

SURVEY PEGASUS SCIENCE 2025

**Contaminação
micotoxicológica do
milho na América Latina**

Predições via NIRS



CONTAMINAÇÃO MICOTOXICOLÓGICA DO MILHO NA AMÉRICA LATINA - ANO 2025

O **milho** é um dos cereais mais cultivados no mundo e desempenha um papel crucial na nutrição animal devido ao seu alto valor nutricional. Entretanto, esse grão é vulnerável à contaminação por **fungos** capazes de produzir **micotoxinas** - substâncias tóxicas que podem ocorrer ao longo de toda a cadeia produtiva do milho, desde o campo até as etapas finais de processamento, podendo, assim, integrar a dieta dos animais. Os efeitos **tóxicos** e **imunossupressores** causados pelas micotoxinas são amplamente conhecidos, e a contaminação dos grãos por essas substâncias pode causar sérios impactos na saúde e na produtividade dos animais, resultando em **prejuízos econômicos** significativos. Dessa forma, o **monitoramento micotoxicológico** do milho é essencial para garantir uma **tomada de decisão eficaz**, o que se torna viável por meio do uso de **ferramentas ultrarrápidas** que fornecem resultados **immediatos e precisos**.

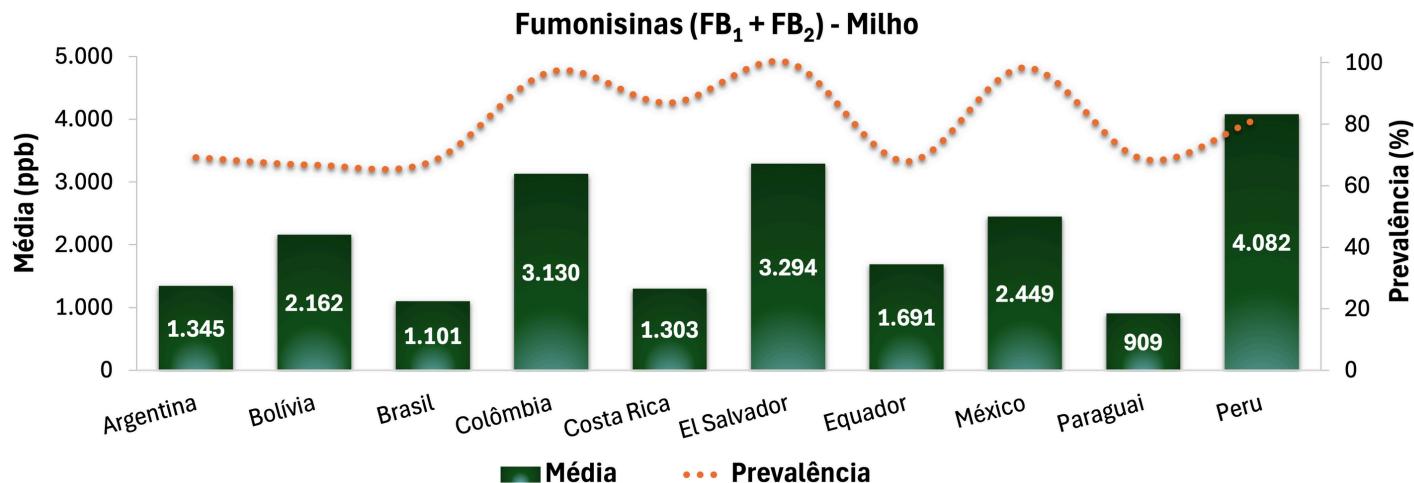
Neste contexto, a **espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS)** tem sido amplamente utilizada na indústria de produção animal para auxiliar no gerenciamento do **Risco Micotoxinas**. Neste relatório, a **Pegasus Science** apresenta os principais resultados das previsões de **contaminação micotoxicológica** no milho comercializado em **dez países** da **América Latina**, realizadas por meio da **tecnologia NIRS** ao longo de **2025**. No **Brasil**, também foi realizado um estudo comparativo entre as **cinco regiões** do país: **Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste**.

Metodologia

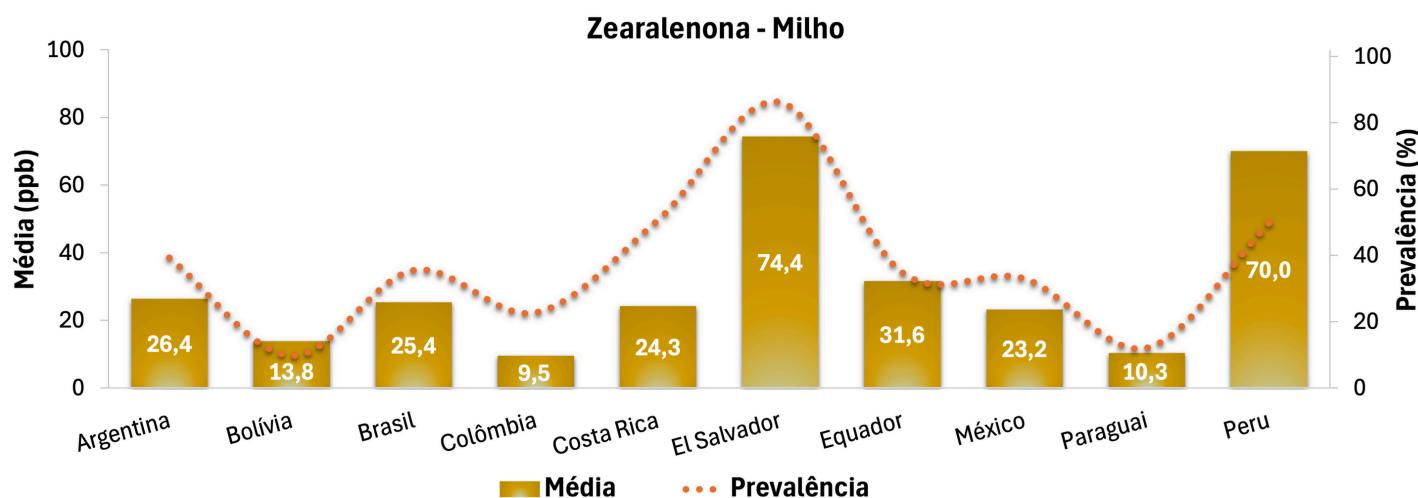
Ao longo do ano de **2025** foram preditos **22.645** espectros, cada um correspondente a uma amostra de milho. Os espectros foram enviados através da **Plataforma Olimpo**, um serviço web da **Pegasus Science** conectado a **50 diferentes equipamentos NIRS** localizados em diversos laboratórios e indústrias da **América Latina**. Os espectros foram obtidos de amostras de milho comercializado nos seguintes países: **Argentina (n=685)**, **Bolívia (n=52)**, **Brasil (n=20.463)**, **Colômbia (n=63)**, **Costa Rica (n=160)**, **El Salvador (n=150)**, **Equador (n=115)**, **México (n=180)**, **Paraguai (n=409)** e **Peru (n=368)**. Cada amostra foi previamente moída, homogeneizada e posteriormente lida no equipamento NIRS. Em seguida, foi realizado o upload do espectro na **Plataforma Olimpo**, onde as amostras foram preditas quanto à presença e concentração de **fumonisinas B₁ e B₂ (FBs)**, **aflatoxina B₁ (AFB₁)**, **deoxinivalenol (DON)** e **zearalenona (ZEA)**.

totalizando **105.255 análises**. Os limites de quantificação (LQ - em $\mu\text{g}/\text{kg}$ ou ppb) para FB_1 , FB_2 , AFB_1 , DON e ZEA foram 200, 200, 5, 250 e 30, respectivamente.

Resultados

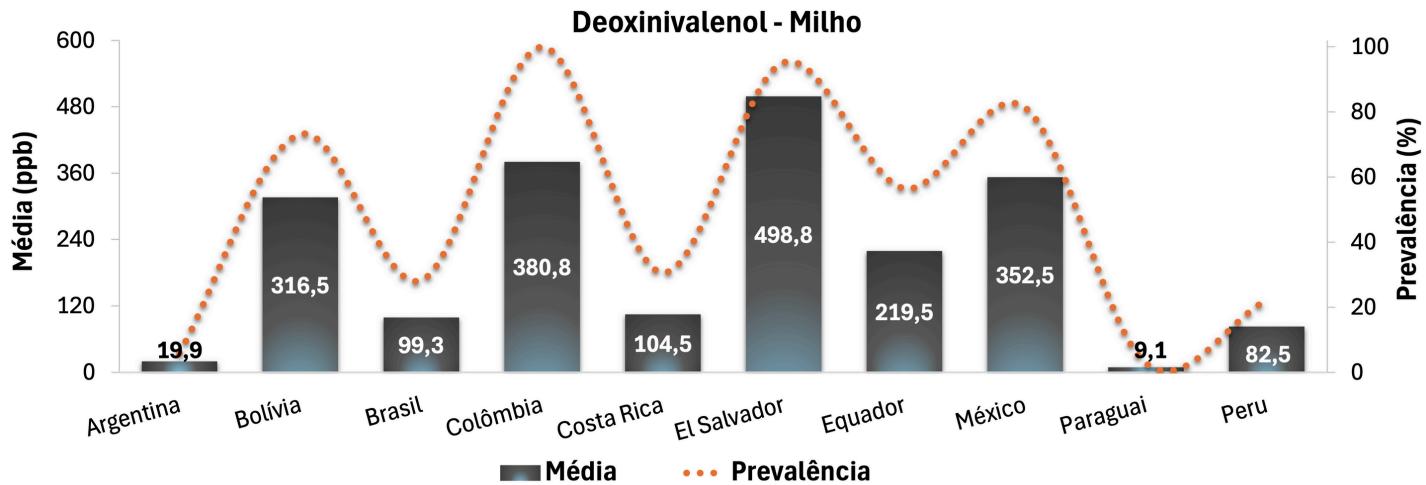


As **FBs** foram as micotoxinas **mais prevalentes** na América Latina, sendo detectadas em **68,9%** das amostras. A concentração de FBs nas amostras variou de <LQ até **13.223 ppb**. Sua média geral no ano de **2025** foi de **1.190 ppb** e a média das amostras positivas foi de **1.728 ppb**. O **Paraguai** apresentou a menor média de FBs (**909 ppb**), enquanto o **Peru** apresentou a maior média de contaminação (**4.082 ppb**), sendo a **diferença** entre os dois países **superior a 3.000 ppb**. Em geral, uma alta prevalência de FBs em amostras de milho é esperada na América Latina, já que o clima nos países desta região favorece o crescimento de fungos do gênero *Fusarium*, que produzem essa micotoxina. No entanto, foi observada uma redução na prevalência desta micotoxina em comparação com o **Survey Pegasus Science 2024**, onde as FBs ocorreram em **82%** das amostras de milho da América Latina.

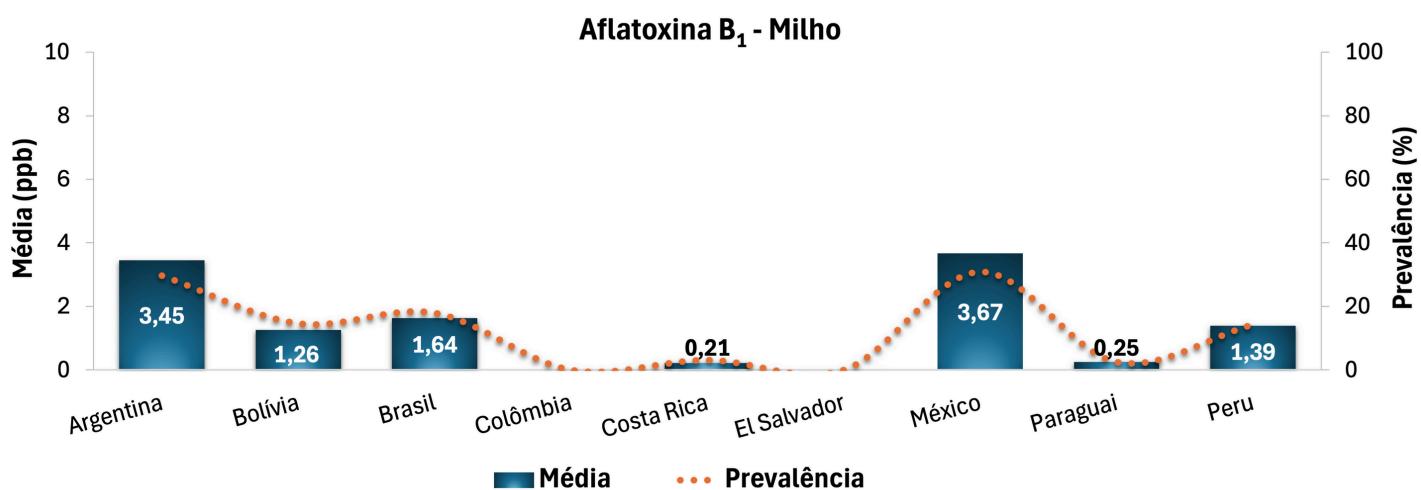


A segunda toxina mais prevalente foi a **ZEA**, sendo observada em **35,7%** das amostras preditas. A média geral e a média das amostras positivas foram de **26,1** e **73,1 ppb**, respectivamente. A

concentração de ZEA nas amostras variou de <LQ até 598 ppb. A **Colômbia** apresentou a menor média de ZEA (9,5 ppb). **El Salvador** e **Peru** obtiveram as maiores médias de contaminação (74,4 e 70,0 ppb, respectivamente). Historicamente, a prevalência e a média de contaminação por ZEA no milho eram baixas. Porém, nos últimos anos tem-se observado um aumento significativo nos níveis de contaminação e na prevalência dessa micotoxina na América Latina.



DON foi detectada em 28,3% das amostras, sendo a terceira micotoxina mais prevalente neste estudo. A prevalência desta micotoxina também foi inferior ao **Survey Pegasus Science 2024**, onde foi detectada em 40% das amostras. A variação de DON nas amostras foi de <LQ até 974 ppb. Sua média geral foi de 101,7 ppb e a média das amostras positivas foi de 358,8 ppb. **Argentina** e **Paraguai** apresentaram as menores médias de DON (19,9 e 9,1 ppb, respectivamente), enquanto **El Salvador** e **Colômbia** obtiveram as maiores médias (498,8 e 380,8 ppb, respectivamente). Assim como a ZEA, essa micotoxina apresentava baixa prevalência no milho, porém, nos últimos anos tem-se observado um aumento na sua positividade e níveis de contaminação.



A média geral de **AFB₁** e a média das amostras positivas foram de 1,63 e 9,26 ppb, respectivamente, sendo essa a micotoxina menos prevalente neste levantamento (17,7%). A concentração de AFB₁ nas amostras variou de <LQ até 42,8 ppb. Esta micotoxina não foi

detectada em nenhuma amostra da **Colômbia** e de **El Salvador**, enquanto **México** e **Argentina** obtiveram as maiores médias (**3,67** e **3,45 ppb**, respectivamente). Nos últimos anos essa micotoxina vem apresentando menores níveis de contaminação no milho, não sendo observadas altas prevalências e concentrações devido a um melhor controle dos processos que podem ocasionar a sua presença, especialmente o armazenamento dos grãos.

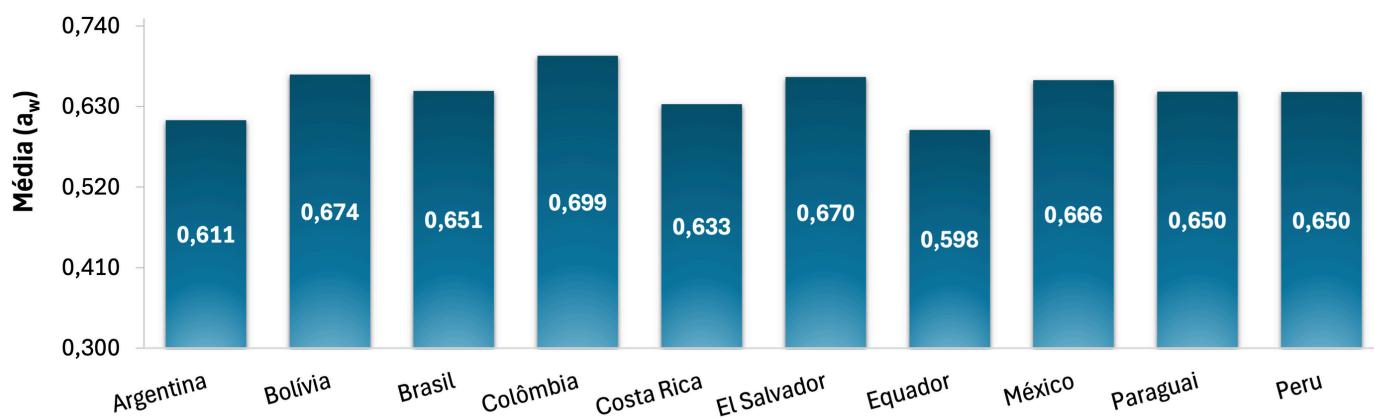
Co-ocorrência de micotoxinas no milho					
Co-ocorrências	Número de amostras	Co-ocorrência (%)	Média 1 ^a (ppb)	Média 2 ^a (ppb)	Média 3 ^a (ppb)
FBs + ZEA	19.738	23,1	1.896	73,7	-
FBs + DON	20.517	20,4	2.029	367,3	-
DON + ZEA	20.593	14,0	365,3	98,1	-
FBs + AFB ₁	19.650	13,6	1.781	9,11	-
FBs + DON + ZEA	19.458	8,8	2.007	377,4	96,2
ZEA + AFB ₁	19.284	8,5	76,7	8,80	-
DON + AFB ₁	20.118	7,9	379,7	9,50	-
FBs + DON + AFB ₁	19.430	6,3	1.899	376,8	9,98
FBs + ZEA + AFB ₁	18.594	6,3	1.768	72,0	8,94

^{1^a} Média das amostras positivas da primeira micotoxina, ^{2^a} Média das amostras positivas da segunda micotoxina, ^{3^a} Média das amostras positivas da terceira micotoxina

A contaminação dos grãos por diferentes micotoxinas simultaneamente ocorre em razão de um mesmo gênero de fungo ser capaz de produzir diversos tipos de micotoxinas, bem como da possibilidade de diferentes gêneros contaminarem os grãos de forma simultânea ou em distintas etapas da cadeia produtiva, afetando o milho desde o campo até o armazenamento. A **co-ocorrência** de micotoxinas em um mesmo produto pode resultar em efeitos **aditivos** ou **sinérgicos**. Dessa forma, esse fator deve ser **cuidadosamente considerado** na avaliação do risco associado às micotoxinas.

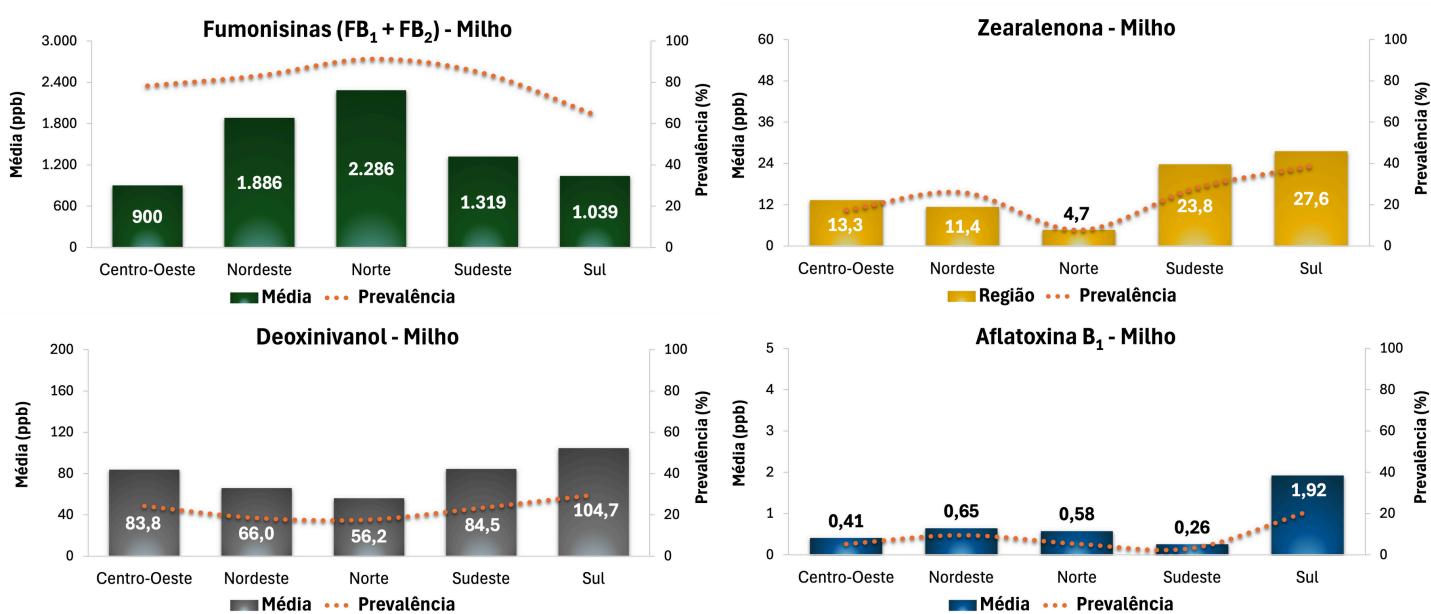
Em **2025**, a **co-ocorrência** mais expressiva ocorreu entre **FBs + ZEA**, sendo detectada em **23,1%** dos espectros analisados. A segunda e a terceira maior prevalência foram encontradas entre **FBs + DON** e **DON + ZEA**, em **20,4%** e **14,0%** das amostras, respectivamente. Também foi observada a co-ocorrência de micotoxinas produzidas por diferentes gêneros de fungos, como por exemplo **FBs + AFB₁**, que no ano de 2025 ocorreu em **13,6%** das amostras preditas, assim como a ocorrência simultânea de três micotoxinas, como **FBs + DON + ZEA**, observada em **8,8%** das amostras.

Atividade de água - Milho



Ao longo de **2025**, os resultados de **atividade de água (a_w)** nas amostras variaram entre **0,449** e **0,916** e a **média de a_w** encontrada no milho da América Latina foi de **0,650**. As médias dos países variaram entre **0,598 (Equador)** e **0,699 (Colômbia)**. Além disso, foi observado que **16,1%** das amostras preditas estavam **acima** do limite considerado seguro (**>0,69**). A a_w é uma informação importante quando se trata da estabilidade de qualquer alimento, e **valores acima** do limite de **0,69** indicam que há condição para que os fungos possam se **proliferar e produzir micotoxinas**. Dessa forma, o **monitoramento da a_w** no milho se torna **essencial** para o melhor **gerenciamento das micotoxinas** em fábricas de rações, especialmente durante o **armazenamento** dos grãos.

Resultados Brasil - Comparação entre as cinco regiões



Nos gráficos acima são apresentados os resultados de média e prevalência de micotoxinas nas **cinco regiões do Brasil** ao longo de **2025**. As **FBs** foram as micotoxinas **mais prevalentes** no país, sendo detectadas em **67,8%** das amostras. A média geral do ano foi de **1.101 ppb**, e a média das amostras positivas foi de **1.624 ppb**. A **região Centro-Oeste** apresentou a menor

média para FBs (900 ppb) enquanto a **região Norte** apresentou a maior média (2.286 ppb). Foi observado um **ligeiro aumento** na média de contaminação e na prevalência desta micotoxina no milho brasileiro em comparação com o **Survey Pegasus Science 2024**, onde as **FBs** apresentaram média de 873 ppb e prevalência de 62%.

A **ZEA** foi a segunda micotoxina mais prevalente no Brasil, sendo observada em 35,2% das amostras. A média geral e a média das amostras positivas foram de 25,2 e 71,6 ppb, respectivamente. A **região Norte** apresentou a menor média desta micotoxina (4,7 ppb) enquanto a **região Sul** apresentou a maior média (27,6 ppb). Com relação a **DON**, esta micotoxina ocorreu em 28,1% das amostras preditas no Brasil, com média geral de 99,0 ppb e média das amostras positivas de 352,2 ppb. A **região Sul** apresentou a maior média de contaminação (104,7 ppb), enquanto a **região Norte** apresentou a menor média (56,2 ppb). A **AFB₁** foi a micotoxina de menor prevalência no país (17,9%) ao longo de 2025. Sua média geral foi de 1,63 ppb, enquanto a média das amostras positivas foi de 9,12 ppb. A **região Sul** apresentou a maior média desta micotoxina (1,92 ppb), ao passo que a **região Sudeste** apresentou a menor média (0,26 ppb).

Através deste levantamento foram observadas diferenças importantes na contaminação micotoxicológica entre as diferentes regiões brasileiras ao longo de 2025, com a **região Norte** se destacando pela maior média de contaminação e prevalência de **FBs** e a **região Sul** por apresentar médias e prevalências mais elevadas de **AFB₁**, **ZEA** e **DON**.

Conclusões

Os achados de 2025 revelam uma tendência que vem se mantendo nos últimos anos, com a maior prevalência de **FBs** e aumento da prevalência e dos níveis de contaminação por **ZEA** e **DON**, além de uma prevalência moderada de **AFB₁**. Portanto, a utilização de tecnologias de diagnóstico **ágeis** e de **alta confiabilidade** torna-se um fator crucial na tomada de decisão, permitindo uma gestão mais **assertiva** e **econômica** para a agroindústria. Neste contexto, a utilização do **NIRS** para a predição de micotoxinas propicia resultados céleres, viabilizando a análise de um **número maior de amostras**, o que, por sua vez, garante maior **segurança** e **precisão** na utilização dos ingredientes.

Além da concentração média e da prevalência de cada micotoxina, outros fatores fundamentais devem ser considerados na avaliação do **Risco Micotoxinas**, como a **co-ocorrência** de diferentes micotoxinas, a sensibilidade específica de cada **espécie animal**, de acordo com a **fase de desenvolvimento** e o **sexo**, bem como os fatores ambientais, sanitários, genéticos e nutricionais aos quais os animais estão submetidos, que podem influenciar de forma significativa a magnitude do risco.

Quer saber mais sobre como avaliar todos esses fatores? Contate a equipe da **Pegasus Science** para ter acesso completo à **ferramenta ultrarrápida** de gestão do **Risco Micotoxinas**, disponível em tempo real na **Plataforma Olimpo**.



PEGASUS SCIENCE

Sistema inteligente e em tempo real
para o controle de micotoxinas

Entre em contato:

 +55 (55) 99641-3285
+55 (55) 99624-8358

 www.pegasusscience.com

 pegasus@pegasusscience.com

 [@pegasusscience](https://www.instagram.com/pegasusscience)

 [pegasus-science](https://www.linkedin.com/company/pegasus-science)