



***Alternaria* spp. EM ALIMENTOS: MICOTOXINAS, DANOS CELULARES E POSSÍVEIS RISCOS A SAÚDE**



***Alternaria* spp. IN FOODS: MYCOTOXINS, CELLULAR DAMAGE AND POSSIBLE HEALTH RISK**

ANDRADE JÚNIOR, Francisco Patricio de^{1*}; ALVES, Thiago Willame Barbosa¹; LIRA, Maria Helena Pereira de¹; MENEZES, Maria Emília da Silva; LIMA, Igara Oliveira¹

¹Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Departamento de Farmácia, Olho D'água da Bica S/N, cep 58175-000, Cuité – PB, Brasil
(fone: +55 84 8135-4272)

* Autor correspondente
e-mail: juniorfarmacia.ufcg@outlook.com

Received 14 November 2017; accepted 23 January 2018

RESUMO

O gênero *Alternaria* é composto por espécies fúngicas filamentosas, demáceas, saprófitas e patogênicas, podendo afetar homens, animais e plantas uma vez que produzem metabólitos tóxicos. O presente estudo teve como objetivo fazer um levantamento bibliográfico sobre os principais alimentos contaminados por *Alternaria* spp. assim como discutir sobre os possíveis perigos a saúde advindo de danos celulares causados por suas micotoxinas. Trata-se de uma revisão da literatura do tipo narrativa, realizada nas bases de dados Medline/Pubmed, Lilacs, Scielo e Science Direct, utilizando documentos publicados entre os anos de 2000 à 2017 que abordavam sobre a contaminação de alimentos por *Alternaria* spp. Uma grande diversidade de alimentos contaminados por espécies do gênero *Alternaria* foram encontrados na literatura, havendo maior destaque para cereais, frutas e hortaliças. Essa possível contaminação pode propiciar o desenvolvimento de micotoxinas que em sua grande maioria apresentam ação genotóxica, mutagênica, carcinogênica, citotóxica e teratogênica. Contudo, devido à grande variedade de alimentos contaminados vê-se a necessidade da adequação da legislação brasileira acerca de parâmetros que imponham limites a quantidade de micotoxinas produzidas por *Alternaria* spp. uma vez que a legislação nacional não engloba limites para todos os tipos de toxinas que este gênero é capaz de produzir.

Palavras-chave: *Microbiologia dos Alimentos, Micologia, Fungo Filamentoso, Gênero Alternaria, Saúde Pública.*

ABSTRACT

The genus *Alternaria* is composed of filamentous, dematiaceous, saprophytic and pathogenic fungal species, being responsible for great economic losses during the harvest and food storage. The present study aimed to do a bibliographical survey about the main foods contaminated by *Alternaria* spp. as well as discuss possible health risks arising from cell damage caused by mycotoxins. It is a literature narrative type review, carried out using Medline/Pubmed, Lilacs, Scielo and Science Direct databases, utilizing documents published between years 2000 and 2017 approaching food contamination by *Alternaria* spp. A wide diversity of foods contaminated by species of the genus *Alternaria* was found in literature, with a greater emphasis on cereals, fruits and vegetables. This possible contamination may favor the development of mycotoxins that in their great majority present genotoxic, mutagenic, carcinogenic, cytotoxic and teratogenic action. However, due to a large variety of contaminated foods, that is a necessity to adapt Brazilian legislation regarding parameters that impose limits on the amount of mycotoxins produced by *Alternaria* spp. since the national legislation does not encompass limits for all types of toxins that this genus is capable of producing.

Keywords: *Food Microbiology, Mycology, Filamentous Fungus, Alternaria Genus, Public Health.*

INTRODUÇÃO

O gênero *Alternaria* é composto por espécies fúngicas filamentosas, demáceas, saprófitas e patogênicas sendo responsáveis por grandes perdas econômicas durante as colheitas e armazenamento de alimentos. Ademais é sabido que este gênero pode afetar homens, animais e plantas uma vez que produzem metabólitos capazes de causar ação genotóxica, mutagênica, carcinogênica e citotóxica (MORENO *et al.*, 2012).

Contando com mais de 60 espécies, o gênero *Alternaria* é responsável pela contaminação principalmente de hortaliças e frutas, tendo a *Alternaria alternata* como principal espécie responsável (MORENO; LACARRA; SANTOS, 2008).

Ao entrar em contato com um determinado alimento, a partir de condições que sejam ideais para cada espécie fúngica, estes eucariontes podem ter a capacidade de se multiplicar e de produzir toxinas que possam contribuir para a instabilidade da saúde humana.

Muito se discute acerca dos problemas de saúde pública causados pelas micotoxinas, contudo a *Alternaria* é esquecida por ser considerado um gênero fúngico que produz algumas micotoxinas ainda emergentes (RYCHLIK *et al.*, 2016).

As micotoxinas tratam-se de um grupo de metabólitos secundários produzidos por fungos filamentos e que são quimicamente diversos em sua constituição química, podendo estar contidos no interior dos esporos, micélios, ou então serem liberados em alimentos (BORGES *et al.*, 2002).

Dentre as mais importantes micotoxinas que o gênero *Alternaria* é capaz de produzir, pode-se destacar: alternariol, alternariol metil éter, citrinina, ocratoxina A e patulina (DAMBROS, 2013; FREIRE *et al.*, 2007).

As micotoxinas podem causar intoxicações alimentares que podem ser nomeadas de micotoxicoses tendo sintomas bastante variáveis que vão desde náuseas e vômitos até a falta de coordenação dos movimentos (ataxia) e morte (BORGES *et al.*, 2002).

Deste modo, o presente estudo teve como objetivo fazer um levantamento bibliográfico sobre os principais alimentos

contaminados por *Alternaria* assim como discutir sobre os possíveis perigos a saúde advindo de danos celulares causados por suas micotoxinas.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Delineamento do Estudo

O presente estudo tratou-se de uma revisão bibliográfica do tipo narrativa. Houve a utilização de artigos, monografias, dissertações e teses publicadas em língua portuguesa e inglesa, utilizando-se os delimitadores e palavras-chaves: 1) *Alternaria* spp.; 2) Contaminação de Alimentos; 3) Micotoxinas; 4) Alternariol; 5) Alternariol metil éter; 6) Citrinina; 7) Ocratoxina A; 8) Patulina; 9) Food contamination; 10) Mycotoxins; 11) Alternariol methyl ether; 12) Citrinin; 13) Ochratoxin; 14) Patulin; utilizados isolados e associados em várias combinações.

2.2. Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos estudos que em seu conteúdo trouxessem informações relevantes acerca da contaminação de alimentos por fungos do gênero *Alternaria*, conceitos, micotoxinas, danos celulares *in vitro* e em modelos animais, assim como a toxicidade em seres humanos que as micotoxinas deste gênero podem produzir, de artigos publicados durante os anos de 2000 à 2017.

Estudos que não atenderam o tempo cronológico delimitado, realizados com outros gêneros fúngicos e que trouxessem informações sobre outras micotoxinas, foram excluídos.

2.3. Fontes de informação

Os artigos foram recuperados a partir das bases de dados: Lilacs (Centro América Latina e Caribe em Ciências da Saúde), Scielo (Scientific Electronic Library Online), *PubMed*, *ScienceDirect* e Bancos de Teses e Dissertações de Universidades Públicas. A última atualização ocorreu em 15/11/2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contaminação de um alimento não se dá devido um fator isolado, uma vez que, dependerá tanto das características inerentes ao alimento (fatores intrínsecos), assim como as

características externas do ambiente onde o alimento está inserido, como temperatura ambiental, umidade relativa e a composição gasosa (fatores extrínsecos).

Na Tabela 1 é possível observar que há uma diversidade considerável de alimentos contaminados por fungos do gênero *Alternaria*, o que trata-se de uma informação preocupante, uma vez que, o público que consome estes alimentos não se limita apenas a adultos, mas também a crianças e idosos que por não possuírem suas funções orgânicas totalmente plenas podem desenvolver quadros clínicos graves de intoxicação por meio da possível ingestão de micotoxinas.

As micotoxinas se caracterizam por serem metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos que podem contaminar alimentos e bebidas acarretando em perdas de produtos agrícolas, redução do valor nutricional de alimentos, causar patologias em animais, danos à saúde humana e ainda, comprometer as relações comerciais entre países (DAMBRÓS, 2013).

Como essas toxinas são estáveis, mesmo quando submetidas a altas temperaturas, podem difundir-se das partes podres para as partes saudáveis dos alimentos, havendo grande probabilidade de estarem presentes em alimentos processados (DAMBRÓS, 2013).

Borges *et al.*, (2002) destacam que a intoxicação por micotoxinas é chamada de micotoxicose. A micotoxicose pode causar ao organismo do animal e/ou do ser humano danos no crescimento, afetando funções do organismo e desenvolvendo tumores, podendo, inclusive, ser letal. Os órgãos mais frequentemente afetados são o fígado, os rins, o cérebro, os músculos e o sistema nervoso.

Deste modo, o controle dos níveis de fungos nos alimentos torna-se necessário não só devido à deterioração que os mesmos podem causar nos alimentos, mas principalmente pela produção de micotoxinas. Assim, considera-se de extrema importância a readequação de padrões legais com relação à avaliação da incidência de bolores e leveduras nos produtos alimentícios (BORGES *et al.*, 2002).

Fungos do gênero *Alternaria*, são capazes de produzir diversas micotoxinas, dentre elas é possível destacar: alternariol (AOH), alternariol metil éter (AME), citrinina (CIT), ocratoxina A (OTA) e patulina (PAT) (DAMBRÓS, 2013; FREIRE *et al.*, 2007).

Poucos estudos ainda são registrados na

literatura acerca das condições ideais sobre o crescimento deste gênero fúngico, sendo estes dados imprescindíveis para a possível determinação das condições necessárias para a produção de micotoxinas.

Contudo, algumas características próprias deste gênero já foram identificadas: para ótimo crescimento é necessário que a temperatura varie entre 22 a 28 °C, porém crescimentos já foram relatados a -3 °C; em relação ao pH, idealmente deve estar na faixa de 4 a 5,4 e para a atividade de água (aw), crescimentos foram registrados a partir de aw= 0,86, levando em consideração 25 °C (PATRIARCA; VAAMONDE; PINTO, 2014).

Estes dados, podem contribuir para nortear pesquisas, que tenham como foco centralizador as condições de armazenamento de alimentos, devendo-se sempre levar em consideração questões relacionadas a espécie fúngica e ao alimento na qual o fungo estará inserido (substrato).

A micotoxina AOH é a maior das micotoxinas deste gênero e é um membro do grupo dibenzo-alfa-pirona, se caracterizando por ser um contaminante produzido principalmente pela espécie *Alternaria alternata*, estando associado a frutas, cereais e vegetais, inclusive em baixas temperaturas, sendo considerado um metabólico secundário fúngico perigoso já que acredita-se que possa estar associado ao câncer de esôfago (BRUGGER *et al.*, 2006; FERNANDEZ-BLANCO *et al.*, 2016).

Testes *in vitro*, indicam que o AOH é mutagênico e possui também potencial cancerígeno (SCOTT *et al.*, 2012). Além disso, observou-se que o AOH induziu o bloqueio do ciclo celular, apoptose e/ou necrose, indicando possível potencial de ser perigoso a curto e longo prazo em seres humanos, merecendo uma atenção especial (FERNANDEZ-BLANCO *et al.*, 2016).

Esta micotoxina ainda pode interferir no sistema endócrino de diversas maneiras, tais quais: inferindo na sinalização de receptores, alterando a produção de hormônios esteroides e na expressão de algumas enzimas esteroidogênicas (FERNANDEZ-BLANCO *et al.*, 2016).

Contudo, em relação ao consumo de alimentos contendo essa micotoxina, o limiar de preocupação toxicológica é de 2,5 ng/kg de peso corporal/dia para o alternariol (LOPEZ *et al.*, 2016).

Quimicamente o AME se trata de um análogo do dibenzo-alfa-pirona (LOU *et al.*,

2016). Estudos demonstram que o AOH e AME podem eventualmente afetar a reprodução, interferindo no desenvolvimento folicular em suínos e possivelmente outras espécies de mamíferos. Deste modo, a alimentação deve ser cuidadosamente controlada para o conteúdo que possam conter toxinas de *Alternaria* (TIEMANN *et al.*, 2009).

Observou-se que quando comparado a outros compostos produzidos pela *Alternaria*, tanto AOH como AME apresentam taxas superiores de quebra de ligações de cadeias de DNA, sendo AOH considerada a toxina mais potente, havendo portanto potencial carcinogênico (FEHR *et al.*, 2009).

A PAT, por sua vez, trata-se de uma micotoxina tóxica para diversos sistemas biológicos dentre eles as bactérias, células de mamíferos, plantas superiores e animais (BIANCHINI; BULLERMAN, 2014).

Esta toxina é preocupante para a saúde pública, devida sua potencialidade como agente promotor do câncer e por ser encontrado principalmente em sucos comerciais de maçã e pera (BIANCHINI; BULLERMAN, 2014).

Quimicamente possui em sua estrutura a presença de lactona, sendo produzidas não somente por espécies do gênero *Alternaria*, mas como também dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, sendo comumente associada ao apodrecimento e contaminação de maçãs e derivados (BIANCHINI; BULLERMAN, 2014)

Mesmo não sendo elucidado o papel da PAT no desenvolvimento de doenças humanas, tem-se descrito que são toxinas carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, induzindo ainda a feridas intestinais por meio da degradação de células epiteliais, podendo ocasionar em processos inflamatórios, ulcerações e possíveis hemorragias (BIANCHINI; BULLERMAN, 2014).

Efeitos negativos da PAT podem ser observados em estudos utilizando modelos animais. Em intestino de porcos, foi notado que a presença desta toxina causa a diminuição das células calciformes intestinais e aumento da apoptose celular (MAIDANA *et al.*, 2016). Em camundongos, ao realizarem estudos acerca do efeito da PAT, no fígado e medula óssea, foi observado lesões hepáticas, aumento de micronúcleo (indicando exposição a substâncias carcinogênicas) e aberrações cromossômicas presentes em células da medula óssea, indicando capacidade hepatotóxica e genotóxica (SONG *et al.*, 2014).

Contudo, estudos *in vitro* também são realizados para aferir a citotoxicidade desta

micotoxina. Ao observar a ação da PAT em uma monocamada de células epiteliais e células imunes, notou-se a redução da viabilidade e integridade celular, havendo forte inibição acentuada na proliferação de linfócitos T demonstrando que as células da mucosa intestinal e imunológicas podem ser tidas como possíveis alvos para esta micotoxina (ASSUNÇÃO *et al.*, 2016).

Uma característica importante é que esta toxina parece ser instável em alguns alimentos que possuem sulfidril em sua composição, uma vez que, ao reagir com esta substância a PAT torna-se não tóxica. Este processo pode ocorrer em grãos, carnes cruas e queijo (BIANCHINI; BULLERMAN, 2014).

Outra micotoxina encontrada em fungos do gênero *Alternaria* é a OTA que trata-se de uma micotoxina nefrotóxica, hepatotóxica, genotóxica, teratogênica, imunossupressora e carcinogênica, sendo possível causadora de cânceres no trato urinário e responsável pelo desenvolvimento de cânceres em animais de laboratório e suínos (IAMANAKA; OLIVEIRA; TANIWAKI, 2010; PFOHL-LESZKOWICZ e MANDERVILLE, 2007).

Quimicamente pode ser caracterizada por possuir uma estrutura molecular que consiste basicamente de uma β -fenilalanina ligada a uma isocumarina, por meio de uma ligação amida (BOZZA, 2010), se apresentando como uma molécula bastante instável, sendo capaz de resistir as etapas de processamento de alimentos (MURILLO-ARBIZU *et al.*, 2010).

A exposição da OTA em modelos animais indica que há a indução do desenvolvimento anormal do embrião, sendo confirmado por danos no DNA de células advindas do cordão umbilical de cães (RUTIGLIANO *et al.*, 2015).

Além disso, a OTA demonstrou ser teratogênica em diversos modelos animais, resultando em defeitos congênitos no feto dos mesmos, tendo ainda a capacidade de atravessar a barreira placentária e alterar a qualidade do esperma, sendo, portanto, necessária evitar a sua presença principalmente para mulheres grávidas (MALIR *et al.*, 2013).

Ao induzir o contato dessa toxina em ratas grávidas Wistar foi observado que os fetos foram seriamente afetados apresentando hidrocefalia interna, microftalmia, aumento da pelve renal e defeitos na formação de diversos ossos, como das vértebras, crânios e costelas (PATIL; DWIVEDI; SHARMA, 2006).

A micotoxina CIT, por sua vez, pode ser citotóxica e genotóxica para animais e seres

humanos, tendo uma dose letal variando de 10 a 100 mg/kg em camundongos, podendo estar presente em diversos grãos, principalmente o arroz (SCOARIZE; FLACIONI, 2013; ANNINOU *et al.*, 2014).

Em células embrionárias de ratos, CIT causa a produção de espécies livres de oxigênio reativo, causando a perda do potencial de membrana mitocondrial, liberação de citocromo C e ativação de capases 3 e 9, permitindo assim a apoptose celular (CHAN; 2007; CHAN, 2008).

Em ratas grávidas, foi observado que o consumo de CIT causou mortalidade fetal e más formações esqueléticas e viscerais em seus fetos (SINGH *et al.*, 2007), devendo-se, portanto, impedir o consumo de alimentos contendo esta micotoxina por grávidas, já que em seres humanos sua ação ainda não é bem elucidada.

Dentre as micotoxinas que a *Alternaria* pode produzir, a legislação brasileira apresenta limites de ingestão para alguns alimentos somente referentes aos metabólitos OTA e PAT (BRASIL, 2011), enquanto que AOH, AME e CIT, mesmo sendo consideradas citotóxicas ainda não estão presentes na legislação brasileira.

A ausência de AOH, AME e CIT na legislação vigente, pode ser justificada por serem consideradas micotoxinas emergentes e, portanto, não tem características tão bem elucidadas como a OTA e PAT, uma vez que estas são produzidas também por outros gêneros fúngicos responsáveis por mais casos de intoxicação.

Contudo, é necessário que o Brasil comece a se adequar as estas toxinas emergentes, uma vez que, pode tornar-se um futuro problema de saúde pública, sendo ainda imprescindível o desenvolvimento de metodologias analíticas que possam detectar com maior precisão a presença desse tipo de micotoxinas em alimentos.

CONCLUSÕES

O gênero *Alternaria* produz micotoxinas extremamente tóxicas, devendo-se portanto haver maiores pesquisas acerca das características de crescimento destes fungos nos mais diversos alimentos, objetivando impedir o desenvolvimento de micotoxinas e conseqüentemente impedir o surgimento de micotoxicoses.

Devido à grande variedade de alimentos contaminados vê-se a necessidade da

adequação da legislação brasileira acerca de parâmetros que imponham limites a quantidade de micotoxinas produzidas por *Alternaria* spp. uma vez que a legislação nacional vigente não engloba limites para todos os tipos de toxinas que este gênero é capaz de produzir, podendo fazer com que estas tornem-se um futuro problema de saúde pública.

REFERÊNCIAS

1. Aguiar, R. H., Fantinatti, J. B., Groth, D., Usberti, R. *Revista Brasileira de Semente*, **2001**, *23*, 139
2. Almeida, I., Torrado, E., Marques, M. F., Martins, H. M. *Rev Portuguesa de Zootecnia*, **2007**, *1*, 51.
3. Anninou, K., Chatzaki, E., Papachristou, F., Pitiakoudis, M., Simopoulos, C. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **2014**, *11*, 1872.
4. Assunção, R., Alvito, P., Kleiveland, C. R., Lea, T. E. *Toxicology Letters*, **2016**, *250-251*, 56.
5. Atayde, D. D. **Sistemas de rotação de culturas e infecção de grãos de milho por *Fusarium verticillioides* em regiões produtoras no estado de São Paulo.** Tese (Doutorado em Microbiologia) - Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, 2013.
6. Baquião, A. C. **Fungos e micotoxinas em castanhas-do-Brasil, da colheita ao armazenamento.** Tese (Doutorado em Microbiologia) - Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, 2012.
7. Bianchini, A., Bullerman, L. B. *Encyclopedia of Food Microbiology*, **2014**, *2*, 861.
8. Borges, L. R., Pimentel, I. C., Beux, M. R., Talamini, A. *CEPPA*, **2002**, *20*, 110.
9. Bozza, A. **Detecção e quantificação de ocratoxina A produzida por espécies de *Aspergillus* isolados de grãos de café.** Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, PR, 2010.
10. Brasil. Resolução de Diretoria Colegiada nº 07, de 18 de fevereiro de 2011. Limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 fev. 2011, Seção 1, n. 37,

- p. 72.
11. Brugger, E. M., Wagner, J., Schumacher, D. M., Koch, K., Podlech, J., Manfred, M., Lehmann, L. *Toxicology Letters*, **2006**, *164*, 230.
 12. Calvet, R. M., Pereira, M. M. G., Costa, A. P. R., Fialho, C. J., Muratori, M. C. S. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, **2012**, *71*, 644.
 13. Chan, W. H. *Internatinal Union of Biochemistry and Molecular Biology Life*, **2008**, *60*, 179.
 14. Chan, W. H. *The Biochemical Journal*, **2007**, *404*, 326.
 15. Costa, L. L. F., Scussel, V. M. *Brazilian Journal of Microbiology*, **2002**, *33*, 144.
 16. Dambrós, F. P. **Desenvolvimento e validação de metodologia analítica para a determinação de micotoxinas em vinhos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS, 2013.
 17. Domijan, A. M., Peraica, M., Ziender, V., Cvjetkovic, B., Jurlevic, Z., Topolovec-Pintaric, S., Ivic, D. *Food and Chemical Toxicology*, **2005**, *43*, 432.
 18. Farias, C. R. J., Afonso, A. P. S., Brancão, M. F., Pierobom, C. R. *Revista Brasileira de Agrociência*, **2007**, *13*, 490.
 19. Fehr, M., Pahike, G., Fritz, J., Christensen, M. O., Boege, F., Altemöller, M., Podlech, J., Marko, D. *Molecular Nutrition & Food Research*, **2009**, *53*, 451.
 20. Fernández-Blanco, C., Juan-García, A., Juan, C., Font, G., Ruiz, M. J. A. *Food and Chemical Toxicology*, **2016**, *88*, 39.
 21. Fontenele, L. M. S., Azevedo, M. L. X., Cardoso Filho, F. C., Muratori, M. C. S., Sá, L. R. S., Pereira, M. M. G. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, **2015**, *74*, 425.
 22. Freire, F. C. ., Vieira, I. G. P., Guedes, M. I. F., Mendes, F. N. P. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**, 1ª. Edição. Fortaleza: Embrapa, 2007.
 23. Freitas-Silva, O., Soares, A. G., Roza, J. H. I., Silva, A. F. *Embrapa Agroindústria de Alimentos*, **2000**, *6*.
 24. Frizell, C., Ndossi, D., Kalayou, S., Eriksen, G. S., Verhaegen, S., Sorlie, M., Elliott, C. T., Ropstad, E., Connolly, L. *Toxicology and Applied Pharmacology*, **2013**, *271*, 71.
 25. Gayathri, L., Dhivya, R., Dhanasekaran, D., Periasamy, V. S., Alshatwi, A. A., Akbarsha, M. A. *Food and Chemical Toxicology*, **2015**, *83*, 163.
 26. Halateno, W. S. **Contaminação fúngica de sementes de linhaça comercializadas no município de Campo Mourão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, PR, 2016.
 27. Hasan, H. A. H. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, **2000**, *16*, 612.
 28. Iamanaka, B. T., Oliveira, I. S., Taniwaki, M. H. *Anais da academia pernambucana de ciência agrônoma*, **2010**, *7*, 161.
 29. Lang, R. M. **Ocorrência de fungos toxigênicos e micotoxinas em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil. Var. *paraguariensis*) comercializada em Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, SC, 2005.
 30. Leal, M. A. A. *Horticultura Brasileira*, **2001**, *19*, 5.
 31. Lemos, J. A., Costa, M., Lemos, A. A., Silva, M. R. R. *Revista de Patologia Tropical*, **2001**, *30*, 36.
 32. López, P., Venema, D., Mol, H., Spanjer, M., Stoppelaar, J., Pfeifer, E., Nijs, M. *Food Control*, **2016**, *69*, 159.
 33. Lou, J., Yu, R., Wang, X., Mao, Z., Fu, I., Liu, Y.; Zhou, L. *Brazilian Journal of Microbiology*, **2016**, *47*, 101.
 34. Maidana, L., Gerez, J. R., Khoury, R. E., Pinho, F., Puel, P., Oswald, p., Bracarense, A. P. F. R. L. *Food and Chemical Toxicology*, **2016**, *98*, 194.
 35. Malir, F., Ostry, V., Ffohl-Leszkwicz, A., Novotna, E. *Birth Defects Research*, **2013**, *98*, 502.
 36. Moreno, M. A. P., Alonso, I. G., Santos, R. M., Lacarra, T. G. *Nutrición Hospitalaria*, **2012**, *27*, 1781.
 37. Moreno, M. A. P., Lacarra, T. G., Santos, R. M. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, **2008**, *2*, 113.
 38. Mostafa, A. T.; Kazem, S. S. *Annals of Biological Research*, **2011**, *2*, 688.
 39. Murillo-Arbizu, M. T., Susana, A., Gonzalez-Peñas, E., Cerain, A. L. *Toxins*, **2010**, *2*, 1064.
 40. Nóbrega, F. V. A., Suassuna, N. D. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, **2004**, *4*.

41. Nunes, E. O. **População de fungos filamentosos e sua relação com micotoxinas presentes na uva e no vinho de Santa Catarina.** Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, SC, 2008.
42. Nunes, L. P. S., Cardoso Filho, F. C., Costa, A. P. R., Muratori, M. C. S. *Acta Veterinaria Brasílica*, **2015**, *9*, 204.
43. Oliveira, A. P., Arruda, G. L., Pedro, F. G. G., Oliveira, J. C., Hahn, R., Takahara, D. *Brazilian Journal of Food Research*, **2016**, *7*, 160.
44. Oliveira, T. R. **Caracterização físico-química, fúngica e micotoxológica de milho crioulo cultivado na região dos Campos Gerais do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa, PR, 2009.
45. Patil, R. D., Dwivedi, P., Sharma, A. K. *Reproductive Toxicology*, **2006**, *22*, 687.
46. Patriarca, A., Vaamonde, G., Pinto, V. F. *Encyclopedia of Food Microbiology*, **2014**, *1*, 44.
47. Pereira, J. R., Tamanini, R., Rios, E. A., Oliveira, V. H. S., Yamamura, A. A. M., Beloti, V. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 2013, *68*, 31.
48. Pfohl-Leskowicz, A., Manderville, R. A. *Molecular Nutrition & Food Research*, **2007**, *51*, 99.
49. Piacentini, K. C. **Fungos e micotoxinas em grãos de cevada (*Hordeum vulgare* L.) cervejeira, descontaminação pelo gás ozônio e segurança de cervejas artesanais.** Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, SC, 2015.
50. Riogé, M. B., Aranguren, S. M., Riccio, M. B., Pereyra, S., Soraci, A. L., Tapia, M. O. *Revista Iberoamericana de Micología*, **2009**, *26*, 237.
51. Rutigliano, L., Valentini, L., Martino, N. A., Pizzi, F., Zanghi, A., Dell'aquila, M. E., Minervini, F. *Reproductive Toxicology*, **2015**, *57*, 129.
52. Rychlik, M., Lepper, H., Weidner, C., Asam, S. *Food Control*, **2016**, *68*, 185.
53. Santos, G. G. **Qualidade físico-química, microbiológica e ocorrência de micotoxinas de *Alternaria alternata* em derivados de tomate.** Tese (Doutorado em Nutrição Humana) - Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF, 2014.
54. Scoarize, M. M. R., Falcioni, R. *Arquivos de MUDI*, **2013**, *17*, 337.
55. Scott, P. M., Zhao, W., Feng, S., Lau, B. P. Y. *Mycotoxin Research*, **2012**, *28*, 266.
56. Shimshoni, J. A., Cuneah, O., Sulyok, M., Krska, R., Gaoln, N., Sharir, B., Shlosberg, A. *Food Additives & Contaminants*, **2013**, *30*, 1625.
57. Silva, J. V., Horta, M. F., Prince, P. M. A., Gonçalves, M. R., Oliveira, P. M. C. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, **2015**, *9*, 5.
58. Singh, N. D., Sharma, A. K., Dwivedi, P., Patil, R. D., Kumar, M. *Journal of Applied Toxicology*, **2007**, *27*, 151.
59. Song, E., Xia, X., Su, C., Dong, W., Xian, Y., Wang, W., Song, Y. *Food and Chemical Toxicology*, **2014**, *71*, 127.
60. Tiemann, U., Tomek, W., Schneider, F., Müller, M., Pöhland, r.; Vanselow, J. *Toxicology Letters*, **2009**, *186*, 145.
61. Tralamazza, S. M. **Diversidade fúngica, análise polifásica do gênero *Fusarium* e determinação de desoxinivalenol e zearalenona em grãos de trigo de diferentes regiões do Brasil.** Tese (Doutorado em Microbiologia) - Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, 2015.
62. Vecchia, A. D., Castilhos-Fortes, R. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **2007**, *27*, 327.
63. Zorzete, P. **Fungos, micotoxinas e fitoalexina em variedades de amendoim do plantio ao armazenamento.** Tese (Doutorado em Microbiologia) - Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, 2010.

Tabela 1. Alimentos passíveis a contaminação por espécies fúngicas do gênero *Alternaria*.

Alimentos Contaminados	Fonte
Alho	Fontenele <i>et al.</i> (2015).
Amendoim	Zorzete (2010).
Camarão	Calvet <i>et al.</i> (2012).
Castanha-do-Brasil	Baquião (2012).
Cebola	Leal (2001).
Erva-mate	Lang (2005).
Farinha de Mandioca	Lemos <i>et al.</i> , (2001).
Farinha de Trigo	Lemos <i>et al.</i> , (2001).
Feijão	Domijan <i>et al.</i> , (2005); Costa e Scussel (2002).
Figo Seco	Lopez <i>et al.</i> , (2016)
Granola	Vecchia e Castilhos-Fortes (2007).
Grãos de cevada	Piacentini (2015).
Leite	Pereira <i>et al.</i> , (2013).
Maçãs	Hasan (2000).
Mamão	Freitas-Silva <i>et al.</i> , (2000).
Mel	Silva <i>et al.</i> , (2015).
Milho	Atayde (2013); Oliveira (2009); Almeida <i>et al.</i> , (2007); Shimshoni <i>et al.</i> , (2013).
Orégano	Oliveira <i>et al.</i> , (2016).
Peixes	Nunes <i>et al.</i> , (2015).
Semente de Girassol	Aguiar <i>et al.</i> , (2001); Lopez <i>et al.</i> , (2016).
Semente de Linhaça	Halateno (2016).
Sementes de Arroz	Farias <i>et al.</i> (2007).
Tomate	Santos (2014); Lopez <i>et al.</i> , (2016).
Trigo	Riogé <i>et al.</i> , (2009); Tralamazza (2015); Shimshoni <i>et al.</i> , (2013).
Uva	Nunes (2008).

Fonte: Autores, 2017.