



CATALISADORES PARA A INOVAÇÃO FRUGAL: ESTUDO DE UM DISPOSITIVO RESPIRATÓRIO DESENVOLVIDO COM REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS

Evertom Waltrick da Silva, Isadora Fritsche, Andre Moraes dos Santos, Isadora Depiné

Administração - Administração de Empresas

Este estudo analisa um caso de inovação frugal em saúde desenvolvido fora do contexto industrial, resultando em um oscilador de alta frequência Shaker de baixo custo para pacientes em reabilitação pós-COVID. O objetivo é explicar como a bricolagem e princípios de economia circular atuam como catalisadores do processo frugal sob severas restrições de recurso. Adotou-se abordagem qualitativa com entrevistas semiestruturadas e análise de conteúdo secundário. O dispositivo atingiu desempenho funcional semelhante ao comercial, com custo estimado inferior a R\$ 10 frente a cerca de R\$ 100 do mercado, possibilitando redução próxima de 90% e montagem simples com materiais reaproveitados (PVC e esferas metálicas), ampliando a acessibilidade e reduzindo impactos ambientais. Conclui-se que a combinação de bricolagem e circularidade transforma restrições em soluções de alto valor público, social e ambiental.

A inovação frugal abrange modelos de negócio, produtos e serviços e busca soluções simples, robustas e econômicas usando recursos locais, entregando mais valor com menos recursos (Dabic et al., 2022; Hossain, 2020; Velananda et al., 2023). O tema ganhou tração acadêmica, social e comercial por combinar baixo custo, uso mínimo de recursos e acessibilidade com o tripé da sustentabilidade (Hossain et al., 2022, 2023; Iqbal et al., 2025). Na saúde, a inovação frugal amplia o acesso em contextos de infraestrutura limitada, oferecendo soluções simples e eficazes para tratamento e melhoria de serviços (Agarwal et al., 2018; Bianchi et al., 2017; Lim & Fujimoto, 2019). Em economias emergentes, vazios institucionais e escassez de recursos reforçam a necessidade de alternativas acessíveis que democratizem o cuidado (Agarwal et al., 2018; Akhtar & Ramkumar, 2024; Bhatti et al., 2017; Nodari et al., 2022; Sarkar & Mateus, 2022). Apesar dos avanços, a literatura segue concentrada em aspectos funcionais e modelos de negócio, com pouca atenção aos processos de criação fora de contextos industriais (Agarwal et al., 2021; Chakravarty, 2022; Hossain et al., 2022; Ploeg et al., 2021). Para explicar esses processos, destacam-se as lentes da bricolagem, do conhecimento e aprendizagem, das restrições e da sustentabilidade; a bricolagem é a recombinação criativa de recursos disponíveis, e as três características da inovação frugal alinham-se ao tripé da sustentabilidade (Dost et al., 2019; Iqbal et al., 2025; Louridas, 1999; Ploeg et al., 2021; Santos et al., 2022; Weyrauch & Herstatt, 2016; Yousaf et al., 2022). Elementos como serendipidade e economia circular complementam a compreensão do surgimento de soluções frugais em escassez (Copeland, 2019; Dew, 2009; Ezeudu et al., 2022; Fatimah et al., 2023). Diante dessa lacuna, o estudo analisa em profundidade o desenvolvimento local, fora do ambiente industrial, de um oscilador de alta frequência de baixo custo para pacientes pós-COVID-19, conhecido como Shaker, voltado à purificação de vias aéreas e à redução de rouquidão associada ao acúmulo de muco, descrevendo sua concepção, desenvolvimento e avaliação.

Estudo exploratório qualitativo em estudo de caso único sobre o desenvolvimento de um oscilador oral de alta frequência Shaker frugal, conduzido por um ator em ambiente acadêmico. A escolha por caso único se justifica pela necessidade de compreender fenômeno complexo e contextual, com limites pouco definidos entre fenômeno e contexto, e pela aderência do caso às categorias teóricas investigadas (Eisenhardt, 1989; Yin, 2015). Unidade de análise: processo de desenvolvimento do Shaker e seus atores. Informantes: a Inventora (graduanda em Fonoaudiologia) e um Engenheiro (mecânica). Coleta: entrevistas semiestruturadas guiadas por construtos de serendipidade, fontes de conhecimento, bricolagem, economia circular e inovação frugal; oito encontros presenciais (60 min) ao longo de 3 meses, com gravação, transcrição e organização em corpus único (incluindo fotos e documentos). Validade/confiabilidade: cheque pelos participantes conforme recomendação metodológica (Yin, 2015). Análise: codificação temática e identificação de padrões no Atlas.ti, permitindo exame sistemático de relações e significados recorrentes.

Durante a pandemia de COVID-19, o uso do oscilador de alta frequência Shaker foi recomendado para pacientes pós-COVID com rouquidão e acúmulo de muco, mas o preço médio do dispositivo (cerca de US\$ 20,00) impunha barreira a populações de baixa renda (Silva et al., 2019). Nesse contexto de urgência e



24º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

13ª Mostra Científica de Integração
entre Pós-Graduação e Graduação
3ª Jornada de Tecnologia e Inovação

escassez, a inventora identificou a oportunidade de propor uma alternativa frugal e de baixo custo ao Shaker comercial, articulando conhecimento técnico em Fonoaudiologia com o recém-aprendido conceito de inovação frugal apresentado por seu orientador durante a iniciação científica (Inventora, 2025). O insight surgiu em aula de Voz, ao reconhecer o “encaixe” entre problema e solução diante do custo e do uso individual do equipamento. A análise do caso confirmou a serendipidade como motor do processo inovador, combinando três elementos do modelo de Dew: conhecimento prévio, busca ativa por soluções acessíveis e contingência do contexto pandêmico e acadêmico, que catalisaram a concepção do Shaker Frugal (Dew, 2009).

O desenvolvimento do Shaker Frugal ocorreu de modo iterativo e não linear, sustentado por redes de cooperação e por uma estratégia de bricolagem orientada a requisitos frugais: funcionalidade equivalente ao comercial, custo muito inferior e fabricação simples, inclusive artesanal, para ampliar acesso em contextos de escassez (Júnior et al., 2024; Santos et al., 2022). A inventora realizou busca intensiva e recursiva de informações em sites, catálogos, artigos e bases de patentes (Google Patents e Espacenet), aproximando-se de saturação informacional em lógica semelhante a snowball e saturação teórica (Wohlin et al., 2022). A comparação de soluções levou à escolha do Flutter® VRP1 como referência por menor complexidade e número de componentes. As redes de colaboração foram decisivas: um engenheiro mecânico identificou que o joelho de PVC a 90° impedia a oscilação adequada da esfera e propôs o ângulo de 45°, viabilizando o funcionamento; um profissional de fonoaudiologia apoiou a elaboração de um protocolo terapêutico preliminar, permitindo testar aplicabilidade e desempenho em uso real (Inventora, 2025; Engenheiro, 2025).

A solução atende aos critérios de frugalidade de redução substancial de custos, funcionalidades essenciais e desempenho otimizado, além de sustentabilidade ambiental (Weyrauch & Herstatt, 2016). O protótipo custou menos de R\$ 10,00 com materiais novos versus R\$ 100,00 do comercial, uma redução aproximada de 90%, mantendo funcionalidade equivalente e montagem intuitiva para leigos, o que favorece o acesso equitativo à saúde (Bianchi et al., 2017; Sarkar & Mateus, 2022). A estratégia incorporou economia circular, priorizando reuso de materiais como sobras de PVC da construção civil e esferas metálicas de rolamentos, alinhando eficiência de recursos, menor impacto ambiental e benefício social (Dost et al., 2024).

Bricolagem e economia circular atuam como catalisadores da inovação frugal ao combinar engenhosidade com práticas ambientalmente responsáveis, permitindo desenvolver soluções acessíveis, eficazes e socialmente relevantes em contextos de escassez (Júnior et al., 2024). Um maior grau de bricolagem está associado ao avanço da circularidade e à geração de inovações frugais, pois ambas reduzem o uso de recursos sem perder funcionalidade, promovem redesenho de produtos, envolvem partes interessadas e são implementadas em etapas (Dost et al., 2024; Ezeudu et al., 2022). No caso do Shaker Frugal, o uso de conexões de PVC e esferas metálicas reaproveitadas exemplifica a recombinação de recursos subvalorizados para alcançar desempenho funcional com custo reduzido, evidenciando o papel da experiência prévia e da adaptação prática típica da bricolagem (Inventora, 2025).

O caso demonstra que serendipidade e restrições de recursos favorecem a inovação frugal, e que a combinação de bricolagem com economia circular atua como catalisadora do processo. Ao reutilizar materiais acessíveis (ex.: PVC e esferas metálicas) e mobilizar conhecimento prévio, foi possível desenvolver um Shaker funcional, de baixo custo e fácil replicação, conciliando viabilidade econômica e responsabilidade ambiental. As contribuições incluem ampliar o acesso a tecnologias de saúde em contextos vulneráveis, indicar o uso de patentes e literatura técnica como insumos para projetar soluções frugais e evidenciar caminhos de difusão e replicação. As limitações decorrem da validação clínica preliminar, o que restringe a generalização e a escala. A agenda futura propõe testes clínicos robustos em diferentes contextos e populações, análise de difusão e barreiras regulatórias, avaliação do papel da academia no suporte a inovações frugais e exploração de novas aplicações da dupla bricolagem-circularidade em dispositivos médicos acessíveis. Espera-se, assim, fomentar soluções eficazes, acessíveis e funcionais para cuidados respiratórios e outras necessidades de saúde.

Palavras-chave: Bricolagem; Economia circular; Restrições de recursos.

Referências

Agarwal, N., Chakrabarti, R., Brem, A., & Bocken, N. (2018). Market driving at Bottom of the Pyramid (BoP): An analysis of social enterprises from the healthcare sector. *Journal of Business Research*, 86, 234–244.



24º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

13ª Mostra Científica de Integração
entre Pós-Graduação e Graduação
3ª Jornada de Tecnologia e Inovação

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.07.001>

Agarwal, N., Oehler, J., & Brem, A. (2021). Constraint-Based Thinking: A Structured Approach for Developing Frugal Innovations. IEEE Transactions on Engineering Management, 68(3), 739–751. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3042929>

Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)