



PROJETO BÁSICO DE CONTRATAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE APOIO

1 - DADOS GERAIS

1.1. INSTITUIÇÃO PROPONENTE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Reitoria, ente autárquico, com sede na Rua das Missões, 100, na cidade de Blumenau/SC, Fone: (47) 3331-7800, inscrita no CNPJ/MF sob nº. 10.635.424/0001-86, neste ato representado pelo Reitor Rudinei Kock Exterckoter, brasileiro, casado, inscrito no CPF sob o nº 023.972.919-67, RG nº 3613619 SSP/SC

1.2. UNIDADE EXECUTORA - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE - CAMPUS CONCÓRDIA, pessoa jurídica de direito público, autarquia federal, inscrita no CNPJ sob nº 10.635.424/0005-00, com sede na Rodovia SC 283, km 17, bairro Fragosos, CEP 89703-720, Concórdia - SC, doravante denominada UNIDADE EXECUTORA, representada neste ato pela Diretora Geral, Alessandra Carine Portolan, CPF nº, RG nº;

1.3 IDENTIFICAÇÃO EQUIPE DO PROJETO

Identificação do coordenador do projeto			
Nome completo do coordenador: Mário Lettieri Teixeira	CPF: 961.031.240-34	SIAPE: 1755182	
Endereço comercial: Rodovia SC 283, km 17, bairro Fragosos, CEP 89703-720, Concórdia - SC		Endereço residencial: Rua Angelo Redin, 136, bairro Itaíba, CEP 89707-091, Concórdia - SC	
Telefone: 49 988051685	<i>Link</i> do Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/8075878706053206		Carga horária semanal destinada ao projeto: 6 h/semana
Identificação dos demais integrantes da equipe			
Nome completo do(s) alunos de ENSINO MÉDIO colaboradores	Carga horária semanal destinada ao projeto	CPF	<i>Link</i> do Currículo Lattes



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense

Nome completo do(s) alunos de GRADUAÇÃO colaboradores	Carga horária semanal destinada ao projeto	CPF		<i>Link do Currículo Lattes</i>
Anderson Macagnan Júnior	12h	099.598.689-40		http://lattes.cnpq.br/5787923096559931
Nome completo do(s) SERVIDORES do IFC colaboradores	Carga horária semanal destinada ao projeto	CPF	SIAPE	<i>Link do Currículo Lattes</i>
Nome completo dos demais colabores EXTERNOS ao IFC (se houver)	Carga horária semanal destinada ao projeto	CPF		<i>Link do Currículo Lattes</i>

A participação discente ocorrerá em atividades de apoio técnico e científico supervisionadas, respeitando as normas de segurança e biossegurança do IFC.

2 - PROJETO

2.1. TÍTULO DO PROJETO – “Inovação ambiental e tecnológica: Testagem de Metodologia para Micotoxinas em Rações”

2.2 CLASSIFICAÇÃO DO PROJETO - Pesquisa

2.3 GRANDE ÁREA DO PROJETO - 30700000 (Engenharia Sanitária)

2.4. SUBÁREA DO PROJETO - 30703042 (RESÍDUOS SÓLIDOS, DOMÉSTICOS E INDUSTRIALIS)

2.5. GRUPO DE PESQUISA VINCULADO - Grupo de Pesquisa em Inovação Tecnológica Sustentável (GPITS)

2.6. LINHA DE PESQUISA DE VINCULAÇÃO DO PROJETO:

- Prototipagem, Modelagem e Validação de Tecnologias;

2.7. PERÍODO DE EXECUÇÃO DO PROJETO - 01/12/2025 a 30/11/2026



2.8. ADEQUAÇÃO CONCEITUAL E DE NATUREZA DO PROJETO

O presente projeto se caracteriza como projeto de pesquisa científica e tecnológica, cujo objetivo central é validar metodologias analíticas para a identificação, quantificação e monitoramento de micotoxinas em rações destinadas à alimentação animal. A natureza investigativa, experimental e metodológica enquadra a proposta no escopo de pesquisa aplicada, voltada à solução de um problema concreto que afeta a cadeia produtiva agropecuária, a segurança alimentar e a saúde pública.

A adequação conceitual decorre da necessidade de estabelecer protocolos laboratoriais robustos, reprodutíveis e comparáveis para a detecção de micotoxinas — especialmente aflatoxinas, zearalenona, fumonisinas, ocratoxinas e DON — que apresentam elevada relevância para a vigilância sanitária, a indústria de nutrição animal e programas de controle de qualidade. Assim, o projeto contribui para preencher lacunas existentes na padronização de métodos de análise, fortalecendo a capacidade técnico-científica institucional e ampliando a oferta de serviços de pesquisa e inovação.

Do ponto de vista acadêmico e regulatório, o projeto se alinha:

- às finalidades institucionais do Instituto Federal Catarinense (IFC) no que se refere ao desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação;
- às áreas de atuação de laboratórios e grupos de pesquisa vinculados ao IFC que trabalham com análises químicas, segurança de alimentos, biotecnologia e ciência animal;
- às recomendações de boas práticas laboratoriais (BPL) e normas internacionais de validação analítica, tais como ISO/IEC 17025, Regulamentos da ANVISA, MAPA, Codex Alimentarius.

Dessa forma, a contratação de Fundação de Apoio não apenas é permitida, mas também **adeuada** ao tipo de atividade científica, contribuindo para a fluidez da execução financeira, a conformidade legal e a integridade dos processos associados à pesquisa.

Portanto, o projeto alinha-se aos objetivos institucionais do IFC de promover a inovação, a sustentabilidade e o desenvolvimento tecnológico regional, fortalecendo sua atuação como agente de transformação social e produtiva.

2.9. JUSTIFICATIVA DO PROJETO

A presença de micotoxinas em rações destinadas à alimentação animal constitui um dos principais desafios contemporâneos para a segurança alimentar, a saúde pública e o desempenho produtivo da pecuária. Essas substâncias, produzidas por fungos toxigênicos - especialmente do gênero *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* - apresentam elevada prevalência em diferentes ingredientes utilizados na formulação de rações, como milho, soja, farelos e subprodutos agroindustriais. Estudos nacionais e internacionais apontam que mais de 70% das amostras de rações analisadas apresentam contaminação por pelo menos uma micotoxina, frequentemente em níveis que podem comprometer a integridade de animais de produção e, por consequência, a segurança dos alimentos de origem animal.

A qualidade da ração é determinante para o bem-estar, o desempenho zootécnico e a longevidade dos animais. Micotoxinas podem causar efeitos subclínicos difíceis de identificar, como imunossupressão, redução de fertilidade, alteração do metabolismo hepático e aumento da susceptibilidade a infecções. Em níveis elevados, podem provocar intoxicações agudas, ocasionando perdas econômicas significativas. Além disso, algumas micotoxinas podem ser transferidas para produtos de origem animal, representando risco direto aos consumidores.

Apesar da importância do tema, o Brasil ainda enfrenta limitações quanto à padronização, sensibilidade e reprodutibilidade de métodos analíticos utilizados para detecção e quantificação de



micotoxinas em rações. A diversidade de matrizes, a complexidade química das micotoxinas e a variação metodológica entre laboratórios geram discrepâncias nos resultados e dificultam o estabelecimento de ações de controle mais eficazes. A validação de metodologias é, portanto, um requisito fundamental para garantir confiabilidade, comparabilidade e robustez dos procedimentos analíticos.

Nesse contexto, o presente projeto justifica-se pela necessidade de:

1. Desenvolver e validar protocolos laboratoriais padronizados para a análise de micotoxinas em rações, alinhados às diretrizes internacionais (ISO/IEC 17025, Codex Alimentarius) e às exigências regulatórias do MAPA e ANVISA.
2. Fortalecer a capacidade analítica e científica do Instituto Federal Catarinense (IFC), dotando seus laboratórios de métodos validados que permitam análises de alta confiabilidade, apoiando pesquisas, extensão e demandas regionais.
3. Reduzir os riscos sanitários e econômicos associados à presença de micotoxinas, contribuindo para a mitigação de perdas produtivas e para a proteção da saúde humana e animal.
4. Promover formação científica e tecnológica de estudantes e pesquisadores, ampliando competências em análises químicas, toxicologia, segurança de alimentos e metodologias analíticas avançadas.
5. Gerar dados científicos e relatórios técnicos que possam subsidiar políticas públicas, ações de vigilância sanitária e melhorias na cadeia de produção de alimentos.

Além disso, o projeto responde diretamente às finalidades institucionais do IFC no desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação, e sua concepção se alinha à possibilidade de contratação de Fundação de Apoio, conforme regulamentação vigente, uma vez que envolve atividades típicas de pesquisa científica, aquisição de insumos analíticos especializados.

Dessa forma, o projeto apresenta elevada relevância científica, social e tecnológica, contribuindo para o avanço do conhecimento, a qualificação da infraestrutura institucional e a criação de soluções inovadoras para desafios críticos da agroindústria e da segurança alimentar.

2.10. OBJETIVOS DO PROJETO

Objetivo Geral:

Validar metodologias analíticas para a detecção e quantificação de micotoxinas em rações destinadas à alimentação animal, assegurando precisão, exatidão, sensibilidade e reproduzibilidade dos resultados, de acordo com diretrizes nacionais e internacionais de validação laboratorial.

Objetivos Específicos:

- Padronizar os procedimentos de extração, purificação e preparo de amostras para análises de micotoxinas em diferentes matrizes de rações.
- Avaliar parâmetros de desempenho analítico (limite de detecção, limite de quantificação, linearidade, precisão, exatidão e seletividade) das metodologias propostas.
- Comparar o método validado com metodologias de referência nacionais e internacionais, analisando concordância, robustez e aplicabilidade em rotina laboratorial.



- Aplicar o método validado em amostras reais de rações provenientes de sistemas produtivos regionais, gerando dados sobre prevalência e níveis de contaminação por micotoxinas.

2.10.1. Problema de Pesquisa / Questão Norteadora

A contaminação de rações por micotoxinas representa um desafio crítico para a segurança alimentar, o desempenho zootécnico e a saúde humana. Apesar da ampla disponibilidade de métodos analíticos descritos na literatura, a **falta de padronização e validação de procedimentos laboratoriais** adaptados às matrizes de rações utilizadas no contexto regional compromete a confiabilidade dos resultados obtidos por laboratórios de pesquisa e por instituições de controle de qualidade.

Além disso, diferentes metodologias podem produzir variações significativas nos limites de detecção, recuperação e precisão, dificultando a comparação entre análises, a tomada de decisão por produtores e técnicos, e a adoção de medidas eficazes de mitigação.

Nesse cenário, a principal questão científica que orienta esta investigação é:

Como validar metodologias analíticas que garantam sensibilidade, precisão, exatidão e reproduzibilidade adequadas para a detecção e quantificação de micotoxinas em rações, possibilitando seu uso confiável em rotina laboratorial e na vigilância da qualidade de alimentos destinados à nutrição animal?

2.10.2. Hipótese de Pesquisa

A aplicação de protocolos analíticos padronizados, com etapas otimizadas de extração, purificação e quantificação, permitirá validar uma metodologia capaz de detectar e quantificar micotoxinas em rações com níveis adequados de sensibilidade, precisão, exatidão e reproduzibilidade, atendendo aos critérios estabelecidos por diretrizes internacionais (ISO/IEC 17025, Codex Alimentarius).

Desse modo, supõe-se que o método validado será eficaz para uso em rotina laboratorial, possibilitando o monitoramento confiável da presença de micotoxinas nas matrizes de ração utilizadas na região e contribuindo para a melhoria da qualidade e segurança dos alimentos destinados à nutrição animal.

2.11. METODOLOGIA DO PROJETO

2.11.1. Amostragem, rotulagem e conservação

2.11.1.1. Coleta

Serão selecionadas amostras representativas nas unidades de produção (lot e subamostras conforme protocolos de amostragem para rações), sendo registradas origem, data, identificação e condições de transporte.

2.11.1.2. Rotulagem e cadeia de custódia

Serão etiquetadas cada amostra com identificador único, responsável, data/hora da coleta e dados da matriz. Preencher formulário de cadeia de custódia.

2.11.1.3. Congelamento e transporte



Imediatamente após a coleta, serão submetidas as subamostras a congelação criogênico: imersão breve em nitrogênio líquido (botijão) para congelação rápido e evitar degradação/enriquecimento microbiano. Após o choque criogênico, transferir as amostras para armazenamento em nitrogênio líquido ou, preferencialmente, manter em ultrafreezer a -80 °C até o momento do processamento, minimizando ciclos de descongelamento. Registrar tempos de exposição.

2.11.2. Preparação e homogeneização das amostras

2.11.2.1. Trituração sob condições criogênicas

As amostras serão congeladas; pulverizadas/trituradas mecanicamente (moinho de bolas) para obter material homogêneo fino (<1 mm).

2.11.2.2. Homogeneização e subamostragens analíticas

As amostras serão homogeneizadas e pesadas em replicatas para análises (por exemplo, 5 g ± 0,01 g por ensaio) em frascos limpos e etiquetados.

2.11.3. Procedimento de extração

2.11.3.1. Preparação do solvente de extração

A solução extratora será composta por acetonitrila:água:ácido acético (84:15:1, v/v/v).

2.11.3.2. Extração

Serão pesadas exatamente 5,00 g da amostra homogenizada em tubo de centrifugação. Após, será adicionado 20 mL da solução extratora. Logo em seguida, serão agitadas horizontalmente (orbital) ou em vórtex por 30 min e submetidas a sonicação por 15–20 min. As amostras serão centrifugadas a 4 000 rpm por 10 min. Após, será coletado o sobrenadante em frasco limpo. A extração será repetida uma vez com mais 10 mL de solvente, e os extratos serão combinados.

2.11.4. Purificação / limpeza do extrato

2.11.4.1. Opções de limpeza:

Serão utilizados cartuchos de Imunocaptação (IAC — immunoaffinity columns): recomendada para aflatoxinas, ocratoxina A, zearalenona — alta seletividade.

2.11.4.2. Evaporação e reconstituição:

O extrato será evaporado a temperatura controlada (até secagem parcial ou completa conforme derivatização). Após será reconstituído em 1,0 mL de fase móvel (metanol:água 50:50) adequado ao injetor HPLC, logo em seguida será filtrado por filtro de 0,22 µm antes da injeção.

2.11.5. Condições HPLC:

O ajuste será realizado conforme o equipamento adquirido e colunas disponíveis. Seguem parâmetros sugeridos como ponto de partida.

2.11.6.1. Sistema e detectores:

- Cromatógrafo HPLC com bomba quaternária, auto-injetor refrigerado, coluna C18 reversa (por ex. 150 × 4,6 mm, 5 µm) e detector de fluorescência (FLD). Pode-se usar PDA/UV (DAD) em paralelo para alguns compostos. Se disponível, considerar acoplar fotoderivador pós-coluna.

2.11.6.2. Coluna e temperatura:

- Coluna: C18 150 × 4,6 mm, 5 µm (ou 100 × 3,0 mm, 3 µm para melhor resolução).
- Temperatura da coluna: 30 °C.

2.11.6.3. Fase móvel:



- Fase A: água (com 0,1% ácido acético ou 0,1% ácido fórmico).
- Fase B: metanol grau HPLC.
- Gradiente sugerido:
 - 0–5 min: 10% B (equilíbrio inicial)
 - 5–20 min: linear até 60% B
 - 20–25 min: linear até 90% B (lavagem)
 - 25–30 min: retornar a 10% B e reequilibrar.
- Vazão: $1,0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$.

2.11.6.4. Volume de injeção:

- 10–20 μL (ajustar conforme sensibilidade e concentração).

2.11.6.5. Condições do detector FLD

- Aflatoxinas: excitação 365 nm / emissão 440 nm.
- Fumonisinas: excitação 335 nm / emissão 440 nm.

2.11.6.6. Sistema de limpeza entre amostras:

Serão injetados solvente de limpeza e branco entre amostras com níveis críticos para evitar contaminação carry-over.

2.11.7. Calibração e quantificação:

2.11.7.1. Padrões e padrões internos

Serão utilizar padrões certificados para cada micotoxina.

2.11.7.2. Curvas de calibração:

Serão construídas curvas matriciais (matriz-matched) com pelo menos 5 níveis de concentração que abrangem LOQ até $> 5 \times \text{LOQ}$. Incluir calibração externa e, quando aplicável, calibração interna.

2.11.7.3. Branco e controles:

Serão incluídos branco de reagente, branco de matriz, amostras em branco processadas e controles positivos.

2.11.7.4. Recuperação:

Será avaliada a recuperação em três níveis (baixo, médio, alto), sendo cada nível em triplicata.

2.11.8. Plano de Validação Analítica (conforme ISO/IEC 17025 e guias de validação)

2.11.8.1. Parâmetros a determinar:

- **Límite de detecção (LOD) e limite de quantificação (LOQ)** (método empírico baseado em sinal-ruído ou desvio padrão do branco \times fator).
- **Linearidade** ($R^2 \geq 0,99$ desejável).
- **Exatidão/Recuperação** (recuperações aceitáveis variam conforme micotoxina e nível; tipicamente 70–120% para matrizes complexas).
- **Precisão**: repetibilidade (intra-ensaio) e reproduzibilidade (inter-ensaio / inter-dia) — expressas como CV% (coeficiente de variação).
- **Seletividade/Especificidade**: ausência de interferentes coeluentes que prejudiquem quantificação.
- **Robustez**: variação controlada de parâmetros instrumentais (p.ex. vazão $\pm 5\%$, temperatura $\pm 2^\circ\text{C}$) para avaliar sensibilidade do método.
- **Incerteza de medição**: estimativa conforme Guia para Incerteza.

2.11.8.2. Desenho experimental para validação:



Serão realizados ensaios em pelo menos três níveis de concentração com 6 replicatas cada para avaliação de precisão e recuperação.

2.11.8.3. Critérios de aceitação:

Serão definidos critérios antes da execução (ex.: $CV\% \leq 20\%$ para LOQ; recuperação entre 70–120% dependendo da micotoxina; $R^2 \geq 0,99$), de acordo com os critérios segundo guias regulatórios aplicáveis (MAPA/ANVISA/Codex).

2.11.9. Controles de qualidade e garantia da qualidade (QA/QC)

O controle de qualidade se dará de acordo com os seguintes parâmetros:

- Rodar padrões de verificação a cada 10–20 injeções.
- Incluir duplicatas, brancos de solvente e brancos de matriz em cada lote analítico.
- Implementar procedimento de manutenção preventiva do HPLC e registro de logs de funcionamento.
- Participar de testes interlaboratoriais e programas de proficiência externos quando disponíveis.
- Manter certificados de calibração dos equipamentos e rastreabilidade dos reagentes e padrões.

2.11.10. Tratamento dos dados e relatório de resultados:

O tratamento de dados será realizado de acordo com as seguintes informações:

- Processar cromatogramas com software apropriado; integrar picos segundo critérios pré-estabelecidos.
- Calcular concentração na amostra considerando fatores de diluição, massa da amostra e recuperação (quando aplicável: correção por recuperação).
- Informar incerteza expandida e limites do método no relatório final.
- Armazenar resultados brutos, cálculos e registros de QA/QC conforme requisitos da IFC e para auditoria.

2.11.11. Aspectos de biossegurança, descarte e resíduos

Os resíduos orgânicos serão tratados conforme normas ambientais e de biossegurança do IFC; solventes halogenados e orgânicos devem ser coletados e eliminados por empresa licenciada.

Serão utilizados EPI adequados (luvas, óculos, capote) e capela para manipulação de solventes e padrão de micotoxinas.

2.11.12. Indicadores de Impacto

Abaixo seguem **indicadores SMART** (específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e temporais) propostos para monitorar o impacto científico, tecnológico, institucional e socioeconômico do projeto de validação de metodologia para detecção de micotoxinas em rações. Para cada indicador há unidade/medida, linha de base (quando aplicável), meta proposta, método de verificação, prazo e responsável sugerido.



Tabela – Indicadores de Impacto do Projeto

Nº	Indicador	Unidade de Medida	Linha de Base	Meta	Prazo	Método de Verificação	Responsável
1	Métodos analíticos validados	nº de métodos	0	4 métodos validados	12 meses	Relatórios de validação, ensaios intra/interdias	Coord. do projeto / Lab.
2	Capacidade analítica (throughput)	amostras/mês	A definir	Aumento \geq 150%	12 meses	Registros de processamento de amostras	Chefe de laboratório
3	Precisão e sensibilidade	CV% e LOQ	Estimativa inicial	CV \leq 15% e LOQ regulatório	12 meses	Tabelas de validação, cálculos de LOQ	Analistas
4	Recuperação média (exatidão)	% recuperação	—	70–120%	12 meses	Ensaios de spike (3 níveis)	Analistas
5	Publicações científicas e relatórios técnicos	nº de publicações	0	1 artigo + 1 relatório	12 meses	DOIs, PDFs, comprovantes	Pesquisador principal
6	Transferência de tecnologia (treinamentos)	nº de pessoas capacitadas	0	10 pessoas	12 meses	Listas de presença, certificados	Coord. de extensão
7	Participação em testes de proficiência	nº de programas	0 (ou atual)	\geq 2 participações e \geq 1 com conformidade	12 meses	Certificados de proficiência	Gestor de qualidade
8	Adoção externa do método (usuários regionais)	nº de empresas/instituições	0	\geq 5 instituições adotantes	12 meses	Contratos, solicitações de análise, MOUs	Núcleo de inovação
9	Redução estimada de perdas econômicas	% ou R\$	Estimativa regional	\geq 10% nas unidades piloto	12 meses	Relatórios econômicos, estudos de caso	Analista de impacto
10	Implementação de POPs e procedimentos ISO 17025	nº de POPs / auditorias	Atual	\geq 2 POPs	12 meses	POPs emitidos, logs, relatórios de auditoria	Gestor de qualidade



2.12. CRONOGRAMA FÍSICO DO PROJETO

Mês	Atividades
1	Planejamento detalhado; aquisição de insumos críticos; elaboração/ajuste dos POPs; treinamento inicial da equipe; organização do laboratório.
2	Recebimento dos padrões certificados; otimização preliminar das condições de extração; testes iniciais com solventes; padronização da Trituração criogênica
3	Ajustes das etapas de purificação; definição dos parâmetros instrumentais iniciais do HPLC; primeiros testes piloto com amostras controle.
4	Consolidação do método preliminar; testes de repetibilidade inicial; definição final das curvas de calibração; derivatização quando necessária.
5	Início da validação formal : determinação de LOD/LOQ; construção das curvas de linearidade; análise de brancos e controles.
6	Ensaios de recuperação (spike) em três níveis; avaliação de precisão intra-dia; análise de robustez preliminar.
7	Continuidade da validação: precisão inter-dia; comparação com métodos de referência (literatura, protocolos regulatórios)
8	Aplicação do método validado em amostras reais de campo ; coleta e congelamento das amostras; análise de pelo menos 30 a 40 amostras
9	Consolidação e análise estatística dos dados das amostras reais; ajustes finos no método se necessário; elaboração parcial do relatório técnico 1.
10	Desenvolvimento das ações de transferência de conhecimento (minicurso, workshop interno) e início da redação de artigo científico.
11	Revisão final dos resultados da validação; auditoria interna de conformidade (ISO/IEC 17025); finalização do artigo científico.
12	Entrega do relatório técnico final; finalização da documentação dos POPs; apresentação pública dos resultados; planejamento de continuidade do método em rotina.

2.13. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

2.13.1. O Projeto, a seu critério, precisa ser apreciado pelo Comitê de Ética?

() Sim (X) Não



Se sim, juntar o Parecer do Comitê de Ética?

2.13.2 O Projeto envolve pesquisa científica ou realiza desenvolvimento tecnológico oriundo de acesso a patrimônio genético brasileiro (patrimônio genético brasileiro) e/ou conhecimento tradicional associado (CTA); acessa e explora economicamente produto ou processo oriundo do patrimônio genético brasileiro e/ou conhecimento tradicional associado; remeta ao exterior amostra de patrimônio genético brasileiro; ou divulga, transmite ou retransmite dados ou informações que integram ou constituem conhecimento tradicional associado:

() Sim (X) Não

Se sim, juntar o comprovante de cadastramento no sistema SISGEN?

2.13.3. O projeto, a seu critério, envolve desenvolvimento tecnológico com características inovadoras e é passível de gerar direitos de patente de invenção; patente modelo de utilidade; registros de desenho industrial; registro de programas de computador; de marcas; ou de direitos autorais e de imagem?

Sim, pois poderá se validar novos depósitos de patente de autoria do próprio coordenador desta proposta.

2.13. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A contaminação de rações e ingredientes destinados à alimentação animal por micotoxinas representa um desafio global para a segurança alimentar, a saúde animal e humana, e a sustentabilidade econômica da produção agropecuária. Micotoxinas são metabólitos secundários sintetizados principalmente por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, e podem ocorrer em qualquer etapa da cadeia de produção, desde o cultivo no campo até o armazenamento e processamento industrial. As condições climáticas, presença de umidade, danos mecânicos e manejo inadequado são fatores determinantes para o crescimento fúngico e síntese dessas toxinas (Bennett & Klich, 2003).

Entre as micotoxinas de maior relevância global destacam-se:

- **Aflatoxinas (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2)** – produzidas por *A. flavus* e *A. parasiticus*; apresentam reconhecida ação carcinogênica e hepatotóxica.
- **Fumonisinas (FB1, FB2)** – produzidas por *Fusarium verticillioides* e *F. proliferatum*, associadas a leucoencéfalomalácia equina e edema pulmonar em suínos.
- **Zearalenona (ZEA)** – com atividade estrogênica, afetando principalmente suínos.
- **Deoxinivalenol (DON)** – um tricoteceno que provoca vômitos, anorexia e imunossupressão.
- **Ocratoxina A (OTA)** – nefrotóxica e amplamente encontrada em cereais armazenados.

Estudos recentes mostram que mais de 60–80% das amostras de rações no mundo apresentam contaminação por pelo menos uma micotoxina, e a coocorrência é frequente (Eskola et al., 2020). A complexidade química dessas toxinas, aliada à diversidade de matrizes, torna necessária a aplicação de métodos analíticos sensíveis, seletivos e devidamente validados.



2.13.1. Métodos Analíticos para Identificação de Micotoxinas

A análise instrumental tem evoluído significativamente, com destaque para tecnologias cromatográficas. O uso da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) associada a detecção por fluorescência (FLD), UV/DAD ou derivatização pós-coluna ainda é amplamente utilizado em pesquisas, laboratórios regulatórios e controle de qualidade industrial, devido à boa sensibilidade, versatilidade e custo relativamente menor em comparação ao LC-MS/MS (Shephard, 2016).

A HPLC-FLD é especialmente adequada para aflatoxinas, fumonisinas e ocratoxina A, principalmente quando combinada a procedimentos de purificação como colunas de afinidade (IAC) ou extração em fase sólida (SPE). A derivatização química, como o uso de OPA para fumonisinas, é prática consolidada em protocolos oficiais (Trucksess et al., 1994).

A preparação de amostras é etapa crítica, envolvendo trituração, extração e limpeza da matriz. O uso de congelamento criogênico com nitrogênio líquido contribui para evitar degradação térmica e facilitar homogeneização de matrizes complexas, sobretudo quando o objetivo é minimizar variações durante a etapa pré-analítica (Rodrigues & Naeahrer, 2012).

2.13.2. Validação de Métodos Analíticos

A validação de metodologias analíticas é essencial para garantir confiabilidade, sensibilidade e reproduzibilidade dos resultados, especialmente quando o método será utilizado em rotina ou para fins regulatórios. Os parâmetros fundamentais incluem: linearidade, precisão (repetibilidade e reproduzibilidade), exatidão (recuperação), limite de detecção (LOD), limite de quantificação (LOQ), seletividade, robustez e incerteza de medição (Eurachem, 2014).

As normas ISO/IEC 17025 e guias internacionais como o do Codex Alimentarius, European Food Safety Authority (EFSA) e European Commission (EC) 401/2006 apresentam instruções detalhadas para validação e controle de qualidade de métodos para micotoxinas. A adequação a tais normas permite harmonização entre laboratórios e comparabilidade dos resultados, elementos essenciais para tomadas de decisão em segurança alimentar e vigilância sanitária.

2.13.3. Importância Científica e Aplicada

A validação de métodos baseados em HPLC para análise de micotoxinas em rações permite:

- monitorar a qualidade de rações e ingredientes, prevenindo intoxicações e prejuízos econômicos;
- gerar dados epidemiológicos regionais, fundamentais para políticas de controle;
- fortalecer a capacidade analítica do laboratório e sua aderência a normas internacionais;
- apoiar produtores, cooperativas e agroindústrias na conformidade com limites regulatórios estabelecidos pelo MAPA e ANVISA;
- subsidiar pesquisas futuras envolvendo mitigação, detoxificação e avaliação de risco.

Assim, revisar a literatura evidencia que o desenvolvimento e validação de metodologias robustas é uma necessidade estratégica para a segurança alimentar e para o avanço científico no campo das ciências agrárias, veterinárias e de alimentos.

3 - ORÇAMENTO

A execução do projeto está atrelada a emenda parlamentar já disponível ao IFC. Não serão realizadas Obras e instalações, e nem o pagamento de bolsas.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense

PESSOAL

Pessoal Contratado (CLT ou RPA)					
Nº	Nome / cargo ou função	Período (meses)	Remuneração mensal (R\$)	Encargos mensal (R\$)	Valor (R\$)
1					0,00
2					0,00
Valor total de pessoal contratado					0,00

Bolsas de Pesquisa ou Extensão para Professores e Servidores					
Nº	Nome do bolsista	Período (meses)	Remuneração mensal (R\$)	Encargos mensal (R\$)	Valor (R\$)
1					0,00
2					0,00
Valor total de bolsas de pesquisa e extensão					0,00

Bolsas para estudantes					
Nº	Nome do bolsista	Período (meses)	Remuneração mensal (R\$)	Encargos mensal (R\$)	Valor (R\$)
1					0,00
2					0,00
Valor total de bolsas de pesquisa e extensão					0,00

PASSAGENS E DIÁRIAS

Passagens				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1				0,00
2				0,00
VALOR TOTAL DE PASSAGENS				0,00



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense

Diárias					
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)	
1				0,00	
2				0,00	
VALOR TOTAL DE DIÁRIAS					0,00

SERVIÇO DE TERCEIROS

Serviços de Terceiros - Pessoa Física				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1				0,00
2				0,00
VALOR TOTAL SERVIÇO DE TERCEIROS PESSOA FÍSICA				0,00

Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1				0,00
2				0,00
VALOR TOTAL SERVIÇO DE TERCEIROS PESSOA JURÍDICA				0,00

Despesas Acessórias de Importação				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1				0,00
2				0,00
VALOR TOTAL DESPESAS ACESSÓRIAS DE IMPORTAÇÃO				0,00



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense

MATERIAL DE CONSUMO

Nacional				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1	Materias de consumo, reagentes, insumos químicos	1	25.000,00	25.000,00
2				0,00
VALOR TOTAL NACIONAL				25.000,00

Importado				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1				0,00
2				0,00
VALOR TOTAL IMPORTADO				0,00

EQUIPAMENTO E MATERIAL PERMANENTE

Nacional				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1	Cromatógrafo HPLC	1	200.000,00	200.000,00
2				0,00
VALOR TOTAL NACIONAL				200.000,00

Importado				
Nº	Descrição do item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1				0,00
2				0,00
VALOR TOTAL IMPORTADO				0,00



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense

OBRAS E INSTALAÇÕES

Nº	Descrição do item	Valor (R\$)
1		
2		
VALOR TOTAL DE OBRAS E INSTALAÇÕES		0,00

RESSARCIMENTOS IFC

Nº	Descrição do ressarcimento	Percentual	Valor (R\$)
1		0,00%	0,00
2		0,00%	0,00
VALOR TOTAL DE RESSARCIMENTOS		0,00%	0,00

RESSARCIMENTOS FUNDAÇÃO

Nº	Descrição do ressarcimento	Valor (R\$)
1	Fundação de Apoio	R\$ 25.000,00

RESUMO

PLANILHA RESUMIDA	
Despesas Correntes	R\$ -
Pessoal - exceto bolsas de estudantes	R\$ 0,00
Pessoal - apenas bolsas de estudantes	R\$ 0,00
Serviço de Terceiros (PF + PJ + Despesas Importação)	R\$ 0,00
Passagens	R\$ 0,00
Diárias	R\$ 0,00
Material de Consumo Nacional	R\$ 25.000,00
Material de Consumo Importado	R\$ 0,00
Despesas de Capital	R\$ 0,00
Equipamento e Mat. Perm. Nacional	R\$ 200.000,00
Equipamento e Mat. Perm. Importado	R\$ 0,00
Obras	R\$ 0,00
Total Geral (sem ressarcimento)	R\$ 225.000,00
Ressarcimentos	R\$ 25.000,00
Total Geral (com ressarcimento)	R\$ 250.000,00



4. BENS E SERVIÇOS PRÓPRIOS DO IFC UTILIZADOS NO PROJETO

Laboratório de Bioquímica e Toxicologia do Curso de Medicina Veterinária com equipamentos e materiais de consumo (IFC-Concórdia).

5. RESULTADOS ESPERADOS

- a) Desenvolvimento e validação completa de um método analítico robusto para detecção e quantificação de micotoxinas em rações, atendendo aos critérios internacionais de validação (ISO/IEC 17025, Codex Alimentarius, EFSA), com níveis adequados de sensibilidade, precisão, exatidão e reproduzibilidade. Espera-se que o método apresente LOD e LOQ compatíveis com limites regulatórios e capacidade de análise em matrizes complexas.
- b) Padronização de procedimentos laboratoriais (POPs) para todas as etapas da análise, incluindo coleta, preparo, congelamento em nitrogênio líquido, extração, purificação, derivatização, análise por HPLC e tratamento de dados, promovendo maior consistência e segurança técnica nas rotinas laboratoriais do IFC.
- c) Ampliação da capacidade analítica do laboratório, com aumento significativo do número de amostras capazes de ser processadas mensalmente, contribuindo para atendimento mais eficiente das demandas de pesquisa, extensão e do setor produtivo regional.
- d) Formação e capacitação de estudantes e técnicos, promovendo desenvolvimento de competências em cromatografia líquida, validação de métodos, preparo de amostras, boas práticas laboratoriais e princípios de metrologia. Espera-se a participação ativa em etapas de experimentação, análise e interpretação dos resultados.
- e) Produção e divulgação científica, incluindo submissão de pelo menos dois artigos em periódicos indexados, além de relatórios técnicos e apresentações em eventos científicos e acadêmicos, fortalecendo a visibilidade do IFC na área de segurança alimentar e análises químicas.
- f) Fortalecimento institucional, com melhoria da infraestrutura analítica, maior adesão aos requisitos de qualidade laboratorial e potencial integração com ensaios de proficiência e futuros processos de acreditação.
- g) Apoio direto ao setor produtivo, por meio da disponibilização de método validado que poderá ser utilizado para monitoramento de qualidade de rações, auxiliando na redução de perdas produtivas associadas às micotoxinas, na prevenção de riscos sanitários e no atendimento a exigências regulatórias.
- h) Estabelecimento de base metodológica para pesquisas futuras, como estudos de mitigação de micotoxinas, avaliação de adsorventes, impacto em diferentes espécies animais, análises multi-micotoxinas com LC-MS/MS e expansão da metodologia para novas matrizes alimentares.



6. INDICADORES DE AVALIAÇÃO

6.1. Indicadores de Execução (Processo)

Avaliam se as etapas metodológicas foram realizadas conforme planejadas.

1. **Percentual de aquisição de insumos e equipamentos necessários concluída**
 - Meta: 100% até o mês 3
 - Evidência: notas fiscais, registros da Fundação de Apoio
2. **Percentual de POPs elaborados e implementados**
 - Meta: $\geq 80\%$ dos POPs operacionais finalizados até o mês 6
 - Evidência: documentos aprovados e assinados
3. **Número de amostras coletadas e processadas para testes piloto**
 - Meta: ≥ 10 amostras até o mês 4
 - Evidência: formulários de coleta, registros de laboratório
4. **Número de horas de capacitação da equipe técnica e estudantes**
 - Meta: ≥ 10 horas de treinamento
 - Evidência: listas de presença, certificados, registros internos
5. **Percentual de etapas metodológicas concluídas conforme o cronograma**
 - Meta: $\geq 85\%$ de atividades executadas nos prazos planejados
 - Evidência: relatórios de acompanhamento

6.2. Indicadores de Validação Analítica (Desempenho Técnico)

Avaliam o desempenho científico e metodológico do método validado.

6. **Precisão (CV%) obtida para cada micotoxina**
 - Meta: $CV\% \leq 15\%$ acima do LOQ
 - Evidência: planilhas de validação, análises estatísticas
7. **Exatidão (recuperação média)**
 - Meta: 70–120% para todos os níveis de fortificação
 - Evidência: ensaios de spike (triplicatas)
8. **Linearidade (coeficiente de correlação, R²)**
 - Meta: $R^2 \geq 0,99$ para todas as curvas de calibração
 - Evidência: gráficos de regressão, relatórios de calibração
9. **Limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ)**
 - Meta: atender ou superar limites recomendados pelo Codex/EFSA/MAPA
 - Evidência: cálculos de LOD/LOQ e documentação técnica
10. **Robustez operacional do método**
 - Meta: variações de parâmetros não devem alterar resultados significativamente
 - Evidência: relatórios de robustez (mudança de vazão, temperatura, tempo)

6.3. Indicadores de Produção Científica e Técnica

Avaliam resultados entregues à comunidade científica e institucional.

11. **Número de artigos científicos submetidos ou publicados**
 - Meta: ≥ 2 artigos
 - Evidência: comprovantes de submissão, DOIs
12. **Relatórios técnicos produzidos e entregues**



- Meta: 2 relatórios (intermediário e final)
- Evidência: PDFs protocolados

13. Participação em eventos científicos ou técnicos

- Meta: ≥ 2 apresentações
- Evidência: certificados, resumos publicados

6.4. Indicadores de Aplicação e Impacto Imediato

Avaliam a adoção e utilidade do método no contexto institucional e regional.

14. Número de amostras reais analisadas com o método validado

- Meta: ≥ 20 amostras até o mês 12
- Evidência: registros de laboratório

6.5. Indicadores de Gestão e Sustentabilidade

Avaliam eficiência administrativa e continuidade da execução.

15. Execução do orçamento dentro do limite autorizado

- Meta: 95–105% do orçamento previsto (redução de desvios)
- Evidência: planilhas da Fundação de Apoio

16. Tempo médio de execução das análises

- Meta: redução de 20% após validação do método
- Evidência: registros do fluxo analítico

7. DIVULGAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO

Os resultados do projeto serão amplamente divulgados por meio de eventos técnicos, publicações em anais e periódicos, relatórios públicos.

8. CRITÉRIOS DE CONTRATAÇÃO E ACESSO AOS SERVIÇOS

A contratação e o acesso aos serviços decorrentes da execução deste projeto seguirão rigorosamente a legislação vigente, as normas internas do Instituto Federal Catarinense (IFC) e os procedimentos estabelecidos para atuação de Fundação de Apoio na gestão administrativa e financeira de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. A gestão das demandas e resultados observará indicadores de desempenho definidos no projeto. Essa sistemática assegura a rastreabilidade das atividades, a conformidade legal e o enquadramento da proposta como prestação de serviços tecnológicos especializados.

9. CORRELAÇÃO ENTRE OS SERVIÇOS OFERTADOS E O CICLO DE INOVAÇÃO

Os serviços ofertados por este projeto — voltados à análise, validação metodológica e monitoramento de micotoxinas em rações por meio de técnicas cromatográficas avançadas — estão



diretamente articulados com as diferentes etapas do ciclo de inovação, abrangendo desde a identificação de um problema real até a consolidação de soluções tecnológicas aplicáveis ao setor produtivo. Essa correlação fortalece a função do Instituto Federal Catarinense (IFC) como agente de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e transferência de conhecimento.

9.1. Identificação do Problema e Oportunidade (Fase de Geração de Ideias)

A demanda crescente por controle de qualidade na produção de rações e a frequência elevada de micotoxinas em ingredientes agrícolas geram uma necessidade concreta de métodos confiáveis, sensíveis e reprodutíveis. O projeto nasce dessa lacuna, identificada tanto por evidências científicas quanto por demandas de cooperativas, agroindústrias e produtores regionais.

Serviço correlacionado:

- ✓ Diagnóstico inicial de matrizes e levantamento de necessidades analíticas do setor.

9.2. Pesquisa aplicada e comprovação científica (Fase de Desenvolvimento Técnico)

Nesta fase, o projeto atua com forte foco em pesquisa aplicada, validando metodologias segundo normas internacionais. A análise por HPLC, aliada a protocolos de extração, purificação e derivatização, gera conhecimento inovador para o contexto regional, ao adaptar métodos de referência global às características das matrizes locais.

Serviços correlacionados:

- ✓ Desenvolvimento e padronização de protocolos laboratoriais.
- ✓ Validação analítica (LOD, LOQ, precisão, exatidão, robustez).
- ✓ Testes com amostras piloto e matrizes reais.

9.3. Implementação e Prototipagem (Fase de Inovação Experimental)

Com a consolidação do método validado, o projeto entrega um "protótipo tecnológico":

- um serviço analítico confiável,
- um procedimento operacional padrão (POP),
- e documentação técnica completa.

Essa fase representa a experimentação prática do método validado, funcionando como um protótipo pronto para uso institucional e posteriormente para oferta regular ao setor produtivo.

Serviços correlacionados:

- ✓ Emissão de laudos analíticos.
- ✓ Aplicação do método em amostras reais.
- ✓ Conformidade com padrões de qualidade (ISO/IEC 17025).

9.4. Transferência de Conhecimento e Capacitação (Fase de Disseminação da Inovação)

O ciclo de inovação exige que os resultados extrapolem o ambiente acadêmico. A disponibilização dos serviços analíticos, somada à capacitação de estudantes, técnicos e profissionais do setor, promove a democratização da inovação gerada pelo projeto.

Serviços correlacionados:

- ✓ Treinamentos, workshops e orientação técnica.
- ✓ Publicações científicas, relatórios técnicos e apresentações.
- ✓ Formação de recursos humanos capacitados em metrologia analítica.



9.5. Adoção pelo Setor Produtivo (Fase de Inovação Aplicada ou Difusão)

A adoção do método pelas agroindústrias, cooperativas e empresas caracteriza a etapa de difusão e incorporação tecnológica, quando o conhecimento produzido passa a integrar rotinas produtivas e sistemas de controle de qualidade.

Serviços correlacionados:

- ✓ Análise de amostras comerciais.
- ✓ Interpretação técnica de resultados para tomada de decisão.
- ✓ Apoio a protocolos de segurança alimentar e rastreabilidade.

9.6. Aprimoramento Contínuo (Feedback e Retroalimentação do Ciclo de Inovação)

O ciclo de inovação é dinâmico. Os resultados obtidos a partir do uso real do método alimentam novas pesquisas, ajustes e melhoria contínua do serviço e da infraestrutura laboratorial.

Serviços correlacionados:

- ✓ Atualização de POPs.
- ✓ Ajustes metodológicos conforme novas regulamentações.
- ✓ Desenvolvimento de novos métodos.
- ✓ Expansão para novas matrizes e novas micotoxinas.

9.7. Síntese da Correlação

Os serviços ofertados pelo projeto participam integralmente de cada etapa do ciclo de inovação:
Problema → Pesquisa → Desenvolvimento → Validação → Implantação → Transferência → Adoção → Melhoria contínua

Essa integração demonstra que o projeto não se limita à execução laboratorial, mas sim constitui uma ação estratégica de inovação tecnológica, com efeitos diretos sobre:

- qualidade dos alimentos para animais,
- redução de riscos sanitários,
- competitividade do setor produtivo, e
- ampliação da capacidade científica do IFC.

10. REFERÊNCIAS

Bennett, J. W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497–516. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.3.497-516.2003>

Codex Alimentarius Commission (2014). *General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CODEX STAN 193-1995)*.

Eskola, M., Kos, G., Elliott, C. T., Hajšlová, J., Mayar, S., & Krska, R. (2020). Worldwide contamination of food and feed with mycotoxins: A 2019 update. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(1), 139–165. <https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1649293>

Eurachem Guide (2014). *The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*. 2nd ed.

European Commission (2006). *Commission Regulation (EC) No 401/2006—Laying down the methods of sampling and analysis for the official control of mycotoxins in foodstuffs*.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Catarinense

ISO/IEC 17025:2017. *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*

Rodrigues, I., & Naehrer, K. (2012). A three-year survey on the worldwide occurrence of mycotoxins in feedstuffs and feed. *Toxins*, 4(9), 663–675. <https://doi.org/10.3390/toxins4090663>

Shephard, G. S. (2016). Current status of mycotoxin analysis: A critical review. *Journal of AOAC International*, 99(4), 842–848. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.15-0259>

Trucksess, M. W., Stack, M. E., Nesheim, S., Albert, R. H., Romer, T. R., & Page, S. W. (1994). Fumonisins B1 and B2 in corn: Method using HPLC with post-column derivatization and fluorescence detection. *Journal of AOAC International*, 77(2), 517–524.

Coordenador do Projeto
Prof. Dr. Mário Lettieri Teixeira

Coordenador da CAPP
Gilmar de Oliveira Veloso

*A assinatura do Coordenador do Comitê pressupõe que a viabilidade do projeto foi apreciada e aprovada pelo respectivo Comitê. de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação no Formulário de Identificação do Projeto indica a viabilidade do projeto de Pesquisa analisado e aprovado pela CAPP do campus.

Diretor-geral do Campus
Alessandra Carine Portolan

**A assinatura do Diretor Geral pressupõe a ciência do desenvolvimento do projeto no campus, assim como, de eventuais custos associados ao seu desenvolvimento



PROJETO BÁSICO N° 1/2025 - PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 18/11/2025 14:26)

MARIO LETTIERI TEIXEIRA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)
Matrícula: ####551#2

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: 1, ano: 2025, tipo: **PROJETO BÁSICO**, data de emissão: 18/11/2025 e o código de verificação: b912a552f9