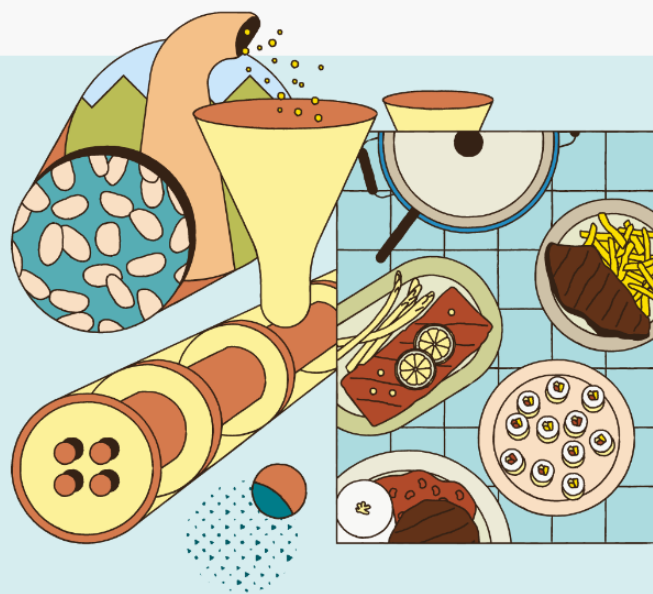




Relatório fórum técnico sobre soja
**Fortalecendo o potencial
da soja nos análogos à
carne: estratégias e
oportunidades de pesquisa**

Alimentação vegetal análoga - Fazenda Futuro



Créditos

Autores

Bruno Filgueira
Cristiana Ambiel
Graziele Grossi Bovi Karatay
Raquel Casselli

Revisão

Alexandre Cabral
Camila Lupetti
Gabriel Mesquita
Gustavo Guadagnini

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

F481

Filgueira, Bruno e Outros

Fortalecendo o potencial da soja nos análogos à carne: estratégias e oportunidades de pesquisa: Relatório Fórum Técnico sobre Soja / Bruno Filgueira, Cristiana Ambiel, Grazielle Grossi Bovi Karatay e Raquel Casselli. – São Paulo: Tikibooks; The Good Food Institute Brasil, 2025.

E-Book: PDF, 22 p.; IL; Color

ISBN 978-85-66241-28-0

1. Alimentos. 2. Cadeia Produtiva Alimentar. 3. Tecnologia de Alimentos. 4. Processamento de Alimentos. 5. Qualidade Nutricional. 6. Proteína Vegetal. 7. Alimentos Vegetais Análogos aos Cárneos. 8. Soja. 9. Cadeia Produtiva da Soja. I. Título. II. Relatório Fórum Técnico sobre Soja. III. Filgueira, Bruno. IV. Ambiel, Cristiana. V. Karatay, Grazielle Grossi Bovi. VI. Casselli, Raquel. VII. GFI/Brasil.

CDU 664

CDD 664

Catalogação elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154



O Good Food Institute é uma organização sem fins lucrativos que trabalha globalmente para acelerar a inovação do mercado de proteínas alternativas. Acreditamos que a transição para um sistema alimentar mais sustentável é fundamental para enfrentar a crise climática, diminuir o risco de doenças zoonóticas e alimentar mais pessoas com menos recursos. Por isso, colaboramos com cientistas, investidores, empresários e agentes de governo para desenvolver alimentos análogos vegetais, cultivados ou obtidos por fermentação.

Nosso trabalho se concentra em três áreas principais:

Em **Engajamento Corporativo** apoiamos empresas de todos os tamanhos a desenvolverem, lançarem e comercializarem produtos de proteínas alternativas. Oferecemos ferramentas para apoiar *startups* e empreendedores em suas estratégias de negócio. Fornecemos inteligência de mercado para ajudar as empresas a tomarem decisões. Realizamos pesquisas para identificar e superar os desafios.

Em **Ciência e Tecnologia** financiamos pesquisas de ponta sobre proteínas alternativas, promovemos colaborações entre cientistas, empresas e governos, publicamos dados e descobertas para impulsionar o progresso científico, desenhamos programas educacionais para formar a próxima geração de líderes em proteínas alternativas.

Em **Políticas Públicas** defendemos políticas públicas que apoiam o desenvolvimento e a comercialização de proteínas alternativas, trabalhamos com governos para criar um ambiente regulatório favorável, educamos o público sobre os benefícios das proteínas alternativas, monitoramos o cenário político e defendemos os interesses do setor.

Com esse trabalho, buscamos soluções para:

-  Alimentar de forma segura, justa e sustentável quase dez bilhões de pessoas até 2050;
-  Conter as mudanças climáticas provocadas pelo atual sistema de produção de alimentos;
-  Criar uma cadeia de produção de alimentos que não dependa de animais;
-  Reduzir a contribuição do setor alimentício para o desenvolvimento de novas doenças infecciosas, algumas com potencial pandêmico.

Em pouco mais de seis anos de atuação no Brasil, o GFI já ajudou o país a se tornar um dos principais atores do mercado global de proteínas vegetais. A intenção é continuar desenvolvendo esse trabalho para transformar o futuro da alimentação, promovendo novas fontes de proteínas e oferecendo alternativas análogas às de origem animal.

Disclaimer

As diretrizes estratégicas e as oportunidades de pesquisa apresentadas neste relatório foram desenvolvidas pelo *The Good Food Institute* Brasil a partir da sistematização das contribuições técnicas colhidas durante todas as etapas do Fórum Técnico sobre a Soja realizadas entre fevereiro e março de 2025. Este processo incluiu um formulário técnico estruturado e um encontro ao vivo com especialistas da academia e indústria. Embora este relatório sistematize desafios e oportunidades com base em percepções técnicas de especialistas, não houve ponderação sistemática sobre a viabilidade de implementação das soluções discutidas.

Os dados quantitativos apresentados no Apêndice refletem as opiniões dos especialistas participantes, fornecidas com base nas perguntas propostas no formulário técnico e em suas experiências individuais. Esses dados têm caráter exploratório e opinativo, não sendo estatisticamente representativos nem constituindo uma verdade científica absoluta. Além disso, não foram apresentados em uma ordem de priorização.

O papel do GFI nesse relatório foi de levantar e consolidar percepções de fontes confiáveis e distribuí-las de forma organizada, sendo que os tópicos aqui listados não são recomendações de investimento, mas sim um compartilhamento de informações técnicas. Possíveis projetos que derivem desse conhecimento compartilhado pelo GFI devem passar por aprofundamento técnico, rigorosa análise de viabilidade comercial, regulatória e logística de cada alternativa antes de decisões de investimento.

Índice

Introdução.....	6
Diretrizes Estratégicas Identificadas.....	7
Oportunidades de Pesquisa.....	10
Bastidores: Como Este Documento foi Construído.....	12
Considerações Finais.....	13
Apêndice 1 - Perguntas e Respostas do Formulário.....	14

Introdução

Atualmente, a soja ocupa uma posição central no desenvolvimento de análogos cárneos no mundo. No Brasil, mais da metade dos produtos *plant-based* disponíveis no mercado utiliza a soja como principal fonte de proteína, segundo um [Estudo de Rotulagem](#) realizado em 2023 com 349 produtos. Seu uso consolidado nas formas texturizada, concentrada e isolada a torna um dos ingredientes mais estratégicos para o avanço do setor.

Apesar da ampla utilização da soja na formulação de análogos cárneos e de sua relevância estratégica no setor de proteínas alternativas, a cadeia produtiva da soja ainda enfrenta desafios importantes no contexto da alimentação humana. Embora já existam ingredientes proteicos com desempenho tecnofuncional e sensorial superior, capazes de atender às expectativas de textura, suculência e sabor dos produtos de maior complexidade sensorial, esses ingredientes ainda apresentam barreiras significativas de custo que limitam sua ampla adoção. Essas limitações se refletem diretamente na experiência e percepção do consumidor final. A [Pesquisa de Consumidor](#) do GFI Brasil revelou que 41% dos brasileiros que não consomem carnes vegetais análogas apontam o preço como a principal barreira, enquanto 21% mencionam o sabor, 14% a textura e 10% citam preocupações relacionadas ao uso de soja ou de ingredientes transgênicos, de forma geral. Esses dados reforçam a necessidade de investir em melhorias ao longo da cadeia produtiva da soja, desde o desenvolvimento de cultivares e o processamento até a funcionalidade dos ingredientes nas formulações finais.

Os resultados do [Projeto Lâmpada](#), conduzido em 2024 pelo GFI Brasil, reforçaram esse diagnóstico e evidenciaram que a indústria nacional ainda depende da importação de ingredientes com desempenho funcional mais elevado, devido à limitação de

alternativas nacionais. Além disso, especialistas ouvidos no estudo destacaram a necessidade de integrar melhor a academia e a indústria, encurtando a distância entre a pesquisa aplicada e as suas aplicações industriais diretas. A soja brasileira, segundo os mesmos especialistas, não somente tem potencial para impulsionar o mercado *plant-based* nacional, mas também projetá-lo como protagonista global, exportando valor agregado por meio de alimentos *plant-based* produzidos a partir de ingredientes nacionais de alta performance, desde que os gargalos tecnológicos e estruturais de sua cadeia de valor sejam superados.

Com o objetivo de orientar futuras iniciativas de pesquisa e desenvolvimento para esse ingrediente estratégico e de fomentar uma maior integração entre a pesquisa científica e as necessidades do mercado, o GFI Brasil promoveu um Fórum Técnico sobre a Soja com representantes da academia e do setor produtivo. A partir das contribuições desses especialistas, foram definidas diretrizes estratégicas e oportunidades de pesquisa para fortalecer o potencial da soja como ingrediente chave na produção de análogos cárneos no Brasil. Essas diretrizes abrangem toda a cadeia produtiva, desde o desenvolvimento de cultivares, com maior teor e qualidade proteica, perfil nutricional mais completo e menor presença de compostos antinutricionais, até o produto final. Outro ponto central é a adoção de uma abordagem centrada no consumidor, com foco em acessibilidade, conveniência, saudabilidade e valorização da imagem da soja.

A partir disso, as diretrizes a seguir refletem ações, que em conjunto, buscam potencializar o uso da soja na formulação de análogos cárneos com maior apelo sensorial, custo competitivo e valor nutricional aprimorado, elementos essenciais para impulsionar a transição para proteínas alternativas de forma inclusiva e sustentável.

Diretrizes Estratégicas Identificadas

As diretrizes representam caminhos amplos para orientar políticas, investimentos e ações coordenadas ao longo de toda a cadeia produtiva da soja, do desenvolvimento de cultivares com melhor perfil proteico à formulação de produtos finais mais acessíveis, saudáveis e atrativos ao consumidor. As diretrizes estratégicas identificadas são apresentadas e discutidas a seguir:

Desenvolvimento de Cultivares de Soja Voltadas à Alimentação Humana

Atualmente, grande parte das cultivares disponíveis foi desenvolvida para atender as demandas da indústria de ração animal e do biodiesel, priorizando produtividade, resistência à pragas e doenças, adaptabilidade agrônômica e teor de óleo, e não a qualidade nutricional da proteína. Isso limita a oferta de cultivares voltadas a atender características desejadas à alimentação humana. O desenvolvimento de cultivares específicas para esse fim permitiria alinhar de forma mais estratégica a cadeia produtiva da soja às exigências do setor de proteínas alternativas e aos princípios da sustentabilidade, promovendo uma cadeia mais eficiente no uso de recursos naturais, como solo e água, ao direcionar a produção para alimentos finais, reduzindo etapas intermediárias de conversão, que é como se configura o uso da soja para a obtenção de proteína para consumo humano por meio da alimentação de animais de criação. Além disso, essa abordagem contribuiria para o fortalecimento da segurança alimentar e para o aumento do acesso a alimentos nutritivos. Diante desse cenário, torna-se fundamental e extremamente oportuno fomentar programas de melhoramento genético voltados ao desenvolvimento de cultivares voltadas à alimentação humana, com maior teor de proteína, menor presença de compostos antinutricionais, perfil de aminoácidos mais completo, características sensoriais adequadas e adaptabilidade ao clima local. Esse investimento estratégico tem o potencial de alinhar a cadeia da soja às demandas emergentes do mercado de proteínas alternativas e de apoiar a construção de sistemas alimentares mais resilientes, inclusivos e sustentáveis.

Pontos a considerar sobre viabilidade e implementação: A criação de cultivares com alto teor proteico, menor teor de óleo e atributos sensoriais otimizados enfrenta obstáculos relevantes de adoção por parte dos produtores. A menor produtividade em relação aos cultivares tradicionais, o custo adicional de segregação ou adequação de uma cadeia de produção exclusiva e a ausência de incentivos de mercado dificultam sua inserção em um sistema produtivo dominado, e bem rentabilizado, por grãos já consolidados no mercado e que tem aplicação estendida à ração animal e ao biodiesel. Além disso, a necessidade de logística dedicada pode comprometer a competitividade de preço de novos cultivares.

Inovação Tecnológica nos Processos de Obtenção dos Ingredientes de Soja

Existem oportunidades significativas para aprimorar os processos de extração e modificação das proteínas de soja, especialmente por meio de abordagens mais eficientes e sustentáveis, como o uso de solventes verdes e técnicas de modificação física, química ou biológica. Essas tecnologias têm o potencial de elevar a qualidade sensorial e funcional das proteínas, contribuindo para o desenvolvimento de produtos com textura, sabor e valor nutricional superiores. Além disso, muitas dessas soluções tecnológicas podem ser adaptadas a outras leguminosas de interesse para o mercado de proteínas alternativas, como ervilha, feijão e grão-de-bico, ampliando o impacto da inovação e fortalecendo a diversificação de fontes proteicas vegetais no Brasil. No entanto, sua adoção em escala industrial requer uma análise criteriosa de viabilidade econômica. Para que essas soluções sejam amplamente incorporadas pelo setor, é essencial que proporcionem não apenas ganhos de

desempenho tecnológico, mas também apresentem custos compatíveis com a realidade da indústria nacional, evitando a dependência de insumos de alto custo ou soluções tecnológicas não acessíveis à indústria nacional. O principal desafio, portanto, está em desenvolver processos que conciliam inovação tecnológica e competitividade de custo, viabilizando a produção local de ingredientes de alto desempenho para o mercado de análogos cárneos.

Pontos a considerar sobre viabilidade e implementação: Embora as tecnologias emergentes para modificação e extração proteica tragam ganhos potenciais em qualidade funcional e sensorial, sua adoção em larga escala depende de fatores adicionais, como capacitação técnica local, acesso a equipamentos especializados e previsibilidade regulatória. Além disso, muitas dessas soluções ainda estão em estágios iniciais de maturação e podem exigir longos ciclos de desenvolvimento até estarem prontas para uso comercial, o que deve ser considerado na priorização de investimentos.

Ampliação e Diversificação de Ingredientes Protéicos Derivados da Soja

Hoje, a indústria brasileira de análogos cárneos depende majoritariamente de proteínas isoladas e concentradas de soja. Esses ingredientes oferecem elevada qualidade funcional, como solubilidade, capacidade de emulsificação e retenção de água, mas estão frequentemente associados a altos custos e, em alguns casos, à necessidade de importação. Paralelamente, a farinha de soja desengordurada representa uma alternativa mais acessível e amplamente disponível no Brasil. Contudo, ainda enfrenta limitações relevantes tanto em termos funcionais quanto sensoriais, o que compromete seu desempenho nas formulações de análogos cárneos. Do ponto de vista funcional, é necessário aprimorar propriedades como emulsificação, retenção de água, capacidade de formar estruturas fibrosas que simulem a textura da carne animal (texturização), e estabilidade físico-química. Esta última compreendida como a manutenção da integridade do produto durante o processamento, armazenamento e preparo, incluindo aspectos relacionados à vida útil (*shelf life*), como resistência à separação de fases, oxidação ou degradação de componentes. Do ponto de vista sensorial, persistem desafios como sabor residual, coloração indesejada e desempenho insatisfatório em diferentes formatos de preparo. Tornar a farinha desengordurada mais funcional e sensorialmente adequada configura-se, portanto, não apenas como um desafio técnico relevante, mas também como uma das principais oportunidades de inovação para ampliar seu uso e reduzir os custos ao longo da cadeia produtiva de análogos cárneos no Brasil.

Pontos a considerar sobre viabilidade e implementação: A diversificação de formatos de ingredientes proteicos derivados da soja é essencial para ampliar o acesso e reduzir custos, mas envolve desafios técnicos relevantes. Ingredientes como farinha desengordurada, embora mais acessíveis, ainda apresentam desempenho sensorial e funcional abaixo do ideal para muitas aplicações. Essa matéria-prima tende a apresentar menor força de gel, sabor residual mais acentuado e vida útil reduzida, especialmente pela presença de açúcares residuais. Esses fatores impõem limites à sua aplicação direta e devem ser cuidadosamente considerados para que o esforço de pesquisa resulte em soluções com real viabilidade técnica e comercial. Melhorar estes derivados exige investimentos em pesquisa e desenvolvimento e adaptação de processos industriais. A substituição de ingredientes isolados e concentrados por alternativas mais baratas pode comprometer atributos de qualidade, tornando necessário um equilíbrio cuidadoso entre custo e desempenho final.

Fortalecimento de Infraestrutura de Processamento para Inovação e Acesso Regional

A cadeia da soja voltada à alimentação humana no Brasil ainda carece de uma infraestrutura robusta para o processamento em pequena e média escala. Essa limitação impacta o desenvolvimento de ingredientes inovadores e adaptados às especificidades de diferentes mercados. O fortalecimento da capacidade instalada, por meio da criação de plantas-piloto, centros regionais de inovação e parcerias entre universidades, *startups*, cooperativas e agroindústrias, pode impulsionar a produção de ingredientes customizados e facilitar a experimentação e validação de novas tecnologias de forma mais ágil e conectada às realidades locais. Investir em infraestrutura também pode contribuir para a redução de custos, uma vez que permite maior eficiência produtiva, melhor aproveitamento de matérias-primas, acesso a tecnologias mais econômicas e o compartilhamento de recursos entre diferentes atores da cadeia. Isso reduz desperdícios, dilui custos fixos e facilita a entrada de novos empreendedores no setor. A ideia central é posicionar o Brasil como um país capaz de gerar, adaptar e escalar soluções em ingredientes derivados da soja para aplicações em proteínas alternativas não apenas em polos industriais consolidados, mas também em territórios estratégicos e diversificados. Com esses avanços, é possível ampliar a competitividade regional, fomentar o surgimento de soluções inovadoras e acelerar a criação de ingredientes nacionais de alto desempenho, mais alinhados às necessidades da indústria de proteínas alternativas.

Pontos a considerar sobre viabilidade e implementação: A criação de plantas-piloto, centros regionais de inovação e parcerias institucionais é uma estratégia promissora, mas seu sucesso depende de forte articulação com a demanda real da indústria. Sem um ecossistema favorável que inclua incentivos, capacitação e integração com cadeias produtivas existentes, há o risco de investimentos em infraestrutura se tornarem subutilizados ou pouco sustentáveis no longo prazo.

Valorização da Imagem da Soja Junto ao Consumidor

Embora seja uma das principais fontes de proteína vegetal disponíveis no Brasil, a soja ainda enfrenta resistência por parte de determinados grupos de consumidores, que ainda a associam a algumas percepções negativas, como alto grau de processamento, potencial alergênico, impactos ambientais relacionados ao seu cultivo em larga escala e presença de transgenia. Esses fatores representam barreiras relevantes à sua aceitação, especialmente em produtos *plant-based*. Para superar esse desafio, é fundamental desenvolver estratégias de comunicação educativa, baseadas em evidências científicas e construídas a partir de narrativas que associem a soja à sustentabilidade, à saúde e à segurança alimentar. A promoção desse ingrediente deve destacar sua densidade nutricional, versatilidade tecnológica, contribuição para a redução da pegada ambiental e seu papel estratégico na promoção de uma alimentação mais acessível e equilibrada. Iniciativas como transparência na cadeia produtiva, rotulagem clara, campanhas com influenciadores de credibilidade e parcerias com instituições de pesquisa podem desempenhar um papel decisivo no posicionamento da soja como um ingrediente essencial e confiável na transição para sistemas alimentares mais sustentáveis.

Pontos a considerar sobre viabilidade e implementação: Reverter a percepção negativa da soja, associada a fatores como transgenia, impactos ambientais e processamento excessivo, é um desafio significativo. Estratégias de comunicação precisam ser robustas, contínuas e ancoradas em evidências práticas para serem eficazes. Ainda assim, a valorização da imagem da soja pode ter impacto limitado em determinados segmentos de consumidores e exige articulação entre diversos atores, incluindo indústria, academia, governo e sociedade civil.

Inovação Centrada no Consumidor

Considerar uma abordagem de escuta ativa, sistemática e contínua das necessidades, preferências e restrições do consumidor brasileiro pode ser estratégico para orientar a inovação em alimentos. Compreender não apenas o que o consumidor deseja, mas também o que ele pode acessar e valorizar em seu cotidiano alimentar tende a aumentar a adesão a novos produtos, especialmente no mercado de proteínas alternativas. Fatores como preço acessível, conveniência na compra, no preparo e no consumo, atributos de saudabilidade e familiaridade com ingredientes e formatos aparecem como determinantes para o sucesso de alimentos inovadores. Como a percepção de valor do consumidor está diretamente ligada ao equilíbrio entre o custo percebido e os benefícios entregues, como qualidade sensorial, benefícios nutricionais, praticidade e alinhamento com valores como saúde e sustentabilidade, ancorar as estratégias de inovação na realidade e diversidade do consumo brasileiro poderia ampliar o acesso à alimentação nutritiva. Ao posicionar o consumidor como centro do processo de inovação, é possível impulsionar a inclusão alimentar, expandir o alcance dos produtos *plant-based* e apoiar a construção de sistemas alimentares mais justos, saudáveis e sustentáveis.

Pontos a considerar sobre viabilidade e implementação: A incorporação sistemática da escuta ativa do consumidor é uma estratégia valiosa, mas sua aplicação prática pode ser limitada pela falta de estrutura nas empresas para conduzir pesquisas contínuas, especialmente em pequenas e médias indústrias. Além disso, os *insights* de consumo podem variar significativamente entre regiões, classes sociais e faixas etárias, o que demanda abordagens segmentadas e personalizadas. A tentativa de responder simultaneamente a múltiplas demandas, como saudabilidade, sustentabilidade, praticidade e custo, pode gerar tensões estratégicas que dificultam a priorização de soluções.

Oportunidades de Pesquisa

As oportunidades de pesquisa detalham desafios técnicos que exigem investigação científica e tecnológica, com foco na geração de soluções práticas que viabilizem a implementação de algumas diretrizes. Essas oportunidades, que se complementam e se reforçam mutuamente ao longo da cadeia de valor da soja, incluem:

Otimização Sensorial, Nutricional e Funcional de Ingredientes de Soja

O aprimoramento de ingredientes de soja para produtos *plant-based* exige uma abordagem integrada que considere simultaneamente os aspectos funcionais, sensoriais e nutricionais. Avanços em uma dessas dimensões frequentemente impactam as outras, e soluções tecnológicas integradas têm maior potencial de gerar produtos mais competitivos, tanto em termos de qualidade quanto de eficiência industrial. A seguir, são destacadas as principais oportunidades de pesquisa em cada uma dessas frentes, sem perder de vista suas inter-relações.

(i) Otimização Funcional: Um dos principais desafios da indústria de alimentos *plant-based* à base de soja está na melhoria da performance tecnológica dos ingredientes proteicos, como solubilidade, capacidade de emulsificação, gelificação e retenção de água. Há oportunidades relevantes de pesquisa voltadas para a modificação física, química ou biológica das proteínas de soja, incluindo métodos como tratamento térmico, alta pressão, extrusão e tratamento enzimático, com o objetivo de aprimorar essas propriedades funcionais. Por exemplo, uma melhor capacidade de retenção de água e gelificação contribui para produtos como hambúrgueres ou almôndegas vegetais mais suculentos e com menor perda de peso após cocção. Já a melhoria na capacidade de emulsificação ajuda a construir uma textura firme e coesa, mais próxima de produtos cárneos

como salsichas, além de garantir que gordura e água se mantenham distribuídas uniformemente no produto durante o preparo e consumo. Esses avanços impactam diretamente a textura, estrutura e estabilidade dos análogos cárneos, favorecendo ganhos sensoriais e maior eficiência no processo produtivo, como estabilidade durante a extrusão úmida e melhor desempenho em equipamentos de moldagem.

(ii) Otimização Sensorial: O perfil sensorial da soja, especialmente no que diz respeito a sabor, aroma e textura, ainda representa uma barreira à aceitação de muitos consumidores. Investigações que explorem tecnologias, como a fermentação e a aplicação de enzimas específicas, têm se mostrado promissoras na redução de *off-flavors* e na melhora da aceitação sensorial. Além dessas estratégias, o melhoramento genético de cultivares de soja com foco em características sensoriais, como redução de compostos responsáveis por sabores residuais indesejados, também representa uma via complementar e estratégica para ampliar a atratividade do ingrediente. Soluções “*drop-in*” fermentadas, que podem ser incorporadas diretamente às formulações existentes, oferecem um caminho prático para ajustar atributos sensoriais sem exigir reformulações complexas. Parte dessas abordagens também pode gerar benefícios funcionais, como melhor estabilidade e textura, e nutricionais, ao contribuir para a redução de fatores antinutricionais ou aumento da biodisponibilidade de compostos benéficos, reforçando o potencial de sinergias entre as diferentes frentes de otimização.

(iii) Otimização nutricional: Há também um espaço relevante para inovação em termos nutricionais. Estudos que busquem enriquecer ingredientes de soja com micronutrientes, melhorar o perfil de aminoácidos essenciais, reduzir fatores antinutricionais e aumentar a biodisponibilidade de compostos benéficos são fundamentais para elevar o valor nutricional dos produtos. Tecnologias como a fermentação e a germinação não apenas ampliam o potencial nutricional dos ingredientes, como também podem melhorar a digestibilidade e atenuar atributos sensoriais indesejáveis, revelando um potencial de impacto multidimensional.

Desenvolvimento de Soluções Tecnológicas de Baixo Custo

O custo elevado de produção de produtos e ingredientes derivados da soja ainda representa uma barreira importante para a expansão dos análogos cárneos. Há oportunidades de pesquisa voltadas ao desenvolvimento de soluções tecnológicas que aprimorem as características sensoriais, nutricionais e funcionais dos produtos, sem comprometer a viabilidade econômica dos processos produtivos. Investigações que conciliam ganhos de desempenho com controle de custos, uso eficiente de insumos, tecnologias mais simples com etapas de processos reduzidas, disponíveis e escalonáveis podem contribuir para redução de custos e tornar os produtos mais acessíveis e competitivos no mercado.

Desenvolvimento de Cultivares de Soja Voltados à Alimentação Humana

Grande parte das cultivares de soja disponíveis hoje foi desenvolvida para atender à demanda por ração animal e biodiesel, o que pode limitar seu desempenho para a alimentação humana e a produção de análogos cárneos. Pesquisas voltadas ao desenvolvimento de cultivares específicas, com alto teor de proteína, perfil de aminoácidos mais equilibrado, baixo teor de óleo e sabor e odor mais neutros, podem solucionar esses entraves e gerar matérias-primas mais adequadas às necessidades tecnológicas e nutricionais requeridas pela indústria de proteínas alternativas. Maiores discussões são apresentadas em Diretrizes Estratégicas no item *Desenvolvimento de cultivares de soja voltadas à alimentação humana*, deste relatório.

Mapeamento de Barreiras de Adoção

A identificação de barreiras culturais, econômicas e operacionais que dificultam a adoção de novos cultivares de soja pela cadeia produtiva, de tecnologias inovadoras pela indústria alimentícia e do uso da soja na alimentação humana é fundamental para orientar estratégias de mitigação mais eficazes. Ao compreender os fatores que limitam a incorporação dessas inovações, seja na produção agrícola, nos processos industriais ou nos hábitos de consumo, é possível desenvolver ações direcionadas que promovam uma maior aceitação e penetração no mercado. Maiores discussões são apresentadas em diretrizes estratégicas deste relatório.

Avaliação dos Benefícios de Sustentabilidade

Redirecionar parte da produção de soja, hoje majoritariamente destinada à alimentação animal e biodiesel, para uso direto na alimentação humana pode trazer ganhos significativos em sustentabilidade, ao evitar as perdas associadas ao processo de conversão¹ de calorias e proteínas vegetais em equivalentes de origem animal. Em 2013, um [estudo](#) já apontava cerca de 40% de perda das calorias produzidas globalmente pelas principais culturas agrícolas do sistema alimentar devido à baixa eficiência nas taxas de conversão dos animais utilizados em larga escala pela pecuária.

Nesse cenário, podem ser consideradas pesquisas que quantifiquem os impactos ambientais no consumo de carnes vegetais análogas à base de soja em substituição aos produtos cárneos, como a redução de emissões de gases de efeito estufa e o uso mais eficiente de água e solo. Dados como esse são fundamentais para fortalecer a competitividade da cadeia de valor da categoria, sobretudo em mercados orientados por critérios ESG.

Frentes de pesquisa que abordem todos esses tópicos de forma integrada, analisando ciclo de vida, impacto socioeconômico e desenvolvimento tecnológico, oferecem caminhos estratégicos para orientar investimentos públicos e privados em ciência e tecnologia. Além de potencializar a qualidade sensorial, nutricional e funcional dos produtos, essas iniciativas podem favorecer a redução de custos, fortalecer a sustentabilidade da cadeia produtiva e ampliar a aceitação dos análogos cárneos junto a diferentes perfis de consumidores.

Bastidores: como este documento foi construído

A construção das diretrizes e identificação das oportunidades de pesquisa apresentadas se deu por meio de um processo de escuta qualificada, conduzido pelo GFI Brasil. O objetivo foi reunir percepções técnicas relevantes sobre os principais gargalos da soja na cadeia de análogos cárneos, a partir de especialistas da academia e indústria com ampla experiência em áreas estratégicas da cadeia de valor da soja, incluindo desenvolvimento de cultivares, fracionamento e otimização de proteínas vegetais, pesquisa e desenvolvimento de ingredientes, extrusão, processamento da soja, produção de produtos cárneos vegetais. Essa diversidade de perfis técnicos permitiu uma análise abrangente e multidisciplinar dos desafios e oportunidades ao longo da cadeia. Este processo se deu através das seguintes etapas:

1. Formulário técnico estruturado

Antes da realização do fórum, o GFI Brasil elaborou e aplicou um formulário técnico estruturado, com o objetivo de levantar percepções qualificadas sobre os principais desafios relacionados aos ingredientes derivados da soja. As perguntas abordaram temas centrais como qualidade sensorial, propriedades tecno funcionais, processamento e viabilidade econômica desses ingredientes. Essa etapa permitiu mapear os principais pontos críticos da cadeia produtiva, a partir de diferentes perspectivas do ecossistema. Ao todo, 38 especialistas foram

¹ A taxa de conversão indica a eficiência do animal no processo de conversão das calorias e proteínas provenientes de recursos ingeridos, como ração, capim e silagem, em calorias e proteínas de produto final (carne).

convidados a participar dessa fase e 15 aceitaram, sendo 7 da academia, 4 da indústria de alimentos, 3 da indústria de ingredientes e 1 da indústria de equipamentos. As perguntas e respectivas respostas estão integralmente disponíveis no Apêndice 1 deste relatório.

2. Fórum Técnico

Foi realizado um encontro virtual com os especialistas com o objetivo de apresentar os resultados do formulário e promover um diálogo técnico qualificado. O debate permitiu validar os principais desafios identificados, aprofundar os temas mais recorrentes e gerar novos *insights* com base na experiência prática dos participantes. Aceitaram participar dessa discussão 12 especialistas, sendo 7 da academia, 3 da indústria de ingredientes e 2 da indústria de alimentos.

3. Sistematização e análise dos resultados

Após as discussões, o GFI Brasil organizou e analisou as contribuições recebidas, com foco na identificação dos gargalos mais relevantes e recorrentes. Essa sistematização fundamentou as recomendações estratégicas e oportunidade de pesquisa apresentadas neste relatório e também serviu como base técnica para a elaboração de uma Chamada de Propostas de Pesquisa (*Request for Proposal* – RFP), com foco na otimização da qualidade da farinha de soja desengordurada para aplicação em análogos cárneos.

Considerações Finais

Além das diretrizes estratégicas e das oportunidades de pesquisa identificadas, as contribuições dos especialistas também reforçam a necessidade de considerar elementos-chave complementares para fortalecer a cadeia da soja voltada ao desenvolvimento de ingredientes para o setor de análogos cárneos vegetais. É importante destacar que, além da relevância técnica, as propostas de inovação devem ser avaliadas também sob a ótica da viabilidade comercial, risco de adoção e impacto na cadeia logística para garantir que os investimentos em pesquisa se traduzam em soluções aplicáveis e sustentáveis do ponto de vista econômico. A viabilidade econômica e os riscos das inovações devem ser um critério central ao longo de toda a cadeia, da pesquisa à aplicação industrial, garantindo que as soluções propostas sejam não apenas tecnicamente eficazes, mas também acessíveis e viáveis para o setor produtivo nacional.

A priorização de pesquisas aplicadas nas etapas mais críticas do processamento, como a extração do óleo, a obtenção da proteína e a modificação de suas propriedades, pode acelerar o desenvolvimento de ingredientes com maior valor funcional e sensorial.

Além disso, é importante destacar a necessidade de articular os avanços científicos com estratégias de políticas públicas e comunicação com a sociedade. O fortalecimento de iniciativas governamentais e incentivos econômicos voltados à cadeia da soja para alimentação humana, especialmente para cultivares de alto teor proteico e livres de transgenia (característica importante para que os produtos e ingredientes nacionais não encontrem barreiras em determinados mercados internacionais), pode ampliar significativamente o impacto das soluções tecnológicas desenvolvidas.

Da mesma forma, pesquisas voltadas à compreensão da percepção do consumidor e à consolidação de evidências científicas sobre a soja podem oferecer subsídios valiosos para qualificar o debate público e apoiar estratégias de comunicação baseadas em dados. Essas ações são fundamentais para promover uma valorização da imagem da soja enquanto ingrediente-chave em dietas mais diversificadas.

Por fim, a integração entre ciência, indústria e políticas de fomento à inovação é essencial para fortalecer ambientes colaborativos, acelerar a geração de soluções tecnológicas e ampliar o uso de ingredientes nacionais

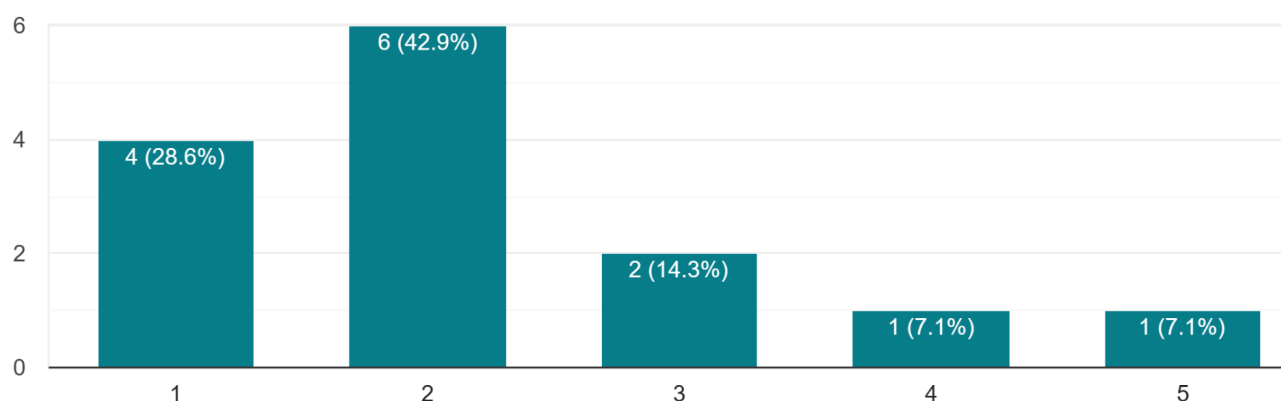
de alto desempenho em escala comercial. Esses esforços podem consolidar a soja como um vetor estratégico na transição para sistemas alimentares mais sustentáveis, inclusivos e resilientes.

Apêndice 1 - Perguntas e Respostas do Formulário

Parte I: Validação de algumas premissas sobre o mercado e produção de soja no Brasil

Pergunta 1: Em uma escala de 1 a 5, indique seu nível de concordância com a seguinte afirmação: “O óleo é um dos principais produtos da soja com participação significativa na rentabilidade da cadeia produtiva, portanto cultivares com maiores teores de proteína e menores teores de óleo, não são uma solução economicamente viável para o mercado de produtos e derivados da soja.”

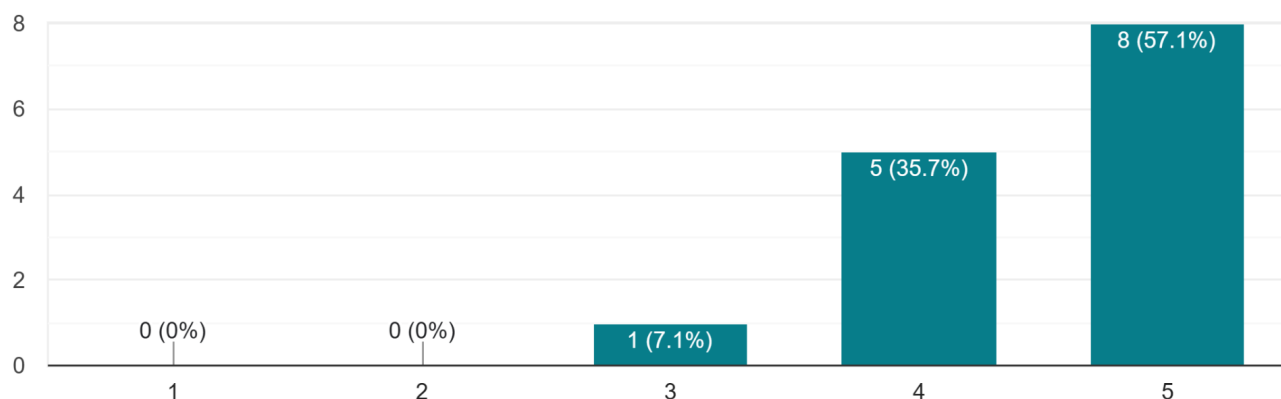
14 responses



Sendo 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo parcialmente, 3 = Neutro (nem concordo, nem discordo), 4= Concordo parcialmente, 5 = Concordo totalmente

Pergunta 2: Em uma escala de 1 a 5, indique seu nível de concordância com a seguinte afirmação: “Há espaço e interesses mercadológicos para cultivares de soja voltados especificamente para alimentação humana, com maior teor de proteína.”

14 responses



Sendo 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo parcialmente, 3 = Neutro (nem concordo, nem discordo), 4= Concordo parcialmente, 5 = Concordo totalmente

Pergunta 3: Atualmente, no Brasil, a disponibilidade de soja não transgênica é limitada.

Para entender melhor essa realidade, classifique os fatores que mais contribuem para essa limitação, classificando-os como baixo impacto, impacto moderado ou alto impacto.

Fatores	Impacto (# respondentes, %)		
	Baixo	Moderado	Alto
Dificuldade em garantir manejo e transporte adequados para evitar contaminação com grãos transgênicos	1 (8.3%)	3 (25%)	8 (66.7%)
Escassez de plantas de processamento locais dedicadas e/ou que possam garantir a não contaminação com grãos transgênicos	1 (9.1%)	6 (54.5%)	4 (36.4%)
Baixo nível de especialização dos produtores nacionais na produção de soja não transgênica	3 (27.3%)	5 (45.5%)	3 (27.3%)
Baixa competitividade de custos em comparação aos grãos transgênicos	1 (9.1%)	3 (27.3%)	7 (63.6%)
Baixa competitividade de qualidade em comparação aos grãos transgênicos	5 (41.7%)	5 (41.7%)	2 (16.7%)

Parte II: Questões técnicas para guiar a elaboração da RFP

As respostas às questões abaixo devem ser direcionadas à identificação de soluções para aprimorar a qualidade dos produtos cárneos vegetais análogos à base de soja, com foco em sabor, textura, aroma e competitividade de preço.

Pergunta 1: Com base na sua opinião e experiência, quais são os principais **defeitos e/ou aspectos limitantes** encontrados em produtos cárneos vegetais análogos **que têm correlação com os ingredientes à base de soja** utilizados na sua produção? Classifique os defeitos e/ou aspectos limitantes como baixa, média ou alta correlação com os ingredientes de soja.

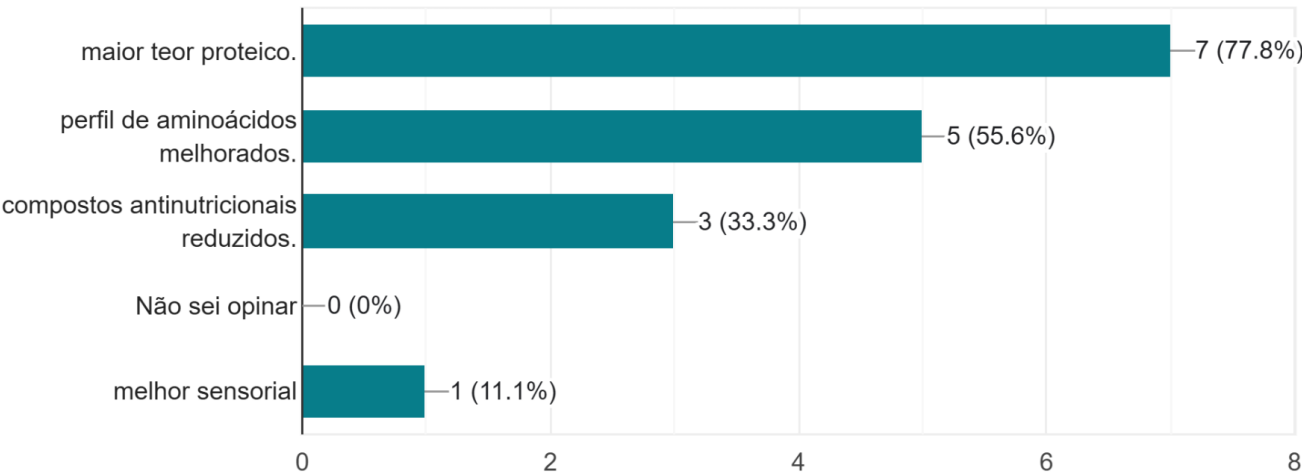
Principais defeitos e/ou aspectos limitantes	Correlação (Número de respondentes, %)		
	Baixa	Média	Alta
Off-flavors e sabor (gosto e odor) durante a ingestão	1 (7.7%)	4 (30.8%)	8 (61.5%)
Retrogosto (gosto ou sensação residual após a ingestão)	1 (7.7%)	6 (46.2%)	6 (46.2%)
Cor antes do cozimento	5 (38.5%)	5 (38.5%)	3 (23.1%)
Cor após o cozimento	4 (30.8%)	7 (58.8%)	2 (15.4%)
Textura do produto antes do cozimento	3 (23.1%)	6 (46.2%)	4 (30.8%)
Textura do produto após o cozimento	3 (23.1%)	5 (38.5%)	5 (38.5%)
Custo alto	7 (50%)	3 (21.4%)	4 (28.6%)

Pergunta 2: Classifique as etapas e os processos da cadeia produtiva conforme seu impacto na qualidade dos ingredientes proteicos à base de soja utilizados em produtos cárneos vegetais análogos. Numere as etapas/processos como tendo baixo, médio ou alto impacto na qualidade dos ingredientes proteicos de soja.

Etapas e os processos da cadeia produtiva	Impacto (Número de respondentes, %)		
	Baixo	Médio	Alto
Desenvolvimento e seleção de cultivares de soja	2 (20%)	2 (20%)	5 (60%)
Manejo agrícola, colheita, armazenamento e transporte da soja	1 (9.1%)	3 (27.3%)	7 (63.6%)
Extração do óleo (obtenção do óleo e farinha proteica desengordurada)	0 (0%)	3 (27.3%)	8 (72.7%)
Obtenção da proteína de soja (proteína concentrada, texturizada e/ou isolada) a partir da farinha desengordurada	0 (0%)	1 (7.7%)	12 (92.3%)
Modificação da proteína a partir de processos físicos, químicos e biológicos	0 (0%)	3 (21.4%)	11 (78.6%)

Pergunta 2.1: Dentro da etapa de "Desenvolvimento e seleção de cultivares de soja", escolha até duas opções para completar a seguinte frase:
Tecnologias de melhoramento genético com foco na obtenção de cultivares com...

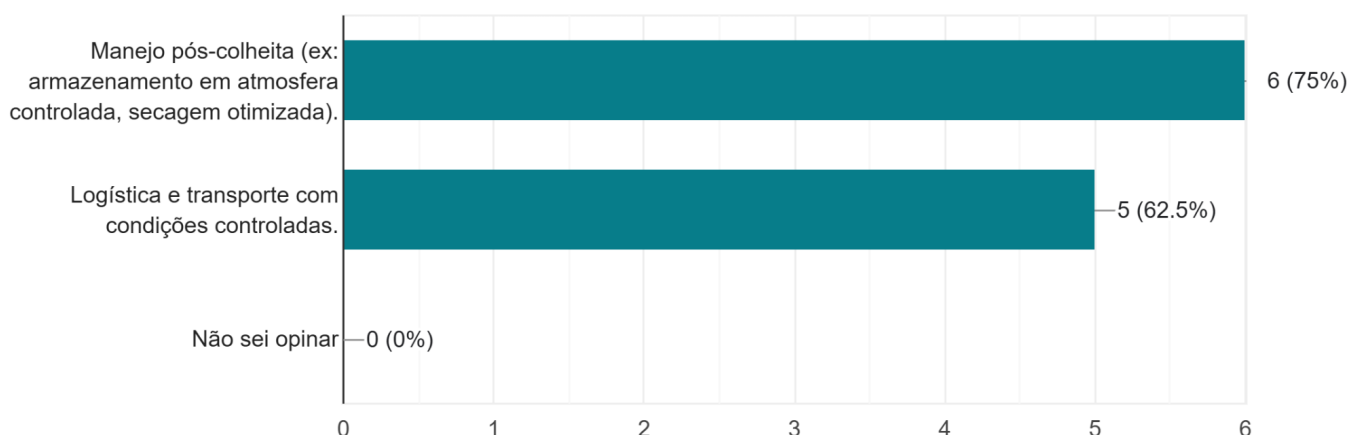
9 responses



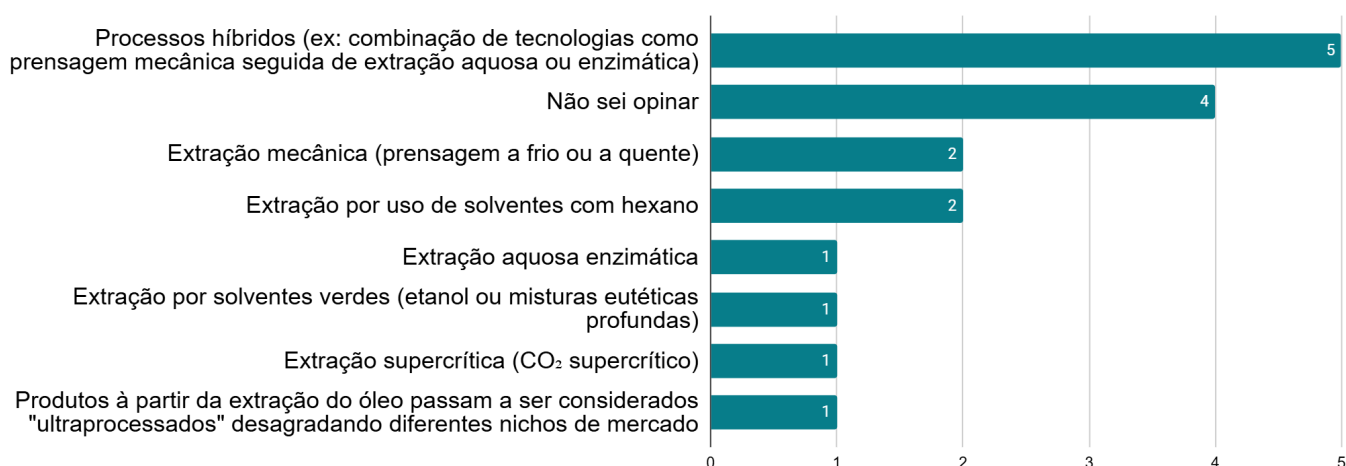
Opção adicionada: melhor sensorial

Pergunta 2.2: Dentro da etapa de "Manejo agrícola, colheita, armazenamento e transporte da soja" indique até duas tecnologias, processos ou abordagens que podem ser explorados, por meio de pesquisa aplicada, para melhorar a qualidade dos ingredientes proteicos à base de soja utilizados na produção de produtos cárneos vegetais análogos.

8 responses

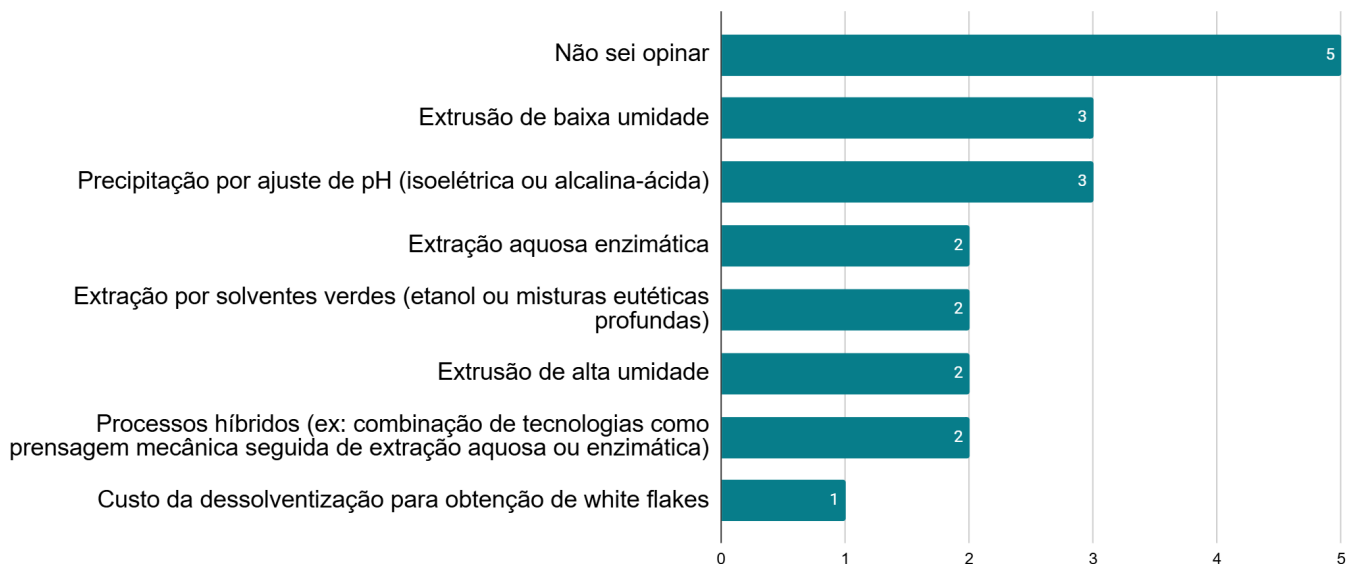


Pergunta 2.3: Dentro da etapa de "Extração do óleo (obtenção do óleo e farinha proteica desengordurada)" indique até duas tecnologias, processos ou abordagens que podem ser explorados, por meio de pesquisa aplicada, para melhorar a qualidade dos ingredientes proteicos à base de soja utilizados na produção de produtos cárneos vegetais análogos.



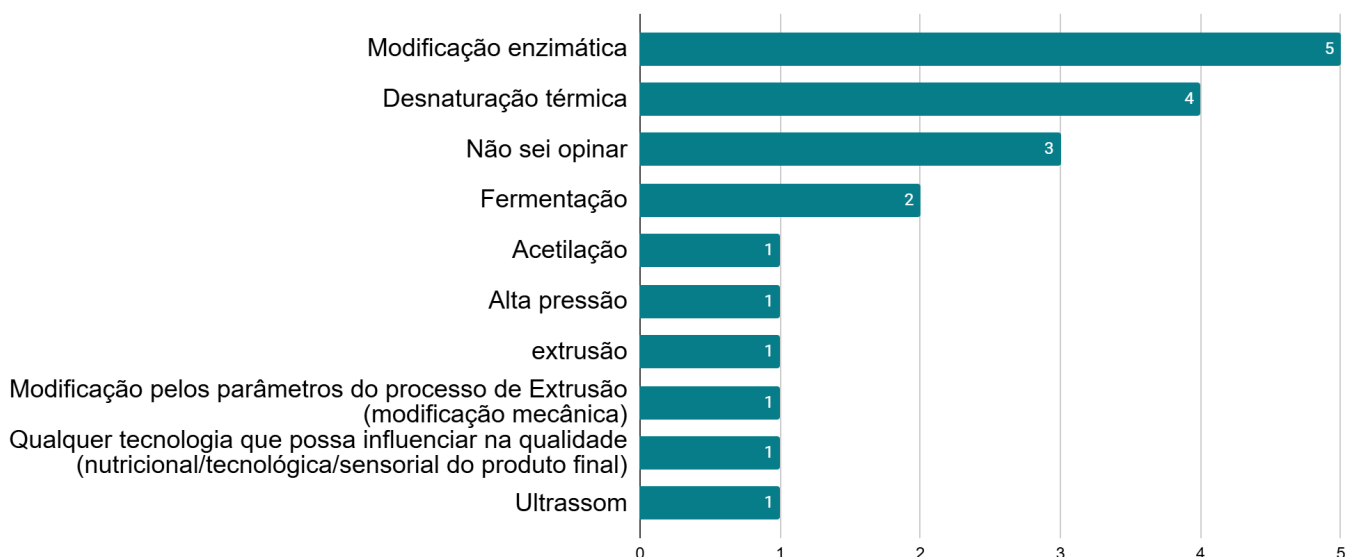
Opção adicionada: Produtos à partir da extração do óleo passam a ser considerados "ultraprocessados" desagradando diferentes nichos de mercado

Pergunta 2.4: Dentro da etapa de "Obtenção da proteína de soja (proteína texturizada, concentrada e/ou isolada) a partir da farinha desengordurada " indique até duas tecnologias, processos ou abordagens que podem ser explorados, por meio de pesquisa aplicada, para melhorar a qualidade dos ingredientes proteicos à base de soja utilizados na produção de produtos cárneos vegetais análogos.



Opção adicionada: Custo da dessolventização para obtenção de white flakes

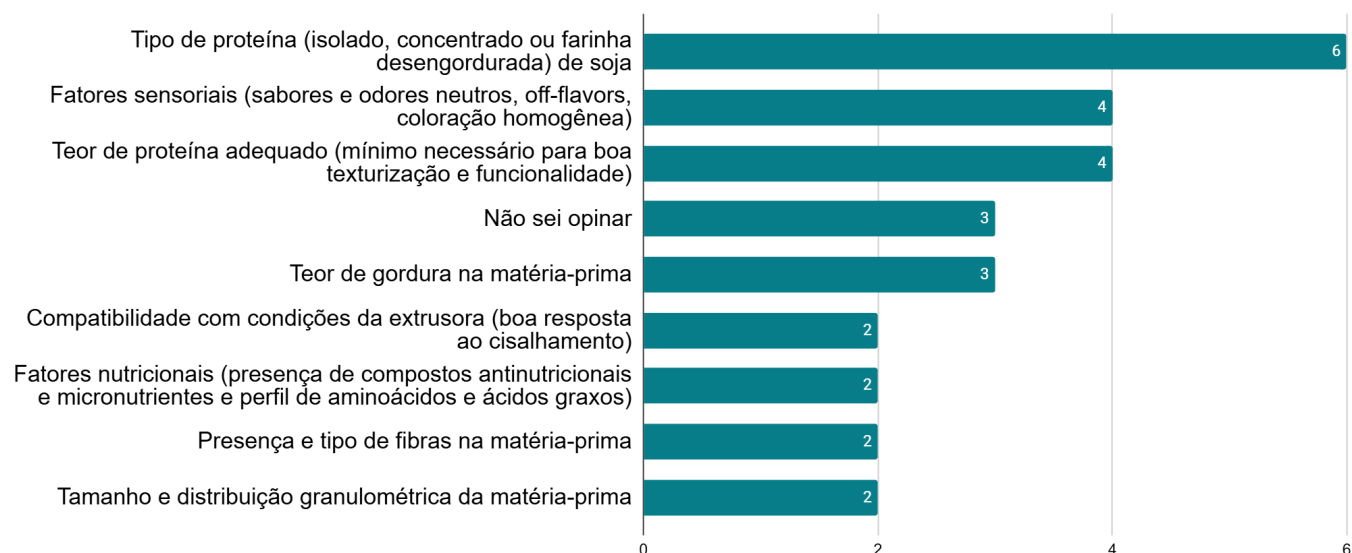
Pergunta 2.5: Dentro da etapa de "Modificação da proteína a partir de processos físicos, químicos e biológicos" como alto impacto, escolha até 2 opções conforme instrução:



Opções adicionadas:

- Qualquer tecnologia que possa influenciar na qualidade (nutricional / tecnológica / sensorial do produto final);
- Extrusão;
- Modificação pelos parâmetros do processo de Extrusão (modificação mecânica)

Pergunta 3: Pela sua experiência, quais os controles mais importantes a serem realizados na matéria-prima (ingrediente proteico de soja) utilizada no processo de **extrusão de baixa umidade para a produção de PTS (Proteína Texturizada de Soja)**? Selecione até três opções:



Pergunta 4: Pela sua experiência, quais os controles mais importantes a serem realizados na matéria-prima (ingrediente proteico de soja) utilizada no processo de **extrusão de alta umidade para o desenvolvimento de produtos cárneos vegetais análogos desfiados e cortes inteiros**? Selecione até três opções:

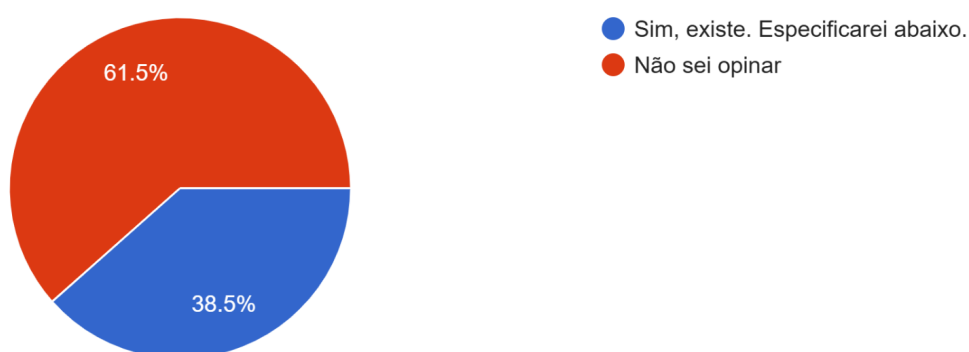


Pergunta 5: Classifique as temáticas conforme grau de prioridade para direcionar futuras pesquisas. Para a resposta, levar em consideração: (1) O potencial para melhorar a qualidade do produto final; (2) O melhor custo benefício e; (3) Viabilidade de implementação na infraestrutura de produção já instalada. Numere as temáticas como baixa, média e alta prioridade.

Temática	Grau de Prioridade para futuras pesquisas (Número de respondentes, %)		
	Baixo	Médio	Alto
Melhoria da qualidade da farinha desengordurada de soja	2 (16.7%)	2 (16.7%)	8 (66.7%)
Melhoria da qualidade da proteína concentrada e/ou isolada de soja	1 (8.3%)	2 (16.7%)	9 (75%)
Otimização da tecnologia de extrusão seca ou úmida	1 (7.7%)	4 (30.8%)	8 (61.5%)
Aprimoramento do processo de produção do produto final e otimização do balanceamento das formulações	3 (23.1%)	3 (23.1%)	7 (53.8%)
Aproveitamento de subprodutos da soja	2 (16.7%)	3 (25%)	7 (58.3%)

Pergunta 6: Existe algum processo ou tecnologia ainda não utilizado nos processos atuais de produção e exploração da soja e seus subprodutos que poderia ser importante para melhorar a qualidade dos ingredientes proteicos utilizados em produtos cárneos vegetais análogos?

13 responses



Se sim, qual seria esse processo ou tecnologia, e qual seria seu impacto?

Opções adicionadas:

A tecnologia de fibrilação ainda é pouco explorada comercialmente nos produtos nacionais.

Isolamento proteico

Equipe do GFI Brasil

Alexandre Cabral

Vice-presidente Executivo

Alysson Soares

Especialista de Políticas Públicas

Amanda Leitolis, Ph.D.

Especialista em Ciência e Tecnologia

Ana Carolina Rossettini

Gerente de Desenvolvimento e Estratégia

Ana Paula Rossettini

Analista de Recursos Humanos

Bruno Filgueira

Analista de Engajamento Corporativo

Camila Nascimento

Analista de Operações e Finanças

Camila Lupetti

Especialista em Inteligência de Mercado de Engajamento Corporativo

Cristiana Ambiel, MS.

Diretora de Ciência e Tecnologia

Fabio Cardoso

Analista de Comunicação

Gabriela Garcia, MS.

Analista de Políticas Públicas

Gabriel Mesquita

Analista em ESG de Engajamento Corporativo

Graziele Karatay, Ph.D.

Especialista em Ciência e Tecnologia

Guilherme de Oliveira

Especialista em Inovação de Engajamento Corporativo

Gustavo Guadagnini

Presidente

Isabela Pereira

Analista de Ciência e Tecnologia

Julia Cadete

Analista de Operações

Karine Seibel

Gerente de Operações

Lorena Pinho, Ph.D.

Analista de Ciência e Tecnologia

Luciana Fontinelle, Ph.D.

Especialista em Ciência e Tecnologia

Luiz Ribeiro

Analista de Comunicação

Lívia Brito, MS.

Analista de Comunicação

Manuel Netto

Analista de Políticas Públicas

Mariana Bernal, MS.

Analista de Políticas Públicas

Mariana Demarco, MS.

Analista de Ciência e Tecnologia

Patrícia Santos

Assistente Executiva

Raquel Casselli

Diretora de Engajamento Corporativo

Vinícius Gallon

Gerente de Comunicação



Todo o trabalho desenvolvido pelo GFI é oferecido gratuitamente à sociedade e só conseguimos realizá-lo pois contamos com o suporte de nossa família de doadores. Atuamos de maneira a maximizar as doações de nossa comunidade de apoiadores, buscando sempre a maior eficiência na utilização dos recursos.

-  GFI.ORG.BR
-  INSTAGRAM
-  TIKTOK
-  YOUTUBE
-  LINKEDIN

Ajude a construir uma cadeia de alimentos mais justa, segura e sustentável.

Doe para o GFI Brasil