

## TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D PARA ALIMENTOS A BASE DE PROTEÍNAS VEGETAIS COMESTÍVEIS

**JIRCELENE BROMBILLA<sup>1</sup>; SILVIA LETICIA RIVERO MEZA<sup>2</sup>; BRENDA DANNENBERG KASTER<sup>2</sup>, MAURÍCIO DE OLIVEIRA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, [ji.brombilla@gmail.com](mailto:ji.brombilla@gmail.com)*

<sup>2</sup>*VEAT Proteínas Sustentáveis LTDA., Incubadora Conectar UFPEL, [silvialrmezaufpel@gmail.com](mailto:silvialrmezaufpel@gmail.com)*

<sup>3</sup>*VEAT Proteínas Sustentáveis LTDA., Incubadora Conectar UFPEL, [brendadannenberg@gmail.com](mailto:brendadannenberg@gmail.com)*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, [mauricio@labgraos.com.br](mailto:mauricio@labgraos.com.br)*

### 1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

A inovação proposta pela startup VEAT Proteínas Sustentáveis consiste no desenvolvimento de análogos de carne vegetal a partir de concentrado proteico de farelo de arroz, utilizando tecnologia de impressão 3D. O projeto integra uma abordagem de economia circular ao valorizar um subproduto abundante e subutilizado da cadeia orizícola, transformando-o em alimentos funcionais e personalizados de alto valor agregado (RIVERO MEZA et al., 2024).

O processo inicia-se com a extração de proteínas do farelo de arroz por tecnologia verde, seguida de desidratação por liofilização para preservação de propriedades funcionais (MEZA et al., 2025). Em seguida, formula-se a “tinta alimentar” para impressão 3D, composta majoritariamente por concentrado proteico de farelo de arroz, água e biopolímeros estabilizantes, com ajuste de propriedades reológicas como viscosidade e elasticidade para garantir extrusão uniforme e estabilidade pós-impressão. Modelos digitais tridimensionais são desenvolvidos em softwares CAD, permitindo projetar formas e texturas de diferentes produtos, como hambúrgueres, carne moída, bacon e frango vegetal, e gerar arquivos em G-code para produção camada por camada.

O diferencial da tecnologia está na capacidade de personalização nutricional e estrutural, possibilitando ajustes específicos de composição, textura e aparência, alinhando-se às tendências de consumo por alternativas plant-based de alta qualidade e baixo impacto ambiental (MEZA et al., 2024). Além disso, a impressão 3D reduz desperdícios, otimiza o uso de matéria-prima e simplifica etapas produtivas, configurando-se como solução inovadora frente a métodos convencionais de processamento de análogos cárneos (KASTER et al., 2024).

Ao unir tecnologia emergente, aproveitamento sustentável de resíduos agroindustriais e desenvolvimento de alimentos personalizados, a VEAT posiciona-se como referência em inovação sustentável na indústria de proteínas vegetais, oferecendo produtos competitivos em qualidade sensorial, valor nutricional e apelo ambiental (MEZA et al., 2023).

### 2. ANÁLISE DE MERCADO

O público-alvo da inovação engloba consumidores veganos, vegetarianos, flexitarianos e pessoas com restrições alimentares, além de empresas de alimentos interessadas em incorporar proteínas alternativas sustentáveis em seus produtos. Observa-se um aumento expressivo na demanda por alternativas à proteína animal, impulsionado por preocupações com saúde, bem-estar animal e sustentabilidade ambiental (GFI, 2023). No Brasil, o mercado de carnes vegetais ultrapassou R\$ 1 bilhão em 2024, revelando o potencial de crescimento deste segmento.

Entre os concorrentes destacam-se empresas nacionais e internacionais especializadas em análogos de carne, como *Fazenda Futuro*, *NoMoo*, *Impossible*

*Foods e Beyond Meat.* Entretanto, a proposta da VEAT diferencia-se pelo uso de farelo de arroz como fonte proteica hipoalergênica e sustentável, aliada à tecnologia de impressão 3D, permitindo personalização nutricional e estrutural dos produtos. Essa abordagem inovadora amplia as possibilidades de formulação e otimiza o aproveitamento de um subproduto agroindustrial abundante e de baixo custo.

O mercado de alimentos plant-based e de proteínas alternativas apresenta um crescimento acelerado, impulsionado pela crescente demanda dos consumidores por opções mais sustentáveis, saudáveis e alinhadas ao bem-estar animal. Globalmente, o setor deve ultrapassar US\$ 290 bilhões até 2035, enquanto o segmento de produtos plant-based especificamente projeta atingir US\$ 35,9 bilhões até 2033. No Brasil, o mercado segue a mesma tendência, com expectativa de superar a marca de R\$ 1 bilhão em vendas no varejo, refletindo mudanças significativas no comportamento alimentar: quatro em cada dez brasileiros já consomem alternativas plant-based em substituição aos produtos de origem animal pelo menos três vezes por semana. Apesar do potencial, o setor enfrenta desafios estruturais, como a limitação da cadeia de suprimentos, evidenciada pelo fato de que 84% das empresas relatam escassez de matérias-primas e ingredientes nacionais. Nesse contexto, a VEAT posiciona-se estrategicamente para suprir lacunas e capturar nichos de mercado emergentes, contribuindo para o fortalecimento da bioeconomia e da inovação em proteínas sustentáveis.

### 3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O modelo de negócios da VEAT Proteínas Sustentáveis é baseado na comercialização de análogos de carne vegetal formulados a partir de concentrado proteico de farelo de arroz, com tecnologia de impressão 3D. A geração de receita ocorrerá pela venda direta de produtos finais para varejistas, food service e e-commerce especializado, além da oferta de ingredientes funcionais (concentrado proteico e tintas para impressão 3D) para indústrias parceiras. A estratégia de preços será atraente em relação a produtos similares de carne, destacando-se pelo foco na sustentabilidade e na personalização. As parcerias com empresas como Indústria Riograndense de Óleos Vegetais - IRGOVEL (Pelotas, RS) e Agropecuária Canoa Mirim (Santa Vitória do Palmar, RS) asseguram fornecimento de matéria-prima e integração na cadeia de economia circular, enquanto eventos e feiras setoriais visam ampliar a rede comercial e atrair investidores.

Quanto à propriedade intelectual, o projeto está em processo de depósito da patente referente ao processo de obtenção das proteínas vegetais e prevê a próxima patente referente a formulações de alimentos plant-based por impressão 3D, fortalecendo a posição competitiva da VEAT no mercado plant-based.

As etapas de desenvolvimento incluem: (I) extração e caracterização das proteínas do farelo de arroz; (II) formulação e ajuste reológico das tintas para impressão 3D; (III) desenvolvimento de modelos digitais e parâmetros de impressão; (IV) impressão e pós-processamento de protótipos; (V) análises nutricionais, tecnológicas e sensoriais; e (VI) avaliação de viabilidade industrial. O projeto encontra-se em TRL 4-5 (validação de tecnologia em ambiente de laboratório e protótipo em escala piloto), com avanço para TRL 6-7 previsto após testes em ambiente industrial.

Os principais desafios incluem: variações na composição do farelo de arroz, que podem impactar o desempenho tecnológico; ajustes na escala industrial da obtenção das proteínas; ajuste nas formulações das tintas; e a aceitação de mercado. Para mitigá-los, serão adotadas estratégias como padronização de

matéria-prima via parcerias com fornecedores, otimização de parâmetros de impressão e validação sensorial robusta com diferentes perfis de consumidores.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

A inovação proposta pela VEAT Proteínas Sustentáveis promove impacto ambiental significativo ao transformar o farelo de arroz subproduto abundante e frequentemente subutilizado, em ingrediente de alto valor agregado, reduzindo o descarte inadequado e incentivando práticas de economia circular. Do ponto de vista social, o projeto contribui para a geração de empregos qualificados e fortalecimento da economia local, estimulando cadeias produtivas mais sustentáveis e inclusivas. Com a introdução de produtos inovadores e de apelo sustentável, a VEAT projeta aumento progressivo de receita ao longo dos próximos cinco anos, potencializado por parcerias estratégicas com a indústria alimentícia, canais de varejo e exportações para mercados latino-americanos. Além disso, a VEAT prevê a expansão do portfólio de matérias-primas vegetais e produtos plant-based personalizados e o escalonamento industrial da tecnologia de obtenção das proteínas alternativas e da tecnologia de impressão 3D, viabilizando produção em maior escala com custos competitivos. Além disso, a VEAT pretende ampliar a aplicação de seu concentrado proteico a outros segmentos, como o de bebidas e snacks funcionais, reforçando sua posição como referência em soluções sustentáveis e inovadoras para a indústria alimentícia.

#### 5. CONCLUSÕES

A inovação proposta pela VEAT Proteínas Sustentáveis terá impactos ambientais, sociais e econômicos relevantes. No aspecto ambiental, o projeto transforma o farelo de arroz, um subproduto abundante e pouco aproveitado, em ingrediente de alto valor agregado, reduzindo o descarte inadequado e fortalecendo práticas de economia circular. No campo social, contribui para a geração de empregos qualificados, o fortalecimento da economia local e a criação de cadeias produtivas mais sustentáveis e inclusivas. A startup prevê ampliar seu portfólio de matérias-primas vegetais e produtos plant-based personalizados, além de escalar a produção industrial por meio de tecnologias de obtenção de proteínas alternativas e impressão 3D, garantindo custos competitivos. Por fim, planeja expandir a aplicação de seu concentrado proteico para segmentos como bebidas e snacks funcionais, consolidando-se como referência em soluções sustentáveis e inovadoras para a indústria de alimentos.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOD FOOD INSTITUTE. State of the Industry Report: Plant-based meat, seafood, eggs, and dairy. Washington, DC: GFI, 2023. Acessado em 06 ago. 2025. Online. Disponível em: [https://gfi.org/wp-content/uploads/2024/04/2023 State-of-the-Industry-Report-Plant-based-meat-seafood-eggs-and-dairy.pdf](https://gfi.org/wp-content/uploads/2024/04/2023-State-of-the-Industry-Report-Plant-based-meat-seafood-eggs-and-dairy.pdf).

KASTER, B. D. et al. Potencial do farelo de arroz na indústria alimentícia. In: E-book do III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos: Compostos bioativos do bioma brasileiro: aplicações nutricionais e industriais. Recife: Even3, 2024. p. 769-787.

LIU, Y.; AIMUTIS, W. R.; DRAKE, M. Dairy, Plant, and Novel Proteins: Scientific and Technological Aspects. *Foods*, Basel, v. 13, n. 7, 1010, 2024.

MEZA, S. L. R. et al. Proteína do farelo de arroz: qualidade proteica e benefícios à saúde. In: SOUZA, P. M.; CRUZ, V. A. (Org.). Alimentos funcionais: produtos voltados aos cuidados com a saúde e bem-estar, imunidade e longevidade. Recife: Even3 Publicações, 2025.

MEZA, S. L. R. et al. Uso de proteínas sustentáveis na produção de cárneos vegetais. *Revista Painel ESG & Sustentabilidade*, p. 20 - 21, 27 dez. 2023.

RIVERO MEZA, S. L. et al. Sustainable rice bran protein: composition, extraction, quality properties and applications. *Trends in Food Science & Technology*, v. 145, p. 104355, 2024.

SPESSATO, A. et al. Effect of industrial bleaching on the physicochemical and nutritional quality of non-allergenic lecithin derived from rice bran oil (*Oryza sativa* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 51, p. 102768, 2023.

TANG, J. et al. Recent progress in plant-based proteins: From extraction and modification methods to applications in the food industry. *Food Chemistry: X*, v. 23, n. 101540, p. 101540, 2024.