito dos consumidores à informação, conforme assegurado pelo artigo 31 do Código de Defesa do Consumidor. O CDC, no seu artigo 6, reconhece como um direito básico do consumidor: “a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade, tributos incidentes e preço, bem como sobre os riscos que apresentem” (BRASIL, 1990).

As agências governamentais competentes na fiscalização dos alimentos embalados devem garantir que as informações obrigatórias sobre a presença de ingredientes GM estejam presentes nos rótulos.

Está em tramitação e análise no Senado Federal o Projeto de Lei da Câmara 34/2015 que contraria compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, como o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Organização das Nações Unidas. Esse PLC desregulamenta a rotulagem de OGM no país, abrindo brechas na legislação e dificultando a identificação de OGM com a retirada do símbolo atualmente utilizado para identificar a presença destes nos rótulos dos alimentos. A retirada do símbolo de transgênico, bem como outras mudanças propostas pelo PLC, são retrocessos na regulamentação já aprovada e vigente no Brasil, que garante a informação adequada aos consumidores. Destaca-se que até a publicação da presente tese não houve mudança na legislação.

A legislação atual de rotulagem de OGM prevê a informação ao consumidor. Contudo, mesmo com o cumprimento da regulamentação não é possível garantir que todos os alimentos que contenham ingredientes possivelmente GM serão rotulados. A rotulagem não é obrigatória quando a quantidade de cada ingrediente GM de um alimento não ultrapassa o limite de 1% do peso do produto.

Por esse motivo, esta investigação apoia a necessidade de revisão da legislação a fim de melhorar a confiabilidade dos rótulos e garantir a informação da presença de qualquer quantidade de ingrediente derivado de OGM no alimento. A rotulagem de todos os produtos e sem limite mínimo de detecção é a única forma de garantir a informação e escolha adequada para aqueles que não querem consumir alimentos GM poderem identificar e selecionar os produtos com base em seu conteúdo GM. Assim, o atual sistema brasileiro de rotulagem de alimentos GM não garante que os produtos sem rotulagem de OGM sejam totalmente livres de OGM. Além disso, ressalta-se a necessidade dos aditivos alimentares serem identificados na lista de ingredientes conforme a quantidade presente no alimento, em ordem decrescente, assim como já é obrigatório para os outros ingredientes.

Foram observadas 101 nomenclaturas distintas de produtos e subprodutos possivelmente GM nos alimentos embalados analisados no censo. Dessas, 32 não especificavam a origem, como exemplo, cita-se a gordura vegetal e óleo vegetal. Isso demonstra a dificuldade em identificar a presença de ingredientes possivelmente GM em alimentos. Essas conclusões enfatizam a necessidade da regulamentação brasileira de rotulagem estabelecer como obrigatória a especificação da origem da matéria-prima utilizada, além de padronizar nomenclaturas para todos os alimentos comercializados.

A presente tese mostrou a elevada exposição da população brasileira a produtos e subprodutos possivelmente GM. Essa conclusão é embasada nos dados relativos à realização de censo de produtos alimentícios disponíveis para comercialização em supermercado e também por meio da análise dos alimentos mais consumidos pela população brasileira, segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-09). Observou-se que o consumo de alimentos embalados industrializados pode aumentar as chances de consumo de alimentos GM, uma vez que, segundo a análise deste estudo, a maioria dos alimentos mais consumidos pela população brasileira possuía três ou mais ingredientes derivados de milho e soja, possivelmente GM.

Contudo, considerando as possibilidades de contaminação ambiental de OGM e o consumo de produtos animais *in natura*, mesmo se não houver o consumo de nenhum alimento embalado, abre-se um outro conjunto de possibilidades de consumo de produtos GM

pela população brasileira. Isso por que muitos dos ingredientes GM declarados nos rótulos dos alimentos analisados no presente estudo são utilizados como ingredientes de preparações culinárias usualmente preparadas e consumidas em casa ou em restaurantes. Assim, mesmo que o nutricionista ou gestor não utilize uma grande quantidade de alimentos industrializados, pode estar fazendo o uso de alimentos GM dependendo, por exemplo, do tipo de óleo utilizado para o preparo dos alimentos (óleo de soja, milho ou algodão).

No mesmo sentido, a divulgação de informações para a população sobre a presença de OGM nos alimentos precisa ser mais abrangente. A ausência dessa abordagem na versão do Guia Alimentar para a População Brasileira de 2014 demonstra a necessidade de sua qualificação com a inserção de recomendações que levem em conta o Princípio da Precaução e o direito à informação para que possam contribuir com a garantia da segurança alimentar e nutricional, em todas as suas dimensões. Nesse sentido, uma nova proposta do Guia deve incluir a recomendação de uma alimentação livre de OGM em nível individual e coletivo, abrangendo também a alimentação escolar, restaurantes institucionais, etc.

A rotulagem também pode ser uma medida de saúde pública útil para o monitoramento pós introdução no mercado e pesquisas sobre as doenças ou agravos na saúde, causados pelo consumo de alimentos GM. Contudo, na lista nacional de doenças e agravos de notificação compulsória do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014) não há um sistema de registro para doenças causadas pelo consumo de alimentos GM, o que pode explicar a não existência, até o momento, de casos notificados no país deste tipo de doença. Nesse sentido, recomendam-se estudos futuros que abordem a relação do consumo de alimentos GM com a saúde humana.

Esta tese pode também servir de subsídio para a elaboração de ações e políticas públicas voltadas para a garantia do direito à informação ao consumidor, conforme preconizado na Estratégia Global para Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde e no Código de Defesa do Consumidor. Ainda, o direito à autonomia e soberania alimentar do país em decidir qual alimento quer produzir e consumir, por meio de medidas regulatórias mais restritivas à aprovação e produção de culturas GM no país, que não foram submetidas a análises profundas dos seus impactos ambientais, sociais e na saúde, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional (SAN) da população, considerando o Princípio da Precaução.

Os resultados da tese também mostram que a ausência de especificação de origem de alguns ingredientes pode dificultar a identificação de OGM nas listas de ingredientes em alimentos embalados. Ressalta-se, por fim, a importância da presença da especificação de

origem de alguns ingredientes para auxiliar na identificação de OGM nas listas de ingredientes em alimentos embalados.

Recomenda-se também que os resultados da tese sejam utilizados para a elaboração de guias para auxiliar os consumidores a identificar alimentos contendo OGM, além de subsidiar cursos de formação para nutricionistas.

Por fim, espera-se que as reflexões advindas desta tese contribuam para destacar a necessidade de ações de fiscalização e revisões na legislação brasileira de rotulagem de OGM, de forma que o consumidor seja informado sobre a composição dos alimentos e possa exercer o seu direito de fazer escolhas alimentares informadas.

REFERÊNCIAS

ABRAS. Associação Brasileira de Supermercados. **Dinamismo e eficiência 500 do Ranking. Ranking ABRAS 2013**. Revista Superhiper. Ano 39, n. 442, 2013a.

_____. Associação Brasileira de Supermercados. **Ranking ABRAS 2013**. Revista Superhiper. Ano 39, n. 442, 2013b.

AGAPITO-TENFEN, S. Z.; GUERRA, M. P.; WIKMARK, O. G.; NODARI, R. O. Comparative proteomic analysis of genetically modified maize grown under different agroecosystems conditions in Brazil. **Proteome Science**, v.11, n.1, p.46, 2013.

AHMED, F. E. Detection of genetically modified organisms in foods. **Trends in Biotechnology**, v.20, n.5, p.215-23, 2002.

ALAVANJA, M. C.; ROSS, M. K.; BONNER, M. R. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. **CA: A Cancer Journal for a Clinicians**, v.63, n.2, p.120-42, 2013.

ALMEIDA, V. E. S. D.; FRIEDRICH, K.; TYGEL, A. F.; MELGAREJO, L.; CARNEIRO, F. F. Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, p.3333-3339, 2017.

AMARAL, A. Pesticides and Asthma: Challenges for Epidemiology. **Frontiers in Public Health**, v.2, n.6, 2014.

ANDREASSEN, M.; ROCCA, E.; BØHN, T.; WIKMARK, O.-G.; VAN DEN BERG, J.; LØVIK, M.; TRAAVIK, T.; NYGAARD, U. C. Humoral and cellular immune responses in mice after airway administration of Bacillus thuringiensis Cry1Ab and MON810 cry1Ab-transgenic maize. **Food and Agricultural Immunology**, v.26, n.4, p.521-537, 2014.

ANDRIOLI, A. I.; FUCHS, R. **Transgênicos: As sementes do mal. A silenciosa contaminação de solos e alimentos**. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

ANKLAM, E.; GADANI, F.; HEINZE, P.; PIJNENBURG, H.; VAN DEN EEDE, G. Analytical methods for detection and determination of genetically modified organisms in agricultural crops and plant-derived food products. **European Food Research and Technology**, v.214, n.1, p.3-26, 2002.

ANTONIOU, M.; HABIB, M. E. M.; HOWARD, C. V.; JENNINGS, R. C.; LEIFERT, C.; NODARI, R. O.; ROBINSON, C. J.; FAGAN, J. Teratogenic effects of glyphosate-based

herbicidas: divergence of regulatory decisions from scientific evidence. **Environmental & Analytical Toxicology**, v.4, n.6, 2012.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-RE nº 477, de 23 de fevereiro de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Perguntas e Respostas sobre Fórmulas Infantis**. Gerência de Produtos Especiais. Gerência Geral de Alimentos. ANVISA: Brasília, DF, 2014. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1b72ce0043163045ac68bde6ad24d25c/Perguntas+e+Respostas+sobre+F%C3%B3rmulas+Infantis_3a+vers%C3%A3o_fev+2014.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 04 abr. 2015.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em alimentos (PARA)**. Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 e 2015: Brasília, 2016. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8. Acesso em: 08 out. 2014.

ANVISA; UFPR. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Universidade Federal do Paraná. **A Regulação e o Mercado de Agrotóxicos no Brasil**. ANVISA, Brasília, 2012.

ARDEKANI, A. M. Genetically Modified Foods and Health Concerns. **Iranian Journal of Biotechnology**, v.12, n.2, p.e19512, 2014.

ARVANITOYANNIS, I. S.; CHOREFTAKI, S.; TSERKEZOU, P. Presentation and comments on EU legislation related to food industries–environment interactions: sustainable development, and protection of nature and biodiversity – genetically modified organisms. **International Journal of Food Science & Technology**, v.41, n.7, p.813-832, 2006.

BARANSKI, M.; SREDNICKA-TOBER, D.; VOLAKAKIS, N.; SEAL, C.; SANDERSON, R.; STEWART, G. B.; BENBROOK, C.; BIAVATI, B.; MARKELLOU, E.; GIOTIS, C.; GROMADZKA-OSTROWSKA, J.; REMBIALKOWSKA, E.; SKWARLO-SONTA, K.; TAHVONEN, R.; JANOVSKA, D.; NIGGLI, U.; NICOT, P.; LEIFERT, C. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. **British Journal of Nutrition**, v.112, n.5, p.794-811, 2014.

BARROS, N. E. F. D.; OLIVEIRA, E. M. M.; MARIN, V. A. Aplicabilidade da metodologia de reação de polimerase em cadeia em tempo real na determinação do percentual de organismos geneticamente modificados em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.21, p.85-92, 2008.

BAWA, A. S.; ANILAKUMAR, K. R. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns-a review. **The Journal of Food Science and Technology**, v.50, n.6, p.1035-1046, 2013.

BELLOQUE, J.; GARCIA, M. C.; TORRE, M.; MARINA, M. L. Analysis of soyabean proteins in meat products: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.5, p.507-32, 2002.

BENACHOUR, N.; SÉRALINI, G.-E. Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. **Chemical Research in Toxicology**, v.22, n.1, p.97-105, 2009.

BENACHOUR, N.; SIPAHUTAR, H.; MOSLEMI, S.; GASNIER, C.; TRAVERT, C.; SERALINI, G. E. Time- and dose-dependent effects of roundup on human embryonic and placental cells. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.53, n.1, p.126-33, 2007.

BENNY, E. “Natural” modifications: The FDA’s need to promulgate an official definition of “natural” that includes genetically modified organisms. **The George Washington Law Review**, v.80, n.5, 2012.

BOGDANOV, S. Contaminants of bee products. **Apidologie**, v.37, n.1, p.1-18, 2006.

BOHN, T.; CUHRA, M.; TRAAVIK, T.; SANDEN, M.; FAGAN, J.; PRIMICERIO, R. Compositional differences in soybeans on the market: Glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. **Food Chemistry**, v.153, p.207-215, 2014.

BOVAY, J.; ALSTON, J. M. GMO food labels in the United States: Economic implications of the new law. **Food Policy**, 2018.

BRANQUINHO, M. R.; FERREIRA, R. T. B.; CARDARELLI-LEITE, P. Survey of compliance with labeling legislation in food containing GMO in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.3, p.220-225, 2010.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969**. Institui normas básicas sobre alimentos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1969.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.

_____. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.** Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1990.

_____. **Lei nº 8.974, de 5 de Janeiro de 1995.** Revogada pela Lei nº 11.105, de 2005. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1995.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 42, de 14 de janeiro de 1998.** Aprova regulamento técnico para rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1998.

_____. **Lei nº 9782, de 26 de janeiro de 1999.** Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1999.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 94, de 23 de dezembro de 2000.** Aprova regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2000.

_____. **Decreto nº 3.871, de 18 de julho de 2001.** Disciplina a rotulagem de alimentos embalados que contenham ou sejam produzidos com organismo geneticamente modificados, e dá outras providências. Revogado pelo Decreto nº 4.680, de 24.4.2003. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001a.

_____. **Portaria nº 2.051 de 8 de novembro de 2001.** Norma Brasileira de Comercialização de Alimentos para Lactentes e Crianças de Primeira. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001b.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 259, de 20 de dezembro de 2002.** Aprova regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2002.

_____. **Decreto Federal nº 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. Brasília, DF, 2003a.

_____. **Lei nº 10.831/2003, de 23 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003b.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, DF, 2003c.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova o Regulamento Técnico sobre rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, DF, 2003d.

_____. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 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, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005a.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005** Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, constante do Anexo desta Resolução. . Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2005b.

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

_____. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição, Departamento de Atenção Básica, Secretaria de Atenção à Saúde, Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Ministério da Saúde, Brasília, DF: 210 p., 2008a.

_____. **Projeto de Lei nº 4.148 de 2008**. Altera e acresce dispositivos à Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005, 2008b.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 18 de 24 de março de 2008**. Dispõe sobre o regulamento técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2008c.

_____. **Decreto nº 7.272, de 25 de agosto de 2010.** Regulamenta a Lei no 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - PNSAN, estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010.

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

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação-Geral de Alimentação e Nutrição. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição.** Ministério da Saúde, Brasília, 2013.

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

_____. **Resolução RDC nº 54/2014.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre enzimas e preparações enzimáticas para uso na produção de alimentos em geral. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014b.

_____. **Projeto de Lei da Câmara nº 34, de 2015 (Nº 4.148/2008, na Casa de origem).** Altera a Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, 2015.

BRAY, G. A.; NIELSEN, S. J.; POPKIN, B. M. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.4, p.537-543, 2004.

BROD, F. C. A.; ARISI, A. C. M. Recombinant DNA in meat additives: Specific detection of Roundup Ready™ soybean by nested PCR. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, n.10, p.1980-1984, 2007.

BROD, F. C. A.; FERRARI, C. D. S.; VALENTE, L. L.; ARISI, A. C. M. Nested PCR detection of genetically modified soybean in soybean flour, infant formula and soymilk. **LWT - Food Science and Technology**, v.40, n.4, p.748-751, 2007.

BURLINGAME, B.; PINEIRO, M. The essential balance: Risks and benefits in food safety and quality (vol 20, pg 139 2007). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, n.8, p.739-739, 2007.

CANADIAN BIOTECHNOLOGY ADVISORY COMMITTEE. **Improving the Regulation of Genetically Modified Foods and Other Novel Foods in Canada**. Report to the Government of Canada Biotechnology Ministerial Coordinating Committee: Canada, 2001. Disponível em: <http://www.massey.ac.nz/~ychisti/GeneRpt.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2014.

CANESQUI, A. M.; GARCIA, R. W. D. **Antropologia e Nutrição: um diálogo possível**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2005. 306 p.

CARDARELLI, P.; BRANQUINHO, M. R.; FERREIRA, R. T. B.; DA CRUZ, F. P.; GEMAL, A. L. Detection of GMO in food products in Brazil: the INCQS experience. **Food Control**, v.16, n.10, p.859-866, 2005.

CARMAN, J. A.; VLIEGER, H. R.; STEEG, L. J. V.; SNELLER, V. E.; ROBINSON, G. W.; CLINCH-JONES, C. A.; HAYNES, J. I.; EDWARDS, J. W. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. **Journal of Organic Systems**, v.8, n.1, p.38-54, 2013.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. D. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO. **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro/ São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARTER, C. A.; GRUERE, G. P. International approaches to the labeling of genetically modified foods. **Choices**, v.18, n.2, p.1-4, 2003.

CATACORA-VARGAS, G.; GALEANO, P.; AGAPITO-TENFEN, S. Z.; ARANDA, D.; PALAU, T.; NODARI, R. O. **Soybean Production in the Southern Cone of the Americas: Update on Land and Pesticide Use** GenØk - Centre for Biosafety. Laboratory of Developmental Physiology and Plant Genetics of the Department of Crop Sciences of the Federal University of Santa Catarina. VIRMEGRAF: Bolívia, 2012. Disponível em. Acesso em.

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

CAVALLI, V. L. D. L. O.; CATTANI, D.; HEINZ RIEG, C. E.; PIEROZAN, P.; ZANATTA, L.; BENEDETTI PARISOTTO, E.; WILHELM FILHO, D.; MENA BARRETO SILVA, F. R.; PESSOA-PUREUR, R.; ZAMONER, A. Roundup disrupts male reproductive functions by triggering calcium-mediated cell death in rat testis and Sertoli cells. **Free Radical Biology and Medicine**, v.65, p.335-46, 2013.

CELLINI, F.; CHESSON, A.; COLQUHOUN, I.; CONSTABLE, A.; DAVIES, H. V.; ENGEL, K. H.; GATEHOUSE, A. M.; KARENLAMPI, S.; KOK, E. J.; LEGUAY, J. J.; LEHESRANTA, S.; NOTEBORN, H. P.; PEDERSEN, J.; SMITH, M. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, n.7, p.1089-125, 2004.

CFN. Conselho Federal de Nutricionistas. **Posicionamento do CFN sobre alimentos transgênicos e produzidos com o uso de agrotóxicos**, 2012.

_____. Conselho Federal de Nutricionistas. **Carta Política. Seminário 10 anos de Liberação dos Transgênicos no Brasil**. Curitiba- PR, 2013. Disponível em: <http://www.cfn.org.br/eficiente/repositorio/documentos/751.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2014.

CIB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2014. Disponível em: <http://cib.org.br/biotecnologia/agricultura/>. Acesso em: 06 set. 2014.

_____. Conselho de Informações sobre Biotecnologia **CTNBio. Eventos aprovados**. 2015. Disponível em: <http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/eventos-aprovados/>. Acesso em: 13 mai. 2015.

CLAIR, E.; MESNAGE, R.; TRAVERT, C.; SERALINI, G. E. A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. **Toxicology in Vitro**, v.26, n.2, p.269-79, 2012.

CLARK, D. P.; PAZDERNIK, N. J. Chapter e6 - Polymerase Chain Reaction. In: **Molecular Biology (Second Edition)**. CLARK ; PAZDERNIK (Org.). Boston: Academic Press, 2013. Chapter e6 - Polymerase Chain Reaction, p.e55-e61

CONNER, A. J.; JACOBS, J. M. E. Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in the human diet. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v.443, n.1-2, p.223-234, 1999.

CONSEA. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Exposição de motivos nº 002-2014/CONSEA 2014a**. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/plenarias/exposicoes-de-motivos/2014/e.m.-no-002-2014>. Acesso em: 14 mai. 2015.

_____. Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional. **Recomendação do CONSEA nº 002/2014**. Recomenda ao Ministério da Saúde que a nova edição do Guia Alimentar para a população brasileira seja pautada pela progressiva realização do Direito Humano à Alimentação Adequada em todas as suas dimensões e no fortalecimento da diversidade da cultura alimentar brasileira, 2014b. Disponível em:

http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/plenarias/recomendacoes/2014/recomendacao_002_guia-alimentar.pdf/view. Acesso em: 14 mai. 2015.

_____. CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Recomendação do CONSEA nº 009/2015**, 2015.

CONSUMER PROTECTION. PUBLIC PROTECTION DIVISION. **Labeling foods produced with genetic engineering**. Vermont, EUA: Consumer protection, 9 p., 2013.

COSTA, T. E. M. M.; MARIN, V. A. Rotulagem de alimentos que contém Organismos Geneticamente Modificados: políticas internacionais e Legislação no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.16, p.3571-3582, 2011.

CTNBIO. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Resolução Normativa nº 4, de 16 de agosto de 2007**. Dispõe sobre as distâncias mínimas entre cultivos comerciais de milho geneticamente modificado e não geneticamente modificado, visando à coexistência entre os sistemas de produção. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007.

_____. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Resolução Normativa CTNBio nº 05, de 12 de março de 2008** Dispõe sobre normas para liberação comercial de Organismos Geneticamente Modificados e seus derivados e revoga a Instrução Normativa nº 20, de 11 de dezembro de 2001. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2008.

_____. **Tabela de Plantas Aprovadas para Comercialização**. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, 2018. Available from: <http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1684467/Tabela+de+Plantas+Aprovadas+para+Comercializa%C3%A7%C3%A3o/e3087f9c-c719-476e-a9bd-bfe75def842f>. Acesso em: 18 jun. 2018.

DALLEGRAVE, E.; MANTESE, F. D.; COELHO, R. S.; PEREIRA, J. D.; DALSENTER, P. R.; LANGELOH, A. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. **Toxicology Letters**, v.142, n.1-2, p.45-52, 2003.

DALLEGRAVE, E.; MANTESE, F. D.; OLIVEIRA, R. T.; ANDRADE, A. J.; DALSENTER, P. R.; LANGELOH, A. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. **Archives of Toxicology**, v.81, n.9, p.665-73, 2007.

DARUICH, J.; ZIRULNIK, F.; GIMENEZ, M. S. Effect of the herbicide glyphosate on enzymatic activity in pregnant rats and their fetuses. **Environmental Research**, v.85, n.3, p.226-31, 2001.

DE VENDOMOIS, J. S.; ROULLIER, F.; CELLIER, D.; SERALINI, G. E. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. **International Journal of Biological Sciences**, v.5, n.7, p.706-26, 2009.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Portaria nº 1.152, de 7 de novembro de 2013**. Brasília: Diário Oficial da União, 2013.

DINON, A. Z.; DE MELO, J. E.; ARISI, A. C. M. Monitoring of MON810 genetically modified maize in foods in Brazil from 2005 to 2007. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, n.6, p.515-518, 2008.

DINON, A. Z.; TREML, D.; DE MELLO, C. S.; ARISI, A. C. M. Monitoring of GMO in Brazilian processed meat and soy-based products from 2007 to 2008. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.3, p.226-229, 2010.

DOMINGO, J. L. Toxicity studies of genetically modified plants: a review of the published literature. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.47, n.8, p.721-33, 2007.

DOMINGO, J. L.; BORDONABA, J. G. A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. **Environment International**, v.37, n.4, p.734-742, 2011.

DOMINGO ROIG, J. L.; GOMEZ ARNAIZ, M. Health risks of genetically modified foods: a literature review. **Revista Española de Salud Pública**, v.74, n.3, p.255-61, 2000.

DONA, A.; ARVANITTOYANNIS, I. S. Health risks of genetically modified foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.49, n.2, p.164-175, 2009.

DREWNOWSKI, A. Fat and sugar: an economic analysis. **The Journal of Nutrition**, v.133, n.3, p.838S-840S, 2003.

EASAC. European Academies Science Advisory Council. **Planting the future: opportunities and challenges for using crop genetic improvement technologies for sustainable agriculture**. Germany, 2013. Disponível em: http://www.easac.eu/fileadmin/Reports/Planting_the_Future/EASAC_Planting_the_Future_FULL_REPORT.pdf. Acesso em: 10 nov. 2014.

EFSA. Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: the role of animal feeding trials. **Food and Chemical Toxicology** v.46, n.Suppl 1, p.S2-70, 2008.

_____. European Food Safety Authority. **Panel on Genetically Modified Organisms (GMO)**. Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. JOURNAL, 2010. Disponível em: www.efsa.europa.eu/efsajournal. Acesso em: 10 nov. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.

ENEH, O.; ENEH, C. A.; CHIEMELA, S. N. Genetically modified foods: Food consumer awareness in Enugu, Nigeria. **Jökull Journal**, v.66, n.3, p.76-84, 2016.

EPA. Environmental Protection Agency. **Electronic Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment**. PART 180 - Tolerances and Exemptions for Pesticide Chemical Residues in Food. Subpart C - Specific Tolerances. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2013.

EPRS. SERVICE. **Human health implications of organic food and organic agriculture**. Brussels: European Parliament, 2016.

ESCHER, N.; KÄCH, B.; NENTWIG, W. Decomposition of transgenic *Bacillus thuringiensis* maize by microorganisms and woodlice *Porcellio scaber* (Crustacea: Isopoda). **Basic and Applied Ecology**, v.1, n.2, p.161-169, 2000.

EUROPEAN COMMISSION. **Collection of Information on Enzymes**. Directive on dangerous substances (7 th amendment), Directive 67/548/EEC: Luxembourg, 2004. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/archives/dansub/pdfs/enzymerepcomplete.pdf>. Acesso em: 30 out. 2014.

FAO. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. **Biotechnology and food safety, Report of a joint FAO/WHO consultation**. Food and Nutrition Paper, 61. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 1996.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Report of the Technical Consultation on Biological Risk Management in Food and Agriculture**. Bangkok, Thailand, 2003. Disponível em: [ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/tc_bangkok/tc_brm_report_en.pdf](http://ftp.fao.org/es/esn/food/tc_bangkok/tc_brm_report_en.pdf). Acesso em: 16 mai. 2014.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Biosafety Resource Book**. Rome: FAO, 2011.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Steady increase in incidents of low levels of GM crops in traded food and feed**. Rome, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/en/item/216311/icode/>. Acesso em: 04 abr. 2015.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. **Safety aspects of genetically modified foods of plant origin**. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived from biotechnology: Geneva, 2000. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/gmf-plant-origin/en/#>. Acesso em: 18 jun. 2014.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. **Codex alimentarius: food labelling complete texts**. Rome, 2001a. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0145e/a0145e00.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2014.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. **Evaluation of Allergenicity of Genetically Modified Foods**. Rome, Italy, 2001b. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/allergygm.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2015.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization **Food Safety Risk Analysis**. Part I. An Overview and Framework Manual. FAO: Rome, 2005. Disponível em: http://www.fsc.go.jp/sonota/foodsafety_riskanalysis.pdf. Acesso em: 12 abr. 2015.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. **Codex Alimentarius**. Food Hygiene (Basic Texts): Rome, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/a1552e/a1552e00.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2014.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.12, n.1, p.25-38, 2007.

FDA. **GR2E Response Letter RE: Biotechnology Notification File No. BNF 000158.**: Disponível em: <https://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GEPlants/Submissions/ucm608797.pdf>, 2018.

FERMENT, G.; MELGAREJO, L.; FERNANDES, G. B.; FERRAZ, J. M. **Lavouras Transgênicas: Riscos e incertezas – Mais de 750 estudos desprezados pelos órgãos reguladores de OGM**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2015.

FERNANDES, A. C. **Percepção de comensais sobre calorias e a influência de informações nutricionais em restaurantes nas escolhas alimentares saudáveis de adultos**.

2015. (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

FERNANDES, T. J. R.; AMARAL, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; MAFRA, I. A survey on genetically modified maize in foods commercialised in Portugal. **Food Control**, v.35, n.1, p.338-344, 2014.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R. D.; SILVA, F. D. C. D. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v.32, p.623-638, 2009.

FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND. **Genetically Modified Food Labelling**. 2013. Disponível em: <http://www.foodstandards.gov.au/consumer/gmfood/labelling/Pages/default.aspx>. Acesso em: 16 abr. 2015.

FRIEDRICH, K. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde. **Parecer técnico: Avaliação dos efeitos tóxicos sobre o sistema reprodutivo, hormonal e câncer para seres humanos após o uso do herbicida 2,4-D**. Departamento de Farmacologia e Toxicologia. Núcleo Técnico de Saúde e Ambiente: Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.pacs.org.br/files/2015/03/parecer-herbicida-24-D-Karen-Friedrich-3.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2015.

GALÃO, O. F.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; JÚNIOR, O. O. S.; MARUYAMAC, S. A.; FIGUEIREDO, L. C.; BONAFE, E. G.; VISENTAINER, J. V. Differences of fatty acid composition in Brazilian genetic and conventional soybeans (Glycinemax (L.) Merrill) grown in different regions. **Food Research International**, v.62, p.6, 2014.

GALLEGOS, C. E.; BARTOS, M.; BRAS, C.; GUMILAR, F.; ANTONELLI, M. C.; MINETTI, A. Exposure to a glyphosate-based herbicide during pregnancy and lactation induces neurobehavioral alterations in rat offspring. **NeuroToxicology**, v.53, p.20-28, 2016.

GARRY, V. F.; HARKINS, M. E.; ERICKSON, L. L.; LONG-SIMPSON, L. K.; HOLLAND, S. E.; BURROUGHS, B. L. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. **Environmental Health Perspectives**, v.110, n.Suppl 3, p.441-449, 2002.

GASNIER, C.; DUMONT, C.; BENACHOUR, N.; CLAIR, E.; CHAGNON, M. C.; SERALINI, G. E. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. **Toxicology**, v.262, n.3, p.184-91, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLIDDON, C. **Memorandum by Dr Chris Gliddon, School of Biological Sciences, University of Wales.** Committee on European Communities, 1999. Available from: <http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199899/ldselect/ldcom/11/11we22.htm>. Acesso em: 13 fev. 2015.

GOODMAN, L. Snowball sampling. **The Annals of Mathematical Statistics**, v.32, n.1, p.148-170, 1961.

GRAILLOT, V.; TAKAKURA, N.; HEGARAT, L. L.; FESSARD, V.; AUDEBERT, M.; CRAVEDI, J.-P. Genotoxicity of pesticide mixtures present in the diet of the French population. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v.53, n.3, p.173-184, 2012.

GRAZINA, L.; PLÁCIDO, A.; COSTA, J.; FERNANDES, T. J. R.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; MAFRA, I. Tracing two Roundup Ready™ soybean lines (GTS 40-3-2 and MON89788) in foods commercialised in Portugal. **Food Control**, v.73, p.1053-1060, 2017.

GREINER, R.; KONIETZNY, U. Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005. **Food Control**, v.19, n.5, p.499-505, 2008.

GREINER, R.; KONIETZNY, U.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Qualitative and quantitative detection of genetically modified maize and soy in processed foods sold commercially in Brazil by PCR-based methods. **Food Control**, v.16, n.8, p.753-759, 2005.

GRUÈRE, G. P. A preliminary comparison of the retail level effects of genetically modified food labelling policies in Canada and France. **Food Policy**, v.31, p.14, 2006.

GRUÈRE, G. P.; RAO, S. R. A review of international labeling policies of genetically modified food to evaluate India's proposed rule. **The Journal of Abrogotechnology Management & Economics**, v.10, n.1, p.51-64, 2007.

GUYTON, K. Z.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; EL GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **The Lancet Oncology**, v.16, n.5, p.490-491, 2015.

HARDELL, L. Pesticides, soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin lymphoma--historical aspects on the precautionary principle in cancer prevention. **Acta Oncologica**, v.47, n.3, p.347-54, 2008.

HARDELL, L.; ERIKSSON, M. A case-control study of non-Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. **Cancer**, v.85, n.6, p.1353-60, 1999.

HARDELL, L.; ERIKSSON, M.; LENNER, P.; LUNDGREN, E. Malignant lymphoma and exposure to chemicals, especially organic solvents, chlorophenols and phenoxy acids: a case-control study. **British Journal of Cancer**, v.43, n.2, p.169-176, 1981.

HASHEMINYA, S.-M.; DEHGANNYA, J. An overview of genetically modified food products: Benefits, risks, health safety and related regulations. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v.4, n.3, p.724-727, 2013.

HEINEMANN, J. A.; MASSARO, M.; CORAY, D. S.; AGAPITO-TENFEN, S. Z.; WEN, J. D. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v.12, n.1, p.71-88, 2013.

HICKS, S. D.; WANG, M.; FRY, K.; DORAISWAMY, V.; WOHLFORD, E. M. Neurodevelopmental Delay Diagnosis Rates Are Increased in a Region with Aerial Pesticide Application. **Frontiers in Pediatrics**, v.5, n.116, 2017.

HILBECK, A.; BINIMELIS, R.; DEFARGE, N.; STEINBRECHER, R.; SZÉKÁCS, A.; WICKSON, F.; ANTONIOU, M.; BEREANO, P. L.; CLARK, E. A.; HANSEN, M.; NOVOTNY, E.; HEINEMANN, J.; MEYER, H.; SHIVA, V.; WYNNE, B. No scientific consensus on GMO safety. **Environmental Sciences Europe**, v.27, n.4, 2015.

HISSANAGA, V. M.; BLOCK, J. M.; PROENÇA, R. P. D. C. Development of a Method for Controlling Trans Fatty Acids in Meals - MCTM. **Journal of Culinary Science & Technology**, v.10, n.1, p.1-18, 2012.

HOAR, S. K.; BLAIR, A.; HOLMES, F. F.; ET AL. Agricultural herbicide use and risk of lymphoma and soft-tissue sarcoma. **Journal of the American Medical Association**, v.256, n.9, p.1141-1147, 1986.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F. X.; OLIVEIRA FILHO, R. S. D.; FERREIRA, L. M. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirurgica Brasileira**, v.20, p.2-9, 2005.

HOKANSON, R.; FUDGE, R.; CHOWDHARY, R.; BUSBEE, D. Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. **Human and Experimental Toxicology** v.26, n.9, p.747-52, 2007.

HONEYCUTT, Z.; ROWLANDS, H. **Glyphosate testing report: Findings in American mothers' breast milk, urine and water**, Unpublished report, dated 7 April 2014, available from the websites of "Moms Across America" and "Sustainable Pulse", 2014.

HORRIGAN, L.; LAWRENCE, R. S.; WALKER, P. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. **Environmental Health Perspectives**, v.110, n.5, p.445-456, 2002.

HUNTER, D.; FOSTER, M.; MCARTHUR, J. O.; OJHA, R.; PETOCZ, P.; SAMMAN, S. Evaluation of the micronutrient composition of plant foods produced by organic and conventional agricultural methods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.51, n.6, p.571-82, 2011.

IARC/WHO. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. **IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides**. France, 2015. Disponível em: <http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/MonographVolume112.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comissão Nacional de Classificações. Supermercado**. 2012. Disponível em: http://www.cnae.ibge.gov.br/classe.asp?codclasse=4711-3&TabelaBusca=CNAE_201@CNAE%20.1%20-%20Subclasses@0@cnaefiscal@0. Acesso em: 12 jun. 2013.

IBRAHIM, M. A.; OKASHA, E. F. Effect of genetically modified corn on the jejunal mucosa of adult male albino rat. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v.68, n.10, p.579-588, 2016.

JAMES, C. **Global status of commercialized Biotech/GM crops ISAAA Briefs 43**. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. ISAAA: Ithaca, NY, 2011. Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/>. Acesso em: 23 ago. 2014.

_____. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. ISAAA Brief N° 52**. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. ISAAA: Ithaca, NY, 2016. Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/default.asp>. Acesso em: 20 mai. 2016.

KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J. **Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1990.

KIM, J.-H.; SONG, J.-Y.; HONG, Y.; KIM, H.-Y. Monitoring of genetically modified soybean events in sausage products in South Korea. **Food Control**, v.67, p.63-67, 2016.

KIM, K. H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **The Science of the Total Environment**, v.575, p.525-535, 2017.

KLIEMANN, N. **Análise das porções e medidas caseiras em rótulos de alimentos industrializados ultraprocessados**. 2012. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

KLIEMANN, N.; SILVA, D. P.; SILVEIRA, B. M.; PROENÇA, R. P. C. **O conteúdo de gordura trans associado com a disponibilidade, preço e acesso de produtos alimentícios consumidos por crianças e adolescentes de duas regiões com diferenças socioeconômicas**. Relatório Final, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC/CNPq-BIP/UFSC 2009/2010. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

KOLLER, V. J.; FURHACKER, M.; NERSESYAN, A.; MISIK, M.; EISENBAUER, M.; KNASMUELLER, S. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells. **Archives of Toxicology**, v.86, n.5, p.805-13, 2012.

KÖNIG, A.; COCKBURN, A.; CREVEL, R. W. R.; DEBRUYNE, E.; GRAFSTROEM, R.; HAMMERLING, U.; KIMBER, I.; KNUDSEN, I.; KUIPER, H. A.; PEIJNENBURG, A. A. C. M.; PENNINKS, A. H.; POULSEN, M.; SCHAUZU, M.; WAL, J. M. Assessment of the safety of foods derived from genetically modified (GM) crops. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, p.42, 2004.

KOUTROS, S.; SILVERMAN, D. T.; ALAVANJA, M. C. R.; ANDREOTTI, G.; LERRO, C. C.; HELTSHE, S.; LYNCH, C. F.; SANDLER, D. P.; BLAIR, A.; BEANE FREEMAN, L. E. Occupational exposure to pesticides and bladder cancer risk. **International Journal of Epidemiology**, v.45, n.3, p.792-805, 2016.

KOYAMA, K.; KOYAMA, K.; GOTO, K. Cardiovascular Effects of a Herbicide Containing Glufosinate and a Surfactant: In Vitro and In Vivo Analyses in Rats. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v.145, n.2, p.409-414, 1997.

KRAEMER, M. V. D. S. **Informação nutricional de sal/sódio em rótulos de alimentos industrializados para lanches consumidos por crianças e adolescentes**. 2013. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

KRAEMER, M. V. S.; KLIEMANN, N.; SILVEIRA, B. M.; PROENÇA, R. P. C. **O tamanho da porção e a presença de gordura trans em rótulos de produtos alimentícios**. Relatório Parcial, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC/CNPq-BIP/UFSC 2010/2011. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

KUIPER, H. A. **Profiling techniques to identify differences between foods derived from biotechnology and their counterparts**. Document on topic 5 in Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization, 2000. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/Bio-07.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2014.

KUIPER, H. A.; KLETER, G. A.; NOTEBORN, H. P.; KOK, E. J. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. **The Plant Journal**, v.27, n.6, p.503-28, 2001.

KUIPER, H. A.; KLETER, G. A.; NOTEBORN, H. P. J. M.; KOK, E. J. Substantial equivalence - an appropriate paradigm for the safety assessment of genetically modified foods? **Toxicology**, v.181-182, n.0, p.427-431, 2002.

KYROVA, V.; OSTRY, V.; SURMANOVA, P.; RUPRICH, J. Monitoring of genetically modified food on the Czech food market and a cross-country comparison. **Acta Alimentaria**, v.47, n.1, p.10-16, 2018.

LAJMANOVICH, R. C.; ATTADAMO, A. M.; PELTZER, P. M.; JUNGES, C. M.; CABAGNA, M. C. Toxicity of four herbicide formulations with glyphosate on *Rhinella arenarum* (anura: bufonidae) tadpoles: B-esterases and glutathione S-transferase inhibitors. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.60, n.4, p.681-9, 2011.

LANDRIGAN, P. J.; BENBROOK, C. GMO, Herbicides, and Public Health. **New England Journal of Medicine**, v.373, n.8, p.693-695, 2015.

LAPPÉ, M. A.; BAILEY, E. B.; CHILDRESS, C.; SETCHELL, K. D. R. Alterations in Clinically Important Phytoestrogens in Genetically Modified, Herbicide-Tolerant Soybeans. **Journal of Medicinal Food**, v.1, n.4, 1998/1999.

LEDFORD, H. **Transgenic salmon nears approval**. Nature News: Nature Publishing Group, 2013. Disponível em: <http://www.nature.com/news/transgenic-salmon-nears-approval-1.12903>. Acesso em: 18 fev. 2014.

LEMAUX, P. G. Genetically Engineered Plants and Foods: A Scientist's Analysis of the Issues (Part I). **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.771-812, 2008.

LU, Y.; WU, K.; JIANG, Y.; XIA, B.; LI, P.; FENG, H.; WYCKHUYS, K. A. G.; GUO, Y. Mirid Bug Outbreaks in Multiple Crops Correlated with Wide-Scale Adoption of Bt Cotton in China. **Science**, v.328, n.5982, p.1151-1154, 2010.

MACHADO, P. P.; KLIEMANN, N.; KRAEMER, M. V. S.; SILVEIRA, B. M.; GONZÁLEZ-CHICA, D. A.; VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. **Medida caseira**

notificada na informação nutricional de rótulos de produtos alimentícios: Análise do conteúdo de gordura trans. Relatório final, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC/CNPq-BIP/UFSC 2011/2012. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MACHADO, P. P.; VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. **Análise da declaração da porção e do valor energético na rotulagem nutricional de laticínios processados e ultraprocessados.** 2012. Projeto de trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição) - Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MAGANA-GOMEZ, J. A.; DE LA BARCA, A. M. Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. **Nutrition Reviews**, v.67, n.1, p.1-16, 2009.

MALIK, V. S.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Global obesity: trends, risk factors and policy implications. **Nature Reviews Endocrinology**, v.9, n.1, p.13-27, 2013.

MALONE, L. A.; POLICY, M. **Literature review on genetically modified plants and bee products.** HortResearch, 2002.

MANDACI, M.; ÇAKIR, Ö.; TURGUT-KARA, N.; MERİÇ, S.; ARI, Ş.; ARI, Ş. Detection of genetically modified organisms in soy products sold in turkish market. **Food Science and Technology**, v.34, n.4, p.717-722, 2015.

MARDEGAN, S. F.; ANDRADE, T. M. B.; DE SOUSA NETO, E. R.; DE CASTRO VASCONCELLOS, E. B.; MARTINS, L. F. B.; MENDONÇA, T. G.; MARTINELLI, L. A. Stable carbon isotopic composition of Brazilian beers - A comparison between large- and small-scale breweries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.29, n.1, p.52-57, 2013.

MARGARIT, E.; REGGIARDO, M. I.; VALLEJOS, R. H.; PERMINGEAT, H. R. Detection of BT transgenic maize in foodstuffs. **Food Research International**, v.39, n.2, p.250-255, 2006.

MARGULIS, C. The hazards of genetically engineered foods. **Environmental Health Perspectives**, v.114, n.3, p.146-7, 2006.

MARTINS, C. A. **Informação alimentar e nutricional de sódio em rótulos de alimentos ultraprocessados prontos e semiprontos para o consumo comercializados no Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MARVIER, M.; VAN ACKER, R. C. Can crop transgenes be kept on a leash? **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.3, n.2, p.93-100, 2005.

MARYANSKI, J. H. **Genetically Engineered Foods**. U.S. Food and Drug Administration (FDA)/Centre for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN): NY, 1999. Disponível em: <http://www.fda.gov/newsevents/testimony/ucm115032.htm>. Acesso em: 03 dez. 2014.

MATSUMURA, N.; TAKEUCHI, C.; HISHIKAWA, K.; FUJII, T.; NAKAKI, T. Glufosinate ammonium induces convulsion through N-methyl-d-aspartate receptors in mice. **Neuroscience Letters**, v.304, n.1-2, p.123-125, 2001.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea** [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. São Paulo/Brasília, DF: UNESP/NEAD, 2010.

MCDUFFIE, H. H.; PAHWA, P.; MCLAUGHLIN, J. R.; SPINELLI, J. J.; FINCHAM, S.; DOSMAN, J. A.; ROBSON, D.; SKINNIDER, L. F.; CHOI, N. W. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v.10, n.11, p.1155-63, 2001.

MCKINLAY, R.; PLANT, J. A.; BELL, J. N. B.; VOULVOULIS, N. Endocrine disrupting pesticides: Implications for risk assessment. **Environment International**, v.34, n.2, p.168-183, 2008.

MEDRONHO, R.; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. **Epidemiologia**. São Paulo (SP): Atheneu, 2009.

MERIC, S.; CAKIR, O.; TURGUT-KARA, N.; ARI, S. Detection of genetically modified maize and soybean in feed samples. **Genetics and Molecular Research**, v.13, n.1, p.1160-8, 2014.

MESNAGE, R.; AGAPITO-TENFEN, S. Z.; VILPERTE, V.; RENNEY, G.; WARD, M.; SÉRALINI, G.-E.; NODARI, R. O.; ANTONIOU, M. N. An integrated multi-omics analysis of the NK603 Roundup-tolerant GM maize reveals metabolism disturbances caused by the transformation process. **Scientific Reports**, v.6, p.37855, 2016.

MESNAGE, R.; BERNAY, B.; SERALINI, G. E. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. **Toxicology**, v.313, n.2-3, p.122-8, 2013.

MESNAGE, R.; DEFARGE, N.; SPIROUX DE VENDÔMOIS, J.; SÉRALINI, G. E. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. **Food and Chemical Toxicology**, v.84, p.133-153, 2015.

MESNAGE, R.; RENNEY, G.; SÉRALINI, G.-E.; WARD, M.; ANTONIOU, M. N. Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide. **Scientific Reports**, v.7, p.39328, 2017.

MEYER, R. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMO in food. **Food Control**, v.10, n.6, p.391-399, 1999.

MILIGI, L.; COSTANTINI, A. S.; VERALDI, A.; BENVENUTI, A.; WILL; VINEIS, P. Cancer and Pesticides. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.1076, n.1, p.366-377, 2006.

MILLSTONE, E.; BRUNNER, E.; MAYER, S. Beyond 'substantial equivalence'. **Nature**, v.401, n.6753, p.525-6, 1999.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, n.3, p.239-262, 1993.

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. Regulamento para o emprego do símbolo transgênico. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Instrução Normativa nº 1 de 01 de abril de 2004**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2004.

_____. **Portaria nº 1.271, de 6 de Junho de 2014**. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2014.

_____. **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos**. 2015. Disponível em: http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrototoxicos_06_abr_15.pdf. Acesso em: 20 abr. 2015.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Existência de transgênicos em alimentos deve ser expressa no rótulo, decide TRF**. 2012. Disponível em: <http://www.prr1.mpf.mp.br/noticias/existencia-de-transgenicos-em-alimentos-deve-ser-expressa-no-rotulo-determina-trf-1>. Acesso em: 15 mar. 2015.

MOISAN, F.; SPINOSI, J.; DELABRE, L.; GOURLET, V.; MAZURIE, J. L.; BÉNATRU, I.; GOLDBERG, M.; WEISSKOPF, M. G.; IMBERNON, E.; TZOURIO, C.; ELBAZ, A.

Association of parkinson's disease and its subtypes with agricultural pesticide exposures in men: A case-control study in France. **Environmental Health Perspectives**, v.123, n.11, p.1123-1129, 2015.

MOSELEY, B. E. B. Safety assessment and public concern for genetically modified food products: The European view. **Toxicologic Pathology**, v.30, n.1, p.129-131, 2002.

MYHR, A. I.; TRAAVIK, T. Genetically modified (GM) crops: precautionary science and conflicts of interests. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v.16, p.227-247, 2003.

NARAYAN, S.; LIEW, Z.; PAUL, K.; LEE, P.-C.; SINSHEIMER, J. S.; BRONSTEIN, J. M.; RITZ, B. Household organophosphorus pesticide use and Parkinson's disease. **International Journal of Epidemiology**, v.42, n.5, p.1476-1485, 2013.

NASSAR, N. *Jornal da Ciência. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O feijão transgênico : A decisão e as lições*. 2014. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/edicoes/?url=http://jnoticias.jornaldaciencia.org.br/6-o-feijao-transgenico-decisao-e-licoos/>. Acesso em: 25 fev. 2015.

NESTLE, M. Genetically Engineered "Golden" Rice Unlikely to Overcome Vitamin A Deficiency. **Journal of the American Dietetic Association**, v.101, n.3, p.289-290, 2001.

NIEMANN, L.; SIEKE, C.; PFEIL, R.; SOLECKI, R. A critical review of glyphosate findings in human urine samples and comparison with the exposure of operators and consumers. **Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit**, v.10, n.1, p.3-12, 2015.

NISHIDA, W. **Teor de sódio declarado em rótulos de alimentos industrializados comercializados no Brasil em suas versões convencionais e com alegações de isenção ou redução de nutrientes**. 2013. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Avaliação dos riscos ambientais de plantas transgênicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.18, n.1, p.36, 2001.

_____. Transgenic plants and their products: effects, risks and food safety (Biosafety of transgenic plants). **Revista de Nutrição**, v.16, n.1, p.105-116, 2003.

NOVAK, W. K.; HASLBERGER, A. G. Substantial equivalence of antinutrients and inherent plant toxins in genetically modified novel foods. **Food and Chemical Toxicology**, v.38, n.6, p.473-483, 2000.

NTZANI, E. E.; G, C. M. N.; EVANGELOU, E.; TZOULAKI, I. Literature review on epidemiological studies linking exposure to pesticides and health effects. **EFSA Supporting Publications**, v.10, n.10, p.497E, 2013.

O'CALLAGHAN, M.; GLARE, T. R.; BURGESS, E. P. J.; MALONE, L. A. Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. **Annual Review of Entomology**, v.50, n.1, p.271-292, 2005.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology - Concepts and Principles**. Paris, 1993. Disponível em: <http://www.oecd.org/science/biotrack/41036698.pdf>. Acesso em: 23 set. 2014.

OECD/FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**. OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations. PUBLISHING: Paris, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en. Acesso em.

OLIVEIRA, A. G.; TELLES, L. F.; HESS, R. A.; MAHECHA, G. A.; OLIVEIRA, C. A. Effects of the herbicide Roundup on the epididymal region of drakes *Anas platyrhynchos*. **Reproductive Toxicology**, v.23, n.2, p.182-91, 2007.

OLIVEIRA, N. P.; MOI, G. P.; ATANAKA-SANTOS, M.; SILVA, A. M. C.; PIGNATI, W. A. Congenital defects in the cities with high use of pesticides in the state of Mato Grosso, Brazil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.19, p.4123-4130, 2014.

OLIVEIRA, R. C. D. **Modelos de informações nutricionais em restaurantes e escolhas alimentares saudáveis de estudantes universitários**. 2016. (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

PADGETTE, S. R.; KOLACZ, K. H.; DELANNAY, X.; RE, D. B.; LAVALLEE, B. J.; TINIUS, C. N.; RHODES, W. K.; OTERO, Y. I.; BARRY, G. F.; EICHHOLTZ, D. A.; PESCHKE, V. M.; NIDA, D. L.; TAYLOR, N. B.; KISHORE, G. M. Development, Identification, and Characterization of a Glyphosate-Tolerant Soybean Line. **Crop Science**, v.35, n.5, p.1451-1461, 1995.

PADGETTE, S. R.; TAYLOR, N. B.; NIDA, D. L.; BAILEY, M. R.; MACDONALD, J.; HOLDEN, L. R.; FUCHS, R. L. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. **Journal of Nutrition**, v.126, n.3, p.702-716, 1996.

PAGANELLI, A.; GNAZZO, V.; ACOSTA, H.; LÓPEZ, S. L.; CARRASCO, A. E. Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. **Chemical Research in Toxicology**, v.23, n.10, p.1586-1595, 2010.

PATEL, R.; TORRES, R. J.; ROSSET, P. Genetic engineering in agriculture and corporate engineering in public debate: risk, public relations, and public debate over genetically modified crops. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v.11, n.4, p.428-36, 2005.

PHILLIPS, P. W. B.; MCNEILL, H. A survey of national labeling policies for GM foods. **AgBioForum**, v.3, n.4, 2000.

PIGNATI, W.; LIMA, F. **Nota técnica sobreos impactos na saúde e ambiente do herbicida 2,4-D**. Universidade Federal de Mato Grosso. Instituto de Saúde Coletiva: Cuiabá - MT, 2013. Disponível em: <http://www.movimentocienciacidade.org/documento/detail/25>. Acesso em: 26 mar. 2015.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v.29, p.318-325, 1995.

PRESUTTI, R.; HARRIS, S. A.; KACHURI, L.; SPINELLI, J. J.; PAHWA, M.; BLAIR, A.; ZAHM, S. H.; CANTOR, K. P.; WEISENBURGER, D. D.; PAHWA, P.; MCLAUGHLIN, J. R.; DOSMAN, J. A.; FREEMAN, L. B. Pesticide exposures and the risk of multiple myeloma in men: An analysis of the North American Pooled Project. **International Journal of Cancer**, v.139, n.8, p.1703-14, 2016.

PRICE, B.; COTTER, J. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMO), 1997–2013. **International Journal of Food Contamination**, v.1, n.1, p.1-13, 2014.

PROENÇA, R. P. C. **Aspectos organizacionais e inovação tecnológica de transferência de tecnologia: uma abordagem antropotecnológica no setor de alimentação coletiva**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

PROFIT PRO. **Study Corn Comparison Report**. 2012. Disponível em: <http://rt.com/usa/toxic-study-gmo-corn-900/>. Acesso em: 21 jun. 2014.

PUSZTAI, A. **Genetically Modified Foods: Are They a Risk to Human/Animal Health? :** Action Bioscience, 2001. Disponível em: <http://www.actionbioscience.org/biotechnology/pusztai.html>. Acesso em: 23 jun. 2014.

PUSZTAI, A. Can science give us the tools for recognizing possible health risks of GM food? **Nutrition and Health**, v.16, n.2, 2002.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. **Manual de investigação em ciências sociais**. Lisboa: Gradiva, 1992.

RABIEI, M.; MEHDIZADEH, M.; RASTEGAR, H.; VAHIDI, H.; ALEBOUYEH, M. Detection of genetically modified maize in processed foods sold commercially in Iran by qualitative PCR. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v.12, n.1, p.25-30, 2013.

RICHARD, S.; MOSLEMI, S.; SIPAHUTAR, H.; BENACHOUR, N.; SERALINI, G.-E. Differential Effects of Glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. **Environmental Health Perspectives**, v.113, n.6, p.716-720, 2005.

ROBINSON, C. **Genetic Modification Technology and Food: Consumer Health and Safety**. International Life Sciences Institute. Europe Concise Monograph Series: Belgium, 2002. Disponível em: http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2002Gen_Mod.pdf. Acesso em: 13 mai. 2015.

RODRIGUES, V. M. **Informação nutricional complementar em rótulos de alimentos industrializados direcionados a crianças**. 2013. Projeto de tese (Doutorado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SALBEGO, J.; PRETTO, A.; GIODA, C. R.; DE MENEZES, C. C.; LAZZARI, R.; RADUNZ NETO, J.; BALDISSEROTTO, B.; LORO, V. L. Herbicide formulation with glyphosate affects growth, acetylcholinesterase activity, and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.58, n.3, p.740-5, 2010.

SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. **Interdisciplinary Toxicology**, v.6, n.4, p.159-84, 2013a.

_____. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. **Entropy**, v.15, p.1416-1463, 2013b.

SANTANA, V. S.; MOURA, M. C. P.; NOGUEIRA, F. F. E. Mortalidade por intoxicação ocupacional relacionada a agrotóxicos, 2000-2009, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.47, p.598-606, 2013.

SAUNDERS, P. **Marked Deterioration of Public Health Parallels Increase in GM Crops and Glyphosate Use, US Government Data Show**. Institute of Science in Society Report, 2014. Disponível em: http://www.i-sis.org.uk/Deterioration_of_Public_Health.php. Acesso em: 13 fev. 2015.

SAXENA, D.; STOTZKY, G. Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. **American Journal of Botany**, v.88, n.9, p.3, 2001.

SCAPIN, T. **Notificação dos açúcares de adição em rótulos de alimentos industrializados comercializados no Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SCHAUB, P.; WÜST, F.; KOSCHMIEDER, J.; YU, Q.; VIRK, P.; TOHME, J.; BEYER, P. Nonenzymatic β -Carotene Degradation in Provitamin A-Biofortified Crop Plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.65, n.31, p.6588-6598, 2017.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity**. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000.

SERALINI, G.-E.; CLAIR, E.; MESNAGE, R.; GRESS, S.; DEFARGE, N.; MALATESTA, M.; HENNEQUIN, D.; DE VENDOMOIS, J. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. **Environmental Sciences Europe**, v.26, n.1, p.14, 2014.

SÉRALINI, G.-E.; CLAIR, E.; MESNAGE, R.; GRESS, S.; DEFARGE, N.; MALATESTA, M.; HENNEQUIN, D.; DE VENDÔMOIS, J. S. **RETRACTED**: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. **Food and Chemical Toxicology**, v.50, n.11, p.4221-4231, 2012.

SERALINI, G. E.; CELLIER, D.; DE VENDOMOIS, J. S. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.52, n.4, p.596-602, 2007.

SHAO, Q.; CHIN, K. V. Survey of American food trends and the growing obesity epidemic. **Nutrition Research and Practice**, v.5, n.3, p.253-9, 2011.

SILVEIRA, B. M. **Informação alimentar e nutricional da gordura trans em rótulos de produtos alimentícios comercializados em um supermercado de Florianópolis**. 2011. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. 114 p.

SILVEIRA, B. M.; GONZALEZ-CHICA, D. A.; DA COSTA PROENCA, R. P. Reporting of trans-fat on labels of Brazilian food products. **Public Health Nutrition**, v.16, n.12, p.2146-53, 2013a.

SILVEIRA, B. M.; KLIEMANN, N.; SILVA, D. P.; COLUSSI, C. F.; PROENCA, R. P. Availability and price of food products with and without trans fatty acids in food stores around elementary schools in low- and medium-income neighborhoods. **Ecology of Food and Nutrition**, v.52, n.1, p.63-75, 2013b.

SINGH, P.; KUMAR, R.; SABAPATHY, S. N.; BAWA, A. S. Functional and Edible Uses of Soy Protein Products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.7, n.1, p.14-28, 2008.

SNELL, C.; BERNHEIM, A.; BERGÉ, J.-B.; KUNTZ, M.; PASCAL, G.; PARIS, A.; RICOCH, A. E. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review. **Food and Chemical Toxicology**, v.50, n.3-4, p.1134-1148, 2012.

SPENDELER, L. Organismos modificados genéticamente: una nueva amenaza para la seguridad alimentaria. **Revista Española de Salud Pública**, v.79, p.271-282, 2005.

STARLING, A. P.; UMBACH, D. M.; KAMEL, F.; LONG, S.; SANDLER, D. P.; HOPPIN, J. A. Pesticide use and incident diabetes among wives of farmers in the Agricultural Health Study. **Occupational and Environmental Medicine**, v.71, n.9, p.629-635, 2014.

STEVENS, W. E.; BERBERICH, S. A.; SHECKELL, P. A.; WILTSE, C. C.; HALSEY, M. E.; HORAK, M. J.; DUNN, D. J. Optimizing Pollen Confinement in Maize Grown for Regulated Products. **Crop Science**, v.44, n.6, p.2146-2153, 2004.

SUSTAINABLE PULSE. **Russian Government Commission Opens Door for Ban on GMO Imports**. 2015. Disponível em: <http://sustainablepulse.com/2015/01/20/russian-government-commission-opens-door-ban-gmo-imports/#.VVorMkYYHu0>. Acesso em: 13 fev. 2013.

SWANSON, N. L.; LEU, A.; ABRAHAMSON, J.; WALLET, B. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America **Journal of Organic Systems**, v.9, n.2, 2014.

TASKI-AJDUKOVIC, K.; NIKOLIC, Z.; VUJAKOVIC, M.; MILOSEVIC, M.; IGNJATOV, M.; PETROVIC, D. Detection of genetically modified organisms in processed meat products on the Serbian food market. **Meat Science**, v.81, n.1, p.230-2, 2009.

THE NORWEGIAN BIOTECHNOLOGY ADVISORY BOARD. The Norwegian Biotechnology Advisory Board. **Herbicide-resistant genetically modified plants and sustainability**. 2014. Disponível em: http://www.bioteknologiradet.no/filarkiv/2014/09/Herbicide-resistant_genetically_modified_plants_and_sustainability_NBAB.pdf. Acesso em: 21 mar. 2015.

THONGPRAKAIKANG, S.; THIANANAWAT, A.; RANGKADILOK, N.; SURIYO, T.; SATAYAVIVAD, J. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. **Food and Chemical Toxicology**, v.59, n.0, p.129-36, 2013.

TRAAVIK, T. **Too early may be too late**. Ecological risks associated with the use of naked DNA as a biological tool for research, production and therapy: Trondheim, Norway, 1999. Disponível em: <http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/attachment/1960/Utredning%201999-1%20Too%20early%20may%20be%20to%20late.pdf>. Acesso em: 08 set. 2014.

TRAAVIK, T.; HEINEMANN, J. **Genetic Engineering and Omitted Health Research: Still No Answers to Ageing Question**. Malaysia: Network, 2007.

TURKEC, A.; LUCAS, S. J.; KARLIK, E. Monitoring the prevalence of genetically modified (GM) soybean in Turkish food and feed products. **Food Control**, v.59, p.766-772, 2016.

TURKEC, A.; LUCAS, S. J.; KARLIK, E. Monitoring the prevalence of genetically modified maize in commercial animal feeds and food products in Turkey. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.96, n.9, p.3173-9, 2016.

UNEP. **Glossary of Terms for Negotiators of Multilateral Environmental Agreements**. 2007. Disponível em: http://www.unep.org/pdf/delc/Glossary_final.pdf. Acesso em: 23 jun. 2014.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (CE) no 258/1997 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 1997 relativo a novos alimentos e ingredientes alimentares**. Bruxelas: Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 1997.

_____. **Diretiva 2001/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de março de 2001 relativa à liberação deliberada no ambiente de organismos geneticamente modificados e que revoga a Diretiva 90/220/CEE do Conselho**. Bruxelas: Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2001.

_____. **Regulamento (CE) no 1829/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Setembro de 2003 relativo a gêneros alimentícios e alimentos para animais geneticamente modificados.** Bruxelas: Jornal Oficial da União Europeia, 2003a.

_____. **Regulamento (CE) no 1830/2003 do Parlamento europeu e do conselho, de 22 de setembro de 2003, relativo à rastreabilidade e rotulagem de organismos geneticamente modificados e à rastreabilidade dos gêneros alimentícios e alimentos para animais produzidos a partir de organismos geneticamente modificados e que altera a Directiva 2001/18/CE.** Bruxelas: Jornal Oficial da União Europeia, 2003b.

_____. **Directiva (UE) 2015/412 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de março de 2015 que altera a Directiva 2001/18/CE no que se refere à possibilidade de os Estados-Membros limitarem ou proibirem o cultivo de organismos geneticamente modificados (OGM) no seu território.** Estrasburgo: Jornal Oficial da União Europeia, 2015.

UNITED NATIONS. **Convention on Biological Diversity.** Rio de Janeiro: United Nations, 1992.

VALLE, S. Transgênicos sem maniqueísmo. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v.7, p.493-498, 2000.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; HE, M. M.; SHIN, K.; MAI, V.; JEONG, K. C.; FINCKH, M. R.; MORRIS, J. G., JR. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. **Sci Total Environ**, v.616-617, p.255-268, 2018.

VENZKE, J. G. **Segurança alimentar de milho geneticamente modificado contendo o gene cry Ab de Bacillus thuringiensis.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

VERCESI, A. E.; RAVAGNANI, F. G.; CIERO, L. D. Use of ingredients from OGM in feed and its impact on the production of food of animal origin for human. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.441-449, 2009.

VILJOEN, C. D.; MARX, G. M. The implications for mandatory GM labelling under the Consumer Protection Act in South Africa. **Food Control**, v.31, n.2, p.387-391, 2013.

WAISSMANN, W. Health surveillance and endocrine disruptors. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, p.511-517, 2002.

WANG, Y.-S.; JAW, C.-G.; CHEN, Y.-L. Accumulation of 2,4-D and glyphosate in fish and water hyacinth. **Water, Air, and Soil Pollution**, v.74, n.3-4, p.397-403, 1994.

WATANABE, T.; IWASE, T. Developmental and dysmorphogenic effects of glufosinate ammonium on mouse embryos in culture. **Teratogenesis Carcinogenesis and Mutagenesis**, v.16, n.6, p.287-99, 1996.

WEINTRAUB, K. The prevalence puzzle: Autism counts. **Nature**, v.479, n.7371, p.22-4, 2011.

WHO. World Health Organization. **Foods derived from modern technology: 20 questions on genetically modified foods**. 2002. Disponível em: http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/. Acesso em: 22 jun. 2014.

_____. World Health Organization. **Principles for the risk analysis of foods derived from modern biotechnology**. 2003. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gmfp/resources/CXG_044e.pdf. Acesso em: 03 jun. 2014.

_____. World Health Organization. **Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health**. 57^a World Health Assembly. WHO: Geneva, 2004. Disponível em: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf. Acesso em: 04 set. 2017.

_____. World Health Organization. **Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study**. WHO: Geneva, 2005. Disponível em: http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_en.pdf. Acesso em: 03 dez. 2014.

_____. World Health Organization. **Reducing salt intake in populations**. WHO: França, 2007. Disponível em: http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt_Report_VC_april07.pdf. Acesso em: 17 abr. 2015.

_____. World Health Organization. **20 questions on genetically modified foods**. 2014. Disponível em: http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_en.pdf. Acesso em: 24 jun. 2014.

WHO/FAO. World Health Organization. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Codex Alimentarius: Food labelling**. WHO/FAO: Rome, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a1390e/a1390e00.htm>. Acesso em: 21 jun. 2014.

WILLIAMS, G. M.; KROES, R.; MUNRO, I. C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.31, n.2, p.117-65, 2000.

WILSON, A. K.; LATHAM, J. R.; STEINBRECHER, R. A. Transformation-induced mutations in transgenic plants: analysis and biosafety implications. **Biotechnology and Genetic Engineering Reviews**, v.23, p.209-37, 2006.

ZAHM, S. H.; WEISENBURGER, D. D.; BABBITT, P. A.; SAAL, R. C.; VAUGHT, J. B.; CANTOR, K. P.; BLAIR, A. A case-control study of non-Hodgkin's lymphoma and the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in eastern Nebraska. **Epidemiology**, v.1, n.5, p.349-56, 1990.

ZANONI, M.; FERMENT, G. **Transgênicos para quem? Agricultura, Ciência, Sociedade**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2011.

ZDZIARSKI, I. M.; EDWARDS, J. W.; CARMAN, J. A.; HAYNES, J. I. GM crops and the rat digestive tract: a critical review. **Environment International**, v.73, p.423-33, 2014.

ZOBIOLE, L. H. S.; BONINI, E. A.; DE OLIVEIRA, R. S.; KREMER, R. J.; FERRARESE, O. Glyphosate affects lignin content and amino acid production in glyphosate-resistant soybean. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.32, n.5, p.831-837, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Manual para coleta de dados

1. Itens que compõem o formulário

- Unique ID → Identificação de ordem de coleta do item - gerado pelo sistema: não precisa preencher

- Grupo

- Subgrupo

- Denominação de venda e sabor (ex. chocolate com recheio sabor baunilha);

- Nome comercial ou fantasia;

- Marca

- Fabricante

- País de origem;

- Presença do símbolo do transgênico e expressão que acompanha o símbolo;

- Dados da tabela de informação nutricional (porção, medida caseira, valor energético total, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e *trans*, fibra alimentar, sódio, vitaminas e minerais).

2. Definição das variáveis

Quadro 1 – Variáveis que compõe o formulário de coleta de dados.

| Variável | Definição | Informação a ser preenchida |
|------------------------------|---|--|
| Grupo de alimentos | Grupo de alimento definido segundo critérios da RDC nº359/2003 (BRASIL, 2003b) | Número do grupo do alimento |
| Subgrupo de alimentos | Subgrupo de alimento definido segundo critérios da RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003b) (ANEXO A) | Número do subgrupo do alimento |
| Denominação de venda e sabor | Nome específico e não genérico que indica a verdadeira natureza e as características do alimento (BRASIL, 2002) | Denominação de venda do alimento |
| Nome comercial | Nome genérico apresentado na embalagem do alimento | Nome genérico apresentado na embalagem |
| Marca | Marca do produto | Nome da marca |
| Fabricante | Empresa fabricante do alimento | Nome da empresa fabricante do alimento (Produzido por... Fabricado por...) |
| País de origem | País onde foi fabricado o alimento | Selecionar Brasil ou Outro, caso for outro preencher o nome do país |
| Símbolo transgênico | Identificação da presença do símbolo que identifica transgênico. T preto | Presença: Sim; |

| | | |
|---|---|---|
| | dentro de um triângulo amarelo | Não. |
| Expressão que acompanha o símbolo | Identificação da expressão que acompanha o símbolo de transgênico | Selecionar qual expressão está presente |
| Nome do produto/ingrediente transgênico | Identificação do nome do ingrediente ou alimento transgênico utilizado no produto | Nome do produto/ingrediente |

3. Fotos dos alimentos industrializados

- Frente da embalagem: Tirar uma foto da parte da frente da embalagem;
- Parte de trás da embalagem: Tirar uma foto da parte de trás da embalagem;

*Embalagens redondas: tirar 3 fotos.

*Embalagens quadradas: tirar fotos de todos os lados da embalagem.

*Quando o alimento industrializado tiver alertas, adicionalmente tirar uma foto especificamente da parte da embalagem que possui o alerta.

4. Organização da coleta

- A coleta de dados será realizada de forma individual;
- Cada coletador ficará responsável por coletar uma prateleira do supermercado/dia;
- A coleta será realizada todas as manhãs de domingo a quinta;
- A coleta iniciará as 8 horas e será finalizada as 12 horas;
- Os coletadores terão 1 hora de intervalo, essa 1 hora pode ser dividida em dois períodos de 30 minutos;
- As duplas já irão com uma lista de grupos e subgrupos pré-determinada presente em cada corredor;
- Alimentos com diferentes tamanhos e/ou sabores serão coletados como novos alimentos;
- A coleta será realizada por meio de formulário eletrônico disponibilizado em *tablets*;
- Cada formulário deverá ser preenchido em sua totalidade, caso algum dado seja obrigatório, o coletador não poderá passar para o próximo item sem preenchê-lo;
- As fotos devem ser tiradas logo após o preenchimento do formulário daquele alimento industrializado.

5. Passos para coleta de dados

- 5.1 Passar na UFSC para pegar os *tablets* e carona para se dirigir ao supermercado;
- 5.2 Não esquecer o TCLE do supermercado Angeloni;
- 5.3 Apresentação no guichê de entrada do supermercado, todos devem utilizar crachás durante a coleta de dados;
- 5.4 Se dirigir ao corredor indicado para coleta de dados. Os corredores já são numerados, a numeração é a mesma disponibilizada pelo supermercado;
- 5.5 Olhando os corredores a partir da entrada do supermercado as prateleiras localizadas a direita são denominadas de A e as à esquerda são denominadas de B;
- 5.6 O objetivo é coletar todos os alimentos industrializados presentes em uma das prateleiras;

- 5.7 Terminada a coleta de um alimento industrializado clicar em guardar e selecionar o “Adicionar outro formulário”;
- 5.8 Clicar na casinha para ir para o menu principal;
- 5.9 Selecionar a câmera e tirar as fotos da embalagem;
- 5.10 Clicar novamente na casinha para retornar ao menu principal;
- 5.11 Selecionar o link EpiCollect+ para continuar a coleta;
- 5.12 Quando coletar o último alimento industrializado do corredor clicar em guardar e depois selecionar “Selecione formulário”;
- 5.13 Finalizada a coleta os coletadores deverão vir até a UFSC para sincronizar os dados dos *tablets* com o banco de dados;
- 5.14 Também devem ser descarregadas as fotos em pastas específicas previamente separadas para coleta de dados;

Grupos e subgrupos de alimentos – RDC nº 359 de 2003 (BRASIL, 2003)

GRUPO 1 - PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, CEREAIS, LEGUMINOSAS, RAIZES E TUBÉRCULOS, E SEUS DERIVADOS

1. Amidos e féculas
2. Arroz cru
3. Aveia em flocos sem outros ingredientes
4. Barra de cereais com até 10% de gordura
5. Batata, mandioca e outros tubérculos, cozidos em água, embalados à vácuo
6. Batata e mandioca pré-frita congelada
7. Produtos a base de tubérculos e cereais pré-fritos e ou congelados
8. Biscoito salgados, integrais e grissines
9. Bolos, todos os tipos sem recheio
10. Canjica (grão cru)
11. Cereal matinal pesando até 45g por xícara - leves
12. Cereal matinal pesando mais do que 45 g por xícara
13. Cereais integrais crus
14. Farinhas de cereais e tubérculos, todos os tipos
15. Farelo de cereais e germe de trigo
16. Farinha Láctea
17. Farofa pronta
18. Massa alimentícia seca
19. Massa desidratada com recheio
20. Massas frescas com e sem recheios
21. Pães embalados fatiados ou não, com ou sem recheio
22. Pães embalados de consumo individual, chipa paraguaia
23. Pão doce sem frutas
24. Pão croissant, outros produtos de panificação, salgados ou doces sem recheio
25. Pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados com recheio e massas para pães
26. Pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados sem recheio, chipa paraguaia
27. Pipoca
28. Torradas
29. Tofu
30. Trigo para kibe e proteína texturizada de soja
31. Leguminosas secas, todas
32. Pós para preparar flans e sobremesas
33. Sagu

34. Massas para pasteis e panquecas
35. Massa para tortas salgadas
36. Massa para pizza
37. Farinha de rosca
38. Preparações a base de soja tipo: milanesa almôndegas e hambúrguer
39. Mistura para sopa paraguaia y chipaguazú
40. Pré-mistura para preparar bori-bori
41. Pré-mistura para preparar chipa paraguaia e mbeyu e outros pães
42. Preparado desidratados para purês de tubérculos
43. Pós para preparar bolos e tortas

GRUPO 2 - VERDURAS, HORTALIÇAS E CONSERVAS VEGETAIS

1. Concentrado de vegetais triplo, (extrato)
2. Concentrado de vegetais
3. Purê ou polpa de vegetais, incluindo tomate
4. Molho de tomate ou a base de tomate e outros vegetais
5. Picles e alcaparras
6. Sucos de vegetais, frutas e sojas
7. Vegetais desidratados em conserva (tomate seco)
8. Vegetais desidratados para sopa
9. Vegetais desidratados para purê
10. Vegetais em conserva (alcachofra, aspargo, cogumelos, pimentão, pepino e palmito) em salmoura, vinagre e azeite
11. Jardineira e outras conservas de vegetais e legumes (cenouras, ervilhas, milho, tomate pelado)
12. Vegetais empanados

GRUPO 3 - FRUTAS, SUCOS, NECTARS E REFRESCOS DE FRUTAS

1. Polpa de frutas para refresco, sucos concentrados de frutas e desidratados
2. Polpa de frutas para sobremesas
3. Suco, néctar e bebidas de frutas
4. Frutas desidratadas (peras, pêssegos, abacaxi, ameixas, partes comestíveis)
5. Uva passa
6. Fruta em conserva, incluindo salada de frutas

GRUPO 4 – LEITE E DERIVADOS

1. Bebida láctea
2. Leites fermentados, iogurte, todos os tipos
3. Leite fluido, todos os tipos
4. Leite evaporado
5. Queijo ralado
6. Queijo cottage, ricota desnatado, queijo minas, requeijão desnatado e petit-suisse
7. Outros queijos (ricota, semi-duros, branco, requeijão, queijo cremoso, fundidos e em pasta)
8. Leite em pó
9. Sobremesas Lácteas
10. Pós para preparar sobremesas lácteas
11. Pós para preparar sorvetes

GRUPO 5 – CARNES E OVOS

1. Almôndegas a base de carnes
2. Anchovas em conserva
3. Apresuntado e Corned Beef

4. Atum, sardinha, pescado, mariscos, outros peixes em conserva com ou sem molhos
5. Caviar
6. Charque
7. Hambúrguer a base de carnes
8. Linguiça, salsicha, todos os tipos
9. Kani-kama
10. Preparações de carnes temperadas, defumadas, cozidas ou não
11. Preparações de carnes com farinhas ou empanadas
12. Embutidos, fiambre e presunto
13. Peito de peru, blanquet
14. Patês (presunto, fígado e bacon, etc..)
15. Ovo

GRUPO 6 – ÓLEOS, GORDURAS E SEMENTES OLEAGINOSAS

1. Óleos vegetais, todos os tipos
2. Azeitona
3. Bacon em pedaços - defumado ou fresco
4. Banha e gorduras animais
5. Gordura vegetal
6. Maionese e molhos a base de maionese
7. Manteiga, margarina e similares
8. Molhos para saladas a base de óleo (todos os tipos)
9. Chantilly
10. Creme de leite
11. Leite de coco
12. Coco ralado
13. Sementes oleaginosas (misturadas, cortadas, picadas, inteiras)

GRUPO 7 - AÇÚCARES E PRODUTOS COM ENERGIA PROVENIENTE DE CARBOIDRATOS E GORDURAS

1. Açúcar, todos os tipos
2. Achocolatado em pó, pós com base de cacau, chocolate em pó e cacau em pó
3. Doces em corte (goiaba, marmelo, figo, batata, etc)
4. Doces em pasta (abóbora, goiaba, leite, banana, mocotó)
5. Geleias diversas
6. Glucose de milho, mel, melado, cobertura de frutas, leite condensado e outros xaropes (cassis, groselha, framboesa, amora, guaraná etc)
7. Pó para gelatina
8. Sobremesa de gelatina pronta
- *Produtos de consumo ocasional
9. Frutas inteiras em conserva para adornos (cereja maraschino, framboesa)
10. Balas, pirulitos e pastilhas
11. Goma de mascar
12. Chocolates, bombons e similares
13. Confeitos de chocolate e drageados em geral
14. Sorvetes de massa
15. Sorvetes individuais
16. Barra de cereais com mais de 10% de gorduras, torrões, pé de moleque e paçoca
17. Bebidas não alcoólicas, carbonatadas ou não (chás, bebidas a base de soja e refrigerantes)
18. Pós para preparo de refresco
19. Biscoito doce, com ou sem recheio
20. Brownies e alfajores
21. Frutas cristalizadas

22. Panettone
23. Bolo com frutas
24. Bolos e similares com recheio e/ou cobertura
25. Pão croissant, produtos de panificação, salgados ou doces com recheio e ou cobertura
26. Snacks a base de cereais e farinhas para petisco
27. Mistura para preparo de docinho, cobertura para bolos, tortas e sorvetes, etc.

GRUPO 8 - MOLHOS, TEMPEROS PRONTOS, CALDOS, SOPAS E PRATOS PREPARADOS

1. Caldo (carne, galinha, legumes, etc) e pós para sopa incluindo (bori-bori, pirá caldo, soyo)
2. Catchup e mostarda
3. Molhos a base de soja e ou vinagre
4. Molhos a base de produtos lácteos ou caldos
5. Pós para preparar molhos
6. Misso
7. Missoshiro
8. Extrato de soja
9. Pratos preparados prontos e semiprontos não incluídos em outros itens da tabela
10. Temperos completos

Referências

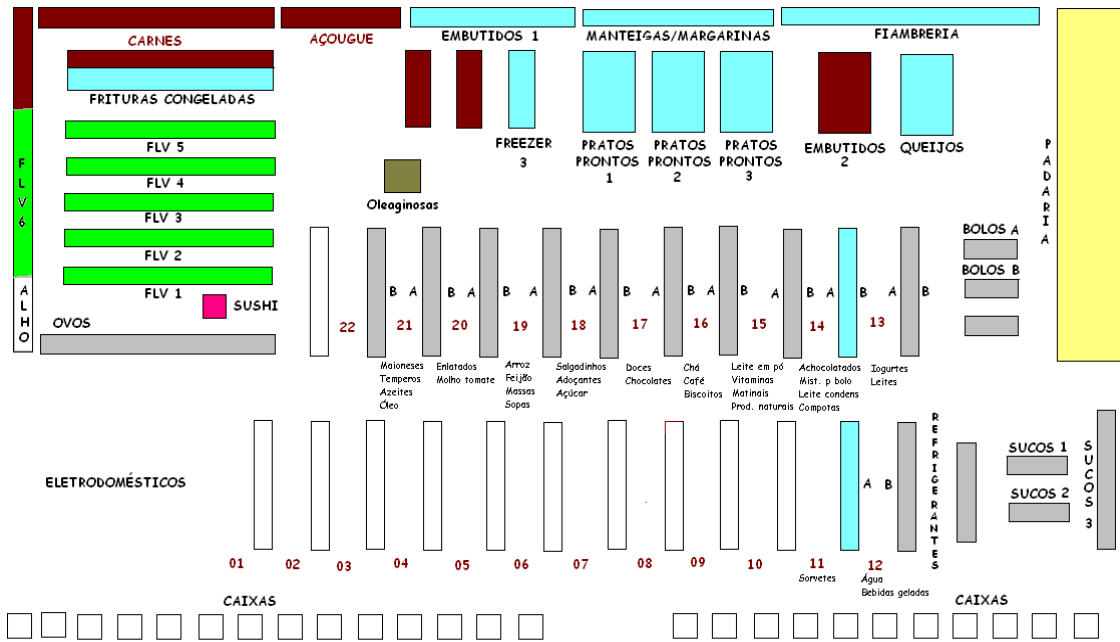
BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC nº 94, de 23 de dezembro de 2000**: aprova regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 3. nov. 2000.

_____. Resolução – **RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002**: regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 set. 2002a.

_____. Resolução – **RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**: aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 26 dez. 2003a.

_____. Resolução – **RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003**: aprova regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 26 dez. 2003b.

APÊNDICE B – Mapeamento do supermercado.



APÊNDICE C – Resumos apresentados em congresso

**VI Congresso Latino-Americano de Agroecologia
X Congresso Brasileiro de Agroecologia
V Seminário de Agroecologia do DF e Entorno**

Presença de ingredientes passíveis de serem transgênicos em carnes e preparações à base de carnes

Presence of transgenic ingredients in meat and meat preparations

CORTESE, Rayza Dal Molin; MARTINELLI, Suellen Secchi; FABRI, Rafaela Karen;
PROENÇA, Rossana Pacheco da Costa; CAVALLI, Suzi Barletto

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Núcleo de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE/UFSC), Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil
rayzacortese@gmail.com; suellen.smartinelli@gmail.com; rafa.kf@gmail.com;
rossanacosta50@gmail.com; sbcavalli@gmail.com

Tema Gerador: Agrotóxicos e transgênicos

Resumo

Culturas de soja e milho são em sua maioria geneticamente modificadas no Brasil. Seus derivados são utilizados na composição de alimentos em todo o mundo. O objetivo deste trabalho foi analisar a presença de ingredientes passíveis de serem transgênicos em carnes e preparações à base de carnes comercializados em um grande supermercado do Brasil. Foram registradas informações de 496 produtos. As carnes foram classificadas em subgrupos e analisadas por meio da técnica de mineração de texto. Do total, 49,2% continham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho, sendo os subgrupos de peito de peru e patês os que continham mais alimentos com esses ingredientes. A proteína de soja foi o ingrediente mais frequente nos alimentos analisados (43,7%) e nenhum alimento declarava a presença de transgênicos no rótulo.

Palavras-chave: Alimentos geneticamente modificados; rotulagem de alimentos; lista de ingredientes.

Abstract

Soy and maize crops are genetically modified in Brazil in most cases. Its derivatives are used in food composition all over the world. The objective of this work was to analyze the presence of ingredients that could be transgenic in meats and meat preparations commercialized in a large supermarket in Brazil. Information on 496 products was recorded. Meats were classified into subgroups and analyzed using the text mining technique. Of the total, 49.2% contained at least one ingredient derived from soybeans or maize and the subgroups of turkey breast and pate were the ones that contained more food with these ingredients. Soy protein was the most frequent ingredient in the analyzed foods (43.7%) and no food declared the presence of GMO on the label.

Keywords: Genetically modified foods; food labeling; ingredient list.

Introdução

Os organismos geneticamente modificados (OGM) estão cada vez mais presentes na alimentação da população mundial, seja como alimento ou como ingrediente de alimentos industrializados (FAO, 2014). O Brasil é o segundo país que mais planta transgênicos no mundo e desde 2003 têm aprovado para cultivo e consumo soja, milho, algodão e mais

recentemente um feijão transgênico, o qual não está disponível para consumo. Atualmente, 94% da soja, 85% do milho e 73% do algodão cultivados no Brasil são transgênicos (JAMES, 2015). Tais cultivos dão origem a subprodutos que são utilizados pela indústria alimentícia como constituintes de muitos alimentos. Considerando a crescente produção de alimentos transgênicos no Brasil, presume-se uma grande possibilidade de que os ingredientes derivados de milho e soja, presentes nesses produtos, também sejam transgênicos.

No Brasil, o Decreto nº 4.680/2003 estabelece que todos os alimentos e ingredientes alimentares que contenham ou sejam produzidos a partir de transgênicos, com presença acima de 1% do produto, devem ser rotulados (BRASIL, 2003). Contudo, estudos brasileiros revelaram a presença destes ingredientes em alimentos com quantidade superior a 1% sem, contudo, informar a presença destes componentes no rótulo, conforme a legislação de rotulagem (GREINER; KONIETZNY, 2008; BRANQUINHO et al., 2010; DINON et al., 2010). Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a presença de ingredientes passíveis de serem transgênicos em carnes e preparações à base de carnes embaladas e rotuladas, comercializadas em um grande supermercado do Brasil.

Material e Métodos

Estudo transversal, descritivo e exploratório, que buscou identificar a presença de ingredientes provenientes de culturas de soja e milho, possivelmente transgênicos, em carnes e preparações à base de carnes embaladas e rotuladas, disponíveis para venda em um grande supermercado do Brasil. O supermercado foi escolhido aleatoriamente e pertence a uma das dez maiores redes brasileiras, segundo a Associação Brasileira de Supermercados. Foram registradas informações sobre a identificação do alimento, como denominação, nome comercial, marca, fabricante e país de origem. Todos os rótulos foram fotografados para posterior identificação, transcrição e análise da lista de ingredientes e a presença do símbolo T referente a identificação de transgênicos na rotulagem. Os dados foram coletados com o auxílio de *tablets*, por meio de formulários eletrônicos desenvolvidos no *software EpiCollect plus*. No total foram coletadas informações de 496 alimentos durante cinco meses entre os anos de 2013 e 2014. Os alimentos foram classificados de acordo com os grupos e subgrupos, definidos pela legislação brasileira de rotulagem RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003).

Foi realizada a transcrição exata dos ingredientes conforme a ordem em que se encontravam na lista de ingredientes do rótulo de cada alimento utilizando planilhas do *software* Microsoft Excel®, versão 2010. Para a análise referente às informações presentes na lista de ingredientes de todos os produtos utilizou-se a técnica de mineração de texto com o pacote TM do *software* open source R (R CODE TEAM, 2016). Por meio desta técnica, identificou-se os alimentos com pelo menos um ingrediente derivado de milho e/ou soja. As variáveis descritivas relativas ao número de alimentos contendo tais ingredientes derivados por subgrupo alimentar são apresentadas por frequências absolutas e relativas. Foram considerados subprodutos de soja e milho aqueles ingredientes que continham a determinação da origem, como óleo de milho, proteína de soja. Ingredientes como óleo vegetal ou amido não foram considerados, se não continham essa especificação. Por meio da técnica de mineração de texto também realizou-se análises de frequência dos ingredientes, com o intuito de verificar quais ingredientes derivados de soja e/ou milho estavam entre os mais frequentes nos alimentos analisados.

Resultados e Discussão

Um total de 496 carnes e preparações à base de carnes foi analisado. Do total, 209 alimentos continham ingredientes derivados de soja, 18 alimentos continham ingredientes derivados de milho e 21 alimentos continham ingredientes derivados de ambos.

Os ingredientes derivados de culturas de milho e soja, passíveis de serem transgênicos, identificados na lista de ingredientes dos rótulos destes alimentos compreenderam: proteína de soja, amido de milho, lecitina de soja, óleo de milho, farinha de soja, farinha de milho, óleo de soja, xarope de milho, molho de soja e dextrose de milho. O ingrediente que mais apareceu nos rótulos foi a proteína de soja, em 217 alimentos e o amido de milho, em 27 alimentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Ingredientes derivados de soja e milho identificados nos rótulos de carnes e preparações à base de carnes embaladas e rotuladas, disponíveis para compra em um supermercado do Brasil.

| Ingredientes derivados de milho ou soja | Número de alimentos que continham | % |
|---|-----------------------------------|------|
| Proteína de soja | 217 | 43,7 |
| Amido de milho | 27 | 5,4 |
| Farinha de milho | 3 | 0,6 |
| Óleo de milho | 2 | 0,4 |
| Óleo de soja | 2 | 0,4 |
| Xarope de milho | 2 | 0,4 |
| Molho de soja | 2 | 0,4 |
| Lecitina de soja | 1 | 0,2 |
| Farinha de soja | 1 | 0,2 |
| Dextrose de milho | 1 | 0,2 |

Do total de carnes e preparações à base de carnes analisadas, 49,2% continham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho, sendo que a maioria dos subgrupos apresentava mais da metade dos alimentos com esses componentes. Em apenas dois subgrupos (caviar e charque) não havia nenhum alimento contendo ingredientes derivados de soja e/ou milho. Os subgrupos que continham mais alimentos com ingredientes passíveis de serem transgênicos foram os subgrupos 13 – peito de peru; 14 – patês; 11 – preparações de carnes com farinhas ou empanadas e 1 – almôndegas a base de carnes (Tabela 2).

Tabela 2 - Alimentos contendo ingredientes derivados de soja e milho por subgrupo.

| Subgrupo de alimentos do Grupo de Carnes, segundo a RDC nº 359/2003 | Alimentos dos subgrupos | Alimentos com ingredientes derivados de soja e milho | % |
|---|-------------------------|--|------|
| 1 – Almôndegas a base de carnes | 9 | 7 | 77,8 |
| 2 – Anchovas em conserva | 2 | 1 | 50,0 |
| 3 – Apresuntado e Corned Beef | 3 | 2 | 66,7 |
| 4 – Atum, sardinha, pescado, mariscos, outros peixes em conserva, com ou sem molhos | 28 | 5 | 17,9 |
| 5 – Caviar | 3 | 0 | 0,0 |
| 6 – Charque | 1 | 0 | 0,0 |
| 7 – Hambúrguer a base de carnes | 25 | 16 | 64,0 |
| 8 – Linguiça, salsicha, todos os tipos | 91 | 47 | 51,6 |
| 9 – Kani-kama | 3 | 1 | 33,3 |
| 10 – Preparações de carnes temperadas, defumadas, cozidas ou não | 29 | 9 | 31,0 |
| 11 – Preparações de carnes com farinhas ou empanadas | 36 | 28 | 77,8 |
| 12 – Embutidos, fiambre e presunto | 87 | 42 | 48,3 |
| 13 – Peito de peru, blanquet | 11 | 11 | 100, |

| | | | |
|--|-----|-----|------|
| | | | 0 |
| 14 – Patês (presunto, fígado, bacon, etc.) | 29 | 24 | 82,8 |
| 15 – Carnes in natura e aves congeladas temperadas | 139 | 51 | 36,7 |
| Total | 496 | 244 | 49,2 |

Os achados do presente estudo se assemelham ao de estudos internacionais e nacionais, que demonstraram a utilização de proteína de soja pela indústria alimentícia como um ingrediente em produtos processados à base de carne. Um destes estudos identificou a presença de soja transgênica em carnes como presunto, mortadela de frango e *steak* de frango (BROD; ARISI, 2007). Taski-ajdukovic et al. (2009) também verificaram a presença de soja transgênica em 12 de 50 amostras de alimentos derivados de carne, como mortadela, salsichas, salame, patê, linguiça, frios e rocambole de carne. Kim et al. (2016), por sua vez, identificaram soja transgênica em 11 de 30 amostras de salsichas contendo soja.

No caso de carnes e preparações à base de carnes, as proteínas de soja são amplamente utilizadas por suas propriedades de ligação de água, ligação de gordura, textura e capacidade emulsionante, além das características organolépticas como aparência, firmeza e corte (BELLOQUE et al., 2002).

No presente estudo, nenhum dos alimentos analisados continha identificação da presença de transgênicos no rótulo. Contudo, vários estudos brasileiros identificaram a presença de soja e milho em diversos alimentos, incluindo carne processada e produtos à base de soja em quantidade superior a 1% sem, contudo declarar a presença de transgênicos no rótulo (GREINER et al., 2005; BRANQUINHO et al., 2010; DINON et al., 2010), conforme a legislação de rotulagem (BRASIL, 2003). Assim, considerando que 94% da soja e 85% do milho cultivados no país são transgênicos, é provável que os ingredientes derivados de soja e milho identificados no presente estudo também o sejam.

Esses resultados são preocupantes, visto que, segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2008-2009 (BRASIL, 2010), 24,5% da quantidade *per capita* média diária de consumo da população brasileira são provenientes de produtos de origem animal, incluindo carnes, leite e derivados e ovos. Além da grande quantidade de ingredientes possivelmente transgênicos adicionados pela indústria alimentícia em carnes e preparações à base de carnes, animais alimentados com ração produzida com milho e/ou soja transgênicas também podem constituir fonte de transgênicos na alimentação humana.

Conclusão

O presente estudo evidenciou a presença de pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho em quase metade das carnes e preparações à base de carnes disponíveis para venda em um supermercado, sendo a proteína de soja o ingrediente mais frequente. Contudo, nenhum dos alimentos analisados declarava a presença de ingredientes transgênicos no rótulo, não estando de acordo com a obrigatoriedade da legislação vigente e, assim, não possibilitando aos consumidores estarem cientes do que estão consumindo.

Referências bibliográficas

BELLOQUE, J.; GARCIA, M. C.; TORRE, M.; MARINA, M. L. Analysis of soyabean proteins in meat products: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.5, p.507-32, 2002.

BRANQUINHO, M. R.; FERREIRA, R. T. B.; CARDARELLI-LEITE, P. Survey of compliance with labeling legislation in food containing GMO in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.3, p.220-225, 2010.

BRASIL. **Decreto Federal nº 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. Brasília, DF, 2003.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares no Brasil, 2008/2009**. Aquisição Alimentar domiciliar per capita. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010.

BROD, F. C. A.; ARISI, A. C. M. Recombinant DNA in meat additives: Specific detection of Roundup Ready™ soybean by nested PCR. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, n.10, p.1980-1984, 2007.

DINON, A. Z.; TREML, D.; DE MELLO, C. S.; ARISI, A. C. M. Monitoring of GMO in Brazilian processed meat and soy-based products from 2007 to 2008. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.3, p.226-229, 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Steady increase in incidents of low levels of GM crops in traded food and feed**. Rome, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/en/item/216311/icode/>. Acesso em: 04 abr. 2015.

GREINER, R.; KONIETZNY, U. Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005. **Food Control**, v.19, n.5, p.499-505, 2008.

GREINER, R.; KONIETZNY, U.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Qualitative and quantitative detection of genetically modified maize and soy in processed foods sold commercially in Brazil by PCR-based methods. **Food Control**, v.16, n.8, p.753-759, 2005.

JAMES, C. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015. ISAAA Brief N° 51**. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. ISAAA: Ithaca, NY, 2015. Disponível em: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/51/essays/pdf/B51-Essays-English.pdf>. Acesso em: 28 set. 2016.

KIM, J.-H.; SONG, J.-Y.; HONG, Y.; KIM, H.-Y. Monitoring of genetically modified soybean events in sausage products in South Korea. **Food Control**, v.67, p.63-67, 2016.

TASKI-AJDUKOVIC, K.; NIKOLIC, Z.; VUJAKOVIC, M.; MILOSEVIC, M.; IGNJATOV, M.; PETROVIC, D. Detection of genetically modified organisms in processed meat products on the Serbian food market. **Meat Science**, v.81, n.1, p.230-2, 2009.



III Encontro Nacional de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (III ENPSSAN)

Local: UFPR/Campus Jardim Botânico, Av. Prefeito
Lothario Meissner, 632

Data: 08 a 10 de novembro de 2017.

PRESENÇA DE INGREDIENTES POSSIVELMENTE GENETICAMENTE MODIFICADOS EM FÓRMULAS INFANTIS COMERCIALIZADAS EM UM SUPERMERCADO BRASILEIRO: UM ESTUDO TRANSVERSAL EM RÓTULOS

Autores/as:

Rayza Dal Molin Cortese (Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Núcleo de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE/UFSC), rayzacortese@gmail.com); Suellen Secchi Martinelli (Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Núcleo de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE/UFSC), suellen.smartinelli@gmail.com); Rafaela Karen Fabri (Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Núcleo de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE/UFSC), rafa.kf@gmail.com); Rossana Pacheco da Costa Proença (Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Núcleo de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE/UFSC), rossanacosta50@gmail.com); Suzi Barletto Cavalli (Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Núcleo de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE/UFSC), sbcavalli@gmail.com)

Apresentadora: Suzi Barletto Cavalli (sbcavalli@gmail.com)

Resumo

Os organismos geneticamente modificados (OGM) estão cada vez mais presentes na alimentação da população e faltam evidências científicas que comprovem a segurança do seu consumo. O Brasil é o segundo país que mais planta OGM no mundo e atualmente, 94% da soja, 85% do milho e 73% do algodão cultivados no Brasil são geneticamente modificados (GM) (James, 2015). Seus derivados são utilizados largamente pela indústria, incluindo fórmulas destinadas a lactentes, usadas como substitutos do leite materno. O objetivo deste trabalho foi analisar a presença de ingredientes derivados de milho, soja e algodão passíveis de serem GM em fórmulas infantis comercializadas em um grande supermercado do Brasil. Estudo transversal, descritivo e exploratório realizado em 2013 em um supermercado escolhido intencionalmente e pertencente a uma das dez maiores redes brasileiras. Foram registradas informações sobre a identificação do alimento e todos os rótulos foram fotografados para posterior identificação, transcrição e análise da lista de ingredientes e da presença do

símbolo referente à identificação de OGM na rotulagem. Os dados foram coletados com o auxílio de *tablets*, por meio de formulários eletrônicos desenvolvidos no *software EpiCollect plus*. Foi realizada a transcrição exata dos ingredientes conforme a ordem em que se encontravam na lista de ingredientes do rótulo de cada alimento. Analisou-se todos os ingredientes para verificar a presença de derivados de soja, milho e algodão. As variáveis descritivas relativas ao número de fórmulas infantis contendo tais ingredientes são apresentadas por frequências absolutas e relativas. Um total de 26 fórmulas infantis diferentes era comercializado no supermercado e fizeram parte do estudo. Todas continham pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho, sendo que 73,0% (n 19) continham ingredientes derivados de soja, 46,1% (n 12) continham derivados de milho e 61,5% (n 16) continham ambos. Nenhuma fórmula continha derivados de algodão. Os ingredientes compreenderam: maltodextrina, lecitina de soja, óleo de milho, proteína de soja, amido de milho, xarope de glicose, glicose e óleo de soja. A maltodextrina, o xarope de glicose e a glicose são ingredientes possivelmente derivados do milho. Os ingredientes que mais apareceram nos rótulos das fórmulas analisadas foram a maltodextrina, em 19 fórmulas infantis e a lecitina de soja, em 16 fórmulas. Em 14 fórmulas esses ingredientes estiveram presentes entre os três com maior quantidade, sendo a maltodextrina o ingrediente com maior quantidade em quatro fórmulas. Nenhuma das fórmulas continha identificação da presença de OGM no rótulo, tampouco informação de sua ausência. Estudos brasileiros identificaram a presença de soja e milho em diversos alimentos em quantidade superior a 1% sem, contudo declarar a presença de OGM no rótulo (Lipp et al., 2001; Branquinho et al., 2010), conforme determina a legislação de rotulagem de OGM no Brasil (Brasil, 2003). O presente estudo evidenciou a presença de pelo menos um ingrediente derivado de soja ou milho em todas as fórmulas infantis analisadas, o que pode aumentar o consumo de alimentos GM na primeira infância.

Palavras-chaves: Organismos geneticamente modificados; rotulagem de alimentos; lista de ingredientes.

Fonte(s) de financiamento: EDITAL CNPq/ANVISA Nº 05/2014 – Pesquisas em Vigilância Sanitária. Número do Processo: 440040/2014-0.

Conflito de interesses: Não há conflito de interesse a declarar.

APÊNDICE D – Nota de imprensa

**ANÁLISE DA ROTULAGEM DE ALIMENTOS ELABORADOS A PARTIR DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: A SITUAÇÃO DO BRASIL**

Os modos de produção de alimentos vêm se alterando com o passar dos tempos. Nos últimos 20 anos iniciaram-se modificações como alterações no código genético de plantas, gerando os Organismos Geneticamente Modificados (OGM). Os OGM são definidos como organismos cujo material genético (DNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética¹, de uma forma que não ocorreria naturalmente.

O Brasil é o segundo país que mais planta sementes geneticamente modificadas (GM) no mundo, ocupando uma área de 49,1 milhões de hectares, o que equivale a 27% da produção mundial de OGM. Do total de soja, milho e algodão cultivados no país, 96,5% da soja, 88,4% do milho e 78,3% do algodão são GM². Entre 1998 e 2018 foram aprovados para cultivo e liberados para consumo no Brasil os seguintes OGM: 16 variedades de soja; 44 de milho, 15 de algodão e uma levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), além de uma variedade de feijão que ainda não está disponível para consumo³.

O aumento na produção e do consumo de alimentos GM vem despertando preocupações em relação aos efeitos à saúde humana, já que não existem evidências científicas e um consenso sobre a segurança do consumo destes alimentos. Isso porque alimentos derivados de OGM também poderão conter resíduos dos agrotóxicos associados ao seu cultivo, causando riscos à saúde humana pelos efeitos já conhecidos destas substâncias.

Tais culturas GM dão origem a vários produtos e subprodutos que são amplamente utilizados pela indústria de alimentos na composição de produtos alimentícios e estão cada vez mais presentes na alimentação da população brasileira.

Diante disso, destaca-se a importância de analisar a presença de produtos e subprodutos derivados de OGM em rótulos de alimentos e sua conformidade com as regulamentações de rotulagem de OGM no Brasil. Este foi o objetivo da tese de doutorado defendida pela nutricionista Rayza Dal Molin Cortese, em julho de 2018, sob orientação da professora do departamento de Nutrição, Suzi Barletto Cavalli. A pesquisa foi realizada no

Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN) e no Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com parceria da professora Rossana Pacheco da Costa Proença e apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio da concessão de bolsa de doutorado. O projeto foi financiado pela Chamada nº 05/2014 – Pesquisas em Vigilância Sanitária, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ANVISA.

Para a condução da pesquisa foram coletadas informações presentes nos rótulos de todos os alimentos embalados disponíveis para venda em um grande supermercado no Brasil. Foi identificada a presença do símbolo de transgênico, a presença da expressão que acompanha o símbolo, o nome da espécie doadora de genes e o(s) ingrediente(s) GM(s) do alimento.

Dos 5048 alimentos analisados, 4,7% (n = 238) declaravam a presença de OGM no rótulo, sendo que apenas 2,8% continham o símbolo e o nome da espécie doadora de genes, ou seja, estavam em conformidade com a legislação brasileira de rotulagem.

Nestes alimentos que declaravam a presença de OGM nos rótulos, foram identificados 20 ingredientes GM, sendo a maioria derivados do milho. Foram esses: amido, amido de milho, colorífico, creme de milho, farelo de milho, farinha de biju, farinha de milho, farinha de soja, fermento químico, fubá de milho, glicose, gordura vegetal, gordura vegetal de soja, lecitina de soja, maltodextrina, maltodextrina de milho, milho, óleo de milho, óleo de soja e sêmola de milho.

A maioria dos alimentos que declaravam a presença de OGM pertencia ao grupo que inclui biscoitos, bolos, canjica, farinhas, farofa pronta, pães, pipoca e pós para sobremesas e bolos e ao grupo que inclui achocolatados, biscoitos doces recheados, balas, refrigerantes e salgadinhos. Mesmo no grupo que continha menos alimentos com ingredientes GM (grupo dos pratos preparados), 2,5% dos alimentos apresentavam pelo menos um desses ingredientes.

A análise da presença destes produtos e subprodutos GM derivados de milho e soja em alimentos similares que não declaravam a presença de OGM no rótulo identificou que, do total de produtos, 50,1% continham pelo menos um dos 20 ingredientes GM identificados anteriormente. Ou seja, o alimento era similar àquele que declarava a presença de transgênico, possuía pelo menos um dos ingredientes que identificava o alimento como transgênico, mas não estava rotulado com o símbolo.

Os ingredientes GM mais frequentes nas listas de ingredientes dos alimentos que declaravam a presença de OGM foram o fermento químico, o amido de milho, a

maltodextrina e a gordura vegetal. Com exceção da maltodextrina, tais ingredientes também estavam entre os mais frequentes nas listas de ingredientes dos alimentos similares que não declaravam a presença de OGM, juntamente com a lecitina de soja, que teve a maior frequência de citação.

Além disso, no presente estudo, foi encontrado um alimento que não declarava a presença de transgênico no rótulo, mas continha 13 ingredientes diferentes passíveis de serem GM. Este caso torna evidente a não conformidade dos rótulos em relação à declaração da presença de OGM, visto que muitos alimentos contêm mais que um ingrediente GM e, provavelmente, em quantidades superiores a 1% do produto. Assim, é possível que o fabricante não tenha considerado o somatório das quantidades de ingredientes possivelmente GM e, portanto, omitiu essa informação no rótulo.

Ressalta-se que alguns dos ingredientes GM declarados nos rótulos dos alimentos analisados no presente estudo são alimentos base de preparações usualmente preparadas e consumidas em casa. Por exemplo, em preparações como bolos feitos em casa, podem estar presentes ingredientes como farinha de milho, óleo de milho ou soja, amido de milho e fermento químico. Assim, mesmo preparações caseiras, utilizando alimentos industrializados como ingredientes, podem expor as pessoas ao consumo de OGM.

Os resultados da presente tese mostram que o consumo de alimentos embalados sem declaração da presença de OGM vai contra ao direito de informação do consumidor e o Princípio da Precaução no que se refere ao consumo de alimentos transgênicos. O que reforça tanto a necessidade de fiscalização quanto a obrigatoriedade da rotulagem, como também possíveis modificações nos parâmetros legais vigentes. Isso porque a legislação brasileira obriga a rotulagem apenas daqueles alimentos que contiverem mais de 1% de OGM, ou seja, os alimentos que contiverem menos de 1% ficam isentos da obrigatoriedade da rotulagem, o que não significa que não contenham OGM.

Nesse sentido, a lista de ingredientes ainda é o único meio que permite estimar a presença de OGM, mas não a quantidade, nos alimentos. Contudo, essa não é uma tarefa fácil para o consumidor, uma vez que, conforme resultados deste estudo, há ingredientes com nomenclaturas que não deixam clara a sua origem, podendo dificultar a identificação de OGM.

Em revisão de literatura com busca sistemática conduzida nesse estudo foram identificados diversos produtos e subprodutos com nomenclaturas que dificilmente seriam reconhecidas como oriundas de ingredientes GM (provenientes de soja e milho) a partir da leitura da lista de ingredientes dos rótulos de alimentos. Como exemplo, cita-se o ácido

cítrico, um aditivo alimentar muito utilizado em alimentos embalados, que nem sempre é derivado de frutas, podendo ser obtido a partir da fermentação aeróbica do açúcar de milho, aspecto que a nomenclatura não deixa claro.

Desta forma, a partir da literatura científica foram identificados 28 produtos e subprodutos derivados de soja, milho e algodão e uma levedura transgênica que podem estar presentes como ingredientes nos alimentos. Segundo a análise de listas de ingredientes dos 5048 alimentos analisados, tais produtos podem aparecer nos rótulos com 101 nomenclaturas distintas. Como exemplo, cita-se o óleo de soja, que foi identificado com 12 nomenclaturas diferentes nas listas de ingredientes, dentre as quais óleo vegetal. O xarope de glicose, derivado do milho, apareceu com 13 nomenclaturas diferentes nos alimentos avaliados, muitos deles sem o termo milho presente. Essas questões podem dificultar a identificação por consumidores que tentam evitar o consumo desses alimentos por diferentes razões.

Ademais, a ausência de especificação de origem de subprodutos pode dificultar a identificação de OGM nas listas de ingredientes em alimentos embalados. Das 101 nomenclaturas avaliadas, 30 não especificavam sua origem, mas foram considerados passíveis de serem subprodutos de soja, milho e algodão, de acordo com a literatura científica. Entre esses subprodutos estavam: gordura vegetal; amido; gomas guar e xantana; ácido cítrico; dextrose; xarope de glicose; glicose; maltose; maltodextrina; sorbitol; manitol; xilitol; cereais não maltados.

Por fim, foi realizada a análise da presença de ingredientes derivados de culturas GM nos alimentos mais consumidos pela população brasileira (a partir de dados de consumo per capita de alimentos oriundos da Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2008-2009).

Os resultados demonstraram que mais da metade (64,5%) dos alimentos mais consumidos pela população brasileira podem conter ingredientes derivados de culturas GM. Além disso, a maioria dos alimentos possuía três ou mais ingredientes derivados de milho e soja, possivelmente GM.

Para exemplificar, em uma refeição principal, como o almoço, que no hábito brasileiro pode conter arroz, feijão, farofa pronta, macarrão instantâneo, *steak* de frango e batata frita, todos estes alimentos são preparações que podem conter ingredientes GM, seja pelos ingredientes que contêm ou pelos ingredientes adicionados durante o seu preparo, como o óleo de soja, milho ou algodão utilizado para o preparo do arroz, do feijão e da batata frita. Além das preparações, ingredientes adicionados como temperos à refeição pronta, como molhos industrializados, também podem conter ingredientes GM. Assim, uma refeição

contendo alimentos habitualmente consumidos pelos brasileiros pode facilmente conter vários ingredientes GM e, em apenas um dia, pode haver ingredientes GM em todas as refeições.

Desse modo, considerando os dados analisados, a população brasileira consome diariamente uma grande variedade de alimentos embalados que podem conter ingredientes GM, no entanto, muito destes alimentos não têm esta composição claramente identificada no rótulo. Isso pode ser devido à legislação brasileira, que obriga a rotulagem apenas daqueles alimentos que contiverem mais de 1% de OGM, ou seja, os alimentos com percentual menor que 1% ficam isentos da obrigatoriedade da rotulagem, o que não significa que não contenham OGM. Além disso, não se encontrou informações sobre fiscalização em relação ao cumprimento deste percentual de ingredientes possivelmente GM nos alimentos, de modo que, salvo melhor juízo, pode-se supor que a indústria alimentícia pode omitir essa informação, não rotulando o produto, mesmo que contenha mais de 1% de OGM. Em ambos os casos, não está sendo garantido aos consumidores o direito à informação clara e precisa sobre os produtos que consomem, conforme preconiza o Código de Defesa do Consumidor.

Cabe ressaltar também a inexistência de estudos que estabeleçam um percentual de segurança de consumo destes alimentos. Logo, mesmo se um produto contiver menos de 1% de OGM na sua composição e não for rotulado, não significa que não ofereça riscos à saúde, uma vez que não se tem estabelecida uma quantidade segura de consumo.

Nesse sentido, observou-se que o consumo de alimentos embalados industrializados pode aumentar as chances de consumo de alimentos GM pela população brasileira, uma vez que, segundo a análise deste estudo, a maioria dos alimentos mais consumidos pela população brasileira possuía três ou mais ingredientes derivados de milho e soja, possivelmente GM.

Desse modo, a divulgação de informações para a população sobre a presença de OGM nos alimentos precisa ser mais abrangente. A ausência dessa abordagem na versão do Guia Alimentar para a População Brasileira de 2014 demonstra a necessidade da inserção de recomendações que levem em conta o Princípio da Precaução, o direito à informação e que possam contribuir para a garantia da segurança alimentar e nutricional em todas as suas dimensões. Nesse sentido, uma nova proposta do Guia deve incluir a recomendação de uma alimentação livre de OGM em nível individual e coletivo, abrangendo também a alimentação escolar, restaurantes institucionais, etc.

Assim, a presente tese contribuiu para mostrar a elevada exposição da população brasileira a ingredientes possivelmente GM por meio do consumo de alimentos embalados, disponíveis em um supermercado. Foi possível demonstrar a dificuldade em identificar a presença de ingredientes possivelmente GM em alimentos, já que foram observadas 101

nomenclaturas distintas nos alimentos embalados analisados no censo, o que reforça a importância do fortalecimento da rotulagem desses alimentos. No entanto, a quase totalidade dos alimentos não identificava a presença de OGM nos rótulos, visto que um pequeno percentual estava em conformidade com a legislação de rotulagem vigente.

A partir dos resultados obtidos espera-se contribuir com medidas regulatórias que sejam mais restritivas à aprovação e produção de culturas GM no país, principalmente aquela que não foram submetidas a análises profundas dos seus impactos ambientais, sociais e na saúde. As agências governamentais competentes devem fiscalizar os alimentos embalados para que disponibilizem a informação obrigatória da presença de ingredientes GM em seus rótulos.

1 BRASIL, 2005; 2 JAMES, 2016; 3 CTNBIO, 2018.

Mais informações:

Título da tese: “Análise da rotulagem de alimentos elaborados a partir de organismos geneticamente modificados: a situação do Brasil”.

Pesquisadora responsável: Rayza Dal Molin Cortese (rayzacortese@gmail.com)

Orientação: Prof.^a Suzi Barletto Cavalli (sbcavalli@gmail.com)

Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN/UFSC) - <http://www.ppgn.ufsc.br/> Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE) - <http://nuppre.ufsc.br/>

ANEXOS

ANEXO A – Grupos e subgrupos de alimentos – RDC nº 359 de 2003 (BRASIL, 2003c).

| Grupo I - Produtos de panificação, cereais, leguminosas, raízes e tubérculos |
|--|
| Amidos e féculas |
| Arroz cru |
| Aveia em flocos sem outros ingredientes |
| Barra de cereais com até 10% de gordura |
| Batata, mandioca e outros tubérculos, cozidos em água, embalados a vácuo |
| Batata e mandioca pré-frita congelada |
| Produtos à base de tubérculos e cereais pré-fritos e ou congelados |
| Biscoitos salgados, integrais e grissines |
| Bolos, todos os tipos, sem recheio |
| Canjica (grão cru) |
| Cereal matinal pesando até 45g por xícara – leves |
| Cereal matinal pesando mais do que 45g por xícara |
| Cereais integrais crus |
| Farinhas de cereais e tubérculos, todos os tipos |
| Farelo de cereais e germe de trigo |
| Farinha láctea |
| Farofa pronta |
| Massa alimentícia seca |
| Massa desidratada com recheio |
| Massas frescas com e sem recheio |
| Pães embalados fatiados ou não, com ou sem recheio |
| Pães embalados de consumo individual, chipa paraguaia |
| Pão doce sem frutas |
| Pão croissant, outros produtos de panificação, salgados ou doces sem recheio |
| Pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados com recheio e massas para pães |
| Pão de batata, pão de queijo e outros resfriados e congelados sem recheio, chipa paraguaia |
| Pipoca |
| Torradas |
| Tofu |
| Trigo para kibe e proteína texturizada de soja |
| Leguminosas secas, todas |
| Pós para preparar flans e sobremesas |
| Sagu |
| Massas para pastéis e panquecas |
| Massas para tortas salgadas |
| Massa para pizza |
| Farinha de rosca |
| Preparações a base de soja tipo: milanesa, almôndegas e hambúrguer |
| Mistura para sopa paraguaia e chipaguazú |
| Pré-mistura para preparar bori-bori |
| Pré-mistura para preparar chipa paraguaia e mbeyu e outros pães |
| Preparado desidratado para purês de tubérculos |
| Pós para preparar bolos e tortas |
| Grupo II - Verduras, hortaliças e conservas vegetais |
| Concentrado de vegetais triplo (extrato) |
| Concentrado de vegetais triplo (extrato) |
| Purê ou polpa de vegetais, incluindo tomate |
| Molho de tomate ou a base de tomate e outros vegetais |
| Picles e alcaparras |
| Sucos de vegetais, frutas e sojas |
| Vegetais desidratados em conserva (tomate seco) |
| Vegetais desidratados para sopa |
| Vegetais desidratados para purê |
| Vegetais em conserva (alcachofra, aspargo, cogumelos, pimentão, pepino e palmito) em salmoura, vinagre |

e azeite
 Jardineira e outras conservas de vegetais e legumes (cenouras, ervilhas, milho, tomate pelado e outros)
 Vegetais empanados

Grupo III - Frutas, sucos, néctares e refrescos de frutas

Polpa de frutas para refresco, sucos concentrados de frutas e desidratados
 Polpa de frutas para sobremesas
 Suco, néctar e bebidas de frutas
 Frutas desidratadas (peras, pêssegos, abacaxi, ameixas, partes comestíveis)
 Uva passa
 Fruta em conserva, incluindo salada de frutas

Grupo IV - Leite e derivados

Bebida láctea
 Leites fermentados, iogurte, todos os tipos
 Leite fluido, todos os tipos
 Leite evaporado
 Queijo ralado
 Queijo cottage, ricota desnatado, queijo minas, requeijão desnatado e petit-suisse
 Outros queijos (ricota, semiduros, branco, requeijão, queijo cremoso, fundidos e em pasta)
 Leite em pó
 Sobremesas lácteas
 Pós para preparar sobremesas lácteas
 Pós para preparar sorvetes

Grupo V - Carnes e ovos

Almôndegas à base de carnes
 Anchovas em conserva
 Apresuntado e Corned Beef
 Atum, sardinha, pescado, mariscos, outros peixes em conserva com ou sem molhos
 Caviar
 Charque
 Hambúrguer a base de carnes
 Linguiça, salsicha, todos os tipos
 Kani-kama
 Preparações de carnes temperadas, defumadas, cozidas ou não
 Preparações de carnes com farinhas ou empanadas
 Embutidos, fiambre e presunto
 Peito de peru, blanquet
 Patês (presunto, fígado e bacon, etc.)
 Ovo

Grupo VI - Óleos, gorduras e sementes oleaginosas

Óleos vegetais, todos os tipos
 Azeitona
 Bacon em pedaços - defumado ou fresco
 Banha e gorduras animais
 Gordura vegetal
 Maionese e molhos à base de maionese
 Manteiga, margarina e similares
 Molhos para saladas à base de óleo (todos os tipos)
 Chantilly
 Creme de leite
 Leite de coco
 Coco ralado
 Sementes oleaginosas (misturadas, cortadas, picadas, inteiras)

Grupo VII - Açúcares e produtos com energia proveniente de carboidratos e gorduras

Açúcar, todos os tipos

Achocolatado em pó, pós com base de cacau, chocolate em pó e cacau em pó
Doces em corte (goiaba, marmelo, figo, batata, etc.)
Doces em pasta (abóbora, goiaba, leite, banana, mocotó)
Geleias diversas
Glucose de milho, mel, melado, cobertura de frutas, leite condensado e outros xaropes (cassis, groselha, framboesa, amora, guaraná, etc.)
Pó para gelatina
Sobremesa de gelatina pronta
Frutas inteiras em conserva para adornos (cereja, marasquino, framboesa)
Balas, pirulitos e pastilhas
Goma de mascar
Chocolates, bombons e similares
Confeitos de chocolate e drageados em geral
Sorvetes de massa
Sorvetes individuais
Barra de cereais com mais de 10% de gorduras, torrões, pé de moleque e paçoca
Bebidas não alcoólicas, carbonatadas ou não (chás, bebidas a base de soja e refrigerantes)
Pós para preparo de refresco
Biscoito doce, com ou sem recheio
Brownies e alfajores
Frutas cristalizadas
Panetone
Bolo com frutas
Bolos e similares com recheio e/ou cobertura
Pão croissant, produtos de panificação, salgados ou doces com recheio e ou cobertura
Snacks à base de cereais e farinhas para petisco
Mistura para preparo de docinho, cobertura para bolos, tortas e sorvetes, etc.

Grupo VIII - Molhos, temperos prontos, caldos, sopas e pratos preparados

Caldo (carne, galinha, legumes, etc.) e pós para sopa, incluindo bori-bori, pirá caldo, soyo
Catchup e mostarda
Molhos à base de soja e ou vinagre
Molhos à base de produtos lácteos ou caldos
Pós para preparar molhos
Missô
Missoshiro
Extrato de soja
Pratos preparados prontos e semiprontos não incluídos em outros itens da tabela
Temperos completos