



Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Engenharia Química  
Graduação em Engenharia de Alimentos



SENSORES E BIOSSENSORES COMO ALTERNATIVAS VIÁVEIS NA  
DETERMINAÇÃO DE CONTAMINANTES NO MILHO: UMA REVISÃO

Patos de Minas - MG

2021



Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Engenharia Química  
Graduação em Engenharia de Alimentos



## SENSORES E BIOSSENSORES COMO ALTERNATIVAS VIÁVEIS NA DETERMINAÇÃO DE CONTAMINANTES NO MILHO: UMA REVISÃO

Leticia Raphaela Gonçalves Lacerda

Trabalho de Conclusão de Curso do apresentado ao  
curso de Engenharia de Alimentos da Universidade  
Federal de Uberlândia - *Campus* Patos de Minas  
como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Diego Leoni Franco

Patos de Minas - MG

2021



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



## HOMOLOGAÇÃO Nº 52

**LETÍCIA RAPHAELA GONÇALVES LACERDA**

### **Sensores e biossensores como alternativas viáveis na determinação de contaminantes no milho: uma revisão**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

**Prof. Dr. Diego Leoni Franco**  
Orientador - IQUFU/UFU

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Djeneine de Souza**  
IQUFU/UFU

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vivian Consuelo Reolon Schmidt**  
FEQU/UFU

Patos de Minas, 4 de novembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Diego Leoni Franco, Presidente**, em 04/11/2021, às 16:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Djeneine de Souza, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/11/2021, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vivian Consuelo Reolon Schmidt, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/11/2021, às 16:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3136364** e o código CRC **5EA50869**.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar forças para superar as adversidades e por ter me dado forças e fé para continuar.

A minha mãe, Sissy, que sempre se fez presente me apoiando, aconselhando e fortalecendo a cada momento dessa trajetória com imenso amor e carinho.

Aos meus irmãos, por sempre cuidarmos uns dos outros, nos inspirarmos para crescermos juntos.

A minha avó, Deolina, que nunca mediu esforços para me ver realizando meus sonhos.

Ao Rafael por sempre estar presente em todos os momentos, incentivando e valorizando cada conquista.

A todos os meus familiares que me apoiaram na minha trajetória.

A minha turma que apesar de pequena se mostrou unida para chegar ao fim, sou grata a todas as que estiveram comigo nessa jornada. Um agradecimento especial a Lavínia por passar todos esses anos juntas com tanto companheirismo e amizade. Estendo ainda as colegas de outras turmas que se tornaram a minha no decorrer dos anos.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) por todos os anos que pude vivenciar alegrias, conquistas, desafios e ensinamentos. Sou grata aos meus colegas do grupo e tutores pelo aprendizado.

Ao Laboratório de Eletroanálítica Aplicada à Biotecnologia e Engenharia de Alimentos (LEABE) por me permitir realizações incríveis em um laboratório repleto de pessoas especiais, as quais, me ensinaram tanto.

Ao meu orientador Dr. Diego Leoni por me ensinar e orientar nas pesquisas anteriores e por este trabalho. Sou imensamente grata por todos esses anos que favoreceram na minha formação acadêmica e pessoal.

À banca examinadora, Dr<sup>a</sup>. Djenaine de Souza e Dr<sup>a</sup>. Vivian Consuelo Reolon Schmidt, por aceitarem o convite.

Por fim, a cada pessoa que se fez presente durante minha formação, deixo meu agradecimento.

## RESUMO

Este trabalho tem como proposta avaliar o desenvolvimento e aplicação de sensores e biossensores na determinação de contaminantes presentes no milho, desde à plantação aos produtos finais. Patos de Minas, no estado de Minas Gerais – Brasil, é considerada a capital nacional do milho. Inúmeros produtos alimentícios oriundos do plantio deste cereal é levado diariamente à mesa dos consumidores do mundo inteiro, além de outras aplicações, como na geração de biocombustíveis. Durante o processo geral de produção, há a possibilidade de contaminação proveniente de pragas, fungos e outros microrganismos nocivos, dos resquícios de pesticidas ou herbicidas utilizados nas plantações, metais pesados, além de más condições de trabalho, higiene e cuidados na indústria. Sensores e biossensores são dispositivos que contam com a simplicidade do manuseio, portabilidade, baixo custo, alta eficiência e confiabilidade, podendo ser operado *in loco* e sem necessidade de mão de obra especializada. Desta forma, esses sistemas se tornam alternativas viáveis para a determinação dos possíveis compostos indesejáveis para o consumo durante a produção dos produtos do milho e seus derivados. Este trabalho foi realizado buscando na literatura os mais recentes biossensores aplicados nas determinações dos principais contaminantes no milho nos últimos 10 anos. A pesquisa bibliográfica foi feita utilizando-se as plataformas de pesquisa das principais editoras científicas: Elsevier, Wiley, Nature, Science e Springer e através do portal de periódicos da CAPES. Os resultados mostram um alto número de trabalhos utilizando biossensores para a determinação dos mais diversos contaminantes, com sistemas simples, inovadores, com baixos limites de detecção, alta sensibilidade, especificidade e boas taxas de recuperação em amostras do milho ou seus subprodutos. Espera-se que este trabalho possa auxiliar como base no estudo de novos dispositivos e ampliar a importância da determinação de compostos nocivos à saúde antes de se chegar ao consumidor final.

Palavras-chave: milho, sensores, biossensores, contaminantes.

## ABSTRACT

This work aims to evaluate the development and application of sensors and biosensors in the determination of contaminants present in corn, from planting to final products. Patos de Minas, in the state of Minas Gerais – Brazil, is considered the national capital of corn. Countless food products from the planting of this cereal are taken daily to the table of consumers around the world, in addition to other applications, such as in the generation of biofuels. During the general production process, there is the possibility of contamination from pests, fungi, and other harmful microorganisms, the remains of pesticides or herbicides used in plantations, heavy metals, in addition to poor working conditions, hygiene, and care in the industry. Sensors and biosensors are devices that have the simplicity of handling, portability, low cost, high efficiency, and reliability, and can be operated in loco and without the need for specialized labor. Thus, these systems become viable alternatives for the determination of possible unwanted compounds for consumption during the production of corn products and their derivatives. This work was carried out searching the literature for the most recent biosensors applied in the determination of the main contaminants in corn in the past 10 years. The bibliographic research was carried out using the search platforms of the main scientific publishers: Elsevier, Wiley, Nature, Science, Springer, and through the CAPES journal portal. The results show a high number of works using biosensors for the determination of the most diverse contaminants, with simple, innovative systems, with low detection limits, high sensitivity, specificity, and good recovery rates in food samples or its by-products. It is expected that this work can help as a basis for the study of new devices and expand the importance of determining compounds harmful to health before reaching the final consumer.

Keywords: corn, sensors, biosensors, contaminants.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Produção mundial de milho (milhões de toneladas) .....	7
--	---

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem do constituinte total indicado nas estruturas físicas específicas do grão de milho. ....	7
Tabela 2 - Composição de milho por 100 gramas de parte comestível .....	8
Tabela 3 - Biossensores para detecção de micotoxinas .....	24
Tabela 4 - Biossensores para detecção de agrotóxicos .....	34
Tabela 5 - Outros contaminantes .....	40



## LISTA DE ABREVIATURAS

- AAS – Espectrometria de absorção atômica, do inglês, *Atomic Absorption Spectrometry*
- AChE - Inibidor da enzima acetilcolinesterase, do inglês, *Acetylcholinesterase Enzyme Inhibitor*
- AET - 2-aminoetanotiol, do inglês, *2-amino ethanethiol*
- AFB1 - Aflatoxina B, do inglês, *Aflatoxin B1*
- AFM - Microscópica de força atômica, do inglês, *Atomic Force Microscopy*
- AMMB - 2-acrilamida-6-metozibenzotiazol, do inglês, *2-acrylamide-6-metozibenzothiazole*
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ATR-BSA - Atrazina e albumina de soro bovino, do inglês *Bovine Serum Albumin*
- AuNps - Nanopartículas de ouro, do inglês, *Au Nanoparticles*
- Au-PB - Nanopartículas de ouro/ azul da prússia, do inglês, *Prussian Blue*
- BET - Método Brunauer – Emmett - Teller
- BPA - Bisfenol A (2,2-Bis(4-aminofenil) propano)
- COVID-19 - Coronavirus Disease
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
- CQDs - Pontos quânticos de carbono, do inglês, *Carbon Quantum Dots*
- CV - Voltametria cíclica, do inglês, *Cyclic Voltammetry*
- DDGs – Grãos de destilaria secos, do inglês, *Dried Distillers Grains*
- DEN - Desoxinivalenol
- DES - Solvente eutético profundo, do inglês, *Deep Euthetic Solvent*
- DNF - Dinotefurano, do inglês, *Dinotefuran*
- DPV - Voltametria de pulso diferencial, do inglês, *Differential Pulse Voltammetry*
- EDX - Espectroscopia de raios-X dispersivo de energia, do inglês, *Energy-dispersive X-ray spectroscopy*
- EDXRF - Energia dispersiva de fluorescência de raio X, do inglês, *Energy Dispersive X-ray Fluorescence*
- EFSA - European Food Safety Authority
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPA - United States Environmental Protection Agency
- EU - União Europeia
- EUA - United States of America
- FAAS - Espectrometria de Absorbância Atômica com Chama, do inglês, *Flame Atomic Absorption Spectroscopy*
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, do inglês, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- FAS - Serviço Agrícola Estrangeiro, do inglês, *Foreign Agricultural Service*
- GCE - Eletrodo de carbono vítreo, do inglês, *Vitreous Carbon Electrode*
- GNPs - Nanopartículas de ouro, do inglês, *Gold Nanoparticles*
- HCNT/CNH - Nanohíbrido binário de nanotubos de carbono multi-parede hidroxilados/ nanochifres de carbono de parede única, do inglês, *Horned Carbon Nanotube / Carbon Nano-horned*
- HPLC - Cromatografia líquida de alta eficiência, do inglês, *High Performance Liquid Chromatography*
- IAA - Ácido indol-3-acético, do inglês, *Indole-3-acetic acid*
- ICP-MS - Espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente, do inglês, *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*
- IDP - Imidaclopride, do inglês, *Imidacloprid*

IMS - Espectrometria de mobilidade iônica, do inglês, *Ion Mobility Spectrometry*  
 ITO - Óxido de índio e estanho, do inglês, *Indium Tin Oxide*  
 LC-MS/MS - Cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a espectrometria de massas sequencial, do inglês, *Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry*  
 LMR - Limites Máximos de Resíduos  
 LSASV - Voltametria de redissolução anódica com varredura linear de cobre, do inglês, *Linear Sweep Anodic Stripping Voltammetry*  
 LSV - Voltametria de varredura linear, do inglês, *Linear Sweep Voltammetry*  
 mABs - Anticorpos monoclonais específicos, do inglês, *monoclonal antibodies*  
 MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
 MIP - Impressão Molecular Polimérica, do inglês, *Molecular Imprinted Polymers*  
 N/ Cu-HPS - Carbono macro-meso-microporoso dopados com nitrogênio, do inglês, *Nitrogen-Doped macro-meso-microporous carbon*  
 ND - Não Detectável  
 NG – Nitrogênio  
 NiO-CNT - Nanotubos de níquel-óxido-carbono, do inglês, *Nickel-Oxide-Carbon nanotube*  
 NIRS-CSA - Espectroscopia no infravermelho próximo com matriz de sensores colorimétricos, do inglês, *Near Infrared Spectroscopy – Colorimetric*  
 NMCs - N-metil carbamato, do inglês, *N-methyl carbamate*  
 OMG - Organismo Geneticamente Modificados  
 OTA - Ocratoxina A  
 PAMAM – Dendrímeros poliamidoamínicos  
 PAM-CL - Cloreto de pralidoxima  
 PARA - Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos  
 PG - Grafeno poroso, do inglês, *Porous Graphene*  
 PGE - Eletrodo de grafite, do inglês, *graphite electrode*  
 PSNs - Nanoesferas de sílica porosa, do inglês, *Porous Silica Nanospheres*  
 PVP - Polivinilpirrolidona, do inglês, *Polyvinylpyrrolidone*  
 QuEChERS - Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe  
 SAM - Monocamadas auto-montadas, do inglês, *Self-Assembled Monolayers*  
 SEM - Microscopia eletrônica de varredura, do inglês, *Scanning Electron Microscopy*  
 SERS - Espectroscopia Raman Amplificada por Superfície, do inglês, *Surface Enhanced Raman Spectroscopy*  
 SPCE - Eletrodo de carbono impresso, do inglês, *Screen-printed Carbon Electrode*  
 SPR - Ressonância plasmônica de superfície, do inglês, *Surface Plasmon Resonance*  
 SWV - Voltametria de onda quadrada, do inglês, *Square Wave Voltammetry*  
 TBTA - Tris-benziltriazolilmetil amina, do inglês, *Tris(benzyltriazolylmethyl)amine*  
 TEM - Microscopia eletrônica de transmissão, do inglês, *Transmission Electron Microscopy*  
 THA - Tiametoxam, do inglês, *Thiamethoxam*  
 TPPy - Polipirrol oxidado tiolado, do inglês, *Thiolated Polypyrrole*  
 TRFICA - Fluorescência resolvida no tempo, *Time-resolved Fluorescence immunochromatography Assay*  
 USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, do inglês, *United States Department of Agriculture*  
 WHO - Organização Mundial da Saúde, do inglês, *World Health Organization*  
 XPS - Espectroscopia de fotoelétrons de raios-X, do inglês, *X-ray Photoelectron Spectroscopy*  
 ZEN – Zearalenona

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	OBJETIVO .....	2
3.	METODOLOGIA .....	2
3.1	Caracterização do trabalho.....	2
3.2	Obtenção e seleção do material teórico.....	3
4	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
4.1	Histórico do milho .....	3
4.2	Produção de milho .....	6
4.2	Contaminação do milho .....	11
4.3	Sensores e biossensores empregados na detecção de milho e seus derivados .....	17
4.4	Sensores e biossensores aplicados a determinação de contaminantes no milho .....	21
4.4.1	Fungos, bactérias e outros microrganismos .....	21
4.4.2	Pesticidas/herbicidas/inseticidas .....	31
4.4.3	Outros contaminantes .....	39
5	PERSPECTIVAS .....	41
6	CONCLUSÕES .....	42
	REFERÊNCIAS .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é um importante cereal, conhecido na culinária mundial nas mais diversas receitas, é extremamente útil na alimentação animal na agropecuária [1,2]. Além disso, várias pesquisas são realizadas sobre o milho buscando demais utilidades, como produção de etanol, processamento de óleo, produção de espessantes, corantes, dentre outros [3,4].

Desde a descoberta da síntese mais eficiente de amônia pelo processo Bosch-Harber, a produção de alimentos no mundo foi intensificada, o que aumentou a demanda de novas tecnologias para fornecimento de produtos com maior qualidade para o consumidor. Infestações de pragas e doenças passaram a ser evitadas e a tecnologia transgênica se tornou uma realidade mundial [5–7].

Infelizmente, os avanços e soluções acarretaram o surgimento de outros problemas. O combate eficiente de doenças e pragas introduziu produtos químicos nas águas, no solo e nos alimentos [8] [9]. A presença de microrganismos nocivos e metais pesados também foi intensificada, levando os órgãos reguladores de cada país a fiscalizar com mais rigor e implementar legislações buscando o benefício aos trabalhadores e aos consumidores [8–13]

Os padrões de determinação de compostos nocivos no milho se baseiam majoritariamente no uso de equipamentos dispendiosos como cromatógrafos e espectrômetros, que, apesar de fornecerem resultados preciso e confiáveis, são inacessíveis para a maioria dos produtores e da população, requerem mão-de-obra especializada, um alto gasto de reagentes químicos e manutenção frequente [14–17]. Desta forma, alternativas mais baratas, de fácil uso, porém mantendo a eficiência e confiabilidade necessárias é uma demanda real. Os biossensores são dispositivos estudados desde a década de 60 e possuem tais características.

Inúmeros trabalhos são encontrados na literatura utilizando biossensores para determinação de defensivos agrícolas, metais, fungos, bactérias e derivados em amostras de alimentos, água e solo. Neste trabalho, o foco foi a identificação dos trabalhos publicados utilizando o milho e seus produtos como alvo de análise como amostra final de detecção e/ou para validação.

Trabalhos de revisão bibliográfica possuem alta visibilidade no meio acadêmico e científico com fonte de pesquisa dos temas trabalhados recentemente [18,19]. A presença dos biossensores voltados para determinação de contaminantes em milho nas tabelas, as principais

descrições e discussões poderão servir de base para pesquisadores a nível mundial no avanço nos estudos de provas de conceito visando o desenvolvimento de dispositivos *point-of-care*, atendendo produtores conscientes com suas responsabilidades sociais e a população, preocupada com a própria saúde.

O estudo apresenta importância para a cidade, visto que Patos de Minas é considerada a capital nacional do milho, e para a Universidade, onde ocorre o desenvolvimento prático de biossensores voltados para a área alimentícia, do meio ambiente e da saúde.

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo identificar a utilização de novos sensores e biossensores empregados na determinação dos principais contaminantes em milho. Nesse sentido, esta revisão foi elaborada englobando os sistemas aplicados desde o processo produtivo do plantio ao produto final.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Caracterização do trabalho**

O trabalho apresenta uma revisão da literatura, visando conhecer os principais contaminantes do milho e técnicas eletroanalíticas empregadas na determinação deste contaminante. Desta forma, foram realizadas perspectivas referentes ao tema, tendo como base livros, artigos e sites priorizando os artigos publicados nos últimos dez anos. Contudo, os artigos com data de publicação anterior julgados relevantes também foram considerados. Foi realizada uma pesquisa minuciosa de cada artigo, visando selecionar trabalhos que relatavam o uso de sensores e/ou biossensores aplicados em amostras de milho. Aqueles que não apresentaram tais características foram desconsiderados, dessa forma, foram utilizados 183 trabalhos. Portanto, foi possível realizar a elaboração das tabelas 3, 4 e 5, referente aos

principais contaminantes com seus respectivos limites de detecção e recuperação e realizadas discussões sobre o que mais se destacou nos principais trabalhos.

### **3.2 Obtenção e seleção do material teórico**

As pesquisas foram realizadas em plataformas de busca online, fundamentado em um padrão de busca, com auxílio de palavras-chave relacionadas ao tema “contaminantes”, “milho”, “biossensores” e “sensores”. Foi levado em consideração a relevância científica, as plataformas que foram utilizadas, visando a qualidade e vasta disponibilidade de trabalhos. Portanto, os sites a seguir tornarão possível a pesquisa: Periódicos CAPES, Science Direct, Scielo, Scholar Google, PubMed, Wiley Online Library, Springer, Nature, Science, dentre outros.

Para maior abrangência de pesquisas as palavras em português e em inglês foram empregadas de acordo com o idioma de cada site, nas plataformas escolhidas. Desta forma as seguintes palavras e termos em português usadas foram: contaminantes, pesticidas, micotoxinas, milho, biossensores e sensores. Quando aos termos em inglês, foram alterados para: contaminants, pesticides, mycotoxins, corn, biosensors e sensor.

## **4 REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1 Histórico do milho**

O milho (*Zea mays L.*) é um cereal conhecido mundialmente por suas propriedades nutricionais com vasta utilização na alimentação humana e para ração animal. As principais formas de consumo podem ser citadas como *in natura* e a industrialização dos grãos [1,2]. De acordo com De Souza [20], diversas teorias são apontadas por pesquisadores sobre a origem do milho. Algumas sugerem que o milho é originário da América Central como uma das mais importantes fontes de alimento para as civilizações Astecas, Maias e Incas [3,20,21]. Por consequência, a busca pela origem se tornou um tópico interessante para os cientistas e

historiadores [22,23]. Weatherwax [24] defende que o milho, o teosinto e o *Tripsacum* possuem um ancestral em comum. A segunda suposição aponta o milho como um antepassado do teosinto e a terceira hipótese indica que o milho tem origem direta do teosinto. Assim, a terceira teoria se tornou a mais aceita [20,22]. Os indicativos científicos apontam, com base em evidências atuais, que o milho domesticado apresentou os primeiros registros em cerca de 7.500 a 12.000 A.C., no México [3].

A introdução do milho em diferentes continentes aconteceu de forma gradual, chegando nas Américas do Norte e do Sul, África, Europa e Ásia. Com o passar dos anos, a cultura foi se adaptando a novas terras e ambientes, o que possibilitou a expansão em territórios e aumento da produção [25]. Atualmente, observa-se um vasto número de raças, por consequência das expansões para diferentes regiões e influenciada pela seleção realizada pelos povos [20,25,26]. As raças são provenientes do desenvolvimento presente na evolução biológica, através da ação conjunta da seleção, mutações, hibridação e genética [26]. O termo raça tem sido discutido por diversos autores. Segundo Anderson & Cutler (1942) e Hallauer *et al.* (2010) uma raça ou sub-raça pode ser definida de acordo com o número de variedades com características em comum, possibilitando reconhecer como pertencente de um grupo [27,28]. A cultura de milho se adaptou às necessidades e desejos dos homens devido às suas propriedades nutricionais e sensoriais. Deste modo, é plausível considerar que este alimento se tornou importante e promoveu sucesso na difusão das demais civilizações do mundo [20,26].

A disseminação da cultura do milho ocorreu principalmente através das grandes navegações em meados do século XV e a colonização. No Brasil, o cultivo do milho tem sido realizado desde antes dos europeus chegarem à região, utilizados principalmente pelos índios guaranis, implementados na dieta alimentar como cereal nutritivo [3]. Possuíam diversas raças com diferentes características e composições, distribuídas nas regiões do Brasil. Em 1492, os europeus chegaram à América e encontraram diversas raças de milho domesticado por nativos. Na América do Sul foram encontrados alguns milhos indígenas cultivados. Posteriormente, foram adotados pelo homem ocidental e ficaram conhecidas como raças comerciais antigas. Sucessivamente, estas raças foram utilizadas e disseminadas na América Central e do Norte, onde eram nomeadas como raças comerciais recentes [29].

Os milhos cultivados pelos índios guaranis em regiões adjacentes do Brasil, Paraguai e Bolívia, eram um dos principais ingredientes de suas dietas. Com a chegada dos portugueses o consumo aumentou. Denominados *Avatí Morotí*, esta variedade, na maioria, apresentam grãos

amarelos e com estrutura interna branca ou com toda a estrutura branca [3,29]. O milho Kaingang proveniente de um grupo indígena de mesmo nome que vieram do Uruguai até o estado de São Paulo, normalmente possui cor branca, mas pode apresentar variações de cor como vermelho, variegado e roxo [29]. Além dessas, outras raças com cores e composição distintas foram encontradas em regiões do Brasil no decorrer dos anos.

A Guerra da Secessão nos Estados Unidos em meados de 1860 ocasionou a migração de americanos para o Brasil, trazendo consigo culturas do seu país de origem. Em 1915, a agricultura de Minas Gerais foi influenciada por novas raças de milhos, dentados americanos. Dessa maneira, houve cruzamentos com o milho cateto de cultura brasileira com as raças americanas [29]. Em 1950, o Brasil passou por uma grande evolução na agricultura onde, juntamente com a Revolução Verde, ocasionou uma descoberta que mudaria a forma de produção nacionalmente: a chegada das sementes de milho híbrido, permitindo a realização da produção em larga escala [30,31]. Estes fatores influenciaram a economia do país e a necessidade do aumento no número de trabalhadores na região devido à demanda pela produção deste cereal. Desta forma, ocorreu a migração da população para diferentes regiões de Minas Gerais [30].

O estado de Minas Gerais, bem como São Paulo eram subordinados ao governo do Rio de Janeiro, até a descoberta das Minas de ouro no território mineiro. Com esta descoberta, os bandeirantes iniciaram os povoamentos nas regiões mineradoras [32]. As igrejas também apresentaram um papel muito importante nas povoações mineiras, de tal modo que os locais escolhidos para uma capela ou igreja atraíam fiéis que buscavam residir nos povoados [33]. A cidade de Patos de Minas foi erguida de forma similar, recebendo uma pequena extensão de terra através de doação. Além disso, seu nascimento se deu por consequência dos viajantes que passavam pelo território, de São João del-Rei até Paracatu [32].

Com a chegada dos paulistas à região de Patos de Minas, houve o aumento da procura por cultivo de milho, visto que os migrantes com experiência buscavam por terras com condições adequadas para o plantio e colheita deste cereal. Logo, a cidade se tornou conhecida por sua agricultura rica em milho. Importante notar que até o nome da festa mais importante da cidade é proveniente do grão, a Festa Nacional do Milho (FENAMILHO) [32]. À princípio, a FENAMILHO buscava expressar resultados da cultura do milho e atrair o público. A primeira festa foi realizada em 1959 e propagada em todo o Brasil, atraindo novos olhares para a cidade [32]. Em maio de 1975, Ernesto Geisel, Presidente da República decretou o dia 24 de maio



(aniversário da cidade) como o dia Nacional do Milho. Portanto, a então famosa Festa do Milho foi elevada a Festa Nacional do Milho, atraindo ainda mais público e prestígio para a cidade que ficou conhecida como a capital do milho no país [34].

## 4.2 Produção de milho

Desvendando um pouco do histórico do milho é possível perceber seu potencial como um cereal nutritivo e saboroso. Além de apresentar diversas curiosidades históricas, o milho possui outro grande potencial, na economia. O grão foi implementado com sucesso na alimentação animal, onde cerca de 70% da produção mundial atualmente é destinada à cadeia produtiva de suínos e aves. Esta produção, no Brasil, corresponde de 70 a 80% [35]. No Brasil, existe uma grande demanda por alimentos destinados à nutrição animal devido à grande criação de gado, suínos, aves e afins, portanto o milho possui grande porcentagem de produção direcionada à este fim [3]. O milho é ideal, pois o processamento de gérmen promove resíduos destinados a este tipo de alimentação. Portanto, o cereal é bastante empregado para produção de silagem em fazendas leiteiras [3,36], pois, este possui um potencial na nutrição de vacas-leiteiras, e sendo uma fonte de energia e fibras [36,37].

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2019), os dados do United States Department of Agriculture (USDA) indicou que os Estados Unidos permaneceu como o maior produtor mundial de milho, no período de junho e julho do mercado internacional, seguido da China e do Brasil [38]. Nesse sentido, o Gráfico 1 apresenta a Produção Mundial de Milho em milhões de toneladas nos anos de 2011/12 a 2020/21, através dos dados apresentados pelo levantamento do USDA para os respectivos anos e a projeção do 1º levantamento para a safra de 2020/21. Por consequência, nota-se que a produção mundial cresceu com o decorrer dos anos. Também pode-se ressaltar que a USDA prevê um recorde na produção global de 1.186,9 milhões de toneladas, com destaque nas colheitas projetadas para os Estados Unidos (EUA) e Brasil [39]. É possível que esse gráfico sofra alterações drásticas em relação à previsão, ao final do levantamento em 2021 devido à pandemia da COVID-19 (Coronavirus Disease).



<b>Endosperma</b>	82	98	15,4	74	17,9	28,9	
<b>Gérmen</b>	11	1,3	82,6	26	78,4	69,3	12
<b>Pericarpio</b>	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
<b>Ponta</b>	2	0,1	0,8	0,9	1,0	0,8	7,0

Fonte: Adaptado de Paes (2006) [50].

Uma das formas de classificação dos grãos de milho consiste na distribuição do endosperma, visto que este é constituído primordialmente de amido e proteínas de reserva (zeínas) e a disposição dos grânulos permite que este seja classificado como farináceo e vítreo [50]. Ainda no endosperma, estão presentes carotenoides, cujas propriedades lipídicas concedem cor aos grãos de milho. No gérmen é encontrado grande parte do total de lipídeos (óleo e vitamina E), além de uma quantidade significativa de proteínas e açúcares. Os grãos também podem apresentar fibra alimentar, ferro, magnésio, zinco, selênio e vitaminas do complexo B [4,50]. Assim, apresenta valor nutricional e funcional pela presença de antioxidantes e compostos bioativos [4]. Quando classificamos o milho, é importante ressaltar as categorias de grão, com foco em suas características. Deste modo existem cinco classes ou tipos sendo o dentado, duro, farináceo, pipoca e doce [50]. A Tabela 2 apresenta a distribuição dos principais constituintes do milho distribuídos de forma ampla.

Tabela 2 - Composição de milho por 100 gramas de parte comestível

<b>Descrição dos tipos de milho</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Energia (kcal)</b>	<b>Proteína (g)</b>	<b>Lipídeo (g)</b>	<b>Carboidrato (g)</b>	<b>Fibra Alimentar (g)</b>	<b>Cinzas (g)</b>
<b>Milho, amido, cru</b>	12,2	361	0,6	Tr	87,1	0,7	0,1
<b>Milho, fubá, cru</b>	11,5	353	7,2	1,9	78,9	4,7	0,6
<b>Milho, verde, cru</b>	63,5	138	6,6	0,6	28,6	3,9	0,7

Fonte: Adaptado de Taco (2011) [51].

No processo de industrialização, os grãos de milho não são refinados como outros cereais. Portanto, conservam partes ricas em fibra, como a casca, que auxilia o organismo humano a eliminar toxinas [3]. Podemos citar diferentes formas de preparo e composições distintas aproveitando o que cada tipo de grão tem de melhor. Por consequência, ele pode ser preparado e consumido diretamente ou através de processamento como pamonha, canjicas, farinhas,

pipoca, biscoitos, bolos, balas duras e mastigáveis, simplesmente cozido ou também alguns alimentos com maior elaboração industrial como embutidos de carne, sorvete, geleia, óleo, maionese, cerveja, etc [3,4]. Outra utilização aplicada nos países desenvolvidos, consiste na aplicação de matéria-prima para fabricação de filmes comestíveis para revestimento de frutas, verduras e até grãos, com o intuito de promover maior vida útil aos produtos. As zeínas são utilizadas para fabricação de fibras em diversas aplicações como encapsulamento de sementes e estudos de materiais biodegradáveis[50].

Como visto acima, o uso do milho não se limita apenas a indústria alimentar, mas também podem ser utilizados em produção de espessantes e corantes em fins distintos, na extração e processamento de óleos e de etanol [3]. O milho apresenta em sua composição uma porcentagem de amido (polissacarídeos), um carboidrato constituído por unidades de glicose em ligações glicosídicas. Ao serem degradados, se convertem em açúcares solúveis e podem ser utilizados em fermentações com objetivo de gerar álcool etílico. Dessa forma, esta fermentação se tornou um dos métodos mais empregados na produção de etanol em diversos países, bem como no Brasil [52]. Nesse sentido, Fernandes [53] aponta que a produção de etanol a partir do grão de milho se mostrou uma realidade viável no Brasil, pois o milho apresenta diversas vantagens quando comparada à fabricação de etanol obtido de cana-de-açúcar, como solucionar problemas resultantes do período ocioso da entressafra de cana-de-açúcar, agrega valor aos grãos de milho de forma a auxiliar na estabilidade do preço das sacas e, ainda, evita desperdícios dos grãos armazenados na agricultura. Portanto, a partir do milho, além de obter como produto principal o etanol, essa extração resulta em subprodutos como óleo, xarope de milho e os DDGs (*Dried Distillers Grains*), ou seja, grãos secos de destilaria, muito utilizados como substituto na alimentação animal [53].

O óleo de milho apresenta um vasto número de benefícios nutricionais em sua composição. Dentre elas, podemos citar o alto teor de ácido linolênico, um ácido graxo essencial, não gerado pelo corpo humano, portanto necessário de ser obtido através da alimentação [54]. Além disso, algumas pesquisas e estudos abordam que dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados a partir de óleo de milho podem promover uma diminuição do colesterol no sangue e na pressão sanguínea [54,55].

O óleo extraído do milho pode ser implementado como uma alternativa de substituição do óleo biodiesel, visto que, se trata de um óleo vegetal com grande potencial [56], que pode

ser um substituto viável por promover a diminuição da poluição ambiental, além de ser uma fonte renovável, podendo ser produzido com facilidade nas zonas rurais [57].

A cultura de milho e seus derivados apresenta uma vasta aplicação na alimentação humana, na alimentação animal, extração do amido, adoçantes, álcool, uso direto das sementes e sua forte influência na exportação paralela à economia. Nesse sentido, o milho atualmente não é mais apenas um cereal produzido anualmente, mas está envolvida na cultura e na agropecuária brasileira, acompanhado de pilares econômicos e sociais [58].

Com os avanços na tecnologia, ocorreram diversos ganhos na cadeia produtiva do milho. Assim, com a adoção de tecnologias mais eficientes, foi possível desenvolver técnicas de plantio, como o manejo integrado de plantas invasoras, a fertilização do solo, o tratamento de doenças e insetos e a utilização de técnicas de melhoramento das sementes para obtenção da alta produtividade. Portanto, a utilização de híbridos simples e algumas tecnologias embutidas em sementes permitiram uma inserção maior no mercado e de maior interesse pelos produtores [7].

As sementes transgênicas alcançaram uma aplicação ampla em grandes produtores (EUA e Argentina), os nossos competidores por mercados internacionais. Por outro lado, as perdas ocasionadas por pragas nas lavouras de milho são os principais fatores limitantes com relação à produtividade [7].

Novas técnicas de melhoramento de produtos agrícolas estão presentes em todo o mundo, visando a melhoria na produção ao ampliar a fabricação de alimentos [59]. Dentre as técnicas utilizada no melhoramento genético, podemos citar a transferência de genes, pois aborda a recombinação genética possibilitando a inserção e manipulação de genes em organismos distintos, promovendo uma nova característica ou aperfeiçoamento [59,60]. Os Organismos Geneticamente Modificados (OGM) são relacionados a alimentos com alta produtividade, qualidade e segurança. Portanto, a implementação de vegetais geneticamente modificados consiste no desenvolvimento de culturas capazes de tolerar a aplicação de herbicidas, apresentam resistência à seca, vírus e insetos, resultam na produção em escala e promovem melhorias em alguns aspectos nutricionais [59].

O milho é um alimento repleto de aplicações e vantagens. Contudo, mesmo com os avanços tecnológicos, este cereal pode ser afetado por vários fatores que influenciam diretamente na quantidade e qualidade dos grãos. Por consequência, fatores como, terreno, clima, temperatura, vento, disponibilidade de água, presença de contaminantes, tais como,

pragas, doenças, micotoxinas, fungos, bactérias, metais pesados etc., devem ser solucionados/combatedos com o intuito de garantir a segurança de alimentos. Logo, percebemos as inovações e métodos que auxiliam na obtenção de um bom produto.

## 4.2 Contaminação do milho

A cultura de milho enfrenta um número considerável de pragas e doenças, que podem acontecer da sementeira até na colheita dos grãos afetando o desenvolvimento e o potencial produtivo da planta [9,61]. Segundo Casela *et al.* [8] o monitoramento realizado pela Embrapa Milho e Sorgo, unidade de pesquisa vinculada à Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), aponta que as principais doenças encontradas na cultura de milho são a mancha branca, a ferrugem polissora, a ferrugem tropical, a ferrugem comum, a cercosporiose, a helmintosporiose e os enfraquecimentos pálido e vermelhidão. Além disso, outros fatores atuam sobre a saúde da planta como, época do ano, tipo de pragas, a região, disponibilidade hídrica, além dos ataques simultâneos de insetos, competição com plantas daninhas, dentre outros [8,9].

A fim de implementar soluções adequadas que sejam capazes de auxiliar no combate dos problemas encontrados, algumas técnicas de manejo contra doenças foram desenvolvidas com o intuito de aumentar a produtividade, trazendo benefícios imediatos ao produtor de forma a reduzir o potencial de inóculo da lavoura, contribuindo para a maior durabilidade e resistência dos cultivares comerciais [8], além de ser um fator essencial na redução das perdas por pragas e ressaltando aspectos econômicos e ambientais [9].

Das estratégias de manejo de doenças, o uso de culturas geneticamente resistentes é considerada atraente por reduzir custos adicionais não causando danos ao ambiente, podendo ser suficiente para o controle de pragas [8]. Ainda assim, em determinadas situações, o uso de agentes químicos como estratégias de manejo são empregadas [9]. A aplicação de tecnologias novas baseadas em agentes químicos, geralmente usadas no controle de doenças promoveu aumento na produtividade e, por consequência, gerou maior proteção contra insetos e outras pragas [10].

Agrotóxicos, pesticidas, defensivos agrícolas, remédios de planta e veneno são denominações utilizadas para identificar este grupo de agentes químicos, empregadas no

controle de doenças e pragas [11]. Entretanto, outro problema se iniciou por tais ações como, as contaminações químicas no solo, na água, nos animais e no ser humano. Em síntese, a presença de resíduos químicos oriundos dos emprego de agrotóxicos são motivos de preocupação no campo da saúde pública, forçando o governo a realizar investigações e implementação de ações políticas e para controle dos tipos de compostos empregados e os níveis permitidos [10].

Dentre os principais contaminantes presente nas culturas de milho, as micotoxinas possuem um lugar de destaque, pois são metabólitos secundários tóxicos produzidos por fungos que podem crescer no campo, durante a colheita e armazenamento. Apresentam efeito negativo, pois são passíveis de causarem efeitos tóxicos a saúde humana e aos animais. É extremamente necessário o controle de micotoxinas para a segurança de alimentos [12,13].

Adversos casos de contaminações podem ser encontrados no passado e na atualidade, dentre eles, em 1960 ocorreu um surto de mortes em aves no Reino Unido, o que promoveu o início da história das micotoxinas. Ao investigar o surto, chegou-se à conclusão de que a ração dos animais estava contaminada com substâncias fluorescentes produzidas pelo fungo *Aspergillus flavus*, de onde deriva a palavra aflatoxina B1 [13,62]. Em março de 2019, foi realizada uma pesquisa na Espanha pela revista *Toxins*, da qual, avaliou a ocorrência das micotoxinas aflatoxina B1, B2, G1, G2 e desoxinivalenol em produtos infantis à base de cereais utilizando ingredientes como trigo, milho, arroz, aveia e grão mistos. Esta pesquisa apresentou resultados importantes, detectando a presença de aflatoxinas e desoxinivalenol em 12 amostras, sendo que em ambas apresentaram amostras que excederam o nível máximo estabelecido pela União Europeia [63];

Atualmente, existem pelo menos 17 compostos tóxicos, onde frequentemente se encontra as aflatoxinas B1, B2, G1, G2. A aflatoxina B1 (AFB1) é considerada o agente natural mais carcinogênico e a micotoxina mais importante no Brasil [13,62], assim como os fungos dos gêneros *Penicillium* e *Fusarium* que podem estar presente em diversos estágios do processo produtivo, incluindo alimentos processados destinados à alimentação humana e animal [64,65].

As micotoxinas afetam a cultura de milho em diferentes aspectos, podendo interferir nas importações e exportações, pois regiões como o continente europeu possuem exigências mais rígidas quando ao nível de contaminações nas culturas. Além disso, pode promover diminuição na produtividade pecuária devido à transmissão do contaminante para o animal, podendo levá-lo à morte [66,67]. Em contraste, o milho Bt (transgênico) apresenta grande importância por

reduzir os danos causados por insetos, onde a ausência de danos nas espigas podem evitar a disseminação dos fungos [68]. Em alguns países da Europa foram desenvolvidas medidas que promoveram a coexistência entre culturas transgênicas e a agricultura tradicional e orgânica [5,6].

As culturas estão igualmente sujeitas a contaminações de metais pesados, visto que são elementos de ocorrência natural com múltiplas aplicações industriais, agrícolas, médica e outros. As emissões de metais pesados tóxicos aumentaram drasticamente nos últimos 200 anos. Em consequência, as preocupações sobre os efeitos à saúde e o meio ambiente estão sempre associadas à toxicidade, dependendo de diversos fatores como dosagem, forma de exposição, idade, sexo, genética e outros [69,70]. O alto grau de toxicidade de metais como cádmio (Cd), chumbo (Pb), arsênio (As) e mercúrio (Hg), os tornaram prioritários com enorme importância para avaliação da saúde pública [69]. A principal via de entrada dos metais pesados tóxicos acontece por absorção e o acúmulo por plantas agrícolas. As plantas podem apresentar níveis elevados de metais essenciais e não essenciais, causadas por formas naturais ou antropogênicas [70]. Desta forma, estes contaminantes devem seguir as diretrizes dos órgãos regulamentadores, mantendo os limites máximos permitidos, e assim garantindo a segurança de alimentos.

Com base na necessidade de implementar regulamentos e legislação que assegurem a saúde humana contra os diversos tipos de contaminantes potencialmente presentes nos alimentos, diversos órgãos em todo o mundo são responsáveis por garantir a segurança de alimentos. Assim, os órgãos reguladores nacionais e internacionais estipulam Limites Máximos de Resíduos (LMR) nos alimentos [71]. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) atua na fiscalização da produção agrícola e alimentos diversos. O principal objetivo é regulamentar e fiscalizar medicamentos, agrotóxicos, cosméticos, dentre outros relacionados com a vigilância sanitária. O órgão nacional segue as leis e regulamentos indicados para cada tipo de contaminante com limites variando de acordo com o produto [72]. Assim, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), tem o objetivo de realizar monitoramento dos resíduos de agrotóxicos em alimentos que estão na dieta básica do brasileiro e analisar se as amostras continuam dentro do LMR [73].

Internacionalmente, o *Códex Alimentarius* é reconhecido por ser uma coletânea de padrões, diretrizes e código de práticas, recomendações e orientações relacionadas à produção de alimentos e segurança alimentar. Este é parte central do Programa Conjunto à World Health



Organization (WHO) e Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), de padrões alimentares, estabelecida para proteger a saúde do consumidor [74], e é seguido como diretriz para outros países.

O United States Department of Agriculture (USDA), consiste em um departamento americano que oferece liderança em análises de alimentos, controle agricultura, recursos naturais e nutrição. Possui agências específicas para distintas atuações entre elas o Foreign Agricultural Service (FAS) responsável por conectar à agricultura dos EUA com o mundo, buscando aumentar as exportações e a segurança alimentar global. Além disso, a United States Environmental Protection Agency (EPA) é uma agência federal do governo americano, responsável por assegurar a saúde humana e do meio ambiente, da qual promove juntamente à FAS a segurança de alimentos nos EUA [75,76]. Por outro lado, na Europa, os limites são estabelecidos pelo Jornal Oficial da União Europeia, ou seja, proteger a saúde é responsabilidade de toda a legislação e normas da União Europeia (EU) relacionadas com a agricultura, pecuária e produção alimentar. Ainda assim, a European Food Safety Authority (EFSA) fornece avaliações e aconselhamento científico independente referente aos riscos relacionados aos alimentos, e desta forma trabalha paralelamente às legislações da EU [77,78].

No mundo contemporâneo, a qualidade dos alimentos está diretamente ligada à presença de resíduos e contaminantes como agrotóxicos, micotoxinas, metais pesados, drogas veterinárias dentre outros. Em virtude das aplicações massivas de agroquímicos no sistema produtivo de alimentos, como também a ausência de controle de vendas e utilização de tais produtos, juntamente ao despreparo de alguns agricultores quanto ao emprego e aos riscos, vem acarretando a produção de alimentos fora das especificações de qualidade e segurança [79]. Dessa forma, se fez necessário a implementação de controle severo dos níveis de contaminação.

Com o propósito de assegurar os níveis máximos de resíduos em alimentos, cada órgão regulamenta os valores exigidos, que podem variar de acordo com o país que produz e para onde deseja exportar. Baseado nestes aspectos, as Tabelas presentes nos Anexo I [80–83], Anexo II [84–87] e Anexo III [81,88,89] representam os contaminantes mais comumente encontrados e indica os limites máximos estabelecidos por cada órgão regulamentador.

Dessa forma, diversas técnicas podem ser implementadas nas análises destes contaminantes, com o objetivo de determinar se os alimentos estão seguindo as exigências e se mantendo nos limites máximos toleráveis. Ainda que os avanços tecnológicos na análise de

micotoxinas, pesticidas e metais pesados estejam avançando, algumas técnicas convencionais são as mais utilizadas pelos órgãos de vigilância [14].

Para análise de resíduos, alguns fatores devem ser considerados na detecção de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: a escolha da técnica deve ser baseada na composição química do alimento e o propósito da análise quanto a sensibilidade e especificidade [17]. As técnicas empregadas na detecção de resíduos de agrotóxicos são preferencialmente métodos cromatográficos, da qual visa a separação dos componentes presentes na amostra pela distribuição entre as fases estacionária e fase móvel, de acordo com as propriedades físico-químicas, bem como, podem ser utilizados técnicas imunológicas e espectrofotométricas [15–17]. Quando se analisa uma amostra com misturas de vários componentes, é empregado a análise de multirresíduos de agrotóxicos em alimentos, em que tradicionalmente utiliza-se cromatografia gasosa, cromatografia líquida ou cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa [17,90,91]. Outro método comumente utilizado, considerado uma técnica multirresíduos é o *QuEChERS* (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*) apresentando vantagens na economia, rapidez, efetividade, segurança e outros [17,90].

Por outro lado, se tratando da detecção de fungos os métodos convencionais incluem o cultivo de meios, análises químicas de quitina, ergosterol ou metabólitos secundários e exame microscópico [65,92]. De forma geral, as micotoxinas são detectadas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), cromatografia gasosa e espectrometria de massa [65,93,94]. Além disso, na determinação simultânea de diversas micotoxinas com baixos limites de detecção é utilizado cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a espectrometria de massas sequencial (LC-MS/MS). Por apresentar necessidade de tratamento da amostra, ocorre o aumento do custo, aplicação de solventes e limitação para a análise *in situ* promovendo a necessidade de utilizar técnicas alternativas [65,93,95]. Dentre estes métodos, os imunológicos são alternativas promissoras na detecção de fungos toxigênicos e micotoxinas, apresentando diferentes vantagens, como especificidade, alta sensibilidade, facilidade de operação, entre outras [65,92,96–99].

As contaminações por metais pesados afetaram o meio ambiente, a segurança alimentar e causa efeitos adversos à saúde humana. O desenvolvimento de pesquisas na detecção destes contaminantes tem se tornado cada vez mais intensa, desde instrumentos analíticos, técnicas tracionais até dispositivos sensores inovadores como língua e nariz eletrônico em busca de

atender à demanda sobre o controle da poluição ambiental e ações legislativas [100]. As técnicas convencionais continuam sendo o padrão ouro no monitoramento e quantificação dos íons de metais pesados. Portanto, as principais técnicas incluem espectrometria de absorção atômica (AAS) [101], espectrometria de absorbância atômica com chama (FAAS) [102,103], espectrometria de fluorescência atômica, espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado e espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) [104], energia dispersiva de fluorescência de raio X (EDXRF) [105], etc [100,106]. Mesmo que as técnicas convencionais apresentem alta seletividade e sensibilidade, a maioria apresenta desvantagens quanto à portabilidade em campo, necessitando de tempo e pessoas qualificadas. Com uma forte demanda pelo monitoramento destes contaminantes, visto que podem bioacumular no meio ambiente ocasionando toxicidade às formas de vida, há uma necessidade alta pelo desenvolvimento de sistemas rápidos, portáteis e com possibilidades de análises *in loco* [100,107].

Dessa forma, existe a necessidade da realização da implementação de soluções com métodos mais sensíveis e com resultados mais rápidos. Uma das soluções possíveis é a utilização de biossensores, dispositivos que combinam com sucesso a seletividade e especificidade e apresentam uma variedade de características vantajosas. Portanto, as principais vantagens que podem ser citadas dessa técnica estão relacionadas com o baixo custo, excelente estabilidade, especificidade, portabilidade, análises em tempo real, rápido tempo de resposta, manejo sem técnicos, baixo limite de detecção, sem necessidade de pré-tratamento, seletividade e sensibilidade [108,109]. Com o propósito de contribuir no controle de qualidade dos alimentos, e assim garantir uma maior segurança ao consumidor, os biossensores quando comparados às técnicas tradicionais se apresentam com uma alternativa viável e vantajosa, podendo impactar no desenvolvimento de melhores ações no manejo, armazenamento e controle de produtos [79,108].

A aplicação de biossensores na indústria de alimentos pode ser incorporada em diferentes vertentes dentre elas na detecção de contaminantes químicos e biológicos, atuando na segurança microbiológica, onde é possível a detecção de microrganismos ou toxinas produzidas pelos microrganismos. Estes biossensores podem ser utilizados no monitoramento de alimentos com ingredientes compostos por plantas geneticamente modificadas, detecção de pesticidas que podem afetar a saúde, e ainda estão presentes na determinação de vitaminas em bebidas, alimentos aplicados na indústria e produtos farmacêuticos [108,109].

### 4.3 Sensores e biossensores empregados na detecção de milho e seus derivados

De acordo com Hulanicki *et al.*[110] os sensores são dispositivos capazes de transformar um estímulo químico ou físico em um sinal analiticamente quantificável. Os sensores físicos fornecem informações referentes a determinada propriedade física do sistema. Por outro lado, os sensores químicos contêm duas unidades básicas, em que parte é receptora e parte é transdutora. A parte receptora contém a informação química que é transformada em energia e medida pelo transdutor. Este por sua vez, é o dispositivo que converte energia em informação química sobre a amostra em um sinal analítico [110]. Por consequência, estes podem ser classificados de acordo com o princípio de operação, podem ser dispositivos de fenômenos ópticos, interação eletroquímica, com propriedades elétricas ou paramagnéticas, dispositivos termométricos, entre outros [108,110].

Similarmente, quando um sinal analítico é obtido através de um processo bioquímico este sensor é chamado de biossensor [110,111]. Portanto, são dispositivos baseados em reações bioquímicas específicas, das quais podem ser medidas por enzimas, tecidos, organelas, imunossistemas ou células inteiras com o intuito de detectar componentes químicos principalmente por sinais elétricos, térmicos ou ópticos [111–113].

O desenvolvimento tecnológico referente ao desenvolvimento de instrumentos, microeletrônica e computadores possibilitou o uso dos sensores na maioria dos princípios químicos, físicos e biológicos [110]. Dispositivos óticos respondem a estímulos em decorrência da interação do analito com a parte receptora e podem ser baseados em vários princípios; os dispositivos eletroquímicos transformam o efeito da interação eletroquímica do analito em um sinal útil; os dispositivos elétricos em que o sinal surge proveniente da alteração das propriedades elétricas causadas pela interação com o analito; os dispositivos piezoelétricos são dados pela mudança de massa ocasionada pelo acúmulo do analito; os dispositivos magnéticos são baseados na mudança das propriedades paramagnéticas do sistema em análise; os dispositivos termométricos medem o efeito do calor de uma reação química específica ou adsorção envolvendo um analito [108,110].

As tendências atuais incorporam o uso de sensores no desenvolvimento das operações, em que os resultados alcançados podem ser analisados e correlacionado a outros parâmetros provenientes do ambiente onde estão inseridos, possibilitando que estes dispositivos, devido a suas características, possam ser utilizados na indústria em controle da qualidade, no meio

ambiente referente a emissão de gases tóxicos e na medicina indicando necessidades ou não de cirurgias [114]. Segundo o estudo realizado por Araújo (2009), foi investigada a detecção de ácido cítrico em bebidas utilizando um sensor potenciométrico à base de eletrodo de grafite com sistema de análise por injeção em fluxo. Desta forma, os estudos realizados indicaram a capacidade satisfatória na utilização do eletrodo de grafite usado como suporte na construção de sensores, além de apresentar capacidade de responder à presença de ácido cítrico proporcionando o desenvolvimento do sensor potenciométrico para determinação do aditivo alimentar em amostras de bebidas.

Lima e Silva [115], apresentaram o estudo sobre o desenvolvimento de um sensor para monitoramento da qualidade do ar no Brasil, apresentando um protótipo que permite visualizar as possibilidades de emprego desta tecnologia, bem como a viabilidade técnica de sensores de baixo custo. Nas aplicações na área da saúde o estudo de Silva [116], aborda o uso de sensores inerciais, capazes de caracterizar e classificar os tremores de punho em indivíduos com doença de Parkinson. Portanto, os dispositivos biomédicos apresentam fortes correlações entre os dois sensores e as coordenadas, possibilitando o uso em conjunto, ou separadamente, ao captar informações do tremor.

Por analogia, os biossensores podem ser empregados em monitoramento de doenças, detecção de poluentes, microrganismos e marcadores causadores de doenças, descoberta de drogas em fluidos corporais (sangue, urina, suor), detecção de contaminantes em alimentos e outros. Portanto, para biossensores há um analito alvo que representa a substância de interesse (bioreceptor), uma molécula com capacidade de reconhecer especificamente o analito. Logo, o transdutor é o elemento que converte o bio-reconhecimento em um sinal mensurável. A eletrônica é a parte de um biossensor que processa o sinal transduzido e prepara para exibição em que é realizada pelo display que consiste em um sistema de interpretação do usuário, em combinação com hardware e o software gera o resultado [109,117,118].

Existem atributos estáticos e dinâmicos em cada biossensor. A otimização dessas propriedades reflete no seu desempenho que depende diretamente de a capacidade do reconhecedor interagir de forma seletiva com o composto de interesse. Assim, podem apresentar seletividade, reprodutividade, estabilidade e sensibilidade [117,118]. A classificação dos biossensores é baseada no tipo de transdutor, do qual também dependerá do material biológico imobilizado na superfície, como também das propriedades da amostra de interesse. Os biossensores mais comuns são: os eletroquímicos, que respondem à interação entre

composto biológico e o receptor através de reações redox entre as espécies e o transdutor; os ópticos, baseados nas análises como as de índice de refração e propriedades fluorescentes da molécula em análise; e os piezoelétricos, baseados na imobilização de um receptor em um cristal piezoelétrico com monitoramento das oscilações do cristal devido ao aumento de massa por interação com o analito [109,118,119].

Além disso, podem ser classificados de acordo com o mecanismo de interação da molécula imobilizada com o analito, seja biocatalítica ou bioafinidade [109]. Desta forma, dependem da natureza entre o reconhecedor biológico e o analito alvo, os biossensores biocatalíticos possuem reações catalisadas por macromoléculas, imobilizadas na superfície do sensor. Dentre as mais utilizadas, estão os biossensores enzimáticos compostos por uma ou várias enzimas e os biossensores celulares que empregam células inteiras como receptores, dentre eles as bactérias, fungos e organelas, sendo o princípio de operação semelhante aos biossensores enzimáticos com custo reduzido, maior atividade catalítica e estabilidade [118–125].

Os biossensores por bioafinidade são compostos por anticorpos, antígenos e ácidos nucleicos, seja a interação seletiva ou específica com o analito. Os imunossensores utilizam anticorpos-antígenos, dos quais são produzidos por organismos vivos com o propósito de reconhecer um composto específico, podendo ser um vírus, bactéria ou outros. Já os genossensores e aptasensores são baseados na combinação de ácidos nucleicos com um transdutor adequado e dependem das propriedades físicas do DNA e do RNA para um bom desempenho [118,119,121,124,126–129].

As aplicações dos biossensores estão presentes em áreas distintas do conhecimento, onde existem evidências de biossensores eletroquímicos para monitoramento de lactose, creatinina, ureia, colesterol e outros. Como também na pecuária são empregadas na detecção de drogas veterinárias residuais, e no campo, utiliza-se biossensores no monitoramento de pesticidas no meio ambiente e em alimentos diversos, além de detectar e quantificar patógenos de plantas [117].

Na indústria alimentícia, os biossensores são utilizados como instrumentos de segurança de alimentos e garantia da qualidade. Algumas aplicações estão direcionadas às indústrias cervejeiras, na detecção e quantificação de etanol, usando enzima álcool oxidase através de biossensores eletroquímicos [130]. A lacase é uma enzima diversamente estudada devido ao seu potencial de uso, como na indústria têxteis, de celulose e papel. Portanto, na indústria de alimentos, pode ser empregada em biorremediação, processamento de bebidas como vinho,

sucos e cervejas, na determinação de ácido ascórbico e como biossensores para melhoramento de parâmetros sensoriais [131]. A lacase ainda pode ser empregada na determinação de fenóis habitualmente encontrados em vinho, na aplicação de biossensores [132].

Os sensores e biossensores podem ser encontrados em uma ampla gama de aplicações em áreas distintas do conhecimento. Grande parte deste fato está associada às vantagens presentes nestes dispositivos como baixo custo, excelente estabilidade, especificidade, portabilidade, análises em tempo real, rápido tempo de resposta, manejo sem técnicos, baixo limite detecção, sem necessidade de pré-tratamento, seletividade e sensibilidade [108,109]. Nas últimas décadas, os biossensores apresentaram grande impacto na literatura, não apenas na área acadêmica, mas também nas indústrias, abrindo assim novas fronteiras na pesquisa científica beneficiando diferentes áreas, de forma a trabalhar em um campo interdisciplinar. Portanto, pesquisas de laboratório tem se transformado em produtos para clientes em todo o mundo, visando melhorar a qualidade da vida, presente na segurança alimentar, medicina, meio ambiente e farmacologia [117].

Atualmente os sensores e biossensores vem ganhando espaço como possíveis substitutos adequados para técnicas e métodos tradicionais. Portanto, estudos recentes apresentam características vantajosas no emprego destas técnicas, dentre elas os avanços na tecnologia de biossensores no enfrentamento dos desafios na agricultura com a aplicação de nanotecnologia levando ao aumento da produtividade e sustentabilidade, permitindo utilizar de tecnologias portáteis e em tempo real de monitoramento de qualidade [133]. Outra aplicação importante está relacionada com o uso de nanobiossensores na análise rápida de pesticidas, onde as detecções convencionas, como cromatografia líquida/gás, cromatografia líquida de alto eficiência, espectroscopia de massa e eletroforese, são consideradas inadequadas devido à complexidade de detecção e reconhecimento no local [134]. Além disso, essas tecnologias permitem detectar contaminação por agrotóxicos em águas residuais empregando um biossensor de detecção óptica, baseada na variação da fluorescência utilizando um bioreceptor biológico de microalga [135].

Estes dispositivos são utilizados no combate de doenças transmitidas por alimentos contaminados, ou seja, biossensores eletroquímicos para detecção de bactérias patogênicas são alternativas reais aos métodos convencionais de análise de bactérias em alimentos [136], além das detecções de *Listeria monocytogenes* com uso de transdutores eletroquímicos de baixo custo [137] e *Salmonella typhimurium* com um biossensor microfluídico usando nanopartículas magnéticas e catálise [138], permitindo analisar tendências atuais e futuras. Além da detecção

em contaminantes, os biossensores podem ser aplicados em alergias alimentares, no monitoramento de alimentos na detecção de alergênicos, categorizados com base no mecanismo dos sensores sejam ópticos, eletromecânicos e eletroquímicos [139]. Portanto, os biossensores baseados em enzimas eletroquímicas apresentaram ser dispositivos simples, rápidos e ultrasensíveis na determinação ou detecção de compostos distintos, abrindo espaço para uma nova geração de instrumentos analíticos, bem como um dos campos de pesquisa mais promissores da biologia analítica [140].

#### **4.4 Sensores e biossensores aplicados a determinação de contaminantes no milho**

Os sensores e biossensores são empregados em múltiplas vertentes, dos quais, podem ser aplicados na detecção de diferentes tipos de contaminantes como fungos, bactérias, metais pesados, pesticidas e outros. Estes ainda podem apresentar diferentes características de detecção e especificidades distintas nos alimentos. Portanto, este tópico tem como objetivo principal apresentar nos próximos subtópicos, os principais contaminantes presente no milho e quais os sensores e biossensores podem ser aplicados a cada tipo de contaminante, bem como suas especificações sobre o processo empregado na detecção.

##### **4.4.1 Fungos, bactérias e outros microrganismos**

A detecção dos diversos contaminantes encontrados vem crescendo a cada dia, devido aos avanços científicos e tecnológicos. As micotoxinas estão entre os contaminantes que possuem estudos cada vez mais avançados, de modo a ser perceptível as novas detecções por sensores e biossensores. Dentre eles, Wei *et al.*[141] realizou o estudo da implementação do método de Ressonância Plasmônica de Superfície (SPR) em um chip fabricado em monocamada automontada. A principal particularidade deste estudo é referente a detecção simultânea de quatro micotoxinas: aflatoxina B1, ocratoxina A, zearalenona e desoxinivalenol em amostras de milho. Dessa forma, os autores concluíram que o método SPR no formato de imunoensaio competitivo indireto consegue detectar simultaneamente as quatro micotoxinas com alta sensibilidade.



Um artigo similar foi o de Zhao *et al.*[142], que estudou a detecção dupla de ocratoxina A e aflatoxina B1 em farinha de milho, baseado em rótulos Espectroscopia Raman Amplificada por Superfície (SERS) incorporados a nanopartículas Ag @Au Core-Shell (NPs-CS). A detecção foi alcançada pela primeira vez na utilização de rótulos SERS, sem auxílio de estratégias de amplificação de ácido nucléico. Logo obteve-se a detecção sensível de múltiplos alvos com diferentes comprimentos de aptâmero, de modo a apresenta limites de detecção baixos de 6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  para ocratoxina A e 30  $\mu\text{g.L}^{-1}$  para aflatoxina B1. Lin *et al.*[143] aborda a detecção rápida e sensível de dois contaminantes, a fumonisina B1 e desoxinivalenol a partir da construção de um imunossensor eletroquímico. Esse foi construído por um eletrodo serigrafado de carbono e modificado por AuNPs-PPy-ERGO. Sua detecção foi feita em amostras de milho com alta sensibilidade e baixa interferência de matriz.

Atualmente, a ocratoxina A (OTA) é uma das micotoxinas de destaque nos estudos. Isso se dá pela OTA ser secretada por *Aspersillus* e *Penicillium* que pode facilmente colonizar diversos grãos como amendoim, arroz e milho [144]. Uma vez, que a detecção de OTA é extremamente importante nas culturas, diversos artigos abordam a detecção desse contaminante em amostras de milho em métodos de detecção distintos. Hao *et al.*[145] estudou a construção de um biossensor de visualização fotoelétrocromico ratiométrico portátil, de modo que o biossensor fotoeletroquímico de visualização movido a energia solar portátil foi desenvolvido com sucesso dispensando requisitos de instrumentos. O sistema fabricado a partir de um pequeno eletrodo de óxido de índio e estanho dividido em dois módulos, utilizando um módulo de detecção e outro de referência.

Os aptasensores são excelentes dispositivos para detecção de OTA. Parte disso é devido ao baixo custo, simplicidade e alta sensibilidade, podendo ser encontrados como aptasensores eletroquímicos utilizando estrutura orgânica de metal e nanopartículas bimetálicas de AgPt [146], com nanofolha bidimensional de nitreto de carbono semelhante à grafite (g-CNNS) [147], com fita de DNA [148], entre outros. Pode ainda serem encontrados aptasensores fluorescentes [149] [150], colorimétrico [151], por SERS [142], etc.

Por outro lado, outra micotoxina diversamente estudada por ser um carcinógeno hepático é a aflatoxina B1, cuja produção é feita a partir de cepas de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* [152]. Dessa forma, estudos como de Zhang *et al.*[153] desenvolveram um imunossensor eletroquímico sensível para detecção de aflatoxina B1 em milho em pó, combinando nanotubos covalentemente funcionalizados com quitosana colocados no eletrodo

de carbono vítreo. Já no estudo de XU *et al.*[154], foi utilizado um imunoenensaio eletroquimioluminescente usando tecnologia de controle magnético imobilizando nanofibras magnéticas na CNHs.

A quantificação dos precursores de AFB1 são importantes. Dentre eles, tem-se a micotoxina esterigmatocistina (STEH). Diaz Nieto *et al.*[152] desenvolveu um biossensor enzimático de terceira geração baseado em um eletrodo de carbono vítreo modificado com enzima peroxidase e óxido de grafeno quimicamente reduzido. Em outra vertente, relacionada com a esterigmatocistina, foi abordada no estudo de Xu *et al.*[155], da qual, utiliza de um sensor fluorescente sensível baseado em polímero de impressão molecular embebido em pontos quânticos de carbono. Ambos os estudos envolvendo a STEH obtiveram detecção em amostras de milho com baixos limites de detecção. A Tabela 3, apresenta trabalhos científicos, dos quais, foram evidenciados parâmetros referentes a cada um dos componentes, a técnica analítica empregada, o eletrodo, a modificação, o analito, o tipo de sensor, o limite de detecção, a matriz da amostra e o contaminante analisado.

Tabela 3 - Biossensores para detecção de micotoxinas

Contaminante	Técnica	Eletrodo	Modificação	Analito	Tipo de sensor	Limite de detecção (LD)	Matriz da amostra	Concentração de contaminante adicionado	Encontrado	Recuperação (%)	Referência
Aflatoxina B1	Medições amperométricas	Carbono vítreo	Enzima peroxidase/óxido de grafeno	Esterigmatocistina (STEH)	Biossensor enzimático	0,80 µg.L <sup>-1</sup>	Milho	15 µg.L <sup>-1</sup>	14,4 µg.L <sup>-1</sup>	96,00%	[152]
								15 µg.L <sup>-1</sup>	13,5 µg.L <sup>-1</sup>	89,00%	
								43,5 µg.L <sup>-1</sup>	43,5 µg.L <sup>-1</sup>	100,00%	
								43,5 µg.L <sup>-1</sup>	49,6 µg.L <sup>-1</sup>	114,00%	
								70,0 µg.L <sup>-1</sup>	64,4 µg.L <sup>-1</sup>	92,00%	
								70 µg.L <sup>-1</sup>	61,6 µg.L <sup>-1</sup>	88,00%	
Aflatoxina B1	CV/ EIS/ DPV	Carbono vítreo	Nanopartículas de ouro AuNPs/Au-S	Nanossondas Exo I e DNA-AuNPs-HRP/cDNA	Aptasensor eletroquímico	3,3 x10 <sup>-4</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	0,01 ng mL <sup>-1</sup>	1,12x10 <sup>-2</sup> ng mL <sup>-1</sup>	110,20%	[156]
								1 ng mL <sup>-1</sup>	0,885 ng mL <sup>-1</sup>	88,50%	
Aflatoxina B1	Cronoamperometria	Carbono vítreo	Escherichia coli/p-benzoquinona	<i>Escherichia coli</i>	Biossensor eletroquímico	1 ng.mL <sup>-1</sup>	Óleo de milho	0,02 µg.mL <sup>-1</sup>	0,020 µg.mL <sup>-1</sup>	100,00%	[157]
								0,05 µg.mL <sup>-1</sup>	0,054 µg.mL <sup>-1</sup>	108,00%	
								0,25 µg.mL <sup>-1</sup>	0,245 µg.mL <sup>-1</sup>	98,00%	
Aflatoxina B1	Ressonância	Sensor chip		Antígeno	Sensor Ressonância	0,59 ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	5 ng.mL <sup>-1</sup>	5,10 ng.mL <sup>-1</sup>	102,00%	[141]

	Plasmônica de Superfície		Monocamada automontada de antígeno		Plasmônica de Superfície (SPR)			10 ng.mL <sup>-1</sup>	10,67 ng.mL <sup>-1</sup>	106,67%	
								15 ng.mL <sup>-1</sup>	15,20 ng.mL <sup>-1</sup>	101,33%	
<b>Aflatoxina B1</b>	SERS	NPs	Au@AuNanopartículas de núcleo-casca	Aflatoxina B1	Aptasensor SERS	0,03 ng.mL <sup>-1</sup>	Farinha de milho	0,4 ng.mL <sup>-1</sup>	0,39 ng.mL <sup>-1</sup>	97,50%	[142]
								8 ng.mL <sup>-1</sup>	7,91 ng.mL <sup>-1</sup>	98,88%	
								30 ng.mL <sup>-1</sup>	29,36 ng.mL <sup>-1</sup>	97,87%	
								40 ng.mL <sup>-1</sup>	39,86 ng.mL <sup>-1</sup>	99,65%	
<b>Aflatoxina B1</b>	DPV/ CV/ SWV	Carbono vítreo	SWNTs/ CS	Aflatoxina B1	Imunossensor eletroquímico	3,5 pg.mL <sup>-1</sup>	Pó de milho	121,5 pg.mL <sup>-1</sup>	119 pg.mL <sup>-1</sup>	97,94%	[153]
								40,5 pg.mL <sup>-1</sup>	41,3 pg.mL <sup>-1</sup>	101,98%	
								13,5 pg.mL <sup>-1</sup>	12,9 pg.mL <sup>-1</sup>	95,56%	
<b>Aflatoxina B1</b>	ES	Carbono vítreo magnético (MGCE)	Nanofibras magnéticas/ Nanochifres de carbono (CNHs)	Aflatoxina B1	Imunossensor ECL	0,02 ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	0 ng.mL <sup>-1</sup>	0 ng.mL <sup>-1</sup>	0,00%	[154]
								10 ng.mL <sup>-1</sup>	9,9821 ng.mL <sup>-1</sup>	99,80%	
								10 ng.mL <sup>-1</sup>	10,1141 ng.mL <sup>-1</sup>	100,10%	
<b>Desoxinivalenol</b>	CV/ Espectrofotômetro	Carbono serigráfico (SPE)	AuNPs/ PPy/ ERGO	Desoxinivalenol	Imunossensor eletroquímico	8,6 ppm	Milho	100 µg.kg <sup>-1</sup>	93,1 µg.kg <sup>-1</sup>	93,10%	[143]
								500 µg.kg <sup>-1</sup>	521,7 µg.kg <sup>-1</sup>	104,30%	

	UV Vis/ DPV/ EIS							1000 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	982,4 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	98,20%	
<b>Desoxinivalenol</b>	Ressonância Plasmônica de Superfície	Sensor chip	Monocamada automontada de antígeno	Antígeno	Sensor Ressonância Plasmônica de Superfície (SPR)	3,26 $\text{ng.mL}^{-1}$	Milho	8 $\text{ng.mL}^{-1}$	7,07 $\text{ng.mL}^{-1}$	88,33%	[141]
								15 $\text{ng.mL}^{-1}$	15,37 $\text{ng.mL}^{-1}$	102,44%	
								25 $\text{ng.mL}^{-1}$	26,03 $\text{ng.mL}^{-1}$	104,13%	
<b>Desoxinivalenol</b>	CV/ EIS/ SWV	Eletrodo de ouro (GE)	Ácido 3- mercaptopropi- ônico/ AuNPs/GE	Antígeno competi- dor (Anticor- po anti- DON)	Imunosse- nsor eletroquí- mico	0,07 $\text{pg.mL}^{-1}$	Milho	100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	90,4 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	90,40%	[158]
								10 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	11,7 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	117,00%	
								1 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	1,18 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	118,00%	
								0,1 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	0,1 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	100,00%	
<b>Esterigmatocistina</b>	FT-IR/ Espectro UV-Vis/ SEM	Pontos de carbono (CDs)	MIP/ NHSG	Esterigmatocistina (STEH)	Sensor fluorescen- te	0,019 $\text{mg.L}^{-1}$	Milho	0,050 $\text{mg.kg}^{-1}$	0,047 $\text{mg.kg}^{-1}$	93,70%	[155]
								0,100 $\text{mg.kg}^{-1}$	0,069 $\text{mg.kg}^{-1}$	95,60%	
								0,200 $\text{mg.kg}^{-1}$	0,205 $\text{mg.kg}^{-1}$	102,50%	
<b>Fumonisin B1</b>	CV/ Espectrof- ômetro UV Vis/ DPV/ EIS	Carbono serigráfico (SPE)	AuNPs/ PPy/ ERGO	Fumiosina B1	Imunosse- nsor eletroquí- mico	4,2 ppb	Milho	100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	94 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	94,10%	[143]
								500 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	484,9 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	97,00%	
								2000 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	1904,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	95,20%	
								4000 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	4141,6 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	103,50%	

<b>Fumonisina B1</b>	Medições eletroquímicas/ amperométricas	Eletrodo de carbono serigrafados (CSPE)	Esferas magnéticas	Fumiosina B1	Manetoimuno sensor eletroquímico	0,33 µg.L <sup>-1</sup>	Cerveja de milho	20 µg.L <sup>-1</sup>	21,0 µg.L <sup>-1</sup>	105,00%	[159]
<b>Fumonisina B1</b>	Medições eletroquímicas/ amperométricas	Eletrodo de carbono serigrafados (CSPE)	Esferas magnéticas	Fumiosina B1	Manetoimuno sensor eletroquímico	0,33 µg.L <sup>-1</sup>	Cerveja de milho	5 µg.L <sup>-1</sup>	5 µg.L <sup>-1</sup>	99,00%	
<b>Fumonisina B2</b>	Medições eletroquímicas/ amperométricas	Eletrodo de carbono serigrafados (CSPE)	Esferas magnéticas	Fumonisina B2	Manetoimuno sensor eletroquímico	0,33 µg.L <sup>-1</sup>	Cerveja de milho	5 µg.L <sup>-1</sup>	4,7 µg.L <sup>-1</sup>	94,00%	
<b>FB1 + FB2</b>	Medições eletroquímicas/ amperométricas	Eletrodo de carbono serigrafados (CSPE)	Esferas magnéticas	FB1 + FB2	Manetoimuno sensor eletroquímico	0,33 µg.L <sup>-1</sup>	Cerveja de milho	10 µg.L <sup>-1</sup>	8,7 µg.L <sup>-1</sup>	87,00%	
<b>Ocratoxina A</b>	SEM/ espectro de Raman	Eletrodo ITO	Co, N-TiO <sub>2</sub> / nanocompósito 3D	Ocratoxina A	Biossensor fotoeletrocrômico	0,29 ng. mL <sup>-1</sup>	Milho	1 ng. mL <sup>-1</sup>	0,98 ng. mL <sup>-1</sup>	98,00%	[145]
								10 ng. mL <sup>-1</sup>	10,12 ng. mL <sup>-1</sup>	101,20%	
								100 ng. mL <sup>-1</sup>	99,39 ng. mL <sup>-1</sup>	99,39%	
<b>Ocratoxina A</b>	Medições eletroquímicas	AgPt/ PCN-223-Fe/	íon zircônico/ ferro-porfirina/ nanopartículas	Biotina/ Estreptavidina	Aptasensor	14 fg.mL <sup>-1</sup>	Milho	0,200 pg.mL <sup>-1</sup>	0,192 pg.mL <sup>-1</sup>	96,00%	[146]
								0,200 pg.mL <sup>-1</sup>	0,206 pg.mL <sup>-1</sup>	103,00%	

			biometalicas de PtAg		eletroquí mico			0,200 pg.mL <sup>-1</sup>	0,209 pg.mL <sup>-1</sup>	104,50%	
<b>Ocratoxina A</b>	Ressonân cia Plasmônica de Superfície	Sensor chip	Monocamada automontada de antígeno	Antígen o	Sensor Ressonân cia Plasmônica de Superfície (SPR)	1,27 ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	20 ng.mL <sup>-1</sup>	22,23 ng.mL <sup>-1</sup>	111,17%	[141]
								50 ng.mL <sup>-1</sup>	51,13 ng.mL <sup>-1</sup>	102,27%	
								80 ng.mL <sup>-1</sup>	87,23 ng.mL <sup>-1</sup>	109,04%	
<b>Ocratoxina A</b>	CV/EIS	Eletrodo de ouro (GE)	g-CNNS/ ssDNA livre	Ocratoxi na A	Aptasenso r eletroquí mico	0,073 nM	Milho	10 nM	10,9 nM	109,00%	[147]
								20 nM	19,8 nM	99,00%	
								50 nM	49,3 nM	98,60%	
<b>Ocratoxina A</b>	Fluorescê ncia	Eletrodo de ouro (AuNps)	FAM (caboxifluoresc eína)	Ocratoxi na A	Aptasenso r Fluorescê ncia	22,7 nM	Farinha de milho	0 nmol.L <sup>-1</sup>	-	-	[149]
								100 nmol.L <sup>-1</sup>	103,9 nmol.L <sup>-1</sup>	103,90%	
								300 nmol.L <sup>-1</sup>	270,6 nmol.L <sup>-1</sup>	90,20%	
<b>Ocratoxina A</b>	Fluorescê ncia/ TEM/ XRD/ BET/ FTIR	Aptâmero	Fe3O4/ gC3N4/ HKUST-1)	Ocratoxi na A	Biossenso r fluorescen te	2,57 ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	162,6 ng.mL <sup>-1</sup>	159,36 ng.mL <sup>-1</sup>	96,50%	[150]
								162,60 ng.mL <sup>-1</sup>	167,28 ng.mL <sup>-1</sup>	100,90%	
								162,60 ng.mL <sup>-1</sup>	160,71 ng.mL <sup>-1</sup>	101,40%	
<b>Ocratoxina A</b>	ELISA fluorescen te	Catalise (CAT)/ antígeno competiti vo	Ácido mercaptoprop iônico (QDs)	Ocratoxi na A/ H202/ CdTe	ELISA Fluorescê ncia (imunoen saio de	0,05 pg.mL <sup>-1</sup>	Milho	4 µg.kg <sup>-1</sup>	4,09 µg.kg <sup>-1</sup>	102,25%	[160]
								10 µg.kg <sup>-1</sup>	10,23 µg.kg <sup>-1</sup>	102,30%	
								20 µg.kg <sup>-1</sup>	19,26 µg.kg <sup>-1</sup>	96,30%	

					fluorescência)	40 µg.kg <sup>-1</sup>	37,50 µg.kg <sup>-1</sup>	93,75%			
<b>Ocratoxina A</b>	Solvo tér m i c o d e u m a e t a p a / F T I R / X P S / e s p e c t r o f o t ô m e t r o U V	Nanopartí culas de ouro (AuNPs)	Au Fe304/ amino ocratoxina A (cDNA)	Ocratoxi na	Aptasenso r colorimétr ico	30pg.mL <sup>-1</sup>	Milho	1 ng.mL <sup>-1</sup>	0,96 ng.mL <sup>-1</sup>	96,00%	[151]
								10 ng.mL <sup>-1</sup>	10,81 ng.mL <sup>-1</sup>	108,10%	
								50 ng.mL <sup>-1</sup>	49,17 ng.mL <sup>-1</sup>	98,30%	
<b>Ocratoxina A</b>	Ele tro qui miolumi nescência	Carbo no vítreo (GCE)	MIP/ Nanopartí culas de sílica dopadas com Ru (RuSi NPs)	Ocratoxi na	Sensor ECL-MIP	0,027 pg.mL <sup>-1</sup>	Milho	0,3 ng.mL <sup>-1</sup>	0,459 ng.mL <sup>-1</sup>	99,30%	[161]
								0,6 ng.mL <sup>-1</sup>	0,733 ng.mL <sup>-1</sup>	95,30%	
								0,9 ng.mL <sup>-1</sup>	1,053 ng.mL <sup>-1</sup>	99,10%	
<b>Ocratoxina A</b>	SERS	NPs	Au@AuNanop artículas de núcleo-casca	Ocratoxi na	Aptasenso r SERS	0,006 ng.mL <sup>-1</sup>	Farinha de milho	0,8 ng.mL <sup>-1</sup>	0,79 ng.mL <sup>-1</sup>	98,75%	[142]
								4 ng.mL <sup>-1</sup>	3,96 ng.mL <sup>-1</sup>	99,00%	
								40 ng.mL <sup>-1</sup>	39,79 ng.mL <sup>-1</sup>	99,48%	
								60 ng.mL <sup>-1</sup>	58,57 ng.mL <sup>-1</sup>	97,62%	
<b>Ocratoxina A</b>	CV/ EIS / DPV	Ele trodo de ouro	Sonda de oligonucleotí do de fita simples (ssDNA)/ ssDNA tiol	Ocratoxi na A	Aptasenso r ele troquí mico	10-8 ng.g <sup>-1</sup>	Milho	1 ng.g <sup>-1</sup>	0,957 ng.g <sup>-1</sup>	95,70%	[148]
								0,1 ng.g <sup>-1</sup>	0,0941 ng.g <sup>-1</sup>	94,10%	
								0,01 ng.g <sup>-1</sup>	0,00995 ng.g <sup>-1</sup>	99,50%	
								0,001 ng.g <sup>-1</sup>	0,000938 ng.g <sup>-1</sup>	93,80%	
<b>Zearalenona</b>	Cronoam perometri a	Carbo no vítreo	Escherichia coli/p- benzoquinona	<i>Escheric hia coli</i>	Biossenso r	6 ng.mL <sup>-1</sup>	Óleo de milho	0,05 µg.mL <sup>-1</sup>	0,048 µg.mL <sup>-1</sup>	96,00%	[157]
								0,3 µg.mL <sup>-1</sup>	0,286 µg.mL <sup>-1</sup>	95,30%	



					eletroquí mico			0,5 µg.mL <sup>-1</sup>	0,521 µg.mL <sup>-1</sup>	104,20%	
Zearalenona	Ressonân cia Plasmônic a de Superfície	Sensor chip	Monocamada automontada de antígeno	Antígen o	Sensor Ressonân cia Plasmônic a de Superfície (SPR)	7,07 ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	30 ng.mL <sup>-1</sup>	29,13 ng.m <sup>-1</sup>	97,11%	[141]
								50 ng.mL <sup>-1</sup>	51,83 ng.mL <sup>-1</sup>	103,67%	
								80 ng.mL <sup>-1</sup>	72,47 ng.mL <sup>-1</sup>	90,58%	
Zearalenona	Voltametr ia de pulso diferencia l	Lápis de grafite	Sem modificação	Solução padrão de Zearalen ona	Sensor eletroquí mico	29,47 ng.mL <sup>-1</sup>	Farinha de milho	500 µg.mL <sup>-1</sup>	77,71 ng.mL <sup>-1</sup>	-	[162]
							Amido de milho	500 µg.mL <sup>-1</sup>	89,96 ng.mL <sup>-1</sup>	-	

#### 4.4.2 Pesticidas/herbicidas/inseticidas

Resíduos de pesticidas e micotoxinas que apresentam alta incidência em alimentos à base de cereais são substâncias tóxicas de origem alimentar, sendo uma ameaça à saúde humana. Dentre elas, o Carbaril ( $C_{12}H_{11}NO_2$ ) e o Carbofurano ( $C_{12}H_{15}NO_3$ ) são pesticidas de N-metil carbamato de amplo espectro (NMCs), podendo apresentar efeito inseticida e acaricida, amplamente utilizados para o controle biológico das lavouras. A detecção de resíduos de carbaril, carbofurano e aflatoxinas é feita principalmente por métodos imunológicos rápidos [163]. Tang *et al.* [163] estudaram o desenvolvimento de um sensor quantitativo de papel para resíduos de pesticidas e micotoxinas. Neste trabalho, foi desenvolvido o sensor multi-TRFICA-paper com base em anticorpos monoclonais específicos (mABs) contra carbaril e carbonofurano, com métodos rápidos, simples e eficientes de detecção em alimentos à base de cereais.

Em contrapartida, o estudo de Dorozhko *et al.* [164], apresentou uma proposta para a substituição de um marcador enzimático de um conjugado carbaril hapteno-proteína, por um de cobre metálico devido à sua alta sensibilidade e baixo custo em comparação a enzima. Portanto, os autores relataram que pela primeira vez, nanopartículas de cobre foram utilizadas como marcadores eletroquimicamente ativos de carbaril hapteno na determinação direta competitiva. O imunossensor eletroquímico desenvolvido possui atenção especial direcionada à otimização das condições para a síntese do conjugado *Hap-Car-BSA@CuNPS* e para imobilização dos anticorpos capturados na superfície do eletrodo. Este novo imunossensor eletroquímico conseguiu determinar carbaril em farinha de trigo, milho e aveia.

Outro contaminante encontrado em culturas de milho é a hidrazina ( $N_2H_4$ ), um agente tóxico e carcinogênico de fácil absorção, amplamente empregado como matéria-prima em produtos químicos agrícolas, atuando como herbicida, pesticidas e reguladores de crescimento de plantas [165,166]. Saengsookwaow *et al.* [167], utilizou um eletrodo de carbono impresso em tela modificada de grafeno (SPCE) dopado com nitrogênio (NG) -polivinilpirrolidona (PVP) / nanopartículas de ouro (AuNPs) na determinação por voltametria de onda quadrada (SWV) de hidrazina. Visto o efeito sinérgico de NG-PVP e AuNPS, foi notado um aumento de 10 vezes na corrente de pico anódica no SPCE modificado quando comparado ao SPCE não modificado, demonstrando a alta sensibilidade do sistema. Esse estudo apresentou em condições ideais um limite de detecção baixo de  $0,07 \mu M$  para hidrazina, e ainda, foi aplicado com sucesso para detecção em amostras de frutas e vegetais com alto teor de açúcar.

A aplicação de impressão molecular polimérica (MIP) tem apresentado avanços no desenvolvimento de sensores químicos como uma tecnologia emergente, permitindo a síntese de materiais que podem mimetizar receptores naturais altamente específicos [168]. Dessa forma, os estudos de Xu *et al.*[169] e Uygun *et al.*[170] são exemplos das aplicações de impressão molecular polimérica utilizando polipirrol. No estudo de Xu *et al.*[169], foi descrito o uso de um polímero com impressão molecular juntamente a um ensaio eletroquímico na determinação voltamétrica de glifosato. Em complemento, foi utilizado um composto de nanopartículas de ouro, semelhantes ao ouriço e azul da Prússia, eletrodepositada em ITO. Portanto, o polipirrol foi impresso com glifosato para formar um polímero impresso molecularmente na superfície do eletrodo ITO. Esta abordagem possibilitou uma detecção simples e rápida de glifosato em alimentos.

Por sua vez, Uygun *et al.*[170] em seu estudo apresentou um novo sensor impedimétrico utilizando eletrodo de grafite tipo lápis modificado com polipirrol, utilizando a impressão molecular. Dessa vez, o estudo foi focado na determinação de nível de traços de clorpirifós, um pesticida organofosforado cristalino amplamente aplicado na agricultura, uso doméstico e de inseticidas urbanos. Nesta pesquisa, foi preparado através de eletropolimerização *in situ* de polipirrol em um filme de MIP na presença de clorpirifos na superfície do eletrodo de grafite (PGE) de modo a construir um sensor impedimétrico aplicado com sucesso em amostras de água, folha de milho e solo.

Guo *et al.*[171] estudou a determinação de metomil em grãos utilizando o método de extração à base de solvente eutético profundo (DES), combinada com ensaios de inibição enzimática baseada em fluorescência. O metomil é um inseticida carbamato diversamente aplicado no tratamento de culturas agrícolas, altamente eficaz contra insetos. DES é adicionado às amostras de grãos e extração de metomil em vórtice, onde o sobrenadante foi coletado para detecção por fluorescência. Utilizaram-se pontos quânticos de carbono de biomassa (CQDs) como sondas fluorescentes sintetizados a partir de milho. A solução de extrato de pesticida atua bloqueando a atividade enzimática e, dessa forma, recupera a fluorescência dos pontos quânticos. Nesse sistema, o limite de detecção calculado foi de 0,003 mg.kg<sup>-1</sup> para amostras de milho, arroz, trigo e cevada.

Outro contaminante de destaque é a atrazina, um dos pesticidas mais amplamente usados na agricultura devido à sua persistência, lenta taxa de degradação e alta mobilidade. A maior parte é utilizada em programas de controle seletivos de ervas daninhas ou com uso sob propriedades não seletivas [172,173]. Portanto, no estudo de Liu *et al.*[173], foi estudado um imunossensor eletroquímico simples baseado em nanopartículas de ouro (GNPs) como

plataforma de detecção direta para detecção de atrazina. De modo que o anticorpo específico foi imobilizado na superfície das GNPs, e a atrazina presente na amostra pode ser detectada diretamente. Este imunossensor foi aplicado em amostras de produtos agrícolas para análise de atrazina. Por outro lado, o artigo de Guiannetto *et al.*[172] abordou uma sistemática similar, onde foi estudado um novo imunossensor competitivo baseado em dendrímero para determinação de atrazina em amostras ambientais, rações e alimentos. A imobilização foi baseada em um conjugado atrazina-albumina de soro bovino em um substrato de ouro nanoestruturado previamente funcionalizado com dendrímeros poliamidoamínicos. O sensor detectou níveis de traço em matrizes de atrazina complexas, como águas territoriais, solos cultivados com milho, rações a base de milho para aves e bovinos, além de flocos de milho para consumo humano. A representação de trabalhos que estudaram a presença destes e outros contaminantes podem ser observados na Tabela 4, da qual, estabelece parâmetros importantes desde o contaminante estudado até a técnica analítica empregada no estudo.

Tabela 4 - Biossensores para detecção de agrotóxicos

Contaminante	Técnica	Eletrodo	Modificação	Analito	Tipo de sensor	Limite de detecção (LD)	Matriz da amostra	Concentração de contaminante adicionado	Encontrado	Recuperação (%)	Referência
<b>Nitenpiram (NIT)</b>	CV/DPV/EIS	Eletrodo de carbono vítreo	Nanohíbrido binário HCNT/CNH	NIT	Sensor eletroquímico	4,0nM	Milho	20 nM	-	95,77 - 102,78%	[174]
								100 nM	-	96,45 - 112,68%	
								200 nM	-	93,41 - 103,01%	
<b>Carbaril</b>	Espectro de fluorescência TRFICA	Nanopartículas de Eu (III)	Anticorpo monoclonais específicos (mAbs)	Carbaril	Sensor de papel multi-TRFICA	0,03 ng.g <sup>-1</sup>	Milho	-	11,6 ± 8,3 ng.g <sup>-1</sup>	-	[163]
								-	15,0 ± 9,1 ng.g <sup>-1</sup>	-	
								-	10,1 ± 8,5 ng.g <sup>-1</sup>	-	
								-	18,1 ± 11,1 ng.g <sup>-1</sup>	-	
								-	30,5 ± 7,5 ng.g <sup>-1</sup>	-	
<b>Carbofurano</b>	Espectro de fluorescência TRFICA	Nanopartículas de Eu (III)	Anticorpo monoclonais específicos (mAbs)	Carbofurano	Sensor de papel multi-TRFICA	60,2 ng.g <sup>-1</sup>	Milho		ND		[163]
									70,8 ± 9,5 ng.g <sup>-1</sup>		
									ND		
									75,3 ± 4,2 ng.g <sup>-1</sup>		

<b>Pesticida organofosforado</b>	VC/DPV/	Eletrodo de carbono vítreo	-	Paration de metila	PAM-Cl	0,215 µM	Milho	5,70 µM	5,98 µM	105,00%	[175]
<b>Alacloro</b>	Espectro de fluorescência/ SEM	Polímero com impressão molecular (MIPs)	2-acrilamida-6-metozibenzotiazol (AMMB)	Alacloro	Sensor fluorescente	0,5 µM (0,13 µg. mL <sup>-1</sup> )	Sementes de milho	1 µmol.L <sup>-1</sup>	0,96 ± 0,5 µmol.L <sup>-1</sup>	96,00 ± 5,00%	[176]
								5 µmol.L <sup>-1</sup>	4,81 ± 0,14 µmol.L <sup>-1</sup>	96,20 ± 2,80%	
								10 µmol.L <sup>-1</sup>	10,34 ± 0,33 µmol.L <sup>-1</sup>	103,40 ± 3,30%	
								30 µmol.L <sup>-1</sup>	29,98 ± 0,07 µmol.L <sup>-1</sup>	99,93 ± 0,23%	
								60 µmol.L <sup>-1</sup>	57,35 ± 0,47 µmol.L <sup>-1</sup>	95,58 ± 0,78%	
								90 µmol.L <sup>-1</sup>	93,45 ± 0,91 µmol.L <sup>-1</sup>	103,83 ± 1,01%	
<b>Atrazina</b>	CV/ EIS/DPV	Eletrodo de ouro	Nanopartículas de ouro (GNPs)	Atrazina	Imunossensor eletroquímico	0,016 ng. mL <sup>-1</sup>	Milho	0,20 ng. mL <sup>-1</sup>	0,1964 ng. mL <sup>-1</sup>	98,2%	[177]
								0,25 ng. mL <sup>-1</sup>	0,2388 ng. mL <sup>-1</sup>	95,5%	
								0,30 ng. mL <sup>-1</sup>	0,3596 ng. mL <sup>-1</sup>	119,9%	
<b>Atrazina</b>	MEV/EDC	Eletrodo carbono vítreo	Nanopartículas de ouro/ AET/PAMAM / ATR-BSA	Atrazina	Imunossensor amperométrico	1,2 ng. mL <sup>-1</sup>	Flocos de milho	20 ng. mL <sup>-1</sup>	22,8 ± 1,2 ng. mL <sup>-1</sup>	114 ± 5%	[172]
								50 ng. mL <sup>-1</sup>	54,6 ± 1,4 ng. mL <sup>-1</sup>	109 ± 2%	
<b>Carbaril</b>	LSASV/ CV/		Nanopartículas de cobre/	Carbaril	Imunossensor	0,08 µg.kg <sup>-1</sup>	Milho	0,80 µg.kg <sup>-1</sup>	0,76 ± 0,02 µg.kg <sup>-1</sup>	95,0%	[164]

	espectrometria UV/VIS/TEM/DLS	Eletrodo de ouro-grafite	hapteno-proteína		eletroquímico			6,0 µg.kg <sup>-1</sup>	5,7 ± 0,1 µg.kg <sup>-1</sup>	95,0%	
								32,2 µg.kg <sup>-1</sup>	30,0 ± 0,6 µg.kg <sup>-1</sup>	93,1%	
<b>Hidrazina</b>	SWV/CV/ EIS/SEM/TEM	NG-PVP/AuNPs	SPCE	Hidrazina	Sensor eletroquímico	0,07 µM	Milho doce	10 µM	10,09 ± 0,33 µM	100,90%	[167]
								50 µM	48,80 ± 1,97 µM	97,59%	
								100 µM	91,96 ± 3,73 µM	91,96%	
<b>Glifosato</b>	Espectros UV-VIS/Espectros FT-IR/AFM	Eletrodo de grafite-epóxi (GE)	Nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNTs)/peroxidase de rábano (HRP)	Glifosato	Biossensor eletroanalítico amperométrico	1,32 pM	Milho	11,60 µM	11,61 µM	100,06%	[178]
								1,20 µM	1,199 µM	99,950%	
								0,1100 µM	0,1101 µM	100,12%	
								0,0120 µM	0,0120 µM	100,01%	
								0,0011 µM	0,0011 µM	100,12%	
								0,00012 µM	0,000125 µM	100,37%	
<b>Dinotefuran</b>	LSV/ EIS/ CV/ SEM/ TEM	Eletrodo de carbono vítreo (GCE)	β-ciclodextrina-grafeno (β-CD-rGO)	Dinotefuran	Sensor eletroquímico	0,10 µM	Milho	2,0 µM	1,51 ± 0,02 µM	75,25%	[179]
								8,0 µM	6,75 ± 0,14 µM	84,38%	
								14,0 µM	12,66 ± 0,30 µM	90,43%	

<b>Metomil</b>	FT-IR	Pontos quânticos de carbono (CQDs)	AChE/ DES	Metomil	Sensor fluorescente enzimático	0,003 mg.kg <sup>-1</sup>	Milheto	0,05 mg.kg <sup>-1</sup>	0,049 mg.kg <sup>-1</sup>	98,9%	[171]
								0,5 mg.kg <sup>-1</sup>	0,504 mg.kg <sup>-1</sup>	100,8%	
								5,0 mg.kg <sup>-1</sup>	5,08 mg.kg <sup>-1</sup>	101,6%	
<b>Imidaclopride (IDP)</b>	CV/ EIS/ SEM/ EDX/ TEM/ XPS/ BET	Eletrodo de carbono vítreo (GCE)	N/ Cu-HPC/ PVP	IDP	Sensor eletroquímico	0,026 µM	Milho	1 µM	0,920 µM	92,0%	[180]
								10 µM	9,33 µM	93,3%	
								20 µM	19,66 µM	98,3%	
<b>Tiametoxam (THA)</b>	CV/ EIS/ SEM/ EDX/ TEM/ XPS/ BET	Eletrodo de carbono vítreo (GCE)	N/ Cu-HPC/ PVP	THA	Sensor eletroquímico	0,062 µM	Milho	1 µM	1,008 µM	100,8%	[180]
								10 µM	9,98 µM	98,8%	
								20 µM	20,01 µM	100,1%	
<b>Dinotefurano (DNF)</b>	CV/ EIS/ SEM/ EDX/ TEM/ XPS/ BET	Eletrodo de carbono vítreo (GCE)	N/ Cu-HPC/ PVP	DNF	Sensor eletroquímico	0,01 µM	Milho	1 µM	0,982 µM	98,2%	[180]
								10 µM	9,28 µM	92,8%	
								20 µM	19,78 µM	98,9%	
<b>Glifosato</b>	CV/ SEM/ DPV	Eletrodo de ITO	Nanopartículas Au-PB/polipirrol	Glifosato	Sensor eletroquímico	92 ng.mL <sup>-1</sup>	Milho	1x10 <sup>-6</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	9,75x10 <sup>-7</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	97,5%	[169]
								1x10 <sup>-7</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	9,86x10 <sup>-8</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	98,6%	
								1x10 <sup>-8</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	1,01x10 <sup>-8</sup> ng.mL <sup>-1</sup>	101,0%	



Clorpirifos (CPF)	EIS/MEV / CV	Eletrodo de grafite	Eletropolimeri zação de pirrol (Py)	Clorpirif os (CPF)	Sensor eletroqu ímico	4,5 µg. L <sup>-1</sup>	Folhas de milho	40 µg. L <sup>-1</sup>	40,8 ± 0,2 µg. L <sup>-1</sup>	102,0%	[170]
								80 µg. L <sup>-1</sup>	82,1 ± 0,3 µg. L <sup>-1</sup>	103,0%	

#### 4.4.3 Outros contaminantes

Um elemento natural amplamente distribuído na água, solo, animais e plantas é o cobre. Este é geralmente empregado como substância ativa em produtos fitofarmacêuticos e como aditivos em processamento industrial. Por consistir em um metal pesado, seu contato direto com o ser humano pode causar reações adversas. Por isso, diversos estudos vem buscando analisar e detectar esse composto, dentre eles o estudo de Qiu *et al.*[181], abordando a construção de um sensor de fluorescência estabilizado com triazol para detecção seletiva de cobre. A tris-benziltriazolilmetil amina (TBTA) é usada com o intuito de melhorar a sensibilidade e estabilidade do sistema de detecção. A presença de TBTA mostrou que a razão de diminuição da fluorescência é aumentada promovendo maior seletividade em relação ao cobre comparado aos demais íons metálicos. Este sistema foi aplicado com sucesso na detecção de cobre em amostras de chá e ração de frango.

Lin *et al.*[182] realizou o estudo sobre a detecção de metais pesados em óleo vegetal de milho, com base em corante quimiosseletivos responsivos combinado a espectroscopia infravermelho, onde foram utilizadas as sondas de captura para quantificar metais pesados de chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) em óleos. Foram utilizadas nanoesferas de sílica porosa sintetizada (PSNs) para otimizar o sensor de cor e aplicadas com corantes selecionados. Os resultados alcançados foram ótimos, logo o método desenvolvido pode ser usado na determinação não destrutiva de chumbo e mercúrio em óleo comestível.

Outro composto amplamente estudado é o Bisfenol A (BPA). Este componente é presente em estruturas de garrafas de polycarbonato para bebidas, que pode ser liberado em amostras de alimentos. Portanto, o estudo de Nikahd *et al.*[183] buscou determinar BPA por um sensor voltamétrico rápido e sensível construído a base de nanocompósito de NiO/ CNT/ eletrodo de pasta de carbono líquido iônico (NiO/ CNT/ IL/ CPE). O sensor exibiu boa atividade eletrocatalítica para a eletro-oxidação de BPA, de modo que, o limite de detecção encontrado foi de 0,04  $\mu\text{M}$ . Desta forma, o sensor proposto foi aplicado satisfatoriamente em amostras de alimentos por determinação voltamétrica de BPA. Assim como visto nas tabelas anteriores, a Tabela 5 apresenta a exposição de outros contaminantes encontrados no milho abordados por estudos recentes.

Tabela 5 - Outros contaminantes

Contaminante	Técnica	Eletrodo	Modificação	Analito	Tipo de sensor	Limite de detecção (LD)	Matriz da amostra	Concentração de contaminante adicionado	Encontrado	Recuperação (%)	Referência
Cobre	FAAS/ CV	Carbono de vitreo	Trizol/ Tris-benziltriazolil metil amina (TBTA)	Cobre	Sensor de fluorescência	3,6nM	Ração a base de milho	0,05 µg. mL <sup>-1</sup>	0,149 µg. mL <sup>-1</sup>	91,67%	[181]
								0,15 µg. mL <sup>-1</sup>	0,255 µg. mL <sup>-1</sup>	97,22%	
								0,25 µg. mL <sup>-1</sup>	0,366 µg. mL <sup>-1</sup>	107,41%	
Chumbo (PB)	NIRS-CSA	PSNs	Corantes quimiosseletivos	Chumbo	Sensor de cor	0,600 ppb	Óleo de milho				[182]
Mercúrio	NIRS-CSA	PSNs	Corantes quimiosseletivos	Mercúrio	Sensor de cor	0,990 ppb	Óleo de milho				[182]
Bisfermol A (BPA)	CV/ SEM	Eletrodo de pasta de carbono líquido iônico (IL/CPE)	Nanocompósitos de NiO/CNTs	Bisfenol A	Sensor voltamétrico	0,04 µM	Milho	-	3,03 ± 0,17 µmol. L <sup>-1</sup>		[183]

## 5 PERSPECTIVAS

Diversos trabalhos estão sendo feitos sobre as culturas de milho, desde sua história até aplicações recentes e inovações na utilização da matéria-prima para diferentes vertentes. Este grão apresenta ampla utilização em diferentes áreas tornando-se necessário a busca por maior produtividade e qualidade. Consequentemente, o uso de agentes químicos possibilitou grandes avanços e produções em larga escala, atuando no combate de insetos e pragas causadores de danos às lavouras. Contudo, o uso sem moderação pode ocasionar problemas com contaminações e, consequentemente, afetar a saúde humana e a saúde animal.

A população mundial cresce a cada ano concomitantemente à expectativa de vida devido a melhores condições proporcionadas pela sociedade moderna. Este fator aponta, mais uma vez, a necessidade de novas tecnologias que nos permitam aumentar a produtividade em alimentos para suprir a demanda existente. Por consequência, novos estudos estão sendo elaborados com o objetivo de contribuir para melhorias no plantio, colheita, armazenamento, novos produtos, melhores formas de utilização da matéria-prima e dos subprodutos, elaboração de novas tecnologias e sistemas de detecção de contaminantes.

Dentre as técnicas comumente utilizadas os sensores e biossensores apresenta um grande potencial. Este está diretamente relacionado com o vasto campo de aplicações existentes e descobertas a serem realizadas, podendo ser baseado no fato de que as pesquisas têm avançado consideravelmente nos últimos anos. É notável, a ampla aplicação dos sensores voltamétricos, eletroquímicos e outros, de modo que, é possível destacar os eletrodos a base de carbono, carbono vítreo, grafite e etc. Tem-se ainda uma quantidade relevante de estudos que envolvem a tecnologia de nanopartículas de vertentes múltiplas, com o intuito de modificar o eletrodo, o que pode permitir análises distintas tanto em analitos quanto em eletrodos diversos. Assim, os sensores e biossensores apresenta possibilidades numerosas relacionadas a inovações científicas no ramo alimentício.

O trabalho foi um resultado de uma pesquisa extensa na literatura sobre os possíveis e mais importantes contaminantes no milho e o desenvolvimento de biossensores para suas determinações. Após a finalização desse trabalho, as informações serão compiladas e atualizadas para a redação de artigo científico de revisão a ser submetido a uma revista internacional de alto impacto para divulgação do conhecimento, conscientização e para atrair mais pesquisadores interessados na melhora da produção deste alimento com qualidade para a população.

## **6 CONCLUSÕES**

O presente estudo foi baseado na realização de um levantamento bibliográfico dos últimos 10 anos focado nos avanços tecnológicos e científicos dos sensores e biossensores, com principal foco nas detecções de contaminantes presentes no milho. A determinação desses contaminantes se tornou importante e os estudos estão agregando a comunidade científica, as universidades, as comunidades, a cada um individualmente.

Através do levantamento bibliográfico realizado neste trabalho, foi possível constatar a ampla gama de sensores e biossensores aplicados aos mais diversos fins. Dentre eles sua imensa aplicação aos alimentos e seus derivados, das quais, estão presentes no dia a dia de toda a população. Esta área de pesquisa está sendo diversamente estudada e aplicada, o que por sua vez, favorece ainda mais os mercados atuais e futuros. Portanto, se faz necessário a continuação e incentivo de mais pesquisas relacionadas a esta área, visto que ainda existem muitas descobertas e aplicações possíveis aos sensores e biossensores.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] T. de F. Terra, Análises Citogenéticas e Moleculares em Populações de Milho (*Zea mays* L.), Teosinto (*Zea mexicana* L.) e em híbridos entre as duas espécies, Porto Alegre, 2004.
- [2] M. Mazoyer, L. Roudart, História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea, Editora UNESP, Brasília , 2010.

- [3] SINDMILHO & SOJA, Milho e suas riquezas, Sind. Da Indústria Do Milho, Soja e Seus Deriv. No Estado São Paulo. (2005).  
<https://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/milho-e-suas-riquezas-historia/> (accessed April 29, 2020).
- [4] G.I.D.O. Junior, V.B. De Moraes, N.M.B. Costa, M.C.D. Paes, Importância nutricional do milho, n.d.
- [5] Y. Li, E.M. Hallerman, Y. Peng, How can China prepare for the domestic cultivation of Bt maize?, Trends Food Sci. Technol. (2018).  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.012>.
- [6] G. Brookes, Co-existence of GM and non GM crops: current experience and key principles, Dorchester, UK, 2004.
- [7] A.Á.C. Purcino, J.M. Waquil, J.C. Cruz, J. de O. Duarte, J.C. Garcia, S.M. Mendes, Milho Bt: vantagens para a cadeia produtiva e a viabilidade da coexistência , 2011.  
<http://grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=820> (accessed May 4, 2020).
- [8] C.R. Casela, A. da S. Ferreira, N.J.F. de A. Pinto, Doenças na Cultura do Milho, Circ. Técnica 83 - Ministério Da Agric. Pecuária e Abast. - Embrapa. 1 (2006) 1–14.
- [9] I. Cruz, J.M. Waquil, P.A. Viana, S.M. Mendes, Cultivo do Milho - Pragas , Embrapa Milho e Sorgo. (2015).  
[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistema\\_de\\_producao\\_lf6\\_1\\_galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8667](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_de_producao_lf6_1_galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8667) (accessed July 22, 2020).
- [10] F.M. de L. Barbosa, Agrotóxicos em Alimentos no Espírito Santo: Ações passadas e perspectivas futuras, Vitória, 2018.
- [11] F. Peres, J.C. Moreira, É veneno ou é remédio? agrotóxico, saúde e ambiente , Rio de Janeiro , 2003. <http://books.scielo.org> (accessed January 15, 2021).
- [12] T.M. Maziero, L. dos S. Bersot, MICOTOXINAS EM ALIMENTOS PRODUZIDOS NO BRASIL, Rev. Bras. Prod. Agroindustriais. 12 (2010) 89–99.
- [13] Aditivos & Ingredientes, PREVENÇÃO E CONTROLE DE MICOTOXINAS

MICOTOXINAS, n.d.

- [14] CAPITULO V - Avaliação da contaminação com aflatoxinas, ocratoxina A e citrinina em drogas vegetais, (n.d.).
- [15] A.F. Midio, D.I. Martins, Herbicidas em alimentos: aspectos gerais toxicológicos e analíticos, Livraria Varela, São Paulo , 1997.
- [16] A.M. Rebelo, Desenvolvimento e validação de método analítico, via LC-ESI-MS/MS, para determinação de agrotóxicos em arroz irrigado (*Oryza sativa*, L.), Universidade Federal do Paraná, 2014.  
<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/36455> (accessed March 1, 2021).
- [17] A.P.G. Meira, Técnicas de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: uma revisão, Campinas, 2015.
- [18] B.V. Ribeiro, T.A.R. Cordeiro, G.R. Oliveira e Freitas, L.F. Ferreira, D.L. Franco, Biosensors for the detection of respiratory viruses: A review, *Talanta Open*. 2 (2020) 100007. <https://doi.org/10.1016/J.TALO.2020.100007>.
- [19] D. Gonçalves-Filho, C.C.G. Silva, D. De Souza, Pesticides determination in foods and natural waters using solid amalgam-based electrodes: Challenges and trends, *Talanta*. 212 (2020) 120756.  
<https://doi.org/10.1016/J.TALANTA.2020.120756>.
- [20] R. De Souza, Diversidade de Variedades Crioulas de Milho Doce e Adocicado Conservadas Por Agricultores do Oeste de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- [21] M.M. Goodman, R.M. Bird, *The Races of Maize IV: Tentative Grouping of 219 Latin American Races 1*, 1977.
- [22] J. Bennetzen, E. Buckler, V. Chandler, J. Doebley, J. Dorweiler, B. Gaut, M. Freeling, S. Hake, E. Kellogg, R.S. Poethig, V. Walbot, S. Wessler, *Society for American Archaeology Genetic Evidence and the Origin of Maize*, 2001.
- [23] M.W. Eubanks, *The Mysterious Origin of Maize*, New York , 2001.
- [24] P. Weatherwax, *Milho indiano na velha América*, Macmillan New Iorque, 1954.
- [25] B.M. Prasanna, Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization, *J. Biosci.* 37 (2012) 843–855. <https://doi.org/10.1007/s12038-012-9227-1>.
- [26] E. PATERNIANI, M.S. CAMPOS, Melhoramento do milho, *Melhor. Espécies Cultiv.* (2005) 969.
- [27] E. Anderson, H.C. Cutler, Races of *zea mays*: I. their recognition and classification, *Ann. Missouri Bot. Gard.* (1942).

- [28] A.R. Hallauer, M.J. Carena, J.B. de Miranda Filho, Quantitative genetics in maize breeding, New York, 2010.
- [29] C.V. Udry, W. Durte, Uma história brasileira do milho o valor dos recursos genéticos, Brasília , 2000.
- [30] Patos de Minas: a capital nacional do milho , Clube Da Pipoca. (2018). <https://www.clubedapipoca.com/blog/patos-de-minas-capital-do-milho/> (accessed July 6, 2020).
- [31] R.F. Marquetto, J.S.T. da Silveira, PRODUTOS AGROALIMENTARES E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, Santo Ângelo, 2016.
- [32] H.C. dos Santos, ESCOLAS MUNICIPAIS RURAIS DE PATOS DE MINAS-MG (1941-1998): DA EXPANSÃO À NUCLEAÇÃO, Uberaba , 2012.
- [33] L. Corrêa, Achegas à história do oeste de Minas (Formiga e municípios vizinhos), 2nd ed., Formiga/MG: Consórcio Mineiro de Comunicação, 1993.
- [34] S.N. Nogueira, História da Cidade: A Construção da Memória da Cidade de Patos de Minas da Obra de Oliveira Mello, Universidade Federal de Uberlândia, 1999.
- [35] J.C. Garcia, M.J. Mattoso, J. de O. Duarte, J.C. Cruz, Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do Milho, Circ. Técnica 74 - Ministério Da Agric. Pecuária e Abast. - Embrapa. (2006).
- [36] T.F. Bernardes, A.C. Do Rêgo, Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms, J. Dairy Sci. 97 (2014) 1852–1861. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7181>.
- [37] R.M. De Carvalho, Avaliação da silagem de milho em fazendas leiteiras de Patos de Minas, Uberlândia, 2016.
- [38] Conab, Análise Mensal Milho, Conab. (2019).
- [39] USDA, Safra Mundial de Milho 2020/21, Fiesp. (2020). <file:///C:/Users/letic/Downloads/file-20200514191213-boletimmilhomai2020.pdf> (accessed July 17, 2020).
- [40] USDA, Safra Mundial de Milho 2011/12, Fiesp . (2011).
- [41] USDA, Safra Mundial de Milho 2012/13, Fiesp . (2012). <https://doi.org/10.2%>.
- [42] USDA, Safra Mundial de Milho 2013/14, 2013.
- [43] USDA, Safra Mundial de Milho 2014/15, Fiesp . (2014).
- [44] USDA, Safra Mundial de Milho 2015/16, 2015.
- [45] USDA, Safra Mundial de Milho 2016/17, 2016.



- [46] USDA, Safra Mundial de Milho 2017/18, 2017.
- [47] USDA, Safra Mundial de Milho 2018/19, 2018.
- [48] USDA, Safra Mundial de Milho 2019/20, Fiesp . (2019).
- [49] USDA, Safra Mundial de Milho 2019/20, São Paulo, 2020.
- [50] M.C.D. Paes, Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho, Circ. Técnica 75 - Ministério Da Agric. Pecuária e Abast. - Embrapa. (2006).
- [51] NEPA - UNICAMP, Tabela Brasileira de Composicao de Alimentos - TACO , Campinas , 2011.
- [52] T.D. Barros, MILHO - Árvore do Conhecimento, Agencia Embrapa Informação Tecnol. (n.d.).  
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3djg2152.html> (accessed June 25, 2020).
- [53] R. Fernandes, Avaliação da produção de etanol empregando milho como matéria-prima, Uberlândia , 2019.
- [54] C.M. Marinho, EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE GÉRMEN DE MILHO COM O USO DE CO<sub>2</sub> EM CONDIÇÕES SUPERCRÍTICAS E COSSOLVENTES, Univ. Fed. Uberlândia . (2017). <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2019.343>.
- [55] Corn Refiners Association, CORN PART OF A SUSTAINABLE ENVIRONMENT , Washington, D. C. , 2006. [www.corn.org](http://www.corn.org) (accessed July 7, 2020).
- [56] M.B. Dantas, M.M. Conceição, F.C. Silva, I.M.G. Santos, A.G. Souza, Obtenção de Biodiesel através da Transesterificação do Óleo de Milho: Conversão em Ésteres Etilícos e Caracterização Físico-Química, n.d.
- [57] T. Balamurugan, A. Arun, G.B. Sathishkumar, Biodiesel derived from corn oil - A fuel substitute for diesel, Renew. Sustain. Energy Rev. . 94 (2018) 772–778.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.048>.
- [58] J. de O. Duarte, M.J. Mattoso, J.C. Garcia, Importância Socioeconômica, Embrapa . (n.d.).
- [59] D.M. Cobaiashi, Avaliação da metodologia de detecção e qualidade por PCR em tempo real de organismos geneticamente modificados em alimentos: aspectos de produção, processamento e amostragem, São Paulo, 2012.
- [60] M.J.V. de Vasconcelos, A.A. Carneiro, Guia para Regulamentação de Organismos Geneticamente Modificados, Embrapa Milho e Sorgo . (2015) 1–33.  
[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco).

- [61] J.A.W. Filho, L. do P. Ribeiro, L.A. Chiaradia, J.C. Madalóz, C.N. Nesi, Pragas e Doenças do Milho: Diagnose, danos e estratégias de manejo, Bol. Técnico Epagri. 170 (2016) 1–88.
- [62] F. das C.O. Freire, I.G.P. Vieira, I.M.F. Guedes, N.F.P. Mendes, Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal, Empres. Bras. Pesqui. Agropecuária Embrapa . (2007). [www.cnpat.embrapa.br](http://www.cnpat.embrapa.br) (accessed June 8, 2020).
- [63] L. Palma, Micotoxinas em alimentos processados: devo me preocupar?, Food Saf. Bras. (2019). <https://foodsafetybrazil.org/aflatoxina-b1-em-aves-e-ovos-preocupante/> (accessed November 25, 2021).
- [64] V.M. Scussel, M. Beber, K. de Souza Koerich, Problemas de micotoxinas nos grãos e os novos limites toleráveis na cadeia alimentar, Florianópolis, 2010.
- [65] E.Y.S. Ono, J.G. Bordini, A.M. Omori, M.T. Hirozawa, M.A. Ono, MÉTODOS IMUNOLÓGICOS PARA A DETECÇÃO DE FUNGOS TOXIGÊNICOS E MICOTOXINAS EM GRÃOS, ALIMENTOS E RAÇÕES, n.d.
- [66] A.S. Di Domenico, M.A. Danner, C. Busso, D. Christ, S.R.M. Coelho, Análise de trilha da contaminação por aflatoxinas em grãos de milho armazenados, Pesqui. Agropecuária Bras. . 50 (2015) 441–449. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000600002>.
- [67] M. Mulunda, B. Dzoma, M. Nyirenda, F. Bakunzi, Mycotoxins occurrence in selected staple food in main markets from Lubumbashi, Democratic Republic of Congo, 2013. [www.world-food.net](http://www.world-food.net) (accessed August 6, 2020).
- [68] E. Guimarães, Atraso na colheita contamina milho - Agropecuário, Estado de Minas . (2018). [https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuario/2018/09/24/interna\\_agropecuario,991123/atraso-na-colheita-contamina-milho.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuario/2018/09/24/interna_agropecuario,991123/atraso-na-colheita-contamina-milho.shtml) (accessed May 2, 2020).
- [69] P.B. Tchounwou, C.G. Yedjou, A.K. Patlolla, D.J. Sutton, Heavy metal toxicity and the environment, 101 (2012) 133–164. [https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6).
- [70] S. Clemens, Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants, Biochimie. (2006) 1707–1719. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2006.07.003>.
- [71] C. Hermida, V. Pelaez, L. da Silva, LIMITES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS E BARREIRAS TÉCNICAS COMERCIAIS, Agroalimentaria,

2015. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1992/199243361010/html/index.html>.
- [72] ANVISA, Anvisa estabelece limites para presença de micotoxinas em alimentos, Anvisa. (2016). [http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_assetEntryId=2663554&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=2](http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2663554&_101_type=content&_101_groupId=2) (accessed May 2, 2020).
- [73] A.T. de S. Pottier, M.V. Pires, PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS PARA RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS MONITORADAS NO PERÍODO DE 2013 A 2015, 2016.
- [74] CODEX ALIMENTARIUS, CODEX ALIMENTARIUS International Food Standards, (2021). <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/> (accessed January 15, 2021).
- [75] EPA, As origens da EPA | História da EPA , United States Environ. Prot. Agency . (n.d.). <https://www.epa.gov/history/origins-epa> (accessed January 15, 2021).
- [76] USDA, USDA Foreign Agricultural Service, United States Dep. Agric. . (n.d.). <https://www.fas.usda.gov/> (accessed January 15, 2021).
- [77] União Europeia, Food safety in the EU | União Europeia, (n.d.). [https://europa.eu/european-union/topics/food-safety\\_pt](https://europa.eu/european-union/topics/food-safety_pt) (accessed January 15, 2021).
- [78] EFSA, Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) | União Europeia, (n.d.). [https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa\\_pt](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa_pt) (accessed January 15, 2021).
- [79] V.L. Ferracini, S.C.N. Queiroz, I.M. Castro, C.J. Bloch, A.R.A. Nogueira, Métodos para Determinação de Resíduos e Contaminantes Químicos em Produtos de Origem Animal e Vegetal, Jaguariúna, 2014.
- [80] Brasil, RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA-RDC Nº 07, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2011, Anvisa, Brasil, 2011.
- [81] Jornal da União Europeia, REGULAMENTO (UE) Nº 1881/2006 DA COMISSÃO DE 19 DE Dezembro de 2006, Jornal da União Europeia, 2006. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32006R1881> (accessed February 12, 2021).
- [82] Jornal Oficial da União Europeia, REGULAMENTO (UE) Nº. 165/2010 DA

- COMISSÃO de 26 de Fevereiro de 2010, Jornal Oficial da União Europeia, 2010. <http://www.efsa.europa.eu/>.
- [83] FAO, Worldwide regulations for mycotoxin in food and feed in 2003, ROMA, 2003. <http://www.fao.org/3/y5499e/y5499e00.htm#Contents> (accessed January 18, 2021).
- [84] CODEX ALIMENTARIUS, CODEX ALIMENTARIUS PESTICIDES RESIDUES IN FOOD, Roma , 1993.
- [85] Comissão Europeia, Detalhes da base de dados de pesticidas da UE (v.2.1) Milho doce, Comissão Eur. . (n.d.). <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/products/?event=details&p=131> (accessed January 15, 2021).
- [86] Comissão Europeia, Detalhes da base de dados de pesticidas da UE (v.2.1) Milho , Comissão Eur. (n.d.). <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/products/?event=details&p=234> (accessed January 18, 2021).
- [87] Legal Information Intitute, 40 CFR Part 180 - TOLERANCES AND EXEMPTIONS FOR PESTICIDE CHEMICAL RESIDUES IN FOOD - Specific Tolerances, (n.d.). <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/part-180> (accessed January 18, 2021).
- [88] Brasil, Ministério da Saúde Resolução -RDC N 42, De 29 de Agosto de 2013, Ministério da Saúde, Brasil, 2013. [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html) (accessed May 2, 2020).
- [89] CODEX ALIMENTARIUS, CODEX GENERAL STANDARD FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED (CODEX STAN 193-1995), 1995.
- [90] C.E. dos S. Soares, Extração sólido-líquido com partição a baixa temperatura e seu emprego na análise de multirresíduos de agrotóxicos em uva e derivados, Viçosa, 2011. <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2101> (accessed March 1, 2021).
- [91] É.P. Silva, Validação de método de extração e análise multirresíduos de agrotóxicos em carne bovina por cromatografia gasosa, Universidade Federal de Viçosa, 2008. <http://locus.ufv.br/handle/123456789/2069> (accessed March 1, 2021).
- [92] J.I. Pitt, A.D. Hocking, Fungi and food spoilage, 3rd ed., Springer US, New York, 2009. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2>.

- [93] A.Y. Kolosova, W.B. Shim, Z.Y. Yang, S.A. Eremin, D.H. Chung, Direct competitive ELISA based on a monoclonal antibody for detection of aflatoxin B1. Stabilization of ELISA kit components and application to grain samples, *Anal. Bioanal. Chem.* 384 (2006) 286–294. <https://doi.org/10.1007/s00216-005-0103-9>.
- [94] H.V. Valentä, *Chromatographic methods for the determination of ochratoxin A in animal and human tissues and fluids*, 1998.
- [95] M. Campàs, D. Garibo, B. Prieto-Simón, Novel nanobiotechnological concepts in electrochemical biosensors for the analysis of toxins, 137 (2012) 1055–1067. <https://doi.org/10.1039/c2an15736e>.
- [96] J. Gilbert, E. Anklaam, *Validation of analytical methods for determining mycotoxins in foodstuffs*, 2002.
- [97] R. Krska, A. Molinelli, *Mycotoxin analysis: State-of-the-art and future trends*, *Anal. Bioanal. Chem.* 387 (2007) 145–148. <https://doi.org/10.1007/s00216-006-0797-3>.
- [98] E.Y.S. Ono, O. Kawamura, M.A. Ono, Y. Ueno, E.Y. Hirooka, A comparative study of indirect competitive ELISA and HPLC for fumonisin detection in corn of the state of Parana, Brazil, *Food Agric. Immunol.* 12 (2000) 5–14. <https://doi.org/10.1080/09540100099580>.
- [99] M.Z. Zheng, J.L. Richard, J. Binder, A review of rapid methods for the analysis of mycotoxins, *Mycopathologia.* 161 (2006) 261–273. <https://doi.org/10.1007/s11046-006-0215-6>.
- [100] S. Mukherjee, S. Bhattacharyya, K. Ghosh, S. Pal, A. Halder, M. Naseri, M. Mohammadniaei, S. Sarkar, A. Ghosh, Y. Sun, N. Bhattacharyya, Sensory development for heavy metal detection: A review on translation from conventional analysis to field-portable sensor, *Trends Food Sci. Technol.* 109 (2021) 674–689. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.062>.
- [101] L.D.A. Pereira, I.G. De Amorim, J.B.B. Da Silva, Development of methodologies to determine aluminum, cadmium, chromium and lead in drinking water by ET AAS using permanent modifiers, *Talanta.* 64 (2004) 395–400. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.02.026>.
- [102] J. Chen, K.C. Teo, Determination of cadmium, copper, lead and zinc in water samples by flame atomic absorption spectrometry after cloud point extraction, *Anal. Chim. Acta.* 450 (2001) 215–222. <https://doi.org/10.1016/S0003->

2670(01)01367-8.

- [103] R.H.P. Virga, L.P. Geraldo, F.H. dos Santos, Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis, *Cienc. e Tecnol. Aliment.* 27 (2007) 779–785. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400017>.
- [104] N. Zhang, J.S. Suleiman, M. He, B. Hu, Chromium(III)-imprinted silica gel for speciation analysis of chromium in environmental water samples with ICP-MS detection, *Talanta*. 75 (2008) 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2007.11.059>.
- [105] E. Menéndez-Alonso, S.J. Hill, M.E. Foulkes, J.S. Crighton, Speciation and preconcentration of CrIII and CrVI in waters by retention on ion exchange media and determination by EDXRF, *J. Anal. At. Spectrom.* 14 (1999) 187–192. <https://doi.org/10.1039/A806002I>.
- [106] F. Arduini, G. Palleschi, Screening and confirmatory methods for the detection of heavy metals in foods, in: *Persistent Org. Pollut. Toxic Met. Foods*, Elsevier Ltd, 2013; pp. 81–109. <https://doi.org/10.1533/9780857098917.1.81>.
- [107] A. Luo, H. Wang, Y. Wang, Q. Huang, Q. Zhang, A novel colorimetric and turn-on fluorescent chemosensor for iron(III) ion detection and its application to cellular imaging, *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 168 (2016) 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2016.05.048>.
- [108] A.E.F. Oliveira, A.C. Pereira, Biossensores e a Indústria Alimentar - Revisão, 2016. <http://rvq.sbq.org.br>.
- [109] R.F. Furtado, R.A.F. Dutra, C.R. Alves, M.G.R. Pimenta, M.I.F. Guedes, Aplicações de Biossensores na Análise da Qualidade de Alimentos, *Embrapa Agroindústria Trop.* . 1 (2008) 1–22. [www.cnpat.embrapa.br](http://www.cnpat.embrapa.br) (accessed May 5, 2020).
- [110] A. Hulanicki, S. Glab, F. Ingman, *Chemical Sensor Definitions and Classification*, p, 1991.
- [111] B. Nagel, H. Dellweg, L.M. Gierasch, J.W. Engels, J.L. Fox, R.P. Gregson, B. Heinritz, H.G.W. Leuenberger, M. Moo-Young, A. Moser, L. Nyeste, L. Pénasse, G.B. Petersen, M. Van Montagu, Y. Yamada, *GLOSSARY FOR CHEMISTS OF TERMS USED IN BIOTECHNOLOGY*, 1992.
- [112] IUPAC, *Compendium of Chemical Terminology Gold Book*, International Union of Pure and Applied Chemistry, 2014. <https://doi.org/10.1351/goldbook.B00663>.
- [113] IUPAC, *Color Books - IUPAC | União Internacional de Química Pura e*

- Aplicada, (2020). <https://iupac.org/what-we-do/books/color-books/> (accessed May 6, 2020).
- [114] C.L. de Araujo, “Desenvolvimento de sensor potenciométrico baseado em eletrodos de carbono grafite para determinação de ácido cítrico em bebidas,” Uberlândia, 2009.  
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17309/1/calso.pdf> (accessed February 2, 2021).
- [115] A.L. da R. Lima, V.L. Silva, MICRO SENSOR PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR, Semin. Anu. Pesqui. Fac. SENAI CIMATEC. (2016). <http://www.tabard.fr/publications/Noxdroid.pdf> (accessed May 6, 2020).
- [116] A.P.S.P.B. da Silva, O USO DE SENSORES INERCIAIS PARA CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO TREMOR DE PUNHO EM INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE PARKINSON E CORRELAÇÃO COM A ESCALA DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA: UPDRS, Universidade Federal de Uberlândia, 2018.
- [117] N. Bhalla, P. Jolly, N. Formisano, P. Estrela, Introduction to biosensors, Essays Biochem. (2016) 1–8. <https://doi.org/10.1042/EBC20150001>.
- [118] F.F.O. Porfírio, J.F. Giarola, A.C. Pereira, Biossensores e Bebidas - Revisão, São João del-Rei, 2016. <http://rvq.s bq.org.br>.
- [119] D.R. Thévenot, K. Toth, R.A. Durst, G.S. Wilson, Electrochemical biosensors: Recommended definitions and classification, Biosens. Bioelectron. 16 (2001) 121–131. [https://doi.org/10.1016/S0956-5663\(01\)00115-4](https://doi.org/10.1016/S0956-5663(01)00115-4).
- [120] C.S. Moreira, A.M.N. Lima, H. Neff, A.G.B. Neto, F.C.C.L. Loureiro, C.A.D.S. Filho, L.H.C.L. Junior, Biossensores: Tecnologia e Aplicações, n.d.
- [121] F.F. de O. Porfírio, Aplicação de Biossensores na Análise da Qualidade de Bebidas: Revisão, São João del-Rei , 2014.
- [122] G. Evtugyn, Biosensors: Essentials , Berlim , 2013.
- [123] F.-G. Bănică, Chemical Sensors and Biosensors, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 2012. <https://doi.org/10.1002/9781118354162>.
- [124] J. Wang, Analytical Electrochemistry, 3rd ed., New York, 2006.
- [125] Q. Liu, P. Wang, Cell-based biosensors: Principles and Applications, 2009.
- [126] J.J. Pancrazio, J.P. Whelan, D.A. Borkholder, W. Ma, D.A. Stenger, Development and application of cell-based biosensors, Ann. Biomed. Eng. (1999). <https://link.springer.com/article/10.1114/1.225> (accessed February 5,

- 2021).
- [127] J.-Y. Yoon, *Introduction to Biosensors: From Electric Circuits to Immunosensors*, Springer, 2012.
  - [128] G.A. Robinson, Optical immunosensing systems — meeting the market needs, *Biosens. Bioelectron.* 6 (1991). [https://doi.org/10.1016/0956-5663\(91\)80003-G](https://doi.org/10.1016/0956-5663(91)80003-G).
  - [129] G.A. Edwards, A.J. Bergren, M.D. Porter, *Handbook of Electrochemistry*, Elsevier, Amsterdam, 2007.
  - [130] A.M. Azevedo, D.M.F. Prazeres, J.M.S. Cabral, L.P. Fonseca, Ethanol biosensors based on alcohol oxidase, *Biosens. Bioelectron.* 21 (2005) 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2004.09.030>.
  - [131] R.C. Minussi, G.M. Pastore, N. Durán, Potential applications of laccase in the food industry, *Trends Food Sci. Technol.* 13 (2002) 205–216. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00155-3).
  - [132] S.A.S.S. Gomes, J.M.F. Nogueira, M.J.F. Rebelo, An amperometric biosensor for polyphenolic compounds in red wine, in: *Biosens. Bioelectron.*, Elsevier, 2004: pp. 1211–1216. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2004.05.013>.
  - [133] M. Kundu, P. Krishnan, R.K. Kotnala, G. Sumana, Recent developments in biosensors to combat agricultural challenges and their future prospects, *Trends Food Sci. Technol.* . (2019) 157–178. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.024>.
  - [134] F.C. Christopher, P.S. Kumar, F.J. Christopher, G.J. Joshiba, P. Madhesh, Recent advancements in rapid analysis of pesticides using nano biosensors: A present and future perspective, *J. Clean. Prod.* (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122356>.
  - [135] L.P. Lima, I.T.A. Moreira, Biossensor para detecção de agrotóxicos em água superficiais , *An. Da 16 Jorn. UNIFACS Iniciação Científica - JUIC.* (2019). <https://doi.org/10.1007/s10646-010-0487-y>.
  - [136] J. Riu, B. Giussani, Electrochemical biosensors for the detection of pathogenic bacteria in food, *Trends Anal. Chem.* . (2020). <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115863>.
  - [137] N.F.D. Silva, M.M.P.S. Neves, J.M.C.S. Magalhães, C. Freire, C. Delerue-Matos, Emerging electrochemical biosensing approaches for detection of *Listeria monocytogenes* in food samples: An overview, *Trends Food Sci. Technology.* (2020) 621–633. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.031>.
  - [138] Y. Hou, G. Cai, L. Zheng, J. Lin, A microfluidic signal-off biosensor for rapid



- and sensitive detection of Salmonella using magnetic separation and enzymatic catalysis, *Food Control*. (2019) 186–193.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.008>.
- [139] S. Neethirajan, X. Weng, A. Tah, J.O. Cordero, K. V. Ragavan, Nano-biosensor platforms for detecting food allergens-New trends, *Sens. Bio-Sensing Res.* (2018) 13–30. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2018.02.005>.
- [140] S. Kurbanoglu, C. Erkmén, B. Uslu, Frontiers in electrochemical enzyme based biosensors for food and drug analysis, *Trends Anal. Chem.* (2020).  
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115809>.
- [141] T. Wei, P. Ren, L. Huang, Z. Ouyang, Z. Wang, X. Kong, T. Li, Y. Yin, Y. Wu, Q. He, Simultaneous detection of aflatoxin B1, ochratoxin A, zearalenone and deoxynivalenol in corn and wheat using surface plasmon resonance, *Food Chem.* (2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125176>.
- [142] Y. Zhao, Y. Yang, Y. Luo, X. Yang, M. Li, Q. Song, Double Detection of Mycotoxins Based on SERS Labels Embedded Ag@Au Core-Shell Nanoparticles, *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 7 (2015) 21780–21786.  
<https://doi.org/10.1021/acsami.5b07804>.
- [143] L. Lu, R. Seenivasan, Y.-C. Wang, J.-H. Yu, S. Gunasekaran, An Electrochemical Immunosensor for Rapid and Sensitive Detection of Mycotoxins Fumonisin B1 and Deoxynivalenol, (2016) 89–97.  
<https://doi.org/10.1016/j.electacta.2016.07.096>.
- [144] T.H. Ha, Recent Advances for the Detection of Ochratoxin A, *Toxins* 2015, Vol. 7, Pages 5276-5300. 7 (2015) 5276–5300.  
<https://doi.org/10.3390/TOXINS7124882>.
- [145] N. Hao, Z. Dai, M. Xiong, R. Hua, J. Lu, K. Wang, A portable solar-driven ratiometric photo-electrochromic visualization biosensor for detection of ochratoxin A, (2020). <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.127594>.
- [146] J. Zhang, X. Xu, Y. Qiang, Ultrasensitive electrochemical aptasensor for ochratoxin A detection using AgPt bimetallic nanoparticles decorated iron-porphyrinic metal-organic framework for signal amplification, *Sensors Actuators B Chem.* . (2020). <https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.127964>.
- [147] X. Zhu, F. Kou, H. Xu, Y. Han, G. Yang, X. Huang, W. Chen, Y. Chi, Z. Lin, Label-free ochratoxin A electrochemical aptasensor based on target-induced noncovalent assembly of peroxidase-like graphitic carbon nitride nanosheet,

- Sensors Actuators B Chem. . (2018) 263–269.  
<https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.05.048>.
- [148] L. Cheng, H. Qu, J. Teng, L. Yao, F. Xue, W. Chen, Extraordinary tunable dynamic range of electrochemical aptasensor for accurate detection of ochratoxin A in food samples, *Food Sci. Hum.* (2017) 70–76.  
<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.04.002>.
- [149] X. Lv, Y. Zhang, G. Liu, L. Du, S. Wang, Aptamer-based fluorescent detection of ochratoxin A by quenching of gold nanoparticles , (2017).  
<https://doi.org/10.1039/c7ra01474k>.
- [150] S. Hu, W. Ouyang, L. Guo, Z. Lin, X. Jiang, B. Qiu, G. Chen, Facile synthesis of  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{HKUST-1}$  composites as a novel biosensor platform for ochratoxin A, *Biosens. Bioelectron.* 92 (2017) 718–723.  
<https://doi.org/10.1016/j.bios.2016.10.006>.
- [151] C. Wang, J. Qian, K. Wang, X. Yang, Q. Liu, N. Hao, C. Wang, X. Dong, X. Huang, Colorimetric aptasensing of ochratoxin A using  $\text{Au}@\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles as signal indicator and magnetic separator, *Biosens. Bioelectron.* 77 (2016) 1183–1191. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2015.11.004>.
- [152] C.H. Díaz Nieto, A.M. Granero, D. Garcia, A. Nesci, G. Barros, M.A. Zon, H. Fernández, Development of a third-generation biosensor to determine sterigmatocystin mycotoxin: An early warning system to detect aflatoxin B<sub>1</sub>, (2019) 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.10.032>.
- [153] X. Zhang, C.-R. Li, W.-C. Wang, J. Xue, Y.-L. Huang, X.-X. Yang, X.-P. Zhou, C. Shao, S.-J. Ding, J.-F. Qiu, A novel electrochemical immunosensor for highly sensitive detection of aflatoxin B<sub>1</sub> in corn using single-walled carbon nanotubes/chitosan, (2016) 197–202.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.044>.
- [154] G. Xu, S. Zhang, Q. Zhang, L. Gong, H. Dai, Y. Lin, Magnetic functionalized electrospun nanofibers for magnetically controlled ultrasensitive label-free electrochemiluminescent immune detection of aflatoxin B<sub>1</sub>, *Sensors Actuators B Chem.* 222 (2016) 707–713. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.08.129>.
- [155] L. Xu, G. Fang, M. Pan, X. Wang, S. Wang, One-pot synthesis of carbon dots-embedded molecularly imprinted polymer for specific recognition of sterigmatocystin in grains, *Biosens. Bioelectron.* (2015) 950–956.  
<https://doi.org/10.1016/j.bios.2015.10.072>.

- [156] Y. Hui, W. Bini, R. Ren, A. Zhao, F. Zhang, S. Song, Y. He, An electrochemical aptasensor based on DNA-AuNPs-HRP nanoprobe and exonuclease-assisted signal amplification for detection of aflatoxin B<sub>1</sub>, *Food Control* . (2020).  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106902>.
- [157] Y. Chen, Y. Yang, Y. Wang, Y. Peng, J. Nie, G. Gao, J. Zhi, Development of an *Escherichia coli*-based electrochemical biosensor for mycotoxin toxicity detection, *Bioelectrochemistry*. 133 (2020).  
<https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2019.107453>.
- [158] J. Yan, Q. Shi, K. You, Y. Li, Q. He, Phage displayed mimotope peptide-based immunosensor for green and ultrasensitive detection of mycotoxin deoxynivalenol, *J. Pharm. Biomed. Anal.* 168 (2019) 94–101.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.01.051>.
- [159] A. Jodra, M.Á. López, A. Escarpa, Disposable and reliable electrochemical magnetoimmunosensor for Fumonisin simplified determination in maize-based foodstuffs, (2015) 633–638. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2014.09.054>.
- [160] X. Huang, S. Zhan, H. Xu, X. Meng, Y. Xiong, X. Chen, Ultrasensitive fluorescence immunoassay for detection of ochratoxin A using catalase-mediated fluorescence quenching of CdTe QDs †, (2016).  
<https://doi.org/10.1039/c6nr01136e>.
- [161] Q. Wang, M. Chen, H. Zhang, W. Wen, X. Zhang, S. Wang, Solid-state electrochemiluminescence sensor based on RuSi nanoparticles combined with molecularly imprinted polymer for the determination of ochratoxin A, *Sensors Actuators B Chem.* 222 (2016) 264–269.  
<https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.08.057>.
- [162] A. Erdem, E. Eksin, E. Kesici, E. Yarıllı, E. Kanat, Single-use sensor technology for monitoring of zearalenone in foods: ZentoSens, *Microchem. J.* . (2019) 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.03.001>.
- [163] X. Tang, Q. Zhang, Z. Zhang, X. Ding, J. Jiang, W. Zhang, P. Li, Rapid, on-site and quantitative paper-based immunoassay platform for concurrent determination of pesticide residues and mycotoxins, *Anal. Chim. Acta* . (2019) 142–150.  
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.06.015>.
- [164] E. V. Dorozhko, A.S. Gashevskaya, E.I. Korotkova, J. Barek, V. Vyskocil, S.A. Eremin, E. V. Galunin, M. Saqib, A copper nanoparticle-based electrochemical immunosensor for carbaryl detection, *Talanta*. 228 (2021) 122174.

- <https://doi.org/10.1016/J.TALANTA.2021.122174>.
- [165] K. Yamada, K. Yasuda, N. Fujiwara, Z. Siroma, H. Tanaka, Y. Miyazaki, T. Kobayashi, Potential application of anion-exchange membrane for hydrazine fuel cell electrolyte, *Electrochem. Commun.* 5 (2003) 892–896.  
<https://doi.org/10.1016/J.ELECOM.2003.08.015>.
- [166] S. Amlathe, V.K. Gupta, Spectrophotometric determination of trace amounts of hydrazine in polluted water, *Analyst.* 113 (1988) 1481–1483.  
<https://doi.org/10.1039/AN9881301481>.
- [167] C. Saengsookwaow, R. Rangkupan, O. Chailapakul, N. Rodthongkum, Nitrogen-doped graphene–polyvinylpyrrolidone/gold nanoparticles modified electrode as a novel hydrazine sensor, *Sensors Actuators B Chem.* 227 (2016) 524–532.  
<https://doi.org/10.1016/J.SNB.2015.12.091>.
- [168] C.R.T. Tarley, M.D.P.T. Sotomayor, L.T. Kubota, Polímeros biomiméticos em química analítica. Parte 2: aplicações de MIP (“Molecularly Imprinted Polymers”) no desenvolvimento de sensores químicos, *Quim. Nova.* 28 (2005).  
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000600025>.
- [169] J. Xu, Y. Zhang, K. Wu, L. Zhang, S. Ge, J. Yu, A molecularly imprinted polypyrrole for ultrasensitive voltammetric determination of glyphosate, *Microchim. Acta.* 184 (2017) 1959–1967. <https://doi.org/10.1007/S00604-017-2200-9>.
- [170] Z.O. Uygun, Y. Dilgin, A novel impedimetric sensor based on molecularly imprinted polypyrrole modified pencil graphite electrode for trace level determination of chlorpyrifos, *Sensors Actuators B Chem.* 188 (2013) 78–84.  
<https://doi.org/10.1016/J.SNB.2013.06.075>.
- [171] Y. Guo, H. Wang, Z. Chen, X. Jing, X. Wang, Determination of methomyl in grain using deep eutectic solvent-based extraction combined with fluorescence-based enzyme inhibition assays, *Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* (2021) 120412. <https://doi.org/10.1016/J.SAA.2021.120412>.
- [172] M. Giannetto, E. Umiltà, M. Careri, New competitive dendrimer-based and highly selective immunosensor for determination of atrazine in environmental, feed and food samples: The importance of antibody selectivity for discrimination among related triazinic metabolites, *Anal. Chim. Acta.* 806 (2014) 197–203.  
<https://doi.org/10.1016/J.ACA.2013.11.002>.
- [173] Z. Qie, B. Ning, M. Liu, J. Bai, Y. Peng, N. Song, Z. Lv, Y. Wang, S. Sun, X. Su,

- Y. Zhang, Z. Gao, Fast detection of atrazine in corn using thermometric biosensors, *Analyst*. 138 (2013) 5151–5156. <https://doi.org/10.1039/c3an00490b>.
- [174] H. Wang, L. Pan, Y. Liu, Y. Ye, S. Yao, Electrochemical sensing of nitenpyram based on the binary nanohybrid of hydroxylated multiwall carbon nanotubes/single-wall carbon nanohorns, *J. Electroanal. Chem.* (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2020.113955>.
- [175] Q. Zheng, Y. Chen, K. Fan, J. Wu, Y. Ying, Exploring pralidoxime chloride as a universal electrochemical probe for organophosphorus pesticides detection, *Anal. Chim. Acta*. (2017) 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2017.06.006>.
- [176] M. Li, F. Shen, Z. Zhang, X. Ren, A Novel 2-Acrylamide-6-Methoxybenzothiazole Fabricated Molecularly Imprinted Polymers for Direct Fluorescent Sensing of Alachlor, *Chromatographia*. 79 (2016) 71–78. <https://doi.org/10.1007/s10337-015-2998-4>.
- [177] X. Liu, W.J. Li, L. Li, Y. Yang, L.G. Mao, Z. Peng, A label-free electrochemical immunosensor based on gold nanoparticles for direct detection of atrazine, *Sensors Actuators B Chem.* 191 (2014) 408–414. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2013.10.033>.
- [178] S.L. Cahuantzi-Muñoz, M.A. González-Fuentes, L.A. Ortiz-Frade, E. Torres, Ş. Tãlu, G. Trejo, A. Méndez-Albores, Electrochemical Biosensor for Sensitive Quantification of Glyphosate in Maize Kernels, *Electroanalysis*. 31 (2019) 927–935. <https://doi.org/10.1002/ELAN.201800759>.
- [179] M. Zhang, X.C. Zhai, X. Yang, H.T. Zhao, A.J. Dong, H. Zhang, J. Wang, G.Y. Liu, Rapid and Sensitive Determination of Dinotefuran Residue Based on Electrochemical Enhancement of  $\beta$ -cyclodextrin-Graphene Composite, *Electroanalysis*. 28 (2016) 1495–1503. <https://doi.org/10.1002/ELAN.201501041>.
- [180] Q. Wang, H. Zhangsun, Y. Zhao, Y. Zhuang, Z. Xu, T. Bu, R. Li, L. Wang, Macro-meso-microporous carbon composite derived from hydrophilic metal-organic framework as high-performance electrochemical sensor for neonicotinoid determination, *J. Hazard. Mater.* 411 (2021) 125122. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2021.125122>.
- [181] S. Qiu, Y. Wei, T. Tu, J. Xiang, D. Zhang, Q. Chen, L. Luo, Z. Lin, Triazole-stabilized fluorescence sensor for highly selective detection of copper in tea and animal feed, *Food Chem.* (2020).

- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126434>.
- [182] H. Lin, H. Jiang, P. He, S.A. Haruna, Q. Chen, Z. Xue, C. Chan, S. Ali, Non-destructive detection of heavy metals in vegetable oil based on nano-chemoselective response dye combined with near-infrared spectroscopy, *Sensors Actuators B Chem.* 335 (2021) 129716.  
<https://doi.org/10.1016/J.SNB.2021.129716>.
- [183] B. Nikahd, M.A. Khalilzadeh, Liquid phase determination of bisphenol A in food samples using novel nanostructure ionic liquid modified sensor, (2015).  
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.12.003>.

# ANEXO I

Tabela contendo informação sobre as micotoxinas encontradas no milho relacionando com os limites máximos estabelecidos por cada órgão regulador

Micotoxina	Alimento	LMT (µg/kg)	Fonte
Aflatoxinas B1, B2, G1, G2	Milho, milho em grão, farinhas ou sêmola de milho	20	Brasil, 2011
Ocratoxina A	Cereais e produtos de cereais, incluindo cevada maltada	10	Brasil, 2011
Desoxinivalenol (DON)	Milho em grão para posterior processamento	3.000	Brasil, 2011
Brasil	Milho pipoca	2.000	Brasil, 2011
	Milho em grão para posterior processamento	5.000	Brasil, 2011
	Fumiosinas B1 + B2	200	Brasil, 2011
	Farinha de milho, creme de milho, fubá, flocos, canjica, canjiquinha	1.500	Brasil, 2011 * Anexo IV

		Amido de milho e produtos à base de milho	1.000	Brasil, 2011 * Anexo IV
		Milho de pipoca, canjiquinha, canjica, produtos à base de milho	150	Brasil, 2011 * Anexo IV
Zearalenona (ZON)		Milho em grão para posterior processamento	400	Brasil, 2011
		Alimento a base de cereais para alimentação infantil	20	Brasil, 2011
Micotoxina		Alimento	LMT (µg/kg)	Fonte
Europa	Aflatoxinas B1	Milho destinado a ser submetido a um método de triagem ou outro tratamento físico antes do consumo humano ou utilizado como ingrediente	5	Jornal da União Europeia, 2006, 2010



Aflatoxinas B1, B2, G1, G2	Milho destinado a ser submetido a um método de triagem ou outro tratamento físico antes do consumo humano ou utilizado como ingrediente	10	Jornal da União Europeia, 2006, 2010
Desoxinivalenol (DON)	Milho não transformado	1.750	Jornal da União Europeia, 2006
	Cereais destinados ao consumo humano direto, farinha de milho, sêmola de milho e grits	750	Jornal da União Europeia, 2006
	Milho não transformado	2.000	Jornal da União Europeia, 2006
	Farinha de milho, sêmola de milho, <i>grits</i> , gérme de milho e óleo de milho refinado	1.000	Jornal da União Europeia, 2006
Fumiosinas B1 + B2	Alimentos à base de milho para consumo humano direto	400	Jornal da União Europeia, 2006

Zearalenona (ZON)	Alimentos transformados à base de milho e alimentos para bebês destinados a lactantes e crianças jovens		200	Jornal da União Europeia, 2006
	Milho não transformado		200	Jornal da União Europeia, 2006
	Milho destinado ao consumo humano direto, farinha de milho, sêmola de milho, grits, gérme de milho e óleo de milho refinado		200	Jornal da União Europeia, 2006
	Refeições leves à base de milho e cereais para pequeno-almoço à base de milho		50	Jornal da União Europeia, 2006
	Alimentos transformados à base de milho destinados a lactantes e crianças jovens		20	Jornal da União Europeia, 2006
Micotoxina		Alimento	LMT (µg/kg)	Fonte
Estados Unidos da América	Aflatoxinas B1+B2+G1+G2	Produtos de milho destinado à terminação/confinamento de bovinos de corte	300	FAO, 2003

	Produtos de milho destinados à terminação de suínos de 100 libras ou maior	200	FAO, 2003
	Produtos de milho destinado à criação de gado de corte, criação de suínos ou aves adultas	100	FAO, 2003
	Milho e outros alimentos para animais e ingredientes para rações, destinados a animais maduros	20	FAO, 2003
	Milho, produtos de milho e outros alimentos para animais e ingredientes de rações destinados a animais leiteiros, para espécies animais	20	FAO, 2003
	Milho moído	2.000	FAO, 2003
	Produtos de milho destinados a criação de gado de corte, suíno ou frango maduro	100	FAO, 2003
Desoxinivalenol (DON)	Grãos e subprodutos de grãos destinados à ruminação de gado bovino e confinado com mais de 4 meses e para frangos	10.000	FAO, 2003

	Grãos e subprodutos de grão para à suíno cultura	5.000	FAO, 2003
	Produtos de milho moído a seco degermado (por exemplo grãos em flocos, grãos de milho, farinha de milho, farinha de milho com teor de gordura de <2,25%, seca base de peso)	2.000	FAO, 2003
	Milho limpo para pipoca	3.000	FAO, 2003
Fumiosinas B1+B2+B3	Produtos inteiros de milho moído a seco degermado (por exemplo grãos em flocos, grãos de milho, fubá, milho farinha com teor de gordura de <2,25%, seca base de peso); farelo de milho moído a seco; milho limpo destinado a produção de massa	4.000	FAO, 2003
	Milho e subprodutos destinados a equinos e coelhos	5.000	FAO, 2003
	Milho e subprodutos destinados a suínos e bagres	20.000	FAO, 2003

---

Milho e subprodutos de milho destinados a  
ruminantes reprodutores, aves e visons reprodutores  
(incluindo gado leiteiro em lactação e galinha  
poedeiras para consumo humano)

---

30.000

FAO, 2003

## ANEXO II

Tabela contendo informação sobre as micotoxinas encontradas no milho relacionando com os limites máximos estabelecidos por cada órgão regulador

Agrotóxicos		Alimento	LMR/MRL (mg/kg)	Referência
Brasil	2,4-D	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Acetocloro	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Aldicarbe	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Azoxistrobina	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Biciclopirona	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Bifentrin	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Carbaril	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Carbofurano	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Carbosulfan	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Clordano	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Clorpirifós	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Clotianidina	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Ciantraniliprole	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Cicloxidim	Milho	0,2	Códex Alimentarius
	Cialotrina (inclui lambda-cialotrina)	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Ciproconazol	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Diazinon	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Dicamba	Milho	0,01	Códex Alimentarius

Dimetanamida-P	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Disulfoton	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Etofenprox	Milho	0,05	Códex Alimentarius
Fenpyroximate	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Fipronil	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Flubendiamida	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Flumioxazin	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Flupiradifurona	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Flutriafol	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Fluxapiroxade	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Forato	Milho	0,05	Códex Alimentarius
Glufosinato de Amônio	Milho	0,1	Códex Alimentarius
Glifosato	Milho	5	Códex Alimentarius
Imazapic	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Imazapyr	Milho	0,05	Códex Alimentarius
Imazethapyr	Milho	0,1	Códex Alimentarius
Isoxaflutole	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Lufenuron	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Malathion	Milho	0,05	Códex Alimentarius
MCPA	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Mesotrione	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Metiocarbe	Milho	0,05	Códex Alimentarius
Metomil	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Metoxifenoazida	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Oxatipralina	Milho	0,01	Códex Alimentarius
Paraquat	Milho	0,03	Códex Alimentarius

	Penthiopirade	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Picoxistrobina	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Propargite	Milho	0,1	Códex Alimentarius
	Propiconazol	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Prothioconazol	Milho	0,1	Códex Alimentarius
	Pyraclostrobin	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Quintozene	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Spinetoram	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Spiromesifen	Milho	0,02	Códex Alimentarius
	Sulfoxaflor	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Teflubenzuron	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Terbufos	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Tiametoxame	Milho	0,05	Códex Alimentarius
	Tioxazafen	Milho	0,01	Códex Alimentarius
	Trifloxistrobina	Milho	0,02	Códex Alimentarius
Agrotóxicos		Alimento	LMR/MRL (mg/kg)	Referência
Europa	1,1-dicloro-2,2-bis(4-etilfenil) etano	Milho	0,01	Comissão europeia
	1,2-dibromoetano (dibrometo de etileno)	Milho	0,01	Comissão europeia
	1,2-dicloroetano (dicloreto de etileno )	Milho	0,01	Comissão europeia
	1,3-dicloropropeno	Milho	0,01	Comissão europeia



1-naftilacetamida e ácido 1-naftilacético (soma de 1-naftilacetamida e ácido 1-naftilacético e seus sais, expressa como ácido 1-naftilacético)	Milho	0,06	Comissão europeia
1-metilciclopropeno	Milho	0,01	Comissão europeia
2,4,5-T (soma de 2,4,5-T, seus sais e ésteres, expresso como 2,4,5-T)	Milho	0,01	Comissão europeia
2,4-DB (soma de 2,4-DB, seus sais, seus ésteres e seus conjugados, expresso como 2,4-DB)	Milho	0,01	Comissão europeia
Metiléster de ácido 2,5-diclorobenzoico	Milho	0,01	Comissão europeia
2-amino-4-metoxi-6- (trifluormetil) -1,3,5-triazina (AMTT), resultante do uso de tritosulfuron	Milho	0,001	Comissão europeia
Ácido 2-naftiloxiacético	Milho	0,01	Comissão europeia

2-fenilfenol (soma de 2-fenilfenol e seus conjugados, expresso como 2-fenilfenol)	Milho	0,02	Comissão europeia
3-decen-2-um	Milho	0,1	Comissão europeia
8-hidroxiquinolina (soma de 8-hidroxiquinolina e seus sais, expressa como 8-hidroxiquinolina)	Milho	0,01	Comissão europeia
Abamectina (soma de avermectina B1a, avermectina B1b e isômero delta-8,9 da avermectina B1a, expressa como avermectina B1a)	Milho	0,01	Comissão europeia
2,4-D (soma de 2,4-D, seus sais, seus ésteres e seus conjugafos, expresso como 2,4-D)	Milho	0,05	Comissão europeia
Acetato	Milho	0,01	Comissão europeia
Acequinocil	Milho	0,01	Comissão europeia
Acetamiprida	Milho	0,01	Comissão europeia
Acetocloro	Milho	0,01	Comissão europeia

	Acibenzolar-S-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Aclonifeno	Milho	0,01	Comissão europeia
	Acrinatrina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Alachlor	Milho	0,01	Comissão europeia
	Aldicarbe	Milho	0,05	Comissão europeia
	Aldrin e Dieldrin	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ametoctradina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Amidosulfuro	Milho	0,01	Comissão europeia
	Aminopiralide	Milho	0,05	Comissão europeia
	Amisulbrom	Milho	0,01	Comissão europeia
	Amitraz	Milho	0,05	Comissão europeia
	Amitrole	Milho	0,01	Comissão europeia
	Anilazina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Antraquinona	Milho	0,01	Comissão europeia
	Aramita	Milho	0,01	Comissão europeia
	Asulam	Milho	0,05	Comissão europeia
	Atrazina	Milho/ milho doce	0,05	Comissão europeia
	Azadirachtin	Milho	1	Comissão europeia
	Azimsulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Azinfos-etil	Milho	0,05	Comissão europeia
	Azinfos-metil	Milho	0,05	Comissão europeia
	Azociclotina e Ciexatina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Azoxistrobina	Milho	0,02	Comissão europeia
	Barban	Milho	0,01	Comissão europeia

	Beflubutamida	Milho	0,01	Comissão europeia
	Benalaxil incluindo outras misturas de isômeros constituintes	Milho	0,05	Comissão europeia
	Benflurali	Milho	0,02	Comissão europeia
	Bensulfuron-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Bentazona (Soma de bentazona, seus sais e 6-hidroxi (livre e conjugado) e 8-hidroxibentazona (livre e conjugada), expressa como bentazona)	Milho	0,2	Comissão europeia
	Bentiavalicarbe (bentiavalicarbe-isopropil (KIF-230 RL) e seu enantiômero (KIF-230 SD) e seus diastereômeros (KIF-230 e KIF-230 RD), expressos como bentiavalicarbe-isopropil)	Milho	0,02	Comissão europeia

	Cloreto de benzalcônio (mistura de cloretos de alquilbenzildimetilamônio com comprimentos de cadeia de alquil C8, C10, C12, C14, C16 e C18)	Milho	0,1	Comissão europeia
	Benzonvindiflupyr	Milho	0,02	Comissão europeia

	Biciclopirona (soma de biciclopirona e seus metabólitos estruturalmente relacionados determinada como a soma das frações comuns 2- (2-metoxietoximetil) -6- (trifluorometil) piridina-3-ácido carboxílico (SYN503780) e (2- (2-hidroxietoximetil) - Ácido 6- (trifluorometil) piridina-3-carboxílico (CSCD686480), expresso como biciclopirona)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Bifenazato (soma de bifenazato mais bifenazato-diazeno expressa como bifenazato)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Bifenox	Milho	0,01	Comissão europeia

Bifentrina (soma dos isômetos)	Milho	0,05	Comissão europeia
Bifenil	Milho	0,01	Comissão europeia
Bispyribac	Milho	0,01	Comissão europeia
Bitertanol (soma dos isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
Bixafen	Milho	0,01	Comissão europeia
Óleo de osso	Milho	0,01	Comissão europeia
Boscalid	Milho	0,15	Comissão europeia
Bromadiolona	Milho	0,01	Comissão europeia
Íon brometo	Milho	50	Comissão europeia
Bromofos-etil	Milho	0,01	Comissão europeia
Bromopropilato	Milho	0,01	Comissão europeia
Bromoxinil e seus sais, expressos como bromoxinil	Milho	0,1	Comissão europeia
Bromucanazol (soma de diastereoisômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
Bupirimato	Milho	0,05	Comissão europeia
Buprofezina	Milho	0,01	Comissão europeia
Butralin	Milho	0,01	Comissão europeia
Butilato	Milho	0,01	Comissão europeia
Cadusafos	Milho	0,01	Comissão europeia
Canfecloro (Toxafeno)	Milho	0,01	Comissão europeia
Captafol	Milho	0,02	Comissão europeia

Captana (soma de captana e THPI, expressa como captana)	Milho	0,07	Comissão europeia
Carbaril	Milho	0,5	Comissão europeia
Carbendazim e benomil (soma de benomil e carbendazim expressa como carbendazime)	Milho	0,01	Comissão europeia
Carbetamida (soma de carbetamida e seu isómero S)	Milho	0,01	Comissão europeia
Carbofurano (soma de carbofurano (incluindo qualquer carbofurano gerado a partir de carbosulfano, benfuracarbe ou furatiocarbe) e carbofurano 3-OH expresso como carbofurano)	Milho	0,01	Comissão europeia
Monóxido de carbono	Milho	0,01	Comissão europeia
Tetracloroeto de carbono	Milho	0,1	Comissão europeia



Carboxina (carboxina mais seus metabólitos sulfóxido de carboxina e oxicarboxina (sulfona de carboxina), expressa como carboxina)	Milho	0,03	Comissão europeia
Carfentrazone-ethyl (determinado como carfentrazone e expresso como carfentrazone-ethyl)	Milho	0,05	Comissão europeia
Clorantraniliprole (DPX E-2Y45)	Milho	0,02	Comissão europeia
Clorato	Milho	0,05	Comissão europeia
Clorbensídeo	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorbufam	Milho	0,01	Comissão europeia
Clordecone	Milho	0,02	Comissão europeia
Clorfenapir	Milho	0,02	Comissão europeia
Clorfenson	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorfenvinfos	Milho	0,01	Comissão europeia
Cloridazon (soma de cloridazon e cloridazon-desfenil, expressa como cloridazon)	Milho	0,1	Comissão europeia

Cloromequat (soma de cloromequat e seus sais, expressa como cloreto de cloromequat)	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorobenzilato	Milho	0,02	Comissão europeia
Cloropirina	Milho	0,005	Comissão europeia
Clorotalonil	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorotoluron	Milho	0,01	Comissão europeia
Cloroxuron	Milho	0,02	Comissão europeia
Clorprofame	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorpirifós	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorpirifos-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
Clorsulfuron	Milho	0,1	Comissão europeia
Clortal-dimetil	Milho	0,01	Comissão europeia
Clortiamida	Milho	0,01	Comissão europeia
Clozolinato	Milho	0,01	Comissão europeia
Cromofenozida	Milho	0,01	Comissão europeia
Cinidon-etil (soma de cinidon-etil e seu isômero E)	Milho	0,05	Comissão europeia
Clethodim (soma de Sethoxydim e Clethodim incluindo produtos de degradação calculados como Sethoxydim)	Milho	0,1	Comissão europeia

	Clodinafop e seus isômeros S e seus sais, expressos como clodinafop	Milho	0,02	Comissão europeia
	Clofentezina	Milho	0,02	Comissão europeia
	Clomazone	Milho	0,01	Comissão europeia
	Clopiralide	Milho	2	Comissão europeia
	Clotianidina	Milho	0,02	Comissão europeia
	Compostos de cobre (cobre)	Milho	10	Comissão europeia
	Cianamida incluindo sais expressos como cianamida	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ciantraniliprole	Milho	0,01	Comissão europeia
	Cazafamida	Milho	0,02	Comissão europeia
	Ciclanilida	Milho	0,05	Comissão europeia
	Cyclaniliprole	Milho	0,01	Comissão europeia

	Cicloxidima incluindo produtos de degradação e reação que podem ser determinados como S-dióxido de ácido 3- (3-tianil) glutárico (BH 517-TGSO2) e / ou ácido 3-hidroxi-3- (3-tianil) glutárico S-dióxido de ácido glutárico (BH 517-5-OH-TGSO2) ou seus ésteres metílicos, calculados no total como cicloxidima	Milho	0,2	Comissão europeia
	Ciflufenamida (soma de ciflufenamida (isômero Z) e seu isômero E, expresso como ciflufenamida)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ciflufenamida (soma de ciflufenamida (isômero Z) e seu isômero E, expresso como ciflufenamida)	Milho	0,05	Comissão europeia

Cyhalofop-butyl	Milho	0,01	Comissão europeia
Cimoxanil	Milho	0,01	Comissão europeia
Cipermetrina (cipermetrina incluindo outras misturas de isômeros constituintes (soma dos isômeros))	Milho	0,3	Comissão europeia
Ciproconazol	Milho	0,1	Comissão europeia
Cyprodinil	Milho	0,02	Comissão europeia
Ciromazina	Milho	0,05	Comissão europeia
DDT	Milho	0,05	Comissão europeia
DNOC	Milho	0,02	Comissão europeia
Dalapon	Milho	0,05	Comissão europeia
Daminozida (soma de daminozida e 1,1-dimetil-hidrazina (UDHM), expressa como daminozida)	Milho	0,06	Comissão europeia
Dazomet (Metilisotiocianato resultante do uso de dazomet e metame)	Milho	0,02	Comissão europeia
Deltametrina (cis-deltametrina)	Milho	2	Comissão europeia
Benzoato de denatônio	Milho	0,01	Comissão europeia
Desmedipham	Milho	0,01	Comissão europeia

	Di-alato (soma de isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Diazinon	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dicamba	Milho	0,5	Comissão europeia
	Diclobenil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Diclorprop (soma de diclorprop (incluindo diclorprop-P), seus sais, ésteres e conjugados, expressa como diclorprop)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Diclorvos	Milho	0,01	Comissão europeia
	Diclofop (soma de diclofop-metil e ácido diclofop expresso como diclofop-metil)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Dicloran	Milho	0,02	Comissão europeia
	Dicofol (soma dos isômeros p, p' e o p')	Milho	0,02	Comissão europeia

	Cloreto de didecildimetilamônio (mistura de sais de alquil-amônio quaternário com comprimentos de cadeia alquil de C8, C10 e C12)	Milho	0,1	Comissão europeia
	Diethofencarb	Milho	0,01	Comissão europeia
	Difenoconazol	Milho	0,05	Comissão europeia
	Diflubenzuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Di flufenicano	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ácido difluoroacético (DFA)	Milho	0,3	Comissão europeia
	Dimetaclor	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dimetenamida incluindo outras misturas de isômeros constituintes, incluindo dimetenamida-P (soma dos isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dimethipin	Milho	0,05	Comissão europeia
	Dimetoato	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dimetomorfo (soma dos isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia

	Dimoxistrobina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Diniconzaol (soma de isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dinocape (soma dos isômeros do dinocape e seus fenóis correspondentes expressos como dinocape)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Dinosebe (soma de dinosebe, seus sais, dinosebe-acetato e binapacril, expresso como dinosebe)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Dinoterbe (soma de dinoterbe, seus sais e ésteres, expressa como dinoterbe)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dioxation (soma de isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Difenilamida	Milho	0,05	Comissão europeia
	Diquat	Milho	0,02	Comissão europeia



	Dissulfoton (soma de dissulfoton, dissulfoton sulfóxido e dissulfoton sulfona expressa como dissulfoton)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Dithianon	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ditiocarbamatos (ditiocarbamatos expressos como CS2, incluindo manebe, mancozebe, metirame, propinebe, tirame e zirame)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Diuron	Milho/milho doce	0,01	Comissão europeia
	Dodemorph	Milho	0,01	Comissão europeia
	Dodine	Milho	0,01	Comissão europeia
	EPTC (etil dipropiltiocarbamato)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Benzoato de emamectina B1a, expresso como emamectina	Milho	0,01	Comissão europeia

Endosulfan (soma dos isômeros alfa e beta e endosulfan-sulfato expressa como endosulfan)	Milho	0,05	Comissão europeia
Endrin	Milho	0,01	Comissão europeia
Epoxiconazol	Milho	0,1	Comissão europeia
Ethalfluralin	Milho	0,01	Comissão europeia
Etametsulfuron-metial	Milho	0,01	Comissão europeia
Ethephon	Milho	0,05	Comissão europeia
Ethion	Milho	0,01	Comissão europeia
Etirimol	Milho	0,05	Comissão europeia
Etofumesato (soma de etofumesato, 2-ceto-etofumesato, anel aberto-2-ceto-etofumesato e seu conjugado, expresso como etofumesato)	Milho	0,03	Comissão europeia
Etoprofos	Milho	0,02	Comissão europeia
Etoxiquina	Milho	0,05	Comissão europeia
Etoxissulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia

Óxido de etileno (soma de óxido de etileno e 2-cloro-etanol expressa como óxido de etileno)	Milho	0,02	Comissão europeia
Etofenprox	Milho	0,01	Comissão europeia
Etoxazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Etridiazol	Milho	0,05	Comissão europeia
Famoxadona	Milho	0,01	Comissão europeia
Fenamidona	Milho	0,01	Comissão europeia
Fenamifos (soma de fenamifos e seu sulfóxido e sulfona expressa como fenamifos)	Milho	0,02	Comissão europeia
Fenarimol	Milho	0,02	Comissão europeia
Fenazaquin	Milho	0,01	Comissão europeia
Fenbucanazol (soma dos enantiômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
Óxido de fenbutatina	Milho	0,01	Comissão europeia
Fenchlorphos (soma de fenchlorphos e fenchlorphos oxon expressa como fenchlorphos)	Milho	0,01	Comissão europeia

	Fenehexamida	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenitrothion	Milho	0,05	Comissão europeia
	Fenoxaprop-P	Milho	0,1	Comissão europeia
	Fenoxicarbe	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenpicoxamida	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenpropatrina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenpropidina (soma de fenpropidina e seus sais, expressa como fenpropidina)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenpropimorfo (soma de isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenpirazamida	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fenpiroximato	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fentião (fentião e seu análogo de oxigênio, seus sulfóxidos e sulfona expressos como pai)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fentin (fentin incluindo seus sais, expresso como cátion trifenilestanho)	Milho	0,02	Comissão europeia

Fenvalerato (qualquer razão de isômeros constituintes (RR, SS, RS e SR) incluindo esfenvalerato)	Milho	0,02	Comissão europeia
Fipronil (soma fipronil + metabólito de sulfona (MB46136) expresso como fipronil)	Milho	0,005	Comissão europeia
Flazasulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Flonicamida (soma de flonicamida, TFNA e TFNG expressa como flonicamida)	Milho	0,03	Comissão europeia
Florasulam	Milho	0,01	Comissão europeia
Florpyrauxifen-benzil	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluazifop-P (soma de todos os isômeros constituintes do fluazifop, seus ésteres e seus conjugados, expressos como fluazifop)	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluaziname	Milho	0,02	Comissão europeia
Flubendiamida	Milho	0,02	Comissão europeia
Flucicloxuron	Milho	0,01	Comissão europeia

Flucitrinato (flucitrinato incluindo outras misturas de isômeros constituintes (soma dos isômeros))	Milho	0,01	Comissão europeia
Fludioxonil	Milho	0,01	Comissão europeia
Flufenacet (soma de todos os compostos contendo a porção N fluorofenil-N-isopropil expressa como equivalente de flufenacet)	Milho	0,05	Comissão europeia
Flufenoxuron	Milho	0,05	Comissão europeia
Flufenzin	Milho	0,02	Comissão europeia
Flumetralina	Milho	0,01	Comissão europeia
Flumioxazina	Milho	0,02	Comissão europeia
Fluometuron	Milho	0,005	Comissão europeia
Fluopicolida	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluopyram	Milho	0,02	Comissão europeia
Íon flúor	Milho	0,02	Comissão europeia
Fluoroglicofeno	Milho	2	Comissão europeia
Fluoxastrobina (soma de fluoxastrobina e seu isômero Z)	Milho	0,01	Comissão europeia

Flupiradifurona	Milho	0,01	Comissão europeia
Flupyrsulfuron-methyl	Milho	0,02	Comissão europeia
Fluquinconazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Flurocloridona (soma dos isômeros cis e trans)	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluroxipir (soma de fluroxipir, seus sais, seus ésteres e seus conjugados, expresso como fluroxipir)	Milho	0,05	Comissão europeia
Flurprimidol	Milho	0,02	Comissão europeia
Flurtamone	Milho	0,01	Comissão europeia
Flusilazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Flutianil	Milho	0,01	Comissão europeia
Flutolanil	Milho	0,01	Comissão europeia
Flutriafol	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluvalinato (soma de isômeros) resultante do uso de tau-fluvalinato	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluxapiroxade	Milho	0,01	Comissão europeia
Folpete (soma de folpete e ftalimida, expressa como folpete)	Milho	0,07	Comissão europeia
Fomesafen	Milho	0,01	Comissão europeia

	Foramsulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Forclorfenuron	Milho	0,02	Comissão europeia
	Formetanato: Soma de formetanato e seus sais expressa como formetanato (cloridrato)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Formotion	Milho	0,01	Comissão europeia
	Fosetil-Al (soma de fosetil, ácido fosfônico e seus sais, expresso como fosetil)	Milho	2	Comissão europeia
	Fostiazato	Milho	0,02	Comissão europeia
	Fuberidazol	Milho	0,01	Comissão europeia
	Furfural	Milho	1	Comissão europeia
	Glufosinato de amônio (soma de glufosinato, seus sais, MPP e NAG expressa como equivalentes de glufosinato)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Glifosato	Milho	1	Comissão europeia
	Guazatina (acetato de guazatina, soma dos componentes)	Milho	0,05	Comissão europeia



Halauxifen-metil (soma de halauxifen-metil e X11393729 (halauxifen), expresso como halauxifen-metil)	Milho	0,02	Comissão europeia
Halosulfuron metil	Milho	0,01	Comissão europeia
Haloxifop (Soma de haloxifop, seus ésteres, sais e conjugados expressos como haloxifop (soma dos isômeros R- e S- em qualquer proporção))	Milho	0,01	Comissão europeia
Heptacloro (soma de heptacloro e epóxido de heptacloro expressa como heptacloro)	Milho	0,01	Comissão europeia
Hexaclorobenzeno	Milho	0,01	Comissão europeia
Hexaclorociclohexano (HCH), alfa-isômero	Milho	0,01	Comissão europeia
Hexaclorociclohexano (HCH), isômero beta	Milho	0,01	Comissão europeia
Hexaconazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Hexitiazox	Milho	0,05	Comissão europeia

Cianeto de hidrogênio (cianetos expressos como cianeto de hidrogênio)	Milho	15	Comissão europeia
Hymexazol	Milho	0,05	Comissão europeia
Imazalil (qualquer proporção de isômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
Imazamox (soma de imazamox e seus sais, expressa como imazamox)	Milho	0,05	Comissão europeia
Imazapic	Milho	0,01	Comissão europeia
Imazapyr	Milho	0,05	Comissão europeia
Imazaquin	Milho	0,05	Comissão europeia
Imazosulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Imadaclopride	Milho	0,1	Comissão europeia
Ácido indolilacético	Milho	0,1	Comissão europeia
Ácido indolilbutírico	Milho	0,1	Comissão europeia
Indoxacarbe (soma de indoxacarbe e seu enantiômero R)	Milho	0,01	Comissão europeia

Iodosulfuron-metil (soma de iodosulfuron-metil e seus sais, expressa como iodosulfuron-metil)	Milho	0,01	Comissão europeia
Ioxinil (soma de ioxinil e seus sais, expressa como ioxinil)	Milho	0,01	Comissão europeia
Ipconazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Iprodiona	Milho	0,01	Comissão europeia
Iprovalicarbe	Milho	0,01	Comissão europeia
Isofetamida	Milho	0,01	Comissão europeia
Isoprotiolano	Milho	0,01	Comissão europeia
Isoproturon	Milho	0,01	Comissão europeia
Isopirazam	Milho	0,01	Comissão europeia
Isoxaben	Milho	0,1	Comissão europeia
Isoxaflutol (soma de isoxaflutol e seu metabólito dicetonitrila, expresso como isoxaflutol)	Milho	0,02	Comissão europeia
Kresoxim-metial	Milho	0,01	Comissão europeia
Lactofen	Milho	0,01	Comissão europeia

Lambda-cialotrina (inclui gama-cialotrina) (soma dos isômeros R, S e S, R)	Milho	0,02	Comissão europeia
Lenacil	Milho	0,1	Comissão europeia
Lindano (isômero gama de hexaclorociclohexano (HCH))	Milho	0,01	Comissão europeia
Linuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Lufenuron (qualquer proporção de isômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
MCPA e MCPB (MCPA, MCPB incluindo seus sais, ésteres e conjugados expressos como MCPA)	Milho	0,05	Comissão europeia
Malatião (soma de malatião e malaoxon expressa como malatião)	Milho	8	Comissão europeia
Hidrazida maleica	Milho	0,2	Comissão europeia
Mandestrobin	Milho	0,01	Comissão europeia

Mandipropamida (qualquer proporção de isômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
Mecarbam	Milho	0,01	Comissão europeia
Mecoprope (soma de mecoprope-p mecoprope expressa como mecoprope)	Milho	0,05	Comissão europeia
Mefentrifluconazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Mepanipirim	Milho	0,01	Comissão europeia
Mepiquat (soma de mepiquat e seus sais, expressa como cloreto de mepiquat)	Milho	0,02	Comissão europeia
Mepronil	Milho	0,01	Comissão europeia
Meptyldinocap (soma de 2,4 DNOPC e 2,4 DNOP expresso como meptyldinocap)	Milho	0,05	Comissão europeia
Compostos de mercúrio (soma dos compostos de mercúrio expressa como mercúrio)	Milho	0,01	Comissão europeia
Mesosulfuron-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
Mesotrione	Milho	0,01	Comissão europeia

	Metaflumizona (soma dos isômeros E e Z)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Metalaxil e metalaxil-M (metalaxil incluindo outras misturas de isômeros constituintes, incluindo metalaxil-M (soma dos isômeros))	Milho	0,02	Comissão europeia
	Metaldeído	Milho	0,05	Comissão europeia
	Metamitron	Milho	0,1	Comissão europeia
	Metazacloz (soma dos metabólitos 479M04, 479M08 e 479M16, expresso como metazacloz)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Metconazol (soma dos isômeros)	Milho	0,1	Comissão europeia
	Metabenzthiazuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Metacrilos	Milho	0,01	Comissão europeia
	Metamidofos	Milho	0,01	Comissão europeia
	Metidatião	Milho	0,02	Comissão europeia
	Metiocarbe (soma de metiocarbe e sulfóxido e sulfona de metiocarbe, expressa como metiocarbe)	Milho	0,1	Comissão europeia

	Metomil	Milho	0,02	Comissão europeia
	Methoprene	Milho	5	Comissão europeia
	Metoxicloro	Milho	0,01	Comissão europeia
	Metoxifenoazida	Milho	0,02	Comissão europeia
	Metolaclo e S-metolaclo (metolaclo incluindo outras misturas de isômeros constituintes, incluindo S-metolaclo (soma dos isômeros))	Milho	0,05	Comissão europeia
	Metosulam	Milho	0,01	Comissão europeia
	Metrafenona	Milho	0,01	Comissão europeia
	Metribuzin	Milho	0,1	Comissão europeia
	Metsulfuron-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Mevinphos (soma dos isômeros E e Z)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Milbemectina (soma de milbemectina A4 e milbemectina A3, expressa como milbemectina)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Molinate	Milho	0,01	Comissão europeia
	Monocrotophos	Milho	0,02	Comissão europeia

	Monolinuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Monuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Myclobutanil (soma dos isômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Napropamida (soma dos isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Nicosulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Nitrofen	Milho	0,01	Comissão europeia
	Novaluron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ometoato	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ortossulfamuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Orizalin	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxadiargil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxadiazon	Milho	0,05	Comissão europeia
	Oxadixil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxamil	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxassulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxatiprolina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxicarboxina	Milho	0,01	Comissão europeia



	Oxidemetão-metilo (soma de oxidemetão-metilo e demetão-S-metilsulfona expressa como oxidemetão-metilo)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Oxyfluorfen	Milho	0,05	Comissão europeia
	Paclobutrazol (soma dos isômetos constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Óleo de parafina (CAS 64742-54-7)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Paraquat	Milho	0,02	Comissão europeia
	Paration	Milho	0,05	Comissão europeia
	Paration-metil (soma de Paration-metil e paraoxon-metil expressa como Paration-metil)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Penconazol (soma dos isômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Pencicurão	Milho	0,05	Comissão europeia

Pencicuron (soma de pencicuron e pencicuron-PB-amina, expressa como pencicuron)	Milho	0,02	Comissão europeia
Pendimetalina	Milho	0,05	Comissão europeia
Penoxsulam	Milho	0,01	Comissão europeia
Pentiopirade	Milho	0,01	Comissão europeia
Permetrina (soma de isômeros)	Milho	0,05	Comissão europeia
Petoxamida	Milho	0,01	Comissão europeia
Óleos de petróleo (CAS 92062-35-6)	Milho	0,01	Comissão europeia
Phenmidipham	Milho	0,01	Comissão europeia
Fenotrina (fenotrina incluindo outras misturas de isômeros constituintes (soma dos isômeros))	Milho	0,05	Comissão europeia
Forato (soma de forato, seu análogo de oxigênio e suas sulfonas expressas como forato)	Milho	0,05	Comissão europeia
Fosalone	Milho	0,01	Comissão europeia

Fosmet (fosmete e fosmete oxon expressos como fosmete	Milho	0,05	Comissão europeia
Fosfamídio	Milho	0,01	Comissão europeia
Sais de fosfano e fosfeto (soma dos geradores de fosfano e fosfano (sais de fosfeto relevantes), determinados e expressos como fosfano)	Milho	0,7	Comissão europeia
Phoxim	Milho	0,01	Comissão europeia
Picloram	Milho	0,2	Comissão europeia
Picolinafen	Milho	0,05	Comissão europeia
Picoxistrobina	Milho	0,01	Comissão europeia
Pinoxaden	Milho	0,02	Comissão europeia
Pirimicarbe	Milho	0,05	Comissão europeia
Pirimifos-metila	Milho	0,5	Comissão europeia

Procloraz (soma de procloraz, BTS 44595 (M201-04) e BTS 44596 (M201-03), expresso como procloraz)	Milho	0,03	Comissão europeia
Procimidona	Milho	0,01	Comissão europeia
Profenofos	Milho	0,01	Comissão europeia
Profoxydim	Milho	0,01	Comissão europeia
Prohexadiona (prohexadiona (ácido) e seus sais expressos como prohexadiona- cálcio)	Milho	0,02	Comissão europeia
Propacloro: derivado oxálico de propacloro, expresso como propacloro	Milho	0,02	Comissão europeia
Propamocarbe (Soma de propamocarbe e seus sais, expressa como propamocarbe)	Milho	0,01	Comissão europeia
Propanil	Milho	0,01	Comissão europeia
Propargite	Milho	0,01	Comissão europeia
Profhem	Milho	0,01	Comissão europeia

	Propiconazol (soma dos isômeros)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Propinebe (expresso como propilendiamina)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Propisocloro	Milho	0,01	Comissão europeia
	Propoxur	Milho	0,05	Comissão europeia
	Propoxicarbazona (propoxicarbazona, seus sais e 2-hidroxipropoxicarbazona expressa como propoxicarbazona)	Milho	0,02	Comissão europeia
	Propizamida	Milho	0,01	Comissão europeia
	Proquinazida	Milho	0,02	Comissão europeia
	Prosulfocarbe	Milho	0,01	Comissão europeia
	Prosulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Protioconazol: protioconazol-desthio (soma dos isômeros)	Milho	0,1	Comissão europeia
	Pimetrozina	Milho	0,05	Comissão europeia
	Piraclostrobina	Milho	0,02	Comissão europeia
	Piraflufen-etil (soma de piraflufen-etil e piraflufen, expressa como piraflufen-etil)	Milho	0,02	Comissão europeia

Pirossulfotol	Milho	0,02	Comissão europeia
Pirazofos	Milho	0,01	Comissão europeia
Piretrinas	Milho	3	Comissão europeia
Piridabeno	Milho	0,01	Comissão europeia
Pyridalyl	Milho	0,01	Comissão europeia
Piridato (soma de piridato, seu produto de hidrólise CL 9673 (6-cloro-4-hidroxi-3-fenilpiridazina) e conjugados hidrolisáveis de CL 9673 expressos como piridato)	Milho	0,05	Comissão europeia
Pirimetanil	Milho	0,01	Comissão europeia
Piriproxifeno	Milho	0,05	Comissão europeia
Piroxsulame	Milho	0,01	Comissão europeia
Quinalphos	Milho	0,01	Comissão europeia
Quinclorac	Milho	0,01	Comissão europeia
Quinmerac	Milho	0,1	Comissão europeia
Quinoclamina	Milho	0,02	Comissão europeia
Quinoxifeno	Milho	0,02	Comissão europeia

Quintozeno (soma de quintozeno e pentacloro-anilina expressa como quintozeno)	Milho	0,02	Comissão europeia
Quizalofop (soma de quizalofop, seus sais, seus ésteres (incluindo propaquizafop) e seus conjugados, expressos como quizalofop (qualquer proporção de isômeros constituintes))	Milho	0,02	Comissão europeia
Resmetrina (resmetrina incluindo outras misturas de isômeros constituintes (soma dos isômeros))	Milho	0,02	Comissão europeia
Rimsulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Rotenone	Milho	0,01	Comissão europeia
Saflufenacil (soma de saflufenacil, M800H11 e M800H35, expresso como saflufenacil)	Milho	0,03	Comissão europeia
Sedaxane	Milho	0,01	Comissão europeia

	Sedaxano (soma de isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
	Silthiofam	Milho	0,01	Comissão europeia
	Simazine	Milho	0,01	Comissão europeia
	5-nitroguaiacolato de sódio, o-nitrofenolato de sódio e p-nitrofenolato de sódio (soma de 5-nitroguaiacolato de sódio, o-nitrofenolato de sódio e p-nitrofenolato de sódio, expresso como 5-nitroguaiacolato de sódio)	Milho	0,03	Comissão europeia
	Sintofen	Milho	0,01	Comissão europeia
	Spinetoram (XDE-175)	Milho	0,05	Comissão europeia
	Espinosade (espinosade, soma de espinosina A e espinosina D)	Milho	2	Comissão europeia
	Espirodiclofeno	Milho	0,02	Comissão europeia
	Spiromesifen	Milho	0,02	Comissão europeia



Espirotetramato e seus 4 metabólitos BYI08330-enol, BYI08330-ceto-hidroxi, BYI08330-mono-hidroxi e BYI08330 enol-glicosídeo, expresso como espirotetramat	Milho	0,1	Comissão europeia
Espiroxamina	Milho	0,01	Comissão europeia
Sulcotriona	Milho	0,05	Comissão europeia
Sulfosulfuron	Milho	0,02	Comissão europeia
Sulfoxaflor (soma dos isômeros)	Milho	0,01	Comissão europeia
Fluoreto de sulfúril	Milho	0,05	Comissão europeia
TEPP	Milho	0,01	Comissão europeia
Tau-Fluvalinato	Milho	0,1	Comissão europeia
Tebuconazol	Milho	0,02	Comissão europeia
Tebufenozida	Milho	0,01	Comissão europeia
Tebufenpirade	Milho	0,01	Comissão europeia
Tecnazene	Milho	0,01	Comissão europeia
Tefluzuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Teflutrina	Milho	0,05	Comissão europeia
Tembotriona	Milho	0,02	Comissão europeia

<p>Tepraloxidima (soma de tepraloxidima e seus metabólitos que podem ser hidrolisados na porção 3- (tetrahydro-piran-4-il) -glutárico ácido ou na porção 3-hidroxi- (tetrahydro-piran-4-il) ácido glutárico , expresso como tepraloxidime)</p>	Milho	0,1	Comissão europeia
Terbufos	Milho	0,01	Comissão europeia
Terbutiazina	Milho	0,1	Comissão europeia
Tetraconazol	Milho	0,05	Comissão europeia
Tetradifon	Milho	0,01	Comissão europeia
Tiabendazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Tiaclopride	Milho	0,01	Comissão europeia
Tiametaxame	Milho	0,05	Comissão europeia
Thifensulfuron-methyl	Milho	0,01	Comissão europeia
Tiobencarb (4-clorobenzil metil sulfona)	Milho	0,01	Comissão europeia
Tiodicarbe	Milho	0,01	Comissão europeia
Tiofanato-metial	Milho	0,01	Comissão europeia

Thiram (expresso como thiram)	Milho	0,1	Comissão europeia
Tolclofos-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
Tolilfluanida (Soma de tolilfluanida e dimetilaminossulfotoluidida expressa como tolilfluanida)	Milho	0,05	Comissão europeia
Tralcoxidima (soma dos isômeros constituintes de tralcoxidima)	Milho	0,01	Comissão europeia
Topramezone (BAS 670H)	Milho	0,01	Comissão europeia
Tri-alado	Milho	0,1	Comissão europeia
Triadimefon	Milho	0,01	Comissão europeia
Triadimenol (qualquer proporção de isômeros constituintes)	Milho	0,01	Comissão europeia
Triasulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Triazofos	Milho	0,02	Comissão europeia
Triazoxide	Milho	0,003	Comissão europeia
Tribenuron-metil	Milho	0,01	Comissão europeia
Triclorfon	Milho	0,01	Comissão europeia
Triclopyr	Milho	0,01	Comissão europeia

Triciclazol	Milho	0,01	Comissão europeia
Tridemorfo	Milho	0,01	Comissão europeia
Trifloxistrobina	Milho	0,02	Comissão europeia
Triflumizol: Triflumizol e metabólito FM-6-1 (N- (4-cloro-2-trifluorometilfenil) - n-propoxiacetamidina), expresso como Triflumizol	Milho	0,02	Comissão europeia
Triflumuron	Milho	0,01	Comissão europeia
Trifluralin	Milho	0,01	Comissão europeia
Triflusulfuron (6- (2,2,2-trifluoroetoxi) -1,3,5-triazina-2,4-diamina (IN-M7222))	Milho	0,01	Comissão europeia
Triforine	Milho	0,01	Comissão europeia
Catião trimetil-sulfônio, resultante do uso de glifosato	Milho	0,05	Comissão europeia
Trinexapac (soma de trinexapac (ácido) e seus sais, expressa como trinexapac)	Milho	0,02	Comissão europeia
Triticonazol	Milho	0,01	Comissão europeia

	Tritosulfuron	Milho	0,01	Comissão europeia
	Valifenalato	Milho	0,01	Comissão europeia
	Vinclozolin	Milho	0,01	Comissão europeia
	Varfarina	Milho	0,01	Comissão europeia
	Ziram	Milho	0,1	Comissão europeia
	Zoxamida	Milho	0,02	Comissão europeia
Agrotóxicos		Alimento	LMR/MRL (ppm)	Referência
América	Captam	Grãos, cereais, forragens, forragens e palhas	0,05	Legal Information Intitute
	Malatião/Malathion	Milho, campo, forragem	8,0	Legal Information Intitute
		Milho, campo, grão, pós-colheita	8,0	Legal Information Intitute
		Milho, pipoca, grão, pós-colheita	8,0	Legal Information Intitute
		Milho doce forragem	8,0	Legal Information Intitute
		Milho, doce, kerne mais espiga com	2,0	Legal Information Intitute

S-dipropiltiocarbamato de etila	casca removida			
	Milho, campo, palha	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kerne mais espiga com casca removida	0,08	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palnha	0,08	Legal Intitute	Information

	Brometo inorgânico resultante da fumigação com brometo de metila	Milho, campo, grão, pós-colheita	50,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca,pós-colheita	240,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais sabugo com casca removida, pós-colheita	50,0	Legal Intitute	Information
	Butóxido de piperonila	Milho, campo, grão, pós-colheita	20,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, pós-colheita	20,0	Legal Intitute	Information
	Piretrinas	Milho, campo, grão, pós-colheita	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, grão, pós-colheita	3,0	Legal Intitute	Information
	2,4-D	Milho, campo, forragem	6,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	50,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	50,00	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	6,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	50,00	Legal Intitute	Information
		Milho, grão	2,00	Legal Intitute	Information
	Compostos de flúor	Milho, campo, farinha, pós-colheita	35,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão, pós-colheita	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grãos, pós-colheita	10,0	Legal Intitute	Information



		Milho, campo, farinha, pós-colheita	30,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, grão, pós-colheita	10,0	Legal Intitute	Information
	Carbaril	Milho, campo, forragem	30,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	20,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	20,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	185,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	215,0	Legal Intitute	Information

	Linuron	Milho, campo, forragem	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	6,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,25	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	6,0	Legal Intitute	Information
	DCPA	Milho, campo, forragem	0,4	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,4	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, forragem	0,4	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information

		Milho, pipoca, assadeira	0,4	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,4	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,4	Legal Intitute	Information
	Dimetoato	Milho, campo, forragem	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	1,0	Legal Intitute	Information

	Paraquat	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Forato	Milho, campo, forragem	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information

	Trifluralin	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Propacloro	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	3,0	Legal Intitute	Information
	Simazine	Milho, campo, forragem	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,25	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,25	Legal Intitute	Information

		Milho doce forragem	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,25	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,25	Legal Intitute	Information
	Atrazina	Milho, campo, forragem	1,5	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, forragem	1,5	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	15,0	Legal Intitute	Information

		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	2,0	Legal Intitute	Information
	Fosfina	Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Diquat	Grão, cereais, forragens e palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Dicamba	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,5	Legal Intitute	Information

		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,04	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,5	Legal Intitute	Information
	Fluometuron	Grãos, cereais, forragem, forragens e palhas	3,0	Legal Intitute	Information
	Tiabendazol	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information



		Milho, doce, grãos e kernels com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Alachlor	Milho, campo, forragem	2,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, pop	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	2,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	2,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce (K + CWHR)	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	2,0	Legal Intitute	Information
	Metomil	Milho, campo, forragem	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	10,0	Legal Intitute	Information
	Ametryn	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information

Propargite	Milho, campo, forragem	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,02	Legal Intitute	Information
Ethoprop				

		Milho doce forragem	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Clorotalonil	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	1,0	Legal Intitute	Information
	2-(Tiocianometiltio) benzotiazol	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,1	Legal Intitute	Information
	Endothall	Milho, campo, grão	0,07	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,07	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com	0,3	Legal Intitute	Information

		casca removida		
Carboxina	Milho, campo, forragem	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,2	Legal Intitute	Information
Pyrazon	Milho, campo, forragem	0,5	Legal Intitute	Information

	Milho, campo, palha	0,5	Legal Intitute	Information
Propizamida	Grão, cereais, forragem	0,6	Legal Intitute	Information
Bromoxinil	Milho, campo, forragem	0,3	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,2	Legal Intitute	Information
S-(2-Etilsulfinil)etil O, O-dimetilfosforotiato	Milho doce forragem	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,5	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	3,0	Legal Intitute	Information
Metribuzin	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,1	Legal Intitute	Information
	Clorpirifos	Milho, campo, forragem	8,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, óleo refinado	0,25	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	8,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	8,0	Legal Intitute	Information

Nitrapirina	Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	8,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, subprodutos moídos	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information



		Milho, doce, palha	1,0	Legal Intitute	Information
	Terbufos	Milho, campo, forragem	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,5	Legal Intitute	Information
	Bentazon	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Pendimetalina	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,1	Legal Intitute	Information

	Glifosato	Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	3,5	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, forragem	13,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	5,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	100,0	Legal Intitute	Information
	Metolacoloro	Milho, campo, forragem	6,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	6,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	6,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	6,0	Legal Intitute	Information

S-metolacoloro	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	6,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	40,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	40,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	40,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	40,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	40,0	Legal Intitute	Information

Permetrina	Milho, campo, forragem	50,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	50,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	30,0	Legal Intitute	Information
Triodicarbe	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	2,0	Legal Intitute	Information
Pirimifos-metilo	Milho, campo, grão	8,0	Legal Intitute	Information

	Milho, pop, grão	8,0	Legal Intitute	Information
Sethoxydim	Milho, campo, forragem	2,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,5	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	2,5	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	3,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,4	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	3,5	Legal Intitute	Information
Ciromazina	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,5	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,5	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,5	Legal Intitute	Information

Cipermetrina e isômeros alfa-cipermetrina e zeta-cipermetrina	Milho, campo, forragem	9,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	15,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	15,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	0,5	Legal Intitute	Information
Clorimuron etil	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information

Clopiralide	Milho, campo, palha	2,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, subprodutos moídos	1,5	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	10,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	7,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	1,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	10,0	Legal Intitute	Information



Propinaconazol	Milho, campo, forragem	12,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	30,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	6,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	30,0	Legal Intitute	Information
Deltametrina	Milho, campo, forragem	0,7	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, óleo refinado	2,5	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	5,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	5,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	10,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,03	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	15,0	Legal Intitute	Information
	Ciflutrina e o isômero beta-ciclutrina	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, grão	0,15	Legal Intitute	Information
	Lambda-cialotrina e um isômero gama-cialotrina	Milho, campo, forragem	6,0	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, farinha	0,15	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, grão, farinha	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	1,0	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	6,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	1,0	Legal Intitute	Information
	Thifensulfuron-methyl	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
	Teflutrina	Milho, campo, forragem	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,06	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,06	Legal Intitute	Information
	Quizalofop	Milho, campo, forragem	0,02	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,03	Legal Intitute	Information
	Bifentrina	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	5	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	5	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	3	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	5	Legal Intitute	Information
	Imazethapyr	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
	Hexitiazox	Milho, campo, forragem	3,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	7,0	Legal Intitute	Information
	Hexitiazox, incluindo seus metabólitos e produtos degradados	Milho, campo, forragem	6,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	2,5	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, forragem (apenas regiões EPA 7-12)	4,0	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information

		(apenas regiões EPA 7-12)		
Avermectina B 1 e seu delta-8,9-isômero	Milho doce forragem	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,5	Legal Intitute	Information
Beta-(4-Clorofenoxi)-alfa-(1,1-dimetiletil)-1H-1,2,4-triazol-1-etanol	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information

		Milho doce forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Tribenuron-metil	Milho, campo, grão	0,15	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	1,1	Legal Intitute	Information
	Primisulfuron-metilo	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,1	Legal Intitute	Information



Nicosulfuron	Milho, campo, forragem	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,1	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,1	Legal Intitute	Information
Clethodim	Milho, campo, forragem	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,2	Legal Intitute	Information

Piridato	Milho, campo, forragem	0,03	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,03	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,03	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,03	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,03	Legal Intitute	Information
Dimetenamida	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information

		Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	4-(Dicloroacetil)-1-oxa-4-azaspiro	Milho, campo, forragem	0,005	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,005	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,005	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,005	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,005	Legal Intitute	Information
	Flumetsulam	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information

Diclormida	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information
Acetocloro	Milho, campo, forragem	4,5	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	2,5	Legal Intitute	Information

		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	2,5	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	1,5	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	1,0	Legal Intitute	Information
	Furilazol	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information

		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Glufosinato de amônio	Milho, campo, forragem	4,0	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	6,00	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	1,5	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,3	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	6,00	Legal Intitute	Information
	Tebuconazol	Milho, campo, forragem	4,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	3,5	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	3,5	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	7,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,5	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	6,00	Legal Intitute	Information
	Difenoconazol	Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Flumiclorac	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Rimsulfuron	Milho, campo, forragem	0,4	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,1	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	2,5	Legal Intitute	Information
	Halosulfuron-metil, metil 5 - [(4,6-dimetoxi-2-pirimidinio) amino] carbonilaminossulfonil] -3-cloro-1-metil-1H- pirazol -4-carboxilato , incluindo seus metabólitos e degrada	Milho, campo, forragem	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,8	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information



		Milho, pipoca, assadeira	0,8	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,8	Legal Intitute	Information
	Ciproconazol	Milho, campo, forragem	0,6	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	1,2	Legal Intitute	Information
	Cloretositos	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information

		Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Spinosad	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,02	Legal Intitute	Information
	Sulfentrazone	Milho, campo, forragem	0,2	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,15	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,3	Legal Intitute	Information
	Imazethapyr	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information

Azoxistrobina	Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	12,0	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, óleo refinado	0,3	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	25,0	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	25,0	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	12,0	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	25,0	Legal Intitute	Information

	Fipronil	Milho, campo, forragem	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,30	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,15	Legal Intitute	Information
	Metaldeído	Milho, campo, forragem	0,30	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,30	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,10	Legal Intitute	Information

Flufenacet, N-(4-fluorofenil)-N-(1-metiletil)-2-[[5-(trifluorometil)-1,3,4-tiadiazol-2-il] oxi] acetamida e seus metabólitos	Milho, campo, forragem	0,40	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,40	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,45	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,30	Legal Intitute	Information
Esfenvalerato	Milho, campo, forragem	15,00	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute	Information

		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	15,00	Legal Intitute	Information
	Fluroxipir, 1-metil-éster	Milho, campo, forragem	1,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,50	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	1,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,02	Legal Intitute	Information

	Milho, doce, palha	2,00	Legal Intitute	Information
Isoxaflutole	Milho, campo, forragem	0,04	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,02	Legal Intitute	Information
Metoxifenoza	Milho, campo, forragem	15,00	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, óleo refinado	0,20	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	125,00	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	125,00	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	30,00	Legal Intitute	Information

		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	60,00	Legal Intitute	Information
	Prohexadiona cálcio	Milho, campo, forragem	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,10	Legal Intitute	Information
	Di flufenzopyr	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,05	Legal Intitute	Information



Flutiacet-metil	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information

Trifloxistrobina

Milho, campo, forragem	8,00	Legal Intitute	Information
Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
Milho, campo, palha	7,00	Legal Intitute	Information
Milho, campo, óleo refinado	0,10	Legal Intitute	Information
Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
Milho, pipoca, assadeira	7,00	Legal Intitute	Information
Milho, doce, despedício de conservas	0,60	Legal Intitute	Information
Milho doce forragem	7,00	Legal Intitute	Information
Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,04	Legal Intitute	Information
Milho, doce, palha	4,00	Legal Intitute	Information

	Tetraconazol	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Indoxacarbe	Milho, campo, forragem	6,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	10,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	15,00	Legal Intitute	Information
	Tiametoxame	Milho, campo, forragem	0,10	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, forragem	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Fenpiroximato	Milho, campo, forragem	2,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, óleo refinado	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	7,00	Legal Intitute	Information

		Milho, pipoca, forragem	2,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	7,00	Legal Intitute	Information
	Flumioxazin	Milho, campo, forragem	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Isoxadifen-etil	Milho, campo, forragem	0,20	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,08	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,40	Legal Intitute	Information
		Óleo de milho	0,50	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,04	Legal Intitute	Information

Mesotriona

Milho, pipoca, assadeira	0,25	Legal Intitute	Information
Milho doce forragem	0,30	Legal Intitute	Information
Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,04	Legal Intitute	Information
Milho, doce, palha	0,45	Legal Intitute	Information
Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
Milho doce forragem	0,50	Legal Intitute	Information

<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	1,50	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, farinha, pós-colheita	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão, pós-colheita	0,05	Legal Intitute	Information
	Fluoreto de sulfúril	Milho, campo, grãos, pós-colheita	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, farinha, pós-colheita	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, grão, pós-colheita	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	15,00	Legal Intitute	Information
	Acetamipride	Milho, doce, kernel mais espiga com	0,01	Legal Intitute	Information

		casca removida			
		Milho, doce, palha	30,00	Legal Intitute	Information
	Iodusulfuron-metil-sódio	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,03	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Piraclostrobina	Milho, campo, forragem	5,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, óleo refinado	0,20	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	17,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	17,00	Legal Intitute	Information



		Milho doce forragem	5,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,04	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	23,00	Legal Intitute	Information
	Triticonazol	Grãos, cereais, forragens, forragens e palhas	0,10	Legal Intitute	Information
	Pirafluten-etil	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Etoxazol	Milho, campo, forragem	0,80	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, óleo refinado	0,03	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	4,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	4,00	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	1,50	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	5,00	Legal Intitute	Information
	Flufenpir-etilo	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Novaluron	Milho doce forragem	16,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com	0,05	Legal Intitute	Information

		casca removida		
		Milho, doce, palha	50,00	Legal Intitute Information
	Spiromesifen	Milho, campo, forragem	5,00	Legal Intitute Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute Information
		Milho, campo, palha	8,00	Legal Intitute Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute Information
		Milho, pipoca, assadeira	4,00	Legal Intitute Information
		Milho doce forragem	17,00	Legal Intitute Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,02	Legal Intitute Information
		Milho, doce, palha	12,00	Legal Intitute Information

	Fluoxastrobina	Milho, campo, forragem	3,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	4,50	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	13,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	10,00	Legal Intitute	Information
	Aminopiralide	Milho, campo, forragem	0,30	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,20	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,20	Legal Intitute	Information
	Topramezone	Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Amicarbazona	Milho, campo, forragem	0,80	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	1,00	Legal Intitute	Information
	Metconazol	Milho, campo, forragem	3,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, palha	30,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	30,00	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	3,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	30,00	Legal Intitute	Information
	Protioconazol	Milho, caroço doce mais espiga com casca removida	0,04	Legal Intitute	Information
	Fluopicolide	Milho, campo, forragem	0,08	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,20	Legal Intitute	Information

	Clorantraniliprole	Milho, campo, grão	0,04	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, subprodutos moídos	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,04	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, caroço mais espigas com casca removida	0,02	Legal Intitute	Information
	Flutriafol	Milho, campo, forragem	5,00	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, óleo refinado	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	15,00	Legal Intitute	Information

		Milho doce forragem	9,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,03	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	8,00	Legal Intitute	Information
	Tembotriona	Milho, campo, forragem	0,60	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,45	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,35	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,35	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,60	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com	0,01	Legal Intitute	Information



		casca removida		
	Spinetoram	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,04	Legal Intitute Information
	Flubendiamida	Milho, campo, forragem	8,00	Legal Intitute Information
		Milho, campo, grão	0,03	Legal Intitute Information
		Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute Information
		Milho, pipoca, assadeira	15,00	Legal Intitute Information
		Milho doce forragem	9,00	Legal Intitute Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute Information

	Milho, doce, palha	25,00	Legal Intitute	Information
Spirotetramat	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	1,50	Legal Intitute	Information
Ciprossulfamida	Milho, campo, forragem	0,20	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,20	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,20	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,40	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,35	Legal Intitute	Information

Tiencarbazona-metilo	Milho, campo, forragem	0,04	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	40,00	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
Pentiopirade				

		Milho, campo, óleo refinado	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Piroxussulfona	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,015	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,015	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, forragem	0,09	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,15	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,15	Legal Intitute	Information

		Milho doce forragem	0,10	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,15	Legal Intitute	Information
	Fluopyram	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Fluxapiroxade	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Óleo de milho	0,03	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, grãos mais espigas com casca removida	0,15	Legal Intitute	Information
	Sulfoxaflor	Milho, campo, forragem	0,50	Legal Intitute	Information

		Milho, campo, grão	0,015	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,80	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,015	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,80	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,60	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,70	Legal Intitute	Information
	Picoxistrobina	Milho, campo, óleo refinado	0,07	Legal Intitute	Information
	Ciantraniliprole	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com	0,01	Legal Intitute	Information

	casca removida			
Flupiradifurona	Milho, campo, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,05	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, grãos mais espigas com casca removida	0,05	Legal Intitute	Information
Biciclopirona	Milho, campo, forragem	0,30	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	0,40	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	0,40	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	0,40	Legal Intitute	Information

Benzovindiflupyr	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,03	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,70	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	3,00	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	15,00	Legal Intitute	Information
	Milho doce forragem	4,00	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	5,00	Legal Intitute	Information



	Teflubenzuron	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, óleo refinado	0,02	Legal Intitute	Information
	Tioxazafen	Milho, campo, forragem	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Tolpiralato	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information

Pydiflumetofen	Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, farinha	0,02	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, forragem	6,00	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, grão	0,015	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, subprodutos moídos	0,06	Legal Intitute	Information
	Milho, campo, palha	15,00	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, forragem	6,00	Legal Intitute	Information
	Milho, pop, grão	0,015	Legal Intitute	Information
	Milho, pipoca, assadeira	10,00	Legal Intitute	Information

		Milho doce forragem	5,00	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	9,00	Legal Intitute	Information
	Mefentrifluconazol	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, subprodutos moídos	0,03	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,03	Legal Intitute	Information
	Petroxamida	Milho, campo, forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,01	Legal Intitute	Information

		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, caroço mais sabugo com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,01	Legal Intitute	Information
	Inpyrfluxam	Milho, campo, forragem	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,02	Legal Intitute	Information

		Milho, doce, kernel mais espiga com casca removida	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho doce forragem	0,02	Legal Intitute	Information
		Milho, doce, palha	0,02	Legal Intitute	Information
	Tiafenacil	Milho, campo, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, pop, grão	0,01	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, forragem	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, campo, palha	0,05	Legal Intitute	Information
		Milho, pipoca, assadeira	0,05	Legal Intitute	Information
	Broflanilida	Milho, campo, subprodutos moídos	0,02	Legal Intitute	Information



### ANEXO III

Tabela contendo informação sobre as micotoxinas encontradas no milho relacionando com os limites máximos estabelecidos por cada órgão regulador

Metais Pesados	Alimento		LMT (mg/kg)	Fonte
Brasil	Arsênio	Milho	0,1	RDC 42
		Cereais e produtos à base de cereais e seus derivados e óleo	0,3	RDC 42
	Chumbo	Milho	0,1	RDC 42
		Cereais e produtos à base de cereais e seus produtos derivados e óleo	0,2	RDC 42
	Cádmio	Milho	0,05	RDC 42
		Cereais e produtos à base de cereais e seus produtos derivados e óleo	0,1	RDC 42
	Estanho	Alimentos enlatados, exceto bebidas	250	RDC 42
	Europa	Chumbo	Cereais, legumes e leguminosas	0,2

<b>Estados Unidos da América</b>	Cádmio	Cereais	0,1	Jornal da União Europeia, 2006
	Estanho	Alimentos para bebês e alimentos à base de cereais transformada em lata destinados a lactantes e crianças jovens, com exceção de produtos desidratados e em pó	50	Jornal da União Europeia, 2006
	Arsênio	Óleo vegetal bruto e comestível de milho	0,1	Codex Alimentarius 193-1995
	Chumbo	Milho doce enlatado	1	Codex Alimentarius 193-1995
		Grãos de cereais	0,2	Codex Alimentarius 193-1995
		Óleo vegetal brutos e comestíveis de milho	0,01	Codex Alimentarius 193-1995
	Cádmio	Grãos de cereais	0,1	Codex Alimentarius 193-1995
	Estanho	Milho doce enlatado	250	Codex Alimentarius 193-1995



