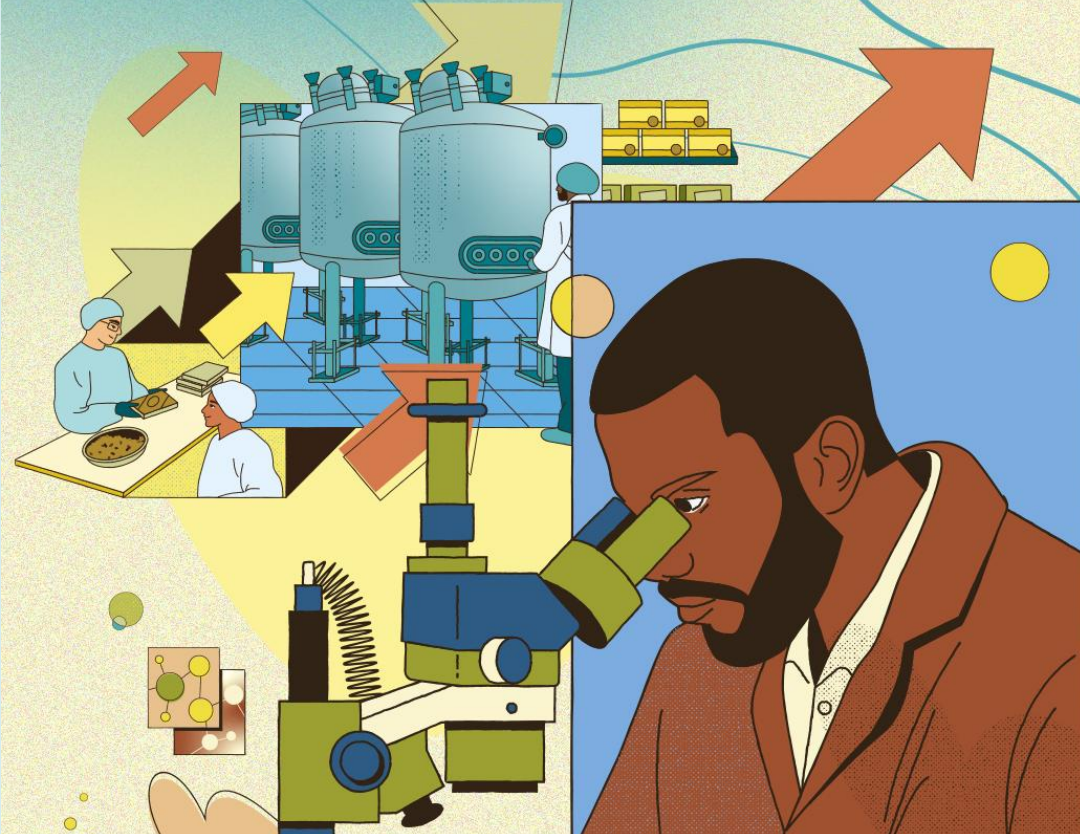


Prioridades Científicas para Proteínas Alternativas

Dos desafios tecnológicos às oportunidades para o Brasil



Agenda

01

Estratégias para construção da agenda científica em Proteínas Alternativas

02

Case Embrapa: Trajetória de desenvolvimento da linha de pesquisa em carne cultivada

03

Painel: Prioridades de Pesquisa: Plant-based, Fermentação e Carne Cultivada

04

Mesa Redonda: Caminhos para avançar agenda científicas estratégicas

Estratégias para construção da agenda científica em Proteínas Alternativas

Cristiana Ambiel

*Diretora de Ciência e Tecnologia
GFI Brasil*



Multiplicamos forças ao levar *nossa expertise* *para o mundo*

Atuação global

Promovemos o mercado de proteínas alternativas através de ações coordenadas nos Estados Unidos, Brasil, Índia, Israel, Ásia-Pacífico, Europa e Japão.



O GFI conecta *ciência, mercado e políticas públicas*

Três áreas programáticas atuam de forma integrada para transformar conhecimento em tecnologias, cadeias e condições de mercado.

ÁREAS PROGRAMÁTICAS



CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Pesquisa aberta • talentos • gargalos científicos



ENGAJAMENTO CORPORATIVO

Empresas • mercado • consumidor



POLÍTICAS PÚBLICAS

Regulação • fomento • inovação



PRIORIDADES GLOBAIS



AVANÇAR TECNOLOGIAS

Superar barreiras técnicas e avançar oportunidades críticas.



ESCALONAR CADEIAS

Preparar insumos, infraestrutura e capacidade produtiva para escala.



PRONTIDÃO DE MERCADO

Criar condições regulatórias e de mercado para adoção.

FOCO DESTE WORKSHOP

Quais prioridades científicas precisam avançar para gerar soluções tecnológicas para o setor?



Roadmaps tecnológicos: *do desafio à prioridade de pesquisa*

Uma lógica simples para conectar os gargalos do setor às pesquisas capazes de gerar soluções.

PLANT-BASED

FERMENTAÇÃO

CARNE CULTIVADA

BARREIRAS TÉCNICAS

01

O que impede
competitividade?

Custo • Escala • Sensorial

SOLUÇÕES DE P&D

02

Que solução pode superar a
barreira?

**Ingredientes • processos •
bioprocessos • validação**

PRIORIDADES DE PESQUISA

03

Que conhecimento precisa
avançar?

**Perguntas científicas e
marcos de pesquisa**

Roadmaps tecnológicos: *do desafio à prioridade de pesquisa*

EXEMPLO DE ENCADEAMENTO

Sensorial



Sabor



Reduzir sabores indesejados em ingredientes proteicos de soja, ervilha e outras fontes utilizando abordagens baseadas no processamento.



Aprimorar processos físicos de remoção de sabores indesejados, como tratamentos térmicos e cromatografia, para reduzir ou eliminar sabores indesejados em ingredientes à base de proteína vegetal, sem aumentar significativamente o custo dos ingredientes.

HORIZONTE TEMPORAL E EXPECTATIVA DE PRODUTOS COMPETITIVOS

**MENOR
COMPLEXIDADE**

5 anos
Moídos e
reestruturados

10 anos
Integração crescente
entre PB, BF, PF e CM

15 anos
Cortes e pedaços de
maior complexidade

**MAIOR
COMPLEXIDADE**

Nossa pergunta é

Que ciência o Brasil deve priorizar para *gerar valor nacional e impacto global*?



Desafios tecnológicos globais

Roadmaps do GFI

- Custo
- Escala
- Desempenho sensorial



Contexto Brasil

Onde podemos fazer diferença

- Fortalezas nacionais e agro
- Estratégias e políticas públicas
- Demandas da indústria e do consumidor



Prioridades de pesquisa

Contexto Brasil

AGENDA CIENTÍFICA NACIONAL

O Brasil tem ativos *difíceis de replicar em outro lugar do mundo*

Como transformá-los em ciência, ingredientes e tecnologias

Agro em escala

Soja, milho, feijão, cana, oleaginosas e cadeias regionais

Ciência correlatas às proteínas alternativas

Ciências agrárias, biológicas, bioprocessos, alimentos e outras

Biomassa e coprodutos

Fluxos relevantes para novas matérias-primas e feedstocks

Infraestrutura científica

Embrapa, universidades, ICTs e redes de pesquisa

Bioprocessos

Experiência em fermentação, etanol, enzimas e biotecnologia industrial

Indústria e mercado

Capacidade de transformar conhecimento em aplicações produtivas

Soberania científica

Desenvolver no país capacidades para transformar vantagens nacionais em soluções estratégicas.

Conexão nacional

Proteínas alternativas *materializam agendas estratégicas do Brasil*

Não é uma agenda paralela; é uma plataforma de implementação.

Agenda Estratégica da Embrapa

Diversificação alimentar, proteínas vegetais, algas e microalgas, agregação de valor, biomassa, biotecnologia e bioindústria.

PNDBio

Biomassa, bioindústria, biomanufatura, CT&I, infraestrutura, financiamento e cadeias de valor.

Agenda Estratégica da Embrapa

Preservação do valor dos materiais, redução de resíduos, inovação e redesenho produtivo.

Agenda científica de proteínas alternativas

Traduz direções nacionais em prioridades de P&D.

A lógica da agenda

Uma arquitetura em *cinco movimentos*

De uma agenda global a uma motivada pelos interesses reais do Brasil.

01

Roadmap Tecnológico - GFI

Barreiras Técnicas,
Soluções em P&D ,
Prioridades de
Pesquisa em PA.

02

Estratégias nacionais

Conexão com
Embrapa, PNDBio e
Economia Circular.

03

PA é agro

Cadeias produtivas,
biomassas e
coprodutos.

04

Escuta ativa

Indústria, startups,
pesquisadores e
consumidores.

Workshop de Prioridades Científicas

05

Agenda científica nacional em PA

Plant-based,
fermentação, carne
cultivada e híbridos.

Utilizamos essa arquitetura para orientar escolhas: o que deve virar prioridade de pesquisa, chamada, parceria ou projeto

Participe dessa *construção*!



Temos um mapa global dos desafios. Temos fortalezas nacionais. Agora conectamos tudo isso para apresentar onde a ciência brasileira pode fazer a maior diferença.

04

Escuta ativa

Indústria, startups, pesquisadores e consumidores.

**Workshop de
Prioridades
Científicas**

05

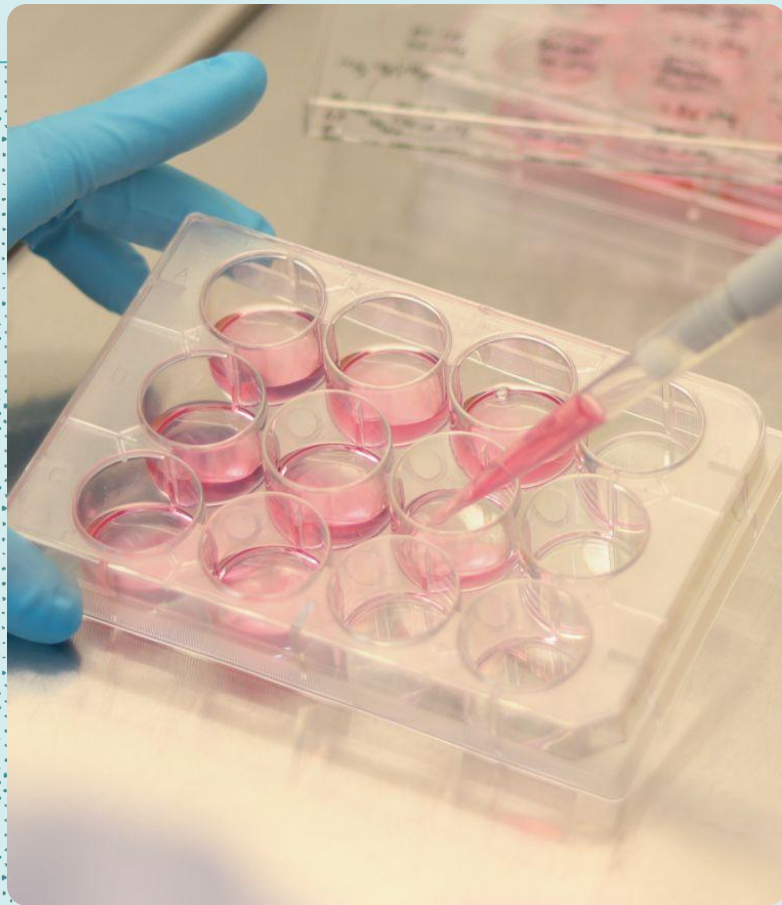
Agenda científica nacional em PA

Plant-based, fermentação, carne cultivada e híbridos.

**Publicação
em 2027.**

Case EMBRAPA: Trajetória de desenvolvimento da *linha de* *pesquisa em carne* *cultivada*

Dra. Ana Paula Bastos
Embrapa Suínos e Aves



Painel: *Prioridades de Pesquisa*

PLANT-BASED

Dra. Grazielle Karatay
GFI Brasil



Plant-based: frentes de pesquisa

Três frentes de pesquisa *emergem desse processo*

As frentes conectam ativos brasileiros às barreiras técnicas de custo e desempenho sensorial.

Ingredientes proteicos

- Matrizes nacionais
- Rendimento e funcionalidade
- Desempenho sensorial

Neutralização e construção do sabor

- Redução de off-flavors
- Construção e modulação de aromas
- Liberação controlada de aromas

Sistemas lipídicos

- Estruturação da fase lipídica
- Suculência e retenção de gordura
- Comportamento térmico e liberação de aromas

PROCESSAMENTO • FORMULAÇÃO • ESCALABILIDADE

Plant-based Frente 1 (ingredientes proteicos)

Onde o Brasil pode avançar

A pesquisa precisa conectar matéria-prima, rota de obtenção e desempenho na aplicação final

PERGUNTA NORTEADORA

Como converter matérias-primas e coprodutos nacionais em ingredientes proteicos funcionais e economicamente viáveis?

ATIVOS NACIONAIS

Soja: Farinha de soja desengordurada disponível em larga escala, com potencial de valorização como ingrediente proteico menos refinado.

Feijão: Exploração de variedades nacionais e de rotas como o fracionamento a seco para obtenção de concentrados proteicos.

Coprodutos: Valorização de coprodutos agroindustriais como novas fontes de ingredientes proteicos.

PRIORIDADES DE PESQUISA

- Selecionar matrizes com maior potencial tecnológico e funcional
- Correlacionar composição, funcionalidade e perfil sensorial
- Maximizar rendimento e recuperação proteica
- Viabilizar ingredientes menos refinados (farinhas e concentrados)
- Validar reprodutibilidade, consistência entre lotes e escalabilidade

Diretriz central: Otimizar o compromisso entre rendimento, funcionalidade, perfil sensorial, intensidade de processamento e custo.

Plant-based Frente 2 (neutralização e construção do sabor)

Sabor: *controlar o indesejável e construir o desejável*

As soluções precisam atuar desde a matriz vegetal e manter seu desempenho durante o processamento, armazenamento e preparo.

PERGUNTA NORTEADORA

Como mitigar off-flavors e obter matrizes proteicas sensorialmente neutras para construir sabores desejáveis de forma estável e economicamente viável?

ATIVOS NACIONAIS

Soja: Redução de off-flavors desde a farinha desengordurada para ampliar o uso de ingredientes menos refinados.

Feijão: Diversidade de variedades nacionais e de perfis sensoriais, com oportunidades de modulação de notas características, amargor e adstringência.

Competências nacionais: Bioprocessos, extrusão e ciência sensorial aplicáveis ao controle e à construção do sabor.

PRIORIDADES DE PESQUISA

- Identificar compostos e precursores associados a off-flavors
- Desenvolver processos físicos e biológicos para neutralização na origem
- Obter matrizes proteicas sensorialmente mais neutras
- Desenvolver e modular notas desejáveis: sabor e aroma
- Controlar a retenção e liberação de aromas
- Integrar análises instrumentais e avaliação sensorial

Diretriz central: Priorizar a neutralização na origem como base para construir sabores desejáveis com maior eficiência sensorial e econômica.

Plant-based Frente 3 (sistemas lipídicos)

Gordura funcional: *mais do que adicionar óleo*

A fase lipídica precisa contribuir para suculência, retenção e liberação de aromas e comportamento durante o preparo

PERGUNTA NORTEADORA

Como projetar sistemas lipídicos funcionais que reproduzam a dinâmica de fusão, retenção, sabor e suculência da gordura animal?

ATIVOS NACIONAIS

Óleos vegetais: Diversidade e disponibilidade de matérias-primas lipídicas nacionais.

Competência científica: Expertise em modificação de óleos, emulsões e sistemas estruturados como oleogéis e bigéis.

Ciência de alimentos: Competências em formulação, processamento e caracterização de sistemas alimentícios.

PRIORIDADES DE PESQUISA

- Desenvolver sistemas lipídicos estruturado
- Controlar perfil de fusão, retenção e comportamento térmico
- Compreender interações entre lipídios, proteínas e aromas
- Controlar a retenção e liberação de aromas
- Validar estabilidade oxidativa e desempenho no processamento, armazenamento e preparo

Diretriz central: Desenvolver sistemas lipídicos que promovam suculência, estabilidade durante a cocção e liberação controlada de aromas.

Integração entre plataformas

Híbridos: *combinando funcionalidades complementares*

A combinação de plataformas pode oferecer funcionalidades difíceis de alcançar apenas com ingredientes vegetais.

PERGUNTA NORTEADORA

Em quais aplicações a combinação entre plataformas melhora o desempenho sensorial sem comprometer custo, escala e simplicidade de processo?

BASE VEGETAL

- Escala e infraestrutura instalada
- Base estrutural de proteínas e fibras
- Diversidade de matrizes nacionais
- Potencial de menor custo



INGREDIENTES COMPLEMENTARES

- Aromas e precursores por fermentação
- Gorduras bio-fabricadas e óleos microbianos
- Biomassa microbiana
- Ingredientes de cultivo celular
- Ingredientes de origem animal em baixa inclusão

Diretriz central: Combinar plataformas estrategicamente para incorporar funcionalidades específicas, preservando as vantagens de custo, escala e simplicidade da base vegetal.

Painel: *Prioridades de Pesquisa*

CARNE CULTIVADA

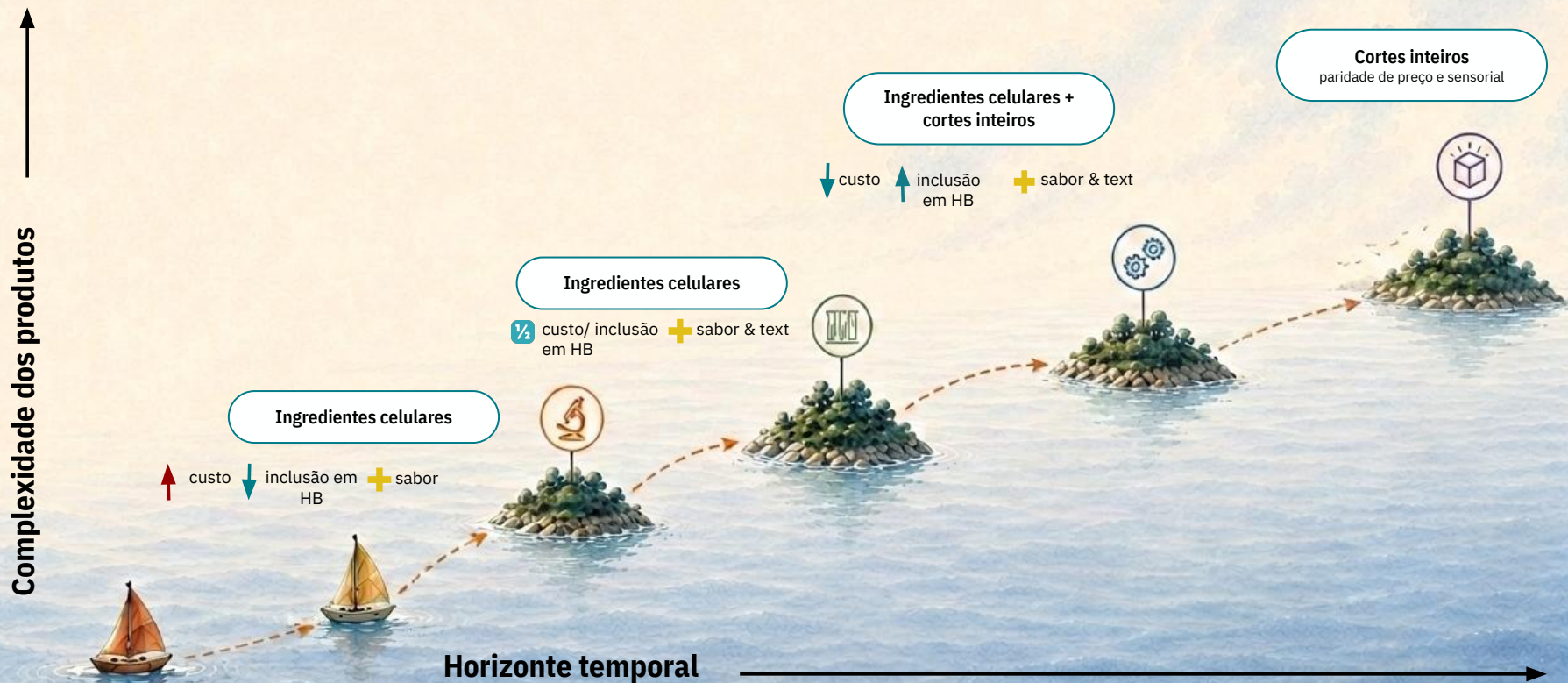
Dra. Amanda Leitolis
GFI Brasil



O futuro da carne cultivada será construído *passo a passo*

DESAFIO: CUSTO E ESCALA

VANTAGEM: SENSORIAL



Estratégia técnica em *duas frentes*

Barreiras para paridade de Custo

- Custo e eficiência dos inputs
- Produtividade e eficiência do capital

Estratégia: Concentra-se em reduzir os custos de insumos do meio de cultivo principalmente substituindo os elementos de alto custo e melhorando a taxa de conversão alimentar do meio.

Barreiras para paridade sensorial

- Desempenho sensorial dos ingredientes
- Processamento e formulação de produto

Estratégia: Concentra-se em entender como o meio influencia os aspectos sensoriais do produto, melhorar os ingredientes celulares melhorando a diferenciação das células e otimizar a formulação dos produtos híbridos de BF e PB + ingredientes cultivados



Eficiência e custo dos *meios de cultivo*

A busca por novas formulações de meios de cultivo continua sendo relevante...



Prioridades de Pesquisa - 1

- Desenvolver formulações de meios de cultura sem componentes de origem animal para uma ampla gama de espécies e tipos celulares
- Caracterizar proteínas, hidrolisados e moléculas pequenas de fontes vegetais, fúngicas e microbianas para substituir albumina, insulina, transferrina.
- Desenvolver protocolos de hidrólise econômicos e escaláveis que produzam composições de hidrolisados previsíveis e replicáveis

PERGUNTA NORTEADORA

Quais recursos da biodiversidade e das cadeias agroindustriais brasileiras podem ser transformados em hidrolisados eficientes, acessíveis e escaláveis para carne cultivada?

Eficiência e custo dos *meios de cultivo*

A busca por novas formulações de meios de cultivo continua sendo relevante mas agora precisa avançar junto à engenharia celular para maximizar a eficiência dos insumos.



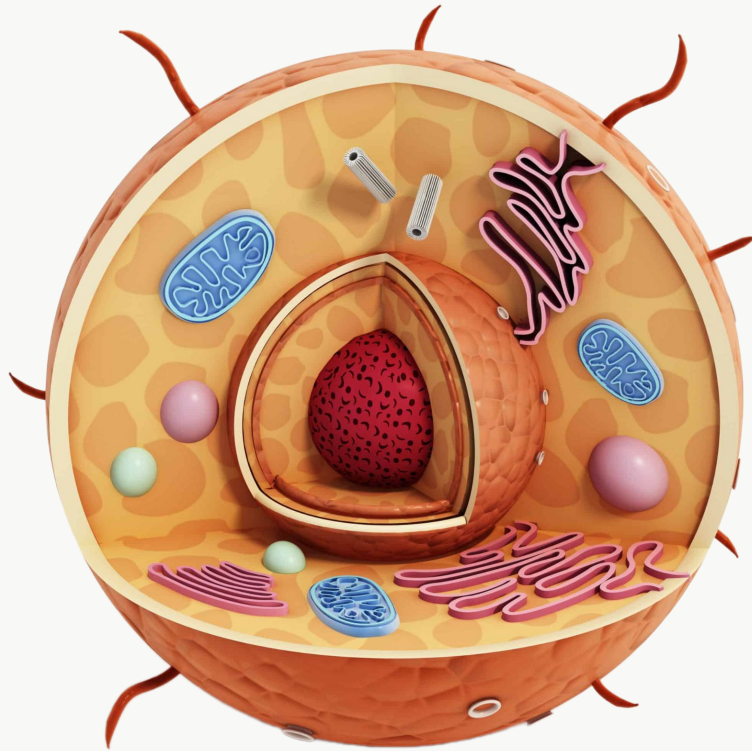
Prioridades de Pesquisa - 2

- Coletar dados ômicos para desenvolver e refinar GEMs de diversas espécies, tipos celulares
- Engenharia de linhagens (por exemplo, aumentar a expressão e a atividade de receptores, a sinalização autócrina, etc.) para reduzir o uso ou a necessidade de GFs em meios de cultura
- Gerar dados de medição de massa seca, tamanho e composição de células para melhorar a precisão na previsão de rendimento e demandas nutricionais.

PERGUNTA NORTEADORA

Quais espécies e sistemas celulares estratégicos para o Brasil devem ser priorizados para gerar dados pré-competitivos que permitam aumentar a eficiência de conversão de nutrientes em biomassa?

Desempenho sensorial e *formulação de produto*



Prioridades de Pesquisa - 1

- Melhorar a eficiência da diferenciação miogênica e adipogênica de células (especialmente para animais aquáticos) por meio da seleção, adaptação e/ou engenharia.
- Melhorar o sabor dos ingredientes celulares ajustando o perfil de gorduras e seus seus precursores adicionados ao meio ou aos scaffolds.

PERGUNTA NORTEADORA

Como podemos otimizar células, meios de cultivo e scaffolds para gerar ingredientes cultivados com diferenciação eficiente e melhores atributos de sabor e textura?

Desempenho sensorial e *formulação de produto*



Prioridades de Pesquisa - 2

- Entender e melhorar as propriedades tecno funcionais dos ingredientes celulares (especialmente gordura cultivada, sua interação com matrizes PB e FB e seu comportamento durante o cozimento.
- Determinar a quantidade mínima de ingredientes cultivados, especialmente gordura, necessária para reproduzir o sabor e outros atributos sensoriais da carne convencional em produtos híbridos.
- Desenvolver processos downstream de grau alimentício para células que aumentem o rendimento e minimizem danos.

PERGUNTA NORTEADORA

Como processar e incorporar ingredientes cultivados de forma eficiente para maximizar sua funcionalidade e impacto sensorial em produtos híbridos?

Painel: *Prioridades de Pesquisa*

FERMENTAÇÃO

Dra. Isabela Pereira
GFI Brasil



Prioridades de pesquisa em fermentação

A fermentação como tecnologia chave para atingir *paridade de preço e sensorial*



Cenário atual: paridade de custo

Biomassa se aproxima dos preços das proteínas tradicionais; **modelos públicos estimam ~R\$20-30 / kg** e uma estimativa privada indica ~R\$12,54 / kg. Em fermentação de precisão, a baixa disponibilidade de modelos ainda limita a leitura do avanço rumo à paridade de preços.



Principais fatores de custo

Os modelos publicados convergem para três alavancas: **substratos e matérias-primas, CapEx/eficiência de capital e métricas de processo** — rendimento, produtividade e título.

Custo + escala continuam sendo o filtro prioritário para P&D.



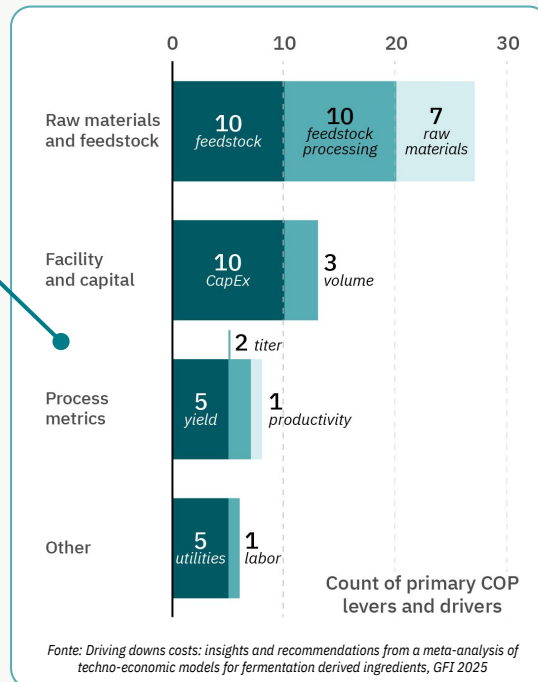
O potencial sensorial

Proteínas neutras obtidas por fermentação de biomassa, utilização de processos fermentativos para redução de *off flavors*, além da produção de óleos, gorduras e precursores de sabor desejáveis por rotas microbianas.



Desafio:

As características funcionais e sensoriais dos ingredientes derivados de fermentação e sua interação nas matrizes de produtos análogos ainda é pouco compreendida.



Prioridades gerais de custo para fermentação



Prioridade de pesquisa 1 *Feedstocks*

Aprimorar a eficiência no uso de **substratos de segunda geração** a fim de viabilizar o uso de matérias-primas de baixo custo



Prioridade de pesquisa 2 *Capital efficiency*

Reduzir as despesas de capital e melhorar a eficiência.



Prioridade de pesquisa 3 *Métricas de processo*

Melhorar a **eficiência dos bioprocessos** com o objetivo de reduzir tanto os custos operacionais variáveis quanto os fixos.

O potencial brasileiro

Oportunidades para expansão da Pesquisa e Inovação em fermentação e proteínas alternativas no país:

Ecosistema científico robusto

59 pesquisadores mapeados atuando em fermentação, sendo 32 com proteínas alternativas e 19 com interesse.

Na biodiversidade

Prospecção de novos microrganismos na biodiversidade brasileira.

36%

dos pesquisadores mapeados atuam na prospecção de novos microrganismos

Fonte: Fermentação no Brasil: potencial para produção de proteínas alternativas, GFI 2025

Na agroindústria (substratos de 1ª e 2ª geração)

Subprodutos agroindustriais abundantes e de baixo custo a serem pesquisados com a finalidade de insumos de meios de cultivo para a fermentação.

90%

dos pesquisadores mapeados atuam na utilização de resíduos para meio de cultivo

Fonte: Fermentação no Brasil: potencial para produção de proteínas alternativas, GFI 2025

Expandindo as cadeias agroindustriais brasileiras:

8 cadeias e 34 subprodutos mapeados

e ranqueados quanto ao potencial de aplicação considerando composição, disponibilidade, custo, segurança e acessibilidade (logística e perecibilidade).

Estudo desenvolvido
em parceria com:



Prioridades de pesquisa em fermentação

Barreira de custo: transformar *subprodutos em insumos competitivos*

Prioridades de P&D obtidas a partir do technical roadmap e direcionais do estudo de subprodutos

A rota mais adequada não é a que maximiza a desconstrução da biomassa, mas a que gera um substrato suficientemente acessível e compatível com fermentação, com o menor número possível de operações adicionais.

1 Caracterizar subprodutos

- Padronizar e qualificar subprodutos disponíveis regionalmente.
- Caracterizar variabilidade por cultivar, safra, armazenamento, micronutrientes e inibidores.
- Estabelecer frameworks de CQ/especificações ligados à conversão e desempenho.

Substratos

2 Converter com menor severidade e maior rendimento

- Desenvolver rotas seguras para alimentos e acessíveis para gerar açúcares e carboidratos fermentescíveis.
- Reduzir consumo de reagentes, carga e custo de enzimas na conversão de materiais lignocelulolíticos.
- Gerar processos que evitem detoxificação excessiva e perdas de açúcares.

Pré processamento

3 Desenvolvimento de microrganismos tolerantes

- Selecionar, adaptar ou modificar microrganismos tolerantes a inibidores e hidrolisados menos purificados.
- Viabilizar uso de misturas de açúcares e reduzir condicionamento do substrato.
- Operar com mais sólidos e menor demanda hídrica.

Cepas e processo

4 Simplificar operações e integrar valor

- Simplificar separação e secagem para reduzir custo operacional.
- Valorizar correntes secundárias em configurações de biorrefinaria integrada.
- Conectar rotas técnicas a modelos produtivos, hubs e TEAs nacionais.

Biorrefinaria + hubs

TEAs nacionais

Objetivo final: construir rotas integradas capazes de receber matérias-primas variáveis, monitorar rapidamente sua qualidade, ajustar o processamento e entregar intermediários, com especificações reprodutíveis para fermentação.

Desempenho sensorial e *formulação de produtos*

Caracterização, formulação e aproveitamento da biodiversidade microbiana



Protocolos padronizados de caracterização 01

Comparar propriedades sensoriais e funcionais de diferentes ingredientes e processos.

Interações em produtos híbridos 02

Mapear taxas de inclusão e desempenho de texturização em formulações *plant-based* comerciais.

Cepas, substratos e condições de processo para formação de precursores de aroma 03

Explorar seleção de cepas, composição do meio e variáveis de processo para formação de precursores de sabor.

Obrigada!



GFI.ORG.BR



THEGOODFOODINSTITUTEBRASIL

gfi / Brasil