

# SURVEY PEGASUS SCIENCE 2024

## CONTAMINAÇÃO MICOTOXICOLÓGICA DO MILHO NA AMÉRICA LATINA

predições via NIRS



PEGASUS  
SCIENCE

# CONTAMINAÇÃO MICOTOXICOLÓGICA DO MILHO NA AMÉRICA LATINA - ANO 2024

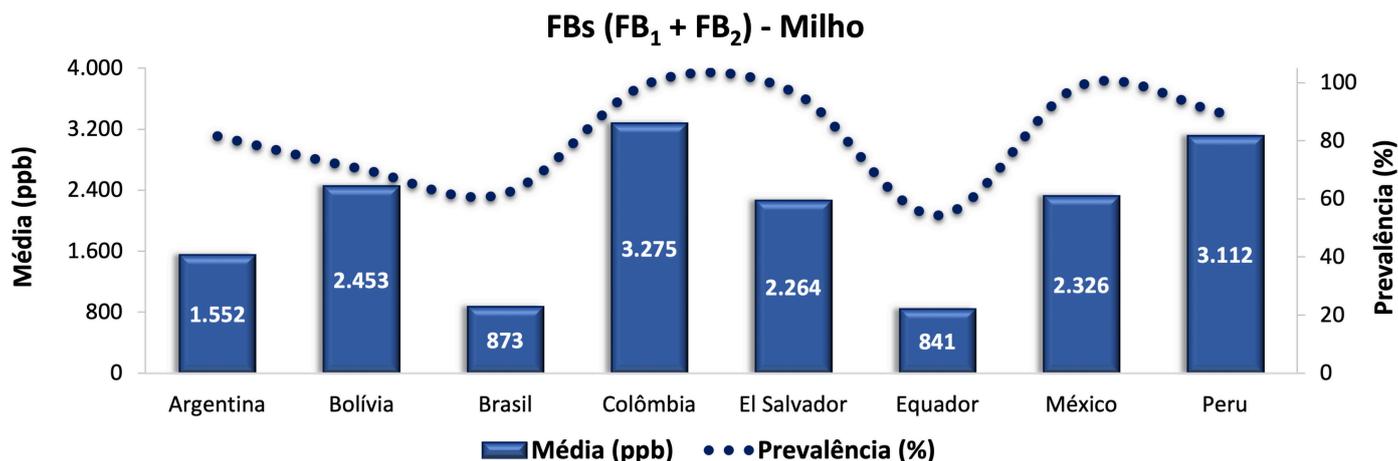
O **milho** é um dos cereais mais cultivados no mundo e desempenha um papel crucial na indústria de nutrição animal devido ao seu alto valor nutricional. No entanto, este cereal está susceptível ao ataque de fungos produtores de **micotoxinas**, substâncias que podem estar presentes nas várias etapas de produção do milho, desde o cultivo até a fase final de processamento, sendo consumidas na dieta dos animais. Os efeitos **tóxicos** e **imunossupressores** causados pelas micotoxinas são amplamente conhecidos, e a contaminação dos grãos por essas substâncias pode ter sérios impactos na saúde e na produtividade dos animais, resultando em **prejuízos econômicos**. Dessa forma, o **monitoramento micotoxicológico** do milho é essencial para garantir uma **tomada de decisão ágil e eficaz**, o que se torna viável por meio do uso de **ferramentas rápidas** que fornecem resultados **imediatos** e **precisos**.

Neste contexto, a tecnologia de reflectância no infravermelho próximo (**NIRS**) tem sido amplamente utilizada na indústria de nutrição animal para auxiliar no gerenciamento do **Risco Micotoxinas**. Neste relatório, a **Pegasus Science** apresenta os principais resultados de **contaminação micotoxicológica** no **milho** comercializado em países da **América Latina**, preditos através da tecnologia **NIRS** ao longo do ano de **2024**. No **Brasil**, também foi realizado um estudo comparativo entre as **cinco regiões** do país: **Sul**, **Sudeste**, **Centro-Oeste**, **Norte** e **Nordeste**.

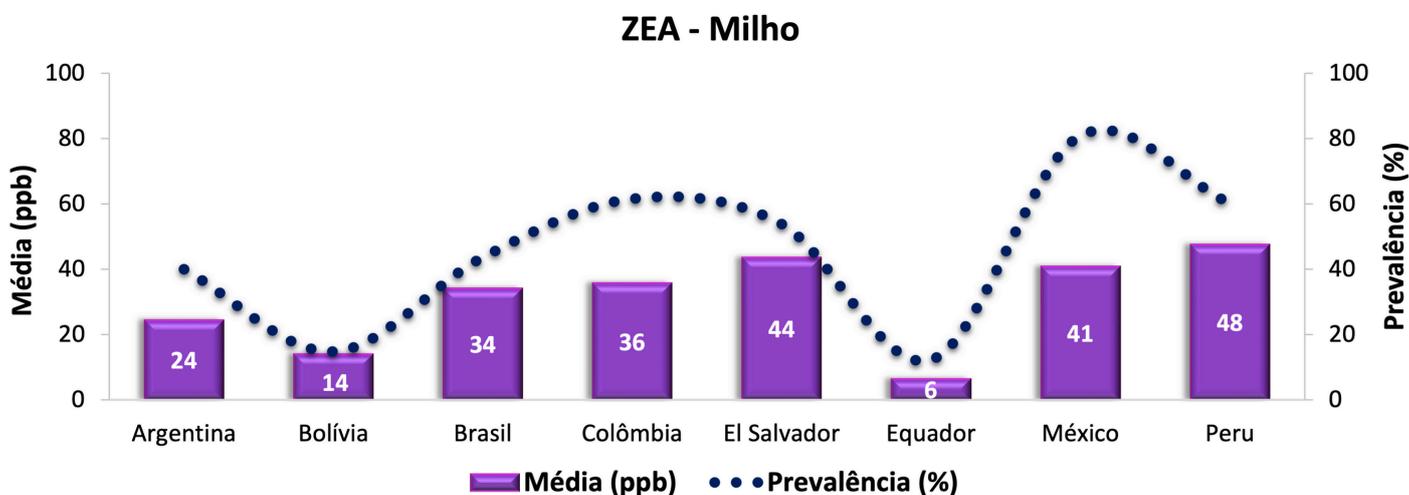
## Metodologia

Ao longo do ano de **2024** foram preditos **19.503** espectros de **milho** enviados através da **Plataforma Olimpo**, um serviço web da **Pegasus Science**, conectado a diferentes equipamentos **NIRS** localizados em diversos laboratórios e indústrias da **América Latina**. Os espectros foram derivados de amostras de milho comercializado nos seguintes países: **Argentina (n=628)**, **Bolívia (n=27)**, **Brasil (n=17.740)**, **Colômbia (n=47)**, **El Salvador (n=76)**, **Equador (n=59)**, **México (n=155)** e **Peru (n=325)**, totalizando **88.576 análises**. 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 **fumonisinias B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> (FBs)**, **aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>)**, **deoxinivalenol (DON)** e **zearalenona (ZEA)**. Os limites de quantificação (LOQ - em µg/kg ou ppb) para FB<sub>1</sub>, FB<sub>2</sub>, AFB<sub>1</sub>, DON e ZEA foram 200, 200, 5, 250 e 30, respectivamente.

## Resultados

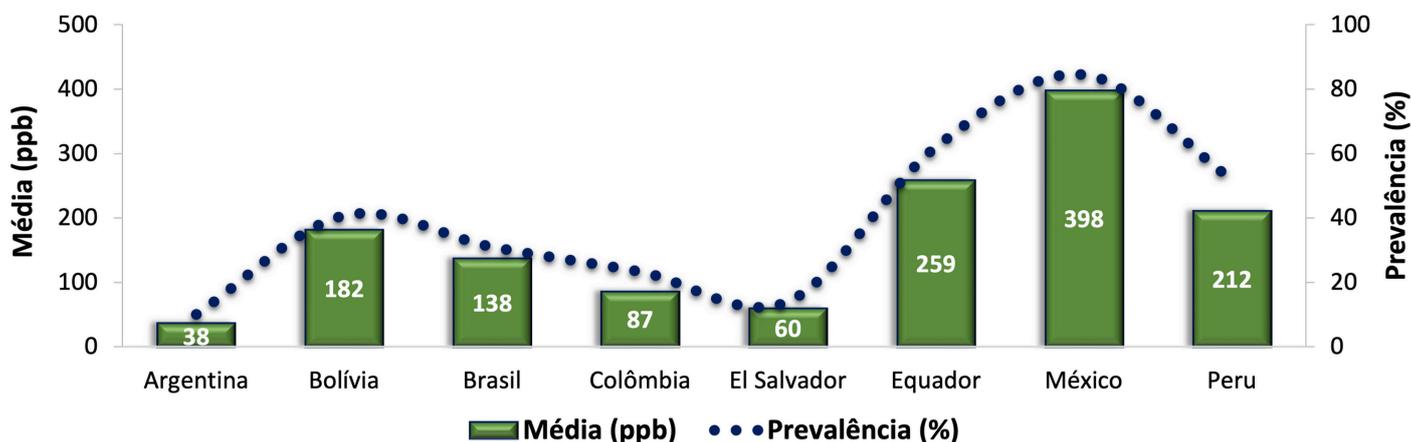


As **FBs** foram as micotoxinas **mais prevalentes** na América Latina, sendo detectadas em **82%** das amostras. A concentração de FBs nas amostras variou de **0** até **18.694 ppb**. Sua média geral no ano de **2024** foi de **2.087 ppb** e a média das amostras positivas foi de **2.472 ppb**. O **Equador** apresentou a menor média para FBs (**841 ppb**), enquanto a **Colômbia** apresentou a maior média (**3.275 ppb**). Em geral, uma alta frequência de contaminação 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.



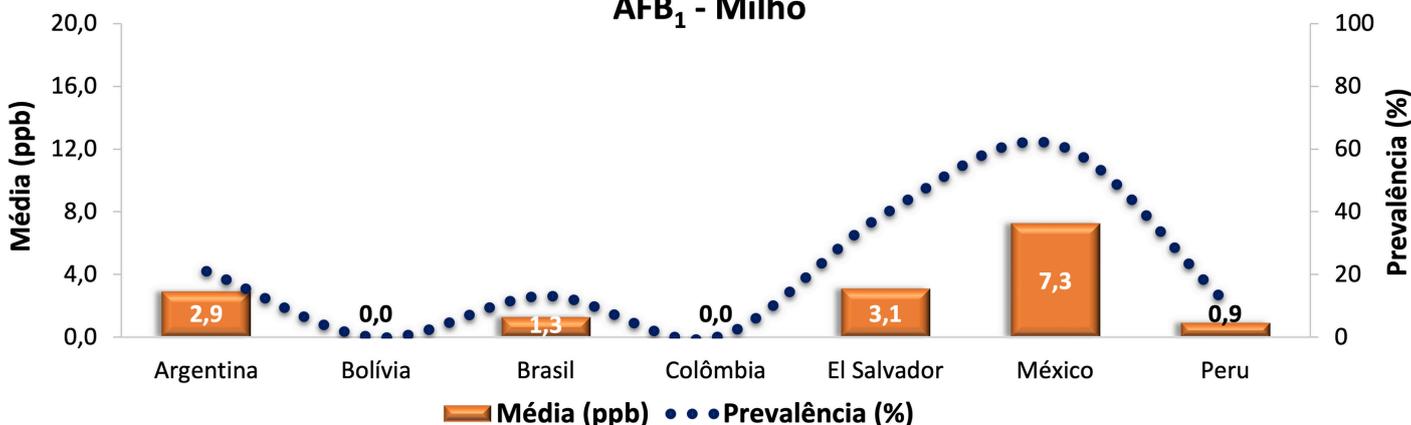
A segunda toxina mais prevalente foi a **ZEA**, sendo observada em **46%** das amostras preditas. A média geral e a média das amostras positivas foram de **31** e **70 ppb**, respectivamente. A concentração de ZEA nas amostras variou de **0** até **835 ppb**. **Equador** e **Bolívia** apresentaram as menores médias para ZEA (**6** e **14 ppb**, respectivamente). **El Salvador** e **Peru** obtiveram as maiores médias (**44** e **48 ppb**, respectivamente). Historicamente, a prevalência e média de contaminações por ZEA no milho eram baixas. Porém, nos últimos anos tem-se observado um aumento significativo nos níveis dessa micotoxina.

## DON - Milho



**DON** foi detectada em **40%** das amostras, sendo a terceira micotoxina mais prevalente neste estudo. A variação de **DON** nas amostras foi de **0** até **5.770 ppb**. Sua média geral foi de **172 ppb** e a média das amostras positivas foi de **420 ppb**. **Argentina** e **El Salvador** apresentaram as menores médias para **DON** (**38** e **60 ppb**, respectivamente), enquanto **Equador** e **México** obtiveram as maiores médias (**259** e **398 ppb**, respectivamente). Geralmente essa micotoxina é pouco prevalente no milho, porém, nos últimos anos tem-se observado um aumento na sua positividade e níveis de concentração.

## AFB<sub>1</sub> - Milho



A média geral de **AFB<sub>1</sub>** e a média das amostras positivas foram de **1,9** e **10 ppb**, respectivamente, sendo essa a micotoxina menos prevalente neste levantamento (**21%**). A concentração de **AFB<sub>1</sub>** nas amostras variou de **0** até **151 ppb**. **Bolívia** e **Colômbia** apresentaram as menores médias para **AFB<sub>1</sub>** (**0 ppb**) enquanto o **México** obteve a maior média (**7,3 ppb**). Nos últimos anos essa micotoxina vem apresentando menores níveis de contaminação, não sendo observadas altas prevalências e concentrações devido a um melhor controle dos processos que podem ocasionar a presença dessa toxina, especialmente o armazenamento dos grãos.

## Co-ocorrência de micotoxinas no milho

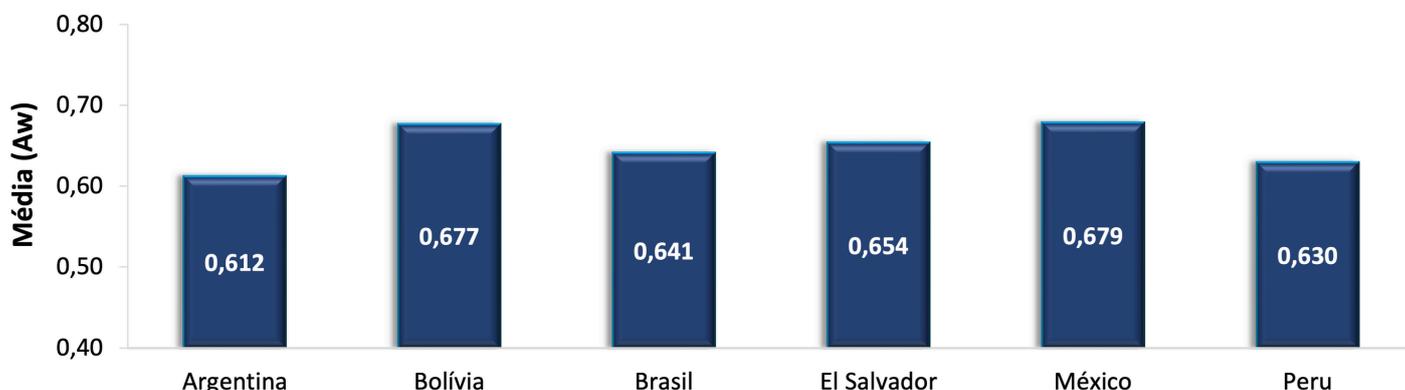
Associações	n	Co-ocorrência (%)	Média 1* (ppb)	Média 2* (ppb)	Média 3* (ppb)
FBs + ZEA	16.257	28	1.443	79	-
FBs + DON	17.053	23	1.583	459	-
FBs + DON + ZEA	15.776	14	1.408	479	110
AFB <sub>1</sub> + FBs	16.851	9,6	9,7	1.644	-
AFB <sub>1</sub> + DON	16.944	5,1	9,7	448	-
AFB <sub>1</sub> + FBs + ZEA	15.467	4,4	10	1.676	56
AFB <sub>1</sub> + FBs + DON	16.291	4,6	9,9	2.074	457
<b>Total de análises</b>	<b>114.639</b>				

\*Média das amostras positivas

Este estudo demonstrou uma maior frequência de interação entre toxinas produzidas por fungos do gênero **Fusarium**. Em **2024**, a associação mais expressiva ocorreu entre **FBs + ZEA**, sendo detectada em **28%** dos espectros analisados. A segunda e a terceira maior prevalência foram encontradas entre **FBs + DON** e **FBs + DON + ZEA**, perfazendo **23%** e **14%** das predições, respectivamente. Também podem haver associações de micotoxinas produzidas por diferentes gêneros de fungos, como por exemplo **FBs + AFB<sub>1</sub>**, que no ano de **2024** ocorreu em quase **10%** das amostras preditas.

A contaminação dos grãos por diversas micotoxinas está relacionada ao fato de que um único gênero de fungo pode produzir diferentes tipos de micotoxinas, afetando o milho desde o campo até o armazenamento em silos ou armazéns. A **co-ocorrência** dessas micotoxinas em um mesmo produto pode gerar **efeitos aditivos, sinérgicos** ou **antagônicos**, dependendo das toxinas envolvidas e dos impactos em cada espécie animal. Portanto, esse fator deve ser cuidadosamente considerado na avaliação do risco associado às micotoxinas.

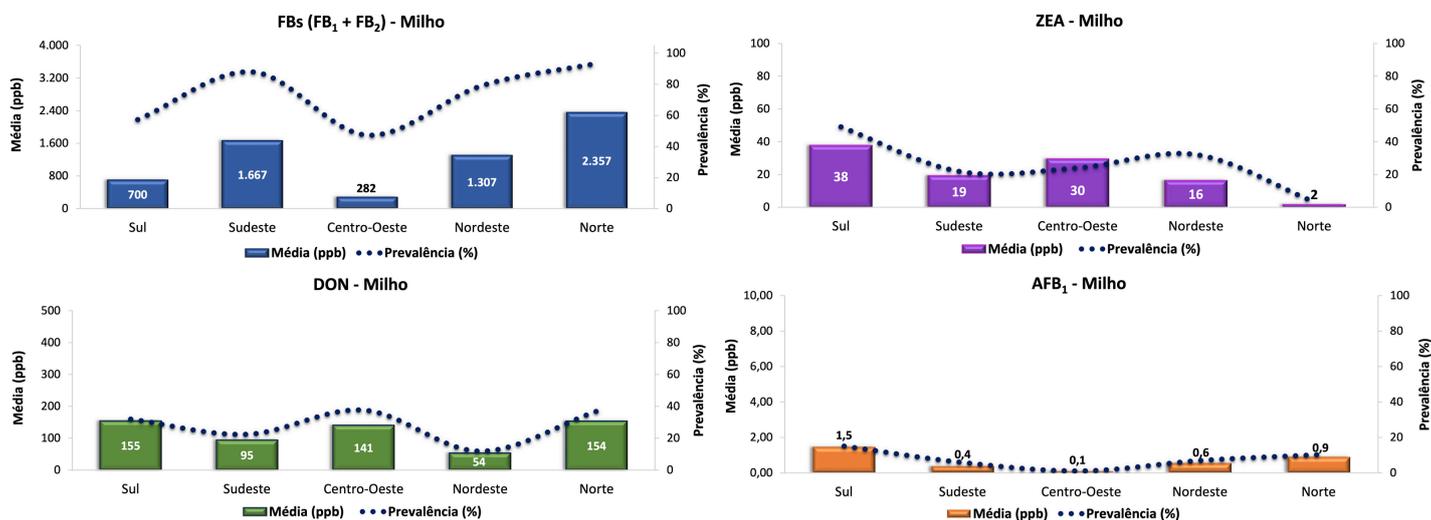
## Atividade de Água - Milho



Ao longo do ano de **2024**, a média de **atividade de água (Aw)** encontrada nos países da América Latina foi de **0,649**, sendo que as médias variaram entre **0,612 (Argentina)** e **0,679 (México)**.

Além disso, **23%** das amostras preditas estavam **acima do limite** considerado seguro (**> 0,70**). A Aw é uma informação importante quando se trata da estabilidade de qualquer alimento. Valores **acima** do limite de **0,70** já indicam que há condição para que os **fungos** possam se **proliferar** e **produzir micotoxinas**. Dessa forma, a Aw é um dos fatores críticos na **conservação dos grãos**, sendo importante o seu **monitoramento**, principalmente durante o **armazenamento**, para auxiliar no **controle** do **crescimento fúngico** e da **produção de micotoxinas**.

## 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 **2024**. As **FBs** foram as micotoxinas **mais prevalentes** no Brasil, sendo detectadas em **62%** das amostras. A média geral do ano no país foi de **873 ppb**, e a média das amostras positivas foi de **1.408 ppb**. A **região centro-oeste** apresentou a menor média para FBs (**282 ppb**) enquanto a **região norte** apresentou a maior média (**2.357 ppb**). A **ZEA** foi a segunda micotoxina mais prevalente no Brasil, sendo observada em **44%** das amostras. A média geral e a média das amostras positivas foram de **34** e **78 ppb**, respectivamente. A **região norte** apresentou a menor média desta micotoxina (**2 ppb**) enquanto a **região sul** apresentou a maior média (**38 ppb**).

Com relação a **DON**, esta micotoxina ocorreu em **31%** das amostras preditas no Brasil, com média geral de **138 ppb** e média das amostras positivas de **444 ppb**. As regiões que apresentaram as maiores médias de contaminação foram as **regiões norte** e **sul**, com médias de **154** e **155 ppb**, respectivamente, enquanto que a região nordeste apresentou a menor média de contaminação (**54 ppb**). As médias de **AFB<sub>1</sub>** foram relativamente baixas, sendo esta a micotoxina de menor ocorrência no país (**13%**) ao longo de **2024**. Sua média geral foi de **1,3 ppb**, enquanto a média das amostras positivas foi de **9,8 ppb**. A **região sul** apresentou a maior média desta micotoxina (**1,5 ppb**), ao passo que a **região centro-oeste** apresentou a menor média (**0,1 ppb**).

Através deste estudo, foram observadas diferenças importantes na contaminação micotoxicológica entre as diferentes regiões brasileiras ao longo de **2024**, com a **região norte** se destacando pela maior média de **FBs** e a **região sul** por apresentar médias mais elevadas de **ZEA** e **DON**.

## Conclusão

As micotoxinas de maior relevância e prevalência no milho comercializado nos países da **América Latina** têm demonstrado variações notáveis ao longo dos últimos anos. Os achados mais significativos do levantamento realizado em **2024** revelaram uma elevada prevalência de **FBs**, um aumento da prevalência e da contaminação por **ZEA** e **DON** em comparação com os anos anteriores, além de uma prevalência de **AFB1** considerada baixa/moderada.

A adoção de tecnologias de diagnóstico **ágeis** e de **alta confiabilidade** torna-se um fator crucial na **tomada de decisão**, permitindo uma gestão mais assertiva e **economicamente eficiente** para as empresas. A utilização do **NIRS** para a predição de micotoxinas propicia resultados céleres, viabilizando a execução de um número substancialmente maior de análises, o que, por sua vez, garante maior **segurança** e **precisão** na utilização dos ingredientes.

Além da concentração média e positividade de cada micotoxina, deve-se atentar a outros elementos essenciais para a avaliação do grau do risco de exposição, tais como a **co-ocorrência** de distintas micotoxinas, a sensibilidade específica de cada **espécie animal** em suas diferentes **fases de desenvolvimento** e sexo, bem como os fatores ambientais, sanitários, genéticos e nutricionais a que os animais estão expostos, os quais podem influenciar substancialmente 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 de gestão do **RISCO MICOTOXINAS**, disponível em tempo real na **Plataforma Olimpo**.

---

# Pegasus Science: Solução inteligente e em tempo real para o controle de micotoxinas

## CONFIRA ALGUNS DE NOSSOS SERVIÇOS:

- ✓ Predições micotoxicológicas através do NIRS
- ✓ Predições nutricionais no milho através do NIRS
- ✓ Planos de amostragem
- ✓ Mapeamento de silos e armazéns
- ✓ Consultorias em micotoxinas e micotoxicoses
- ✓ Avaliação do RISCO MICOTOXINAS através da Plataforma Olimpo

## ENTRE EM CONTATO CONOSCO PARA SABER MAIS!



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



[www.pegasusscience.com.br](http://www.pegasusscience.com.br)



[pegasus@pegasusscience.com](mailto:pegasus@pegasusscience.com)



@pegasusscience



pegasus-science

