

Inovação Frugal na Agricultura Familiar: uma visão preliminar do perfil do agente inovador.

Frugal Innovation in Family Farming: a preliminary view of the agent's typology.

Francisco José Peixoto Rosário

Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Al, Brasil

Victor Dhiogo Heuer de Carvalho

Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Al, Brasil

Antonio Marcio Buanain

Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, Brasil

Resumo:

O presente artigo tem como objetivo caracterizar o perfil do agente inovador frugal na agricultura familiar e de pequena escala, mapeando como essas inovações são condicionadas na literatura, derivando disso níveis analíticos associados ao fenômeno em contextos de escassez de recursos e mercados rurais subatendidos. A natureza da pesquisa foi qualitativo-descritivo, com um percurso metodológico híbrido com múltiplos estágios, combinando Revisão Sistemática da Literatura (RSL) orientada pelo PRISMA 2020, análise temática reflexiva e meta-síntese qualitativa, a partir de 39 artigos selecionados em Web of Science e Scopus entre 2011 e 2026. O referencial teórico articula a abordagem evolucionária da inovação, combinada com os conceitos de inovação frugal, bricolagem e efetuação, que explicam a agência inovadora sob fortes restrições de recursos. Os resultados identificam que o agente inovador emerge na interseção entre as limitações de recursos e necessidade de sobrevivência, configurando um agente enraizado no território, sustentado por redes e capital social local, e não apenas por capacidades individuais isoladas. É identificado três tipos de agentes inovadores, de acordo com a literatura pesquisada, quais sejam: a) agricultores inovadores; b) empreendedores sociais rurais e, c) agentes coletivos do campo. Conclui-se que o inovador frugal rural não é um agente singular e heroico, mas se configura em um conjunto de agentes, que articula saberes locais e tecnologias levemente sofisticadas e disponíveis, identifica carências coletivas oferecendo soluções estruturadas e institucionalizadas por meio de novos arranjos organizacionais, e que por fim, produz inovação por meio da organização de redes de aprendizagem entre seus pares, com competências, motivações e repertórios tecnológicos que são resultantes da interseção entre privação de recursos e necessidade de sobrevivência.

Palavras-chave: inovação frugal, agricultura familiar, agricultura de pequena escala, RSL

Abstract:

This article aims to characterize the typology of the frugal innovation agent in family and small-scale farming by mapping how such innovations are framed in the literature and deriving analytical levels associated with the phenomenon in contexts of resource scarcity and underserved rural markets. The study adopts a qualitative-descriptive design and a hybrid, multi-stage methodological trajectory, combining a PRISMA 2020–oriented Systematic Literature Review (SLR), reflexive thematic analysis, and qualitative meta-synthesis, based on 39 articles selected from Web of Science and Scopus between 2011 and 2026. The theoretical framework articulates an evolutionary approach to innovation with the concepts of frugal innovation, bricolage, and effectuation, which together explain innovative agency under severe resource constraints. The findings indicate that the innovation agent emerges at the intersection between resource limitations and the need for survival, configuring an actor embedded in the territory and sustained by local networks and social capital, rather than by isolated individual capabilities. The literature reviewed points to three main types of innovation agents: (a) innovative farmers; (b) rural social entrepreneurs; and (c) collective grassroots actors. The article concludes that the rural frugal innovator is not a single, heroic figure, but rather a constellation of agents who combine local knowledge and modest, accessible technologies, identify collective shortages and organize structured, institutionalized solutions through new organizational arrangements, and ultimately generate innovation by building horizontal learning networks among peers, with competencies, motivations, and technological repertoires shaped by the intersection of resource deprivation and survival needs.

Key-words: frugal innovation, family farming, small-scale farming, SLR

1 - Introdução

O ritmo do avanço tecnológico atual enfrenta um desafio central que é a criação de valor econômico com menos recursos, sejam naturais, financeiros ou ambos. De alguma forma, esse novo esforço desloca o foco da inovação de ocorrer apenas nos grandes laboratórios e centros de alta tecnologia para o entendimento da inovação em ambientes de escassez. A mudança de foco é que a inovação não depende apenas de grandes fluxos de capital e infraestrutura, mas da capacidade de desenvolver soluções simples, robustas e essenciais para populações que se encontram em contextos em que fazer os recursos são limitados. É nesse cenário que a inovação frugal se destaca como resposta estratégica, com a função de priorizar o que é funcional e essencial, usando o mínimo necessário de insumos para desenvolver soluções factíveis e locais.

E o cenário contextual pensado nesse artigo são as condições do semiárido nordestino, região marcada por escassez hídrica crônica, solos degradados e infraestrutura precária, afetando 90% dos agricultores familiares, conforme o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2026), a inovação frugal emerge, portanto, como estratégia essencial para a sobrevivência e soberania alimentar.

Apesar da disponibilidade de tecnologias acessíveis para o meio rural periférico, as dificuldades para promover a inovação na agricultura familiar residem não na escassez tecnológica em si, mas nas condições adversas para inovar, como a existência de vazios institucionais (ausência de extensão rural e crédito adaptado), restrições econômicas (baixa escala produtiva e assimetrias de mercado) e ambientais (crises climáticas recorrentes), que inibem a adoção e adaptação de soluções (Filho et al., 2011).

Essa perspectiva reforça a importância da inovação frugal como meio para elevar a renda dos agricultores nessas, potencializando ganhos de produtividade em até 30-50% e redução de desperdício agrícola, via bricolagem local, conforme estudos em contextos semelhantes, e para a sustentabilidade, ao fomentar práticas agroecológicas que preservam recursos escassos e fortalecem redes comunitárias, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Socorro Marquez et al., 2025; Affoukou et al., 2025; Pansera e Sarkar, 2016).

Mas, antes da perspectiva da inovação frugal de forma de soluções mais universais, o conceito de inovação frugal estava voltado inicialmente para produtos acessíveis à populações de baixa renda, orientado a fazer mais com menos. Particularmente, a partir de 2021, no pós-pandemia, o debate tem avançado para além da simples redução de custos e a inovação frugal tem passado a ser vista como princípio metodológico capaz de orientar uma nova trajetória tecnológica

nas economias periféricas. Ainda assim, a literatura recente mostra que o campo carece de consenso teórico, o conceito de inovação frugal permanece vago, há fragmentação na literatura e ausência de tipologias consolidadas dos agentes inovadores. Além disso, persiste uma tensão não resolvida entre a inovação frugal como estratégia corporativa de multinacionais e como prática de agentes da base da sociedade (*grassroots*), protagonizada por atores individuais ou coletivos, o que obscurece sua natureza relacional e tecnológica, especialmente quando se trata da agricultura familiar.

Isto posto, este estudo preenche uma lacuna crítica na literatura ao caracterizar o perfil do agente inovador frugal na agricultura familiar, adaptando conceitos como bricolagem e efetuação às restrições locais. Essa abordagem não só valida a relevância teórica em economias periféricas, mas também oferece subsídios práticos para políticas públicas regionais, promovendo resiliência em contextos de mercados rurais subatendidos.

Diante dessas lacunas, este artigo é orientado na busca de uma resposta para a seguinte questão de pesquisa: como se configura o perfil do agente inovador frugal entre atores da agricultura familiar e de pequena escala, como se constituem as inovações frugais identificadas na literatura e quais níveis analíticos decorrem desse fenômeno, em contextos de escassez de recursos e mercados rurais subatendidos?

Para respondê-la, o artigo adota uma metodologia híbrida de abordagem interpretativa e comparativa, articulando os procedimentos de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) orientada pelo PRISMA 2020 com etapas de análise temática reflexiva e meta-síntese qualitativa (Sandelowski; Barroso, 2007; Randles; Finnegan, 2023).

Por fim, este artigo está organizado em mais quatro tópicos além desta introdução e das referências. O segundo tópico discute o referencial teórico sobre inovação frugal, o terceiro explicita o percurso metodológico, o quarto apresenta a análise da meta-síntese, e o quinto traz as considerações finais e a agenda futura de pesquisa.

2 - A inovação frugal

Antes de avançar, vale distinguir tecnologia de inovação, que embora sejam conceitos relacionados, mas não são sinônimos. No Manual de Oslo (OCDE, 2004), tecnologia é um estoque de conhecimentos e técnicas potencialmente utilizáveis, enquanto inovação é o fluxo de implementação e difusão de mudanças que alteram produtos, processos ou modos de organização de forma economicamente relevante. Essa distinção permite separar: a) a capacidade técnica

disponível e b) o processo econômico-institucional que transforma essa capacidade em uso, adoção e impacto.

A inovação frugal é um caso em que a base tecnológica não precisa ser de fronteira, mas o resultado inovador depende de recombinação de tecnologias existentes, redesenhar arquiteturas e operacionalizar soluções em contextos de forte restrição de recursos. Por conta dessas recombinações, alguns autores argumentam que elas podem gerar inovações radicais ou disruptivas (Rao, 2013).

Ploeg et al. (2021) propõem uma tipologia de inovação frugal baseada no locus de criação de valor e nas condições de restrição, com duas dimensões analíticas. No tipo 1 (inovação frugal interna), o valor é produzido dentro da firma, por meio de inovações de processo, organizacionais ou de capital, reduzindo custos de insumos, energia e transporte. No tipo 2 (inovação frugal orientada ao cliente), o valor é criado pelo lado da demanda, com produtos que dispensam infraestrutura cara ou reduzem barreiras financeiras de acesso, como iluminação solar, mini tratores e modelos de crédito popular. A característica essencial que une os dois tipos é a eficiência no uso de recursos, sem exigir foco exclusivo em populações de baixa renda ou em métodos específicos de desenvolvimento.

Na busca por um referencial mais robusto para além da literatura de gestão, faz sentido utilizar a abordagem evolucionária da inovação para entender o fenômeno da inovação frugal. O que leva a possibilidade de interpretar outro processo subjacente no desenvolvimento da inovação frugal, pois em mercados periféricos, a escassez pode estar operando como mecanismo de foco, conduzindo os agentes à utilização de processos de bricolagem empresarial (Baker e Nelson, 2005) como rotina organizacional dominante para o desenvolvimento de inovações, indo além do improvisado ocasional como estava comumente posto na literatura tradicional até 2020 (Socorro Márquez et al., 2025).

A literatura consultada evidencia que a agricultura familiar enfrenta entraves estruturais à inovação, entre os quais se destacam o fosso digital e a elevada complexidade das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que limitam o acesso a informações de mercado, serviços financeiros e assistência técnica especializada (Acharya et al., 2026). Além desses fatores, observa-se a precariedade da infraestrutura básica, caracterizada pela instabilidade no fornecimento de energia elétrica e por deficiências logísticas, que resultam em elevadas perdas pós-colheita e restringem a conservação de produtos perecíveis (Affoukou et al., 2025; Ploeg et al., 2021). As

restrições de capital agravam esse quadro, uma vez que intensificam a dependência de trabalho manual e a adoção de tecnologias externas pouco compatíveis com o contexto local, o que frequentemente conduz à baixa eficácia das soluções tecnológicas implementadas (Gomera & Mramba, 2023; Hossain & Sarkar, 2023). Nesse contexto, essa mesma literatura tem apontado que a inovação frugal pode se configurar não só como uma versão simplificada da inovação de fronteira, indo além para uma trajetória tecnológica autônoma, pautada na recombinação de recursos existentes e na simplificação funcional.

Le Bas (2023) caracteriza a inovação frugal como um novo paradigma tecnológico, e não apenas como uma trajetória específica de inovação. O autor a define como um processo de concepção orientado a funções essenciais, que reduz intencionalmente a complexidade técnico-funcional e utiliza os recursos de forma parcimoniosa. Assim, o princípio de fazer mais com menos assume um papel cognitivo e metodológico, estruturando o paradigma tecnológico em contextos de escassez.

De outros modos, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos bibliométricos recentes convergem para uma visão ampliada sobre a inovação frugal, não se resumindo à redução de custos, mas orienta processos de redesenho de produtos e serviços que mantêm padrões aceitáveis de qualidade. Dima et al. (2022), em análise bibliométrica, definem-na como um processo eficiente de redesenho de sistemas e produtos para torná-los mais acessíveis, mas apontam lacunas relevantes como, por exemplo, a falta de uma tipologia clara dos agentes inovadores e ainda não há consenso sobre se a inovação frugal constitui inovação genuína ou apenas adaptações arquiteturais e reposicionamentos de mercado. Khan (2016) investigou sua relação com a sustentabilidade social e concluiu que os dois conceitos são interdependentes, sendo a inovação frugal um caminho prático para os objetivos de sustentabilidade social, com base na definição de Tiwari e Herstatt (2012).

Sarkar e Mateus (2022), por meio de meta-síntese, identificaram um campo fragmentado e conceitualmente vago, com pouca ancoragem teórica sólida; os autores destacam a bricolagem como processo subjacente recorrente e sugerem que a inovação frugal pode configurar um novo paradigma tecnológico centrado na simplificação funcional. Por fim, Socorro Márquez et al. (2025) propõem uma evolução teórica e identificam o “Paradoxo da Escalabilidade Frugal” como desafio central desse campo de pesquisa, mostrando que a inovação frugal migrou de resposta improvisada (*jugaad*) para um *framework* proativo de design, com aplicações crescentes em saúde (triagem por

IA), energia (biodigestores modulares), agrotecnologia (colheitadeiras modulares) e finanças (microseguros parametrizados pela demanda).

Para este artigo, a inovação frugal é entendida como uma solução (produto, processo ou modelo de negócio) desenhada sob escassez de recursos, significativamente mais barata e acessível que as alternativas convencionais, geralmente as tecnologias *mainstream*, e boa o suficiente para atender necessidades básicas de uma população. E essa definição ganha densidade analítica particular no contexto rural, onde a escassez deixa de ser apenas ambiente geral e passa a atuar como condicionante estrutural, princípio organizador da ação e elemento que molda agentes, mecanismos e resultados inovadores.

3. Metodologia

Dada a natureza qualitativa-descritiva do estudo, adotou-se uma metodologia híbrida, com abordagem interpretativa e comparativa de múltiplos estágios, focada na extração padronizada de dados e na meta-síntese qualitativa (SANDELOWSKI; BARROSO, 2007). O método articula os procedimentos de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com etapas clássicas de revisão qualitativa (RANDES; FINNEGAN, 2023), fornecendo uma síntese narrativa robusta sobre a inovação frugal na agricultura familiar.

Inspirada nas diretrizes PRISMA 2020, a RSL estrutura a fase bibliométrica (busca, deduplicação, critérios de elegibilidade), enquanto a análise qualitativa tradicional, ancorada em análise temática reflexiva, organiza a leitura integral, a codificação aberta-axial-seletiva e a construção de temas interpretativos (BRAUN; CLARKE, 2006; PAGE et al., 2021). Seguindo os três macro estágios de Tranfield, Denyer e Smart (2003), o processo cobriu: (i) planejamento da revisão; (ii) condução da revisão; e (iii) relato e disseminação. Essa combinação mitiga o *trade-off* entre rapidez e exaustividade, maximizando rigor dentro de um escopo bem definido e documentado (DA SILVA et al., 2025).

3.1 Planejamento da Revisão

As buscas concentraram-se em duas bases indexadoras de alta relevância internacional, a *Web of Science* e a *Scopus* (ZHU; LIU, 2020), realizadas em duas rodadas com *strings* específicas:

- STRING 1: ("frugal innovation" OR "Constraint-based innovation" OR "resource-constrained innovation" OR "innovation behaviour" OR "innovation practice") AND ("smallholder farmer" OR "small-scale agriculture" OR "small scale agriculture" OR "family farming" OR "farmer-led innovation" OR "farmer led innovation")

- STRING 2: ("frugal entrepreneurship OR frugal innovative entrepreneurship AND frugal entrepreneur OR frugal innovative entrepreneur OR grassroots entrepreneur")

As *strings* combinaram descritores alusivos à inovação frugal e ao inovador frugal com termos referentes à agricultura familiar e de pequena escala, articulados por operadores booleanos AND/OR e limitados a título, resumo e palavras-chave. Aplicaram-se filtros de tipo de documento (artigos revisados por pares), idioma (inglês) e janela temporal (2011–2026).

3.2 Condução da Revisão

As buscas resultaram em 560 registros, exportados para o Zotero (versão 6). A deduplicação ocorreu em duas etapas com a ferramenta automática do Zotero seguida de revisão manual, com registro sistemático das decisões, conforme o fluxograma PRISMA na Figura 1. A seleção baseou-se em critérios explícitos de inclusão e exclusão, com triagem em dois níveis (título/resumo e texto completo), resultando em 39 artigos incluídos, sendo 4 revisões sistemáticas mais amplas e 35 estudos do corpus analítico principal.

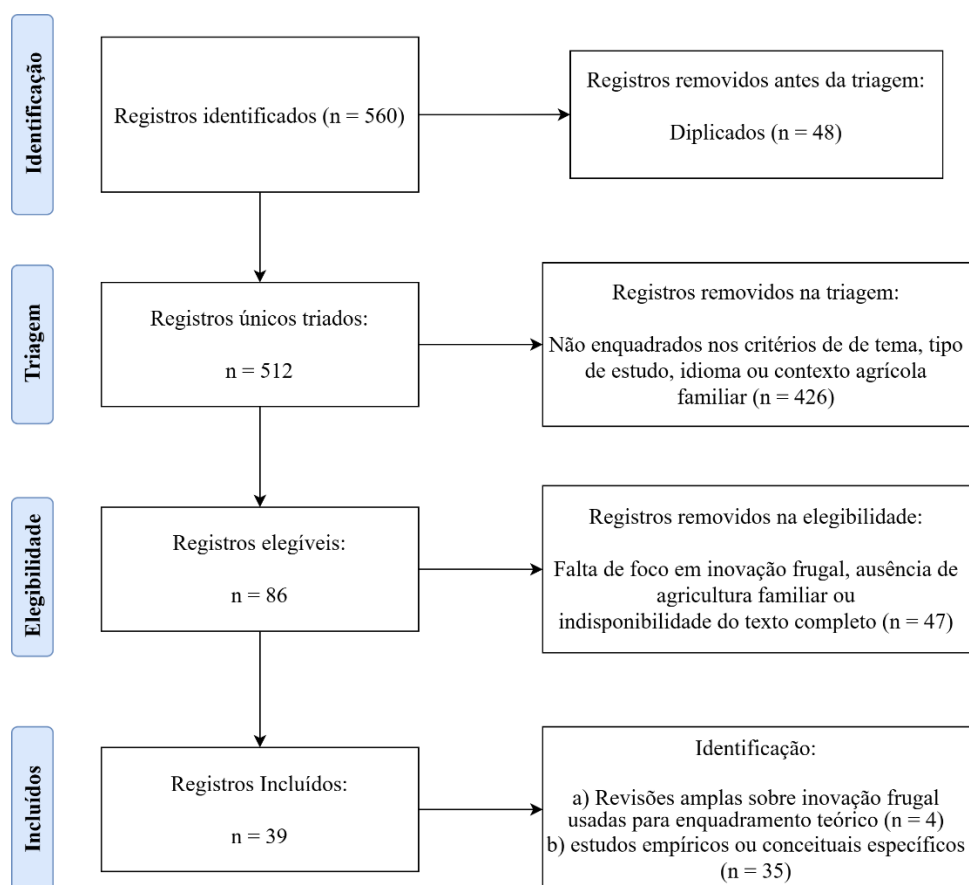


Figura 1. Fluxograma PRISMA para a RSL desenvolvida.

A análise temática reflexiva foi apoiada pelo Google NotebookLM (Google LLC, acesso em 02/2026), por meio de prompts estruturados orientados às categorias analíticas do protocolo de extração. Os *outputs* foram submetidos a escrutínio manual pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelas interpretações. A análise abrangeu três fases principais:

1. **Extração Padronizada** — cada fonte foi submetida a um protocolo fixo, com as mesmas dimensões analíticas em todos os estudos: a) fundamentação teórica (lentes conceituais como RBV, Bricolagem, Teoria Institucional); b) mecânica da inovação (papel da escassez, elementos de acessibilidade, robustez e funcionalidade central); c) validação técnica (classificação pelo Manual de Oslo, distinguindo inovação de invenção).

2. **Mapeamento Comparativo e Matriz de Evidências** — síntese transversal para identificar convergências, divergências e lacunas teóricas, organizada em estrutura tabular.

3. **Meta-Síntese Temática com foco no Agente Inovador** — integração dos dados para gerar novos entendimentos sobre o fenômeno central, abrangendo: tipologia dos agentes (externos adaptativos vs. agricultor inovador interno); gênese situacional (emergência na interseção entre privação e sobrevivência via bricolagem e efetuação); e contextualização setorial (agricultura familiar como "laboratório de restrições").

3.3 - Síntese Geral dos Achados da RSL

O Quadro 1 estratifica as categorias analíticas com base na literatura encontrada, orientando as análises e a comunicação dos resultados.

Quadro 1. Categorias de Inovação Frugal e Agricultura Familiar.

Categoria Principal	Definição Operacional	Frequência (n=39)	Exemplos de Autores
Enquadramento Teórico	Lentes conceituais (RBV, Bricolagem, Teoria Institucional, Efetuação)	39	Sarkar & Mateus (2022); Khanal et al. (2022); Hossain (2022)
Papel da Escassez	Escassez (material, financeira, institucional, de tempo) como motor ou gatilho cognitivo	39	Molina-Maturano et al. (2020); Pansera (2013); Ploeg et al. (2021)
Perfil e Gênese do Agente	Tipologia do inovador (interno/externo) e surgimento na interseção entre privação e sobrevivência	39	Hossain & Sarkar (2023); Pansera & Sarkar (2016); Goyal (2021)

Aplicação à Agricultura	Soluções técnicas/organizacionais em contextos rurais visando produtividade e resiliência	31*	Tambo & Wünscher (2018); Affoukou et al. (2025); Huang et al. (2022)
Elementos da Inovação Frugal	Atributos centrais: baixo custo, robustez, simplicidade e funcionalidade essencial	38**	Rao & Liefner (2023); Socorro Márquez et al. (2025); Corsi et al. (2017)
Determinantes / Antecedentes	Capital social, redes de confiança, educação, apoio institucional e cultura local	39	Gomera & Mramba (2023); Govindan (2024); Igwe et al. (2020)
Classificação no Manual de Oslo	Validação da implementação prática: distingue inovação (solução em uso) de invenção (ideia não adotada)	38**	Molina-Maturano et al. (2020); Levänen et al. (2022); Dima et al. (2022)

* 8 estudos apresentaram evidência insuficiente ou ausência de aplicação direta ao setor agrícola (foco em saúde, cinema, manufatura urbana ou perfis psicológicos).

** O estudo de Michaelis et al. (2020), focado exclusivamente em traços de personalidade, não descreve artefato técnico específico, tornando a classificação de Oslo não aplicável.

A análise dos 39 estudos revela que o enquadramento teórico, o papel da escassez e os determinantes contextuais são temas onipresentes. A literatura converge para a compreensão de que a agência inovadora emerge na interseção entre privação de recursos e necessidade de sobrevivência, consolidando uma tipologia de agentes fundamentada em lentes como Bricolagem e Efetuação. A vasta maioria dos artigos (38 de 39) detalha os atributos centrais da inovação frugal e os valida como inovação pela ótica do Manual de Oslo.

4 - Análise dos resultados

Os 39 textos foram lidos integralmente e analisados quanto a objetivos, metodologia, contexto, achados, contribuições, limitações e sugestões futuras. A análise cruzada e comparativa identificou convergências, diferenças e atributos do fenômeno, posteriormente agregados em cinco dimensões da inovação frugal: atores, motivações, ambiente, processo e resultados.

4.1 - Escassez como condicionante e catalisador

A leitura dos artigos mostra o ambiente de escassez atuando de forma multidimensional, moldando, estimulando e organizando a inovação no meio rural (Hossain, 2022; Sarkar e Mateus, 2022; Socorro Márquez et al., 2025). Em contextos com poucos recursos, as opções tecnológicas

ficam reduzidas, levando a soluções mais simples, funcionais e de baixo custo. Simultaneamente, as restrições atuam como gatilho para a criatividade dos agentes, levando-os à bricolagem, recombinação e reutilização de recursos disponíveis (Weyrauch e Herstatt, 2017; Levänen et al., 2022).

Em termos estruturais, a baixa disponibilidade de recursos ambientais, materiais, financeiros e institucionais define o espaço de possibilidades do agente, comprimindo o leque de alternativas tecnológicas e forçando um desenho mais simples e focado em funcionalidades essenciais (Farooq, 2017; Dima et al., 2022). Ao mesmo tempo, essas restrições estimulam a ação criativa, pois a escassez de água, renda, crédito ou infraestrutura não apenas limita, mas obriga a fazer mais com menos via bricolagem, recursos próprios e imediatamente disponíveis (*bootstrapping*) e reuso de recursos (Molina-Maturano et al., 2020; Tambo e Wünscher, 2018; Hossain, 2022). A interpretação mais consistente com o corpus da literatura analisada é reconhecer a escassez como uma estrutura de restrição que, por sua própria rigidez, produz estímulos sistemáticos à invenção de arranjos frugais, em linha com a inovação induzida, indicada em Tambo e Wünscher (2018) e com a leitura da penúria como disparadora de pensamento criativo em Pansera (2013).

4.2 - Perfis e gênese do agente inovador

A análise dos perfis indica que o meio rural não é apenas receptor passivo de tecnologias, mas locus de emergência de agentes com competências, motivações e repertórios sociotécnicos distintos. Em termos desses perfis dos agentes inovadores, foram identificados três tipos:

1. Agricultores inovadores (Tambo e Wünscher, 2018; Kahle et al., 2013; Hossain et al., 2023), que combinam saberes locais e experimentação prática com o uso seletivo de tecnologias digitais para otimizar adubação, controle de pragas e irrigação. Mesmo em condições de solo degradado e pouco acesso a crédito, criam repertórios que articulam conhecimento comunitário, práticas agrícolas e tecnologia disponível (Mier y Terán Giménez Cacho et al., 2018).
2. Empreendedores sociais rurais que transformam carências cotidianas (água, energia, conservação de alimentos, mobilidade) em soluções organizadas como empresas sociais, cooperativas ou serviços comunitários, articulando conhecimento técnico simples e redes de ONGs, governos e investidores de impacto (Molina-Maturano et al., 2020; Goyal, 2021; Shahid et al., 2023).

3. Agentes coletivos do campo, como movimentos camponeses, associações de agricultores e fóruns participativos, que se destacam pelas competências de coordenação, mediação de conflitos, mobilização política e aprendizagem horizontal. Redes como a global La Via Campesina (LVC) e a ANAP, em Cuba, mostram como gerar capacidades de inovação por meio de trocas de experiências e pedagogias de “camponês a camponês” (Mier y Terán Giménez Cacho et al., 2018). Esse perfil relativiza a narrativa do empreendedor herói, típica de literatura de gestão da inovação.

Na gênese do inovador rural, a literatura indica que ele não nasce inovador, mas torna-se por trajetórias marcadas por socialização técnica, experimentação localizada e acúmulo de experiências em contextos de restrição (Pansera e Sarkar, 2016). Agricultores, mecânicos e artesãos de baixa escolaridade desenvolvem bricolagem, tentativa e erro e readaptação de tecnologias obsoletas para resolver problemas locais (Pansera e Sarkar, 2016; Hossain, 2022). A difusão de conhecimento ocorre via trocas de saberes tradicionais e aprendizagem local, não por capacitações formais, como exemplificam as inovações abaixo do radar como gaseificadores e biogás descritos por Pansera (2013), ou as bricolagens institucionais na Amazônia, descritas em Gebara (2019).

4.3 - Elementos constituintes e determinantes

Entre os determinantes da inovação frugal no meio rural, sobressaem fatores estruturais, institucionais, culturais, tecnológicos e ambientais que operam de forma combinada, conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Elementos constituintes da inovação frugal no meio rural

Dimensão	Conjunto de manifestações no meio rural	Referências
Estrutural	Pequena escala produtiva, escassez de capital, terra degradada, infraestrutura precária (laboratório de restrições)	Mier y Terán et al. (2018); Hossain et al. (2023)
Institucional	Vazios de Estado, falhas de mercado, ausência de extensão rural, assimetrias de informação; riscos de captura corporativa	Meagher (2018)
Cultural	Valores de autonomia, identidade comunitária, suficiência e soberania alimentar; influência do <i>swadeshi</i> gandhiano	Pansera & Sarkar (2016); Kahle et al. (2013)
Tecnológico	Combinação de dispositivos simples (ordenhadeiras, descascadores) com tecnologias digitais leves (apps, computação na nuvem), infraestrutura frugal	Huang et al. (2022); Hua et al. (2023)

Ambiental	Crises climáticas, degradação do solo e eventos extremos como ameaça e motivador de soluções agroecológicas	Mier y Terán et al. (2018); Khan (2016)
------------------	---	---

Esses cinco elementos operam em interação sistêmica, onde o estrutural define o espaço de viabilidade das inovações; o institucional regula riscos e oportunidades de acesso; o cultural orienta valores e escolhas; o tecnológico provê os instrumentos de ação; e o ambiental impõe urgência e direcionalidade. A inovação frugal emerge não de um fator isolado, mas da combinação historicamente situada desses cinco elementos, o que explica sua heterogeneidade entre contextos e sua resistência a soluções genéricas importadas.

4.4 - Três níveis analíticos

Os elementos condicionantes implica em estabelecer recorte analítico necessário, assim é possível organizar esses elementos em três níveis interdependentes da inovação frugal rural, conforme o Quadro 3.

Quadro 3: Três Níveis Analíticos da Inovação Frugal Rural

Nível	Elementos centrais	Papel na inovação frugal	Referências
Macro (estrutural)	Escassez de recursos, vazios institucionais, aleatoriedade climática, mercados de baixa renda	Configura o campo de possibilidades, definindo o que é viável como solução	Farooq (2017); Igwe et al. (2020)
Meso (organizacional)	Associações, movimentos, empresas sociais, redes de extensão, plataformas digitais	Media o acesso a recursos, conhecimento e mercados; conecta agentes e estruturas	Corsi et al. (2017); Hossain et al. (2022)
Micro (agente)	Competências manuais, capital social, valores normativos, experiência produtiva, repertórios sociais e tecnológicos	Dá forma concreta às soluções frugais; é onde a inovação se materializa	Pansera & Sarkar (2016); Hossain (2022)

O nível macro estabelece as condições de contorno, sem a lógica frugal perderia sua razão de ser (Farooq, 2017; Igwe et al., 2020). O nível meso opera como correia de transmissão, ampliando ou restringindo o que os agentes individuais conseguem fazer (Corsi et al., 2017). O nível micro é onde a inovação se concretiza, por meio das competências e repertórios sociotécnicos dos agentes rurais que convertem restrições em soluções práticas (Pansera e Sarkar, 2016; Hossain, 2022).

A escassez articula os três níveis simultaneamente, sendo o problema e o condicionante para a emergência de agentes inovadores. Ao reconstituir perfis, gêneses, determinantes e processos, este artigo desloca o olhar de uma ontologia heróica do empreendedor para uma abordagem relacional e tecnológica, onde agricultores familiares, movimentos, empreendedores sociais e intermediários digitais co-criam e co-evoluem em ambientes sob restrição.

5 - Considerações finais

O presente artigo se configura como uma introdução ao tema da inovação frugal na agricultura familiar, com o objetivo de investigar como o perfil e a gênese do agente inovador frugal na agricultura familiar e de pequena escala, em contextos de escassez de recursos e mercados rurais subatendidos. Neste artigo é apresentado como uma parte de um estudo maior e mais abrangente sobre inovação frugal na agricultura familiar, cujo objetivo geral é investigar os principais fatores que influenciam a adoção e desenvolvimento de inovações frugais nessa atividade econômica.

O percurso analítico-metodológico percorrido para esse estudo respondeu, a guisa de conclusão, que inovador frugal rural não é um agente singular e heroico, mas se configura em um conjunto de agentes, seja o agricultor inovador que articula saberes locais e tecnologias levemente sofisticadas e disponíveis, o empreendedor social rural que identifica carências coletivas oferecendo soluções estruturadas e institucionalizadas por meio de novos arranjos organizacionais, e o agente formado pelo coletivo local camponês que produz inovação por meio da organização de redes de aprendizagem entre seus pares, com competências, motivações e repertórios tecnológicos que são resultantes da interseção entre privação de recursos e necessidade de sobrevivência.

A parte do estudo apresentado nesse artigo evidenciou que a escassez, seja ela material, financeira, institucional ou ambiental, ou todas juntas, opera simultaneamente como condição de contorno e como um catalisador no aprendizado e desenvolvimento de novas soluções inovadoras para o local. Como desdobramento analítico, o artigo mostra que essas inovações são constituídas por cinco elementos interdependentes (estrutural, institucional, cultural, tecnológico e ambiental) e se organizam em três níveis analíticos complementares, quais sejam: a) o macro, que delimita o espaço de possibilidades via vazios institucionais e mercados de baixa renda; b) o meso, que opera como correia de transmissão entre agentes e estruturas organizacionais; e, c) o micro, onde as restrições se convertem em soluções práticas de alta aderência local.

Para conseguir cumprir o percurso analítico-metodológico explicitado nos parágrafos anteriores, esse artigo introduziu uma contribuição de natureza procedimental ao combinar os estágios da Revisão Sistemática da Literatura orientada pelo PRISMA 2020 com etapas de análise temática reflexiva e meta-síntese qualitativa, produzindo um protocolo reprodutível e documentado em suas decisões. Como em qualquer revisão de escopo delimitado, o estudo descrito nesse artigo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados, haja vista que o corpus está circunscrito às bases *Web of Science* e *Scopus*, restrito ao idioma inglês e ao período de 2011 a 2026.

Do ponto de vista teórico, os achados contribuem na direção de consolidar que a inovação não ocorre de forma individual e intencional ao demonstrar que o agente inovador rural recorre as práticas de bricolagem, efetuação e socialização técnica para o desenvolvimento das inovações que são prioritariamente orientadas para sua qualidade de vida e redução de problemas vinculados a produção agrícola. Nesse cenário, artefatos técnicos disponíveis e acessíveis se interpolam as estruturas sociais e o aprendizado local existente para proporcionar soluções técnicas, que são inovadoras por decorrência.

Essas inovações surgem em condições diferentes, que são apresentadas por meio de um quadro dos elementos constituintes que sistematiza cinco dimensões da inovação frugal no meio rural, articuladas simultaneamente e de forma aplicada ao contexto agrícola descrito na literatura trabalhada nesse artigo.

Outra contribuição é a proposição de três níveis analíticos interdependentes para tratar a inovação frugal no ambiente agrícola, onde o nível macro, configura o campo de possibilidades; o nível meso, opera como correia de transmissão entre agentes e estruturas; e o nível micro, é onde a inovação se materializa nas competências e repertórios do agente inovador. Essa estrutura permite explicar a interdependência entre o agente inovador em tela e as condições que permitem sua gênese.

Fica a sugestão como agenda futura de pesquisa, o aprofundamento da busca de um perfil padrão do inovador frugal por meio de pesquisa de campo, com entrevistas e observações do contexto onde ocorre a agricultura familiar no semiárido brasileiro, para validar os achados apresentados nesse artigo.

6 - Referências

ACHARYA, Sushant et al. Building collective capabilities to respond to gender-based constraints in smallholder farming: a case from rural Nepal. *Journal of Human Development and Capabilities*, v. 27, n. 1, p. 110-135, 2026.

AFFOUKOU, Kevin Thierry; LUTOMIA, Anne Namatsi; BELLO-BRAVO, Julia. Assessing drivers of storage decision-making to prevent postharvest loss among smallholder ginger farmers in Nepal. *SAGE Open*, v. 15, p. 1-16, 2025.

ANANTHRAM, Subramaniam; CHAN, Christopher. Institutions and frugal innovation: the case of Jugaad. *Asia Pacific Journal of Management*, v. 38, p. 1031-1060, 2021.

ARNOLD, Marlen Gabriele. Sustainability value creation in frugal contexts to foster Sustainable Development Goals. *Business Strategy & Development*, v. 1, n. 4, p. 265-275, 2018.

BAKER, Ted; NELSON, Reed E. Creating something from nothing: resource construction through entrepreneurial bricolage. *Administrative Science Quarterly*, v. 50, n. 3, p. 329-366, 2005.

BORCHARDT, Miriam et al. Leveraging frugal innovation in micro- and small enterprises at the base of the pyramid in Brazil. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, v. 13, n. 5, p. 864-886, 2021.

BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

CORSINI, Lucia; DAMMICCO, Valeria; MOULTRIE, James. Frugal innovation in a crisis: the digital fabrication maker response to COVID-19. *R&D Management*, v. 51, n. 2, p. 195-210, 2021.

DA SILVA, W. V. et al. Trajectories and connections in socio-environmental disclosure research: a bibliometric mapping. *Journal of Environmental Management*, v. 392, p. 126601, 2025.

DIMA, Adriana et al. Exploring the research regarding frugal innovation and business sustainability through bibliometric analysis. *Sustainability*, v. 14, n. 1326, 2022.

FAROOQ, Rayees. A conceptual model of frugal innovation: is environmental munificence a missing link? *International Journal of Innovation Science*, v. 9, n. 4, p. 320-334, 2017.

FILHO, H. M. de S. et al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011. DOI: <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2011.v28.12041>.

FU, Hui et al. What facilitates frugal innovation? A configurational study using fsQCA. *Journal of Innovation & Knowledge*, v. 9, n. 3, p. e100522, 2024.

GEBARA, Maria Fernanda. Understanding institutional bricolage: what drives behavior change towards sustainable land use in the Eastern Amazon? *International Journal of the Commons*, v. 13, n. 1, p. 637-659, 2019.

GOMERA, William Clifford; MRAMBA, Nasibu Rajabu. Deploying design science research in sparse resource settings: lessons from Tanzania. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, v. 15, n. 6, p. 705-719, 2023.

GOVINDAN, Kannan. How artificial intelligence drives sustainable frugal innovation: a multitheoretical perspective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 71, p. 638-655, 2024.

GOYAL, Lakshita. Exploring frugal innovation in social entrepreneurship: insights from emerging economies. *Organizational Dynamics*, v. 50, n. 2, p. 100782, 2021.

GRABOWSKI, Philip et al. Assessing adoption potential in a risky environment: the case of perennial pigeonpea. *Agricultural Systems*, v. 171, p. 89-99, 2019.

GOOGLE LLC. NotebookLM. Acesso em 02/2026. Disponível em: <https://notebooklm.google.com>.

HOSSAIN, Mokter. Frugal entrepreneurship: resource mobilization in resource-constrained environments. *Creativity and Innovation Management*, v. 31, n. 3, p. 509-520, 2022.

- HOSSAIN, Mokter et al. Frugal innovation: antecedents, mediators, and consequences. *Creativity and Innovation Management*, v. 31, p. 521-540, 2022.
- HOSSAIN, Mokter; PARK, Sukyung; SHAHID, Subhan. Frugal innovation for sustainable rural development. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 193, p. 122662, 2023.
- HOSSAIN, Mokter; SARKAR, Soumodip. Frugal entrepreneurship: profiting with inclusive growth. *IEEE Transactions on Engineering Management*, p. 1-14, 2023.
- HUA, Jing et al. The design and implementation of a distributed agricultural service system for smallholder farmers in China. *International Journal of Agricultural Sustainability*, v. 21, 2023.
- HUANG, Xiaohui; YANG, Fei; FAHAD, Shah. The impact of digital technology use on farmers' low-carbon production behavior. *Frontiers in Environmental Science*, v. 10, 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html>. Acesso em: 31/03/2026.
- IGWE, Paul Agu et al. How entrepreneurship ecosystem influences the development of frugal innovation and informal entrepreneurship. *Thunderbird International Business Review*, v. 62, p. 475-488, 2020.
- KAHLE, Hanna Nari et al. The democratizing effects of frugal innovation. *Journal of Indian Business Research*, v. 5, n. 4, p. 220-234, 2013.
- KHAN, Rayees. How frugal innovation promotes social sustainability. *Sustainability*, v. 8, n. 10, p. 1034, 2016.
- KHANAL, Prem Bhushan et al. Frugal innovation and digital effectuation for development: the case of Lucia. *Information Technology for Development*, v. 28, n. 1, p. 81-110, 2022.
- LE BAS, Christian. Frugal innovation as a new technological paradigm: an interpretation. In: LE BAS, Christian. *The economics of frugal innovation*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2023.
- LEVÄNEN, Jarkko; HOSSAIN, Mokter; WIERENGA, Marleen. Frugal innovation in the midst of societal and operational pressures. *Journal of Cleaner Production*, v. 347, p. 131308, 2022.
- MEAGHER, Kate. Cannibalizing the informal economy: frugal innovation and economic inclusion in Africa. *The European Journal of Development Research*, v. 30, n. 1, p. 17-33, 2018.
- MICHAELIS, Timothy L. et al. The frugal entrepreneur: a self-regulatory perspective. *Journal of Business Venturing*, v. 35, p. 105969, 2020.
- MIER Y TERÁN GIMÉNEZ CACHO, Mateo et al. Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v. 42, n. 6, p. 637-665, 2018.
- MOLINA-MATURANO, Janet; BUCHER, Julien; SPEELMAN, Stijn. Understanding and evaluating the sustainability of frugal water innovations in México. *Journal of Cleaner Production*, v. 274, p. 122692, 2020.
- OCDE. *Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. 2. ed. Brasília, DF: FINEP, 2004.
- PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, p. n71, 2021.
- PANSERA, Mario. Frugality, grassroots and inclusiveness: new challenges for mainstream innovation theories. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, v. 5, n. 6, p. 469-478, 2013.
- PANSERA, Mario; SARKAR, Soumodip. Crafting sustainable development solutions: frugal innovations of grassroots entrepreneurs. *Sustainability*, v. 8, p. 51, 2016.
- PLOEG, Matthias et al. Rare gems or mundane practice? Resource constraints as drivers of frugal innovation. *Innovation: Organization & Management*, v. 23, n. 1, p. 93-126, 2021.

- RANDLES, R.; FINNEGAN, A. Guidelines for writing a systematic review. *Nurse Education Today*, v. 125, p. 105803, 2023.
- RAO, Balkrishna C. How disruptive is frugal? *Technology in Society*, v. 35, n. 1, p. 65-73, 2013.
- RAO, Balkrishna C.; LIEFNER, Ingo. Frugal engineering of advanced frugal innovations for global sustainability entrepreneurship. *The Journal of Entrepreneurship*, v. 32, n. 2S, 2023.
- SANDELOWSKI, M.; BARROSO, J. *Handbook for synthesizing qualitative research*. New York: Springer Publishing Company, 2007.
- SARKAR, Soumodip; MATEUS, Sara. Value creation using minimal resources: a meta-synthesis of frugal innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 179, p. 121612, 2022.
- SHAHID, Muhammad Shehryar et al. Frugal innovation as a source of sustainable entrepreneurship to tackle social and environmental challenges. *Journal of Cleaner Production*, v. 406, p. 137050, 2023.
- SOCORRO MÁRQUEZ, Félix Oscar; REYES ORTIZ, Giovanni Efrain; TORREZ MERUVIA, Harold. The frugal scalability paradox in emerging innovation ecosystems. *Administrative Sciences*, v. 15, n. 11, p. 455, 2025.
- TAMBO, Justice A.; WÜNSCHER, Tobias. Building farmers' capacity for innovation generation: insights from rural Ghana. *ZEF Discussion Papers on Development Policy*, n. 216, 2018.
- TIWARI, Rajnish; HERSTATT, Cornelius. Assessing India's lead market potential for cost-effective innovations. *Journal of Indian Business Research*, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 97-115, 2012. DOI: 10.1108/17554191211228029.
- TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Peter. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.
- ZHU, J.; LIU, W. A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, v. 123, n. 1, p. 321-335, 2020.