

**Bioeconomia circular do pequi no Cerrado: governança pública e viabilidade territorial
da valorização da casca na agricultura familiar**

***Circular Bioeconomy of Pequi in the Cerrado: Public Governance and Territorial
Feasibility of Husk Valorization in Family Farming***

Marcos Severiano Pereira

Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil.

Ana Maria Resende Junqueira

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil.

GT11. Elaboração e análise de política para agropecuária

Resumo: A valorização da casca do pequi no Cerrado insere-se no debate sobre bioeconomia circular, dada a relevância desse fruto para a agricultura familiar e o expressivo volume de biomassa residual gerado anualmente. Embora a literatura reconheça o potencial fitoquímico da casca, a dinâmica territorial de seu aproveitamento e os instrumentos de governança pública associados permanecem fragmentados. Diante disso, o estudo analisou como a governança pública condiciona a viabilidade territorial da valorização da casca do pequi na agricultura familiar do Cerrado. Trata-se de pesquisa aplicada, de abordagem quali-quantitativa e caráter exploratório-explicativo, desenvolvida por meio de revisão sistemática da literatura em bases indexadas, articulada à análise de conteúdo e ao uso de dados secundários oficiais. A análise combinou estatística descritiva e análise qualitativa para dimensionar a produção extrativa, estimar a geração de biomassa residual e identificar barreiras institucionais ao aproveitamento da casca. Os resultados indicaram produção nacional de 54.165 toneladas em 2024, com forte concentração territorial no Sudeste, e geração estimada entre 33.398 e 43.332 toneladas de biomassa residual. Verificou-se que a valorização desse material depende não apenas de seu potencial tecnológico, mas também de condições territoriais, organizacionais e institucionais que viabilizem sua inserção econômica. Entre as principais restrições identificadas, destacam-se entraves logísticos, baixa oferta de assistência técnica, fragilidade organizacional e assimetrias de mercado. Os resultados indicam que o aproveitamento da casca do pequi depende de governança pública territorializada, com articulação entre crédito, assistência técnica, logística reversa e apoio ao cooperativismo, de modo a integrar esse resíduo a estratégias de desenvolvimento rural inclusivo.

Palavras-chave: sociobiodiversidade; desenvolvimento territorial; extrativismo; políticas públicas; resíduos agroextrativistas.

Abstract: The valorization of pequi husk in the Brazilian Cerrado is situated within the debate on the circular bioeconomy, given the relevance of this fruit to family farming and the substantial volume of residual biomass generated annually. Although the literature acknowledges the phytochemical potential of the husk, the territorial dynamics of its utilization and the associated public governance instruments remain fragmented. In this context, the study analyzes how public governance conditions the territorial feasibility of pequi husk valorization within family farming systems in the Cerrado. This is an applied study, adopting a quali-quantitative and exploratory-explanatory approach, developed through a systematic literature review in indexed databases, combined with content analysis and the use of official secondary data. The analysis integrates descriptive statistics and qualitative methods to assess extractive production, estimate residual biomass generation, and identify institutional barriers to husk utilization. The results indicate a national production of 54,165 tons in 2024, with strong territorial concentration in the Southeast region, and an estimated generation ranging from 33,398 to 43,332 tons of residual biomass. The findings show that the valorization of this material depends not only on its technological potential but also on territorial, organizational, and institutional conditions that enable its economic integration. The main constraints identified include logistical bottlenecks, limited access to technical assistance, organizational fragility, and market asymmetries. The results suggest that pequi husk utilization depends on territorially embedded public governance, articulated through credit provision, technical assistance, reverse logistics, and support for cooperativism, in order to integrate this residue into inclusive rural development strategies.

Keywords: sociobiodiversity; territorial development; extractivism; public policies; agro-extractive waste.

1. Introdução

1.1 Contextualização do problema

O Cerrado abriga ampla diversidade biológica e sociocultural, na qual o agroextrativismo ocupa lugar relevante na reprodução econômica de comunidades tradicionais e de agricultores familiares. Nesse contexto, o pequi (*Caryocar brasiliense*) destaca-se como espécie nativa de importância alimentar, econômica e cultural. A coleta, o consumo e a comercialização do fruto contribuem para a segurança alimentar, a geração de renda e a permanência das famílias em áreas rurais, além de criarem incentivos econômicos para a manutenção da vegetação nativa (Carrazza; D'Ávila, 2010; Afonso, 2008).

A relevância produtiva dessa cadeia extrativista pode ser observada no crescimento da produção ao longo da última década. Registros oficiais indicam que a safra nacional passou de 18.866 toneladas, em 2015, para 54.165 toneladas, em 2024. Ainda assim, a ampliação do volume extraído não foi acompanhada por maior apropriação de valor pelos produtores, o que revela persistência de assimetrias na cadeia. Em grande medida, a agricultura familiar continua comercializando o pequi predominantemente *in natura*, com baixa agregação de valor. Como expressão dessa limitação, a produção de derivados beneficiados, como a amêndoa, alcançou apenas 538 toneladas em 2024.

Uma das expressões mais evidentes dessa assimetria é de natureza ambiental. Constata-se que a casca do pequi, componente historicamente descartado, constitui a fração majoritária do fruto, correspondendo a um percentual entre 61,66% e 80% de sua massa total (Carrazza; D'Ávila, 2010). A Tabela 1 relaciona os dados oficiais de produção com os coeficientes morfológicos de geração de resíduos, permitindo dimensionar esse passivo material.

Tabela 1 - Evolução da extração de pequi e dimensionamento da geração de biomassa residual (2015 - 2024).

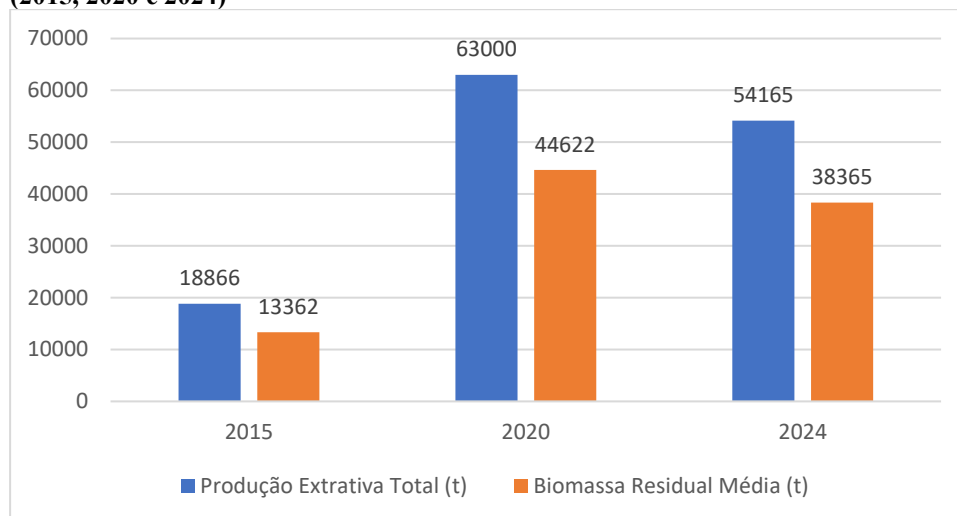
Ano da Safra	Produção Extrativa Total (<i>in natura</i>)	Produção de Amêndoa Beneficiada	Estimativa de Casca Descartada (Biomassa Residual)*
2015	18.866 toneladas	Não mensurado	11.632 a 15.092 toneladas
2020	63.000 toneladas	Não mensurado	38.845 a 50.400 toneladas
2024	54.165 toneladas	538 toneladas	33.398 a 43.332 toneladas

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados do IBGE (2024) e em parâmetros morfológicos de Carrazza e D'Ávila (2010).

*Nota: O cálculo da biomassa residual foi projetado considerando a variação de 61,66% a 80% da massa da casca.

Para complementar a Tabela 1, o Gráfico 1 sintetiza a evolução da produção extrativa total de pequi e da biomassa residual média estimada para os anos de 2015, 2020 e 2024, evidenciando a ampliação do volume produtivo e, simultaneamente, o crescimento do passivo material associado ao descarte da casca.

Gráfico 1 – Evolução da produção extrativa total de pequi e da biomassa residual média estimada no Brasil (2015, 2020 e 2024)



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados do IBGE/PEVS-SIDRA (2024) e em parâmetros morfológicos de Carrazza e D'Ávila (2010).

A Tabela 1 mostra que a cadeia do pequi gera, anualmente, entre 33 mil e 43 mil toneladas estimadas de casca sem aproveitamento econômico estruturado. Esses valores indicam que o resíduo possui escala suficiente para justificar estratégias de valorização orientadas pela bioeconomia circular, especialmente em territórios com maior concentração produtiva.

O Gráfico 1 mostra que a expansão da produção extrativa foi acompanhada pelo aumento da biomassa residual estimada. Em 2015, a produção extrativa foi de 18.866 toneladas, com biomassa residual média estimada em 13.362 toneladas; em 2020, esses valores passaram para 63.000 e 44.622 toneladas; em 2024, a produção atingiu 54.165 toneladas, com biomassa residual média de 38.365 toneladas. Os dados indicam que a casca não constitui um resíduo marginal, mas um fluxo material relevante da cadeia, em escala suficiente para justificar sua inserção no debate sobre bioeconomia circular e governança territorial.

1.2 Bioeconomia circular e o desafio dos resíduos agroextrativistas

A compreensão das perdas nas cadeias agroextrativistas relaciona-se aos limites do modelo econômico linear, baseado em extrair, produzir e descartar. A literatura destaca que esse paradigma intensifica a pressão sobre os recursos naturais. Nesse contexto, a bioeconomia circular propõe dissociar crescimento econômico e bem-estar social do uso predatório da natureza, por meio do aproveitamento de recursos biológicos renováveis em ciclos mais fechados (WBCSD, 2020).

A bioeconomia circular parte da premissa de que recursos orgânicos não devem ser tratados como materiais sem destino econômico após o uso inicial, mas reinseridos em processos produtivos em cascata. Aplicada às cadeias da sociobiodiversidade brasileira, essa perspectiva permite compreender passivos agroextrativistas como potenciais bioprodutos, com efeitos sobre inovação, renda e resiliência local (Cabral *et al.*, 2023). No caso da casca do pequi, a presença de compostos fenólicos e fibras amplia as possibilidades de aproveitamento, desde que existam condições estruturais e institucionais nos territórios de extração.

1.3 Agricultura familiar, território e governança pública

A transformação da casca de pequi em ativo bioeconômico depende das condições em que opera a agricultura familiar e da coordenação exercida pelo Estado. A literatura indica que a inserção competitiva da agricultura familiar em mercados mais dinâmicos requer apoio articulado em diferentes frentes, e que as políticas públicas exercem papel relevante na redução de vulnerabilidades e no fortalecimento produtivo rural (Camargo, 2022).

A destinação e a valorização de resíduos exigem mecanismos de logística reversa (Bicalho, 2018). No caso dos pequenos coletores, porém, o pré-processamento de grandes volumes de biomassa tende a esbarrar em limitações financeiras e estruturais. Nesse sentido, a viabilidade territorial da bioeconomia circular depende de instrumentos públicos que apoiem agroindústrias descentralizadas, ampliem o acesso ao crédito rural e adaptem compras governamentais ao escoamento de bioprodutos oriundos de arranjos cooperativos locais (Camargo, 2022).

1.4 Lacuna científica

A construção de um referencial analítico sobre a transição para a bioeconomia circular em cadeias do agronegócio familiar requer procedimentos metodológicos rigorosos, a fim de reduzir vieses analíticos (Silva; Menezes, 2005). A revisão do estado da arte indica a presença de três eixos literários que dialogam de forma limitada entre si, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 - Estratificação das lacunas na literatura sobre a cadeia do pequi e a economia circular.

Eixo de Pesquisa	Foco Principal de Investigação	Lacuna Identificada (Limitação)
Técnico/Fitoquímico	Caracterização laboratorial da casca do pequi e capacidade antioxidante.	Restringe-se às propriedades do material. Não aborda a logística reversa ou a inserção no mercado.
Socioeconômico	Análise da renda, vulnerabilidades e agricultura familiar.	Limita-se ao diagnóstico do fruto <i>in natura</i> . Não integra o potencial tecnológico de valorização dos resíduos.

Eixo de Pesquisa	Foco Principal de Investigação	Lacuna Identificada (Limitação)
Institucional	Avaliação ampla de políticas públicas (Pronaf ¹ , PNRS ²).	Descolamento de casos práticos aplicados a passivos agroextrativistas concentrados no espaço.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na revisão da literatura (Afonso, 2008; Carrazza; D'Ávila, 2010; Bicalho, 2018; Albuquerque et al., 2023; Aguiar; Fornazier; Del Grossi, 2024).

Observa-se carência de estudos que articulem, em uma mesma análise, o potencial tecnológico da casca, os entraves territoriais e os mecanismos de governança pública. O enfrentamento dessa fragmentação requer procedimentos metodológicos reproduzíveis e orientados por evidências, como a revisão sistemática da literatura, associados a técnicas de análise qualitativa capazes de examinar os arranjos institucionais envolvidos (Tranfield; Denyer; Smart, 2003; Bardin, 2016). Assim, a lacuna científica do presente estudo está na ausência de um modelo analítico que conecte valor fitoquímico, organização territorial e coordenação pública.

1.5 Pergunta de pesquisa, objetivos e hipóteses

Diante da contradição empírica observada (na qual a cadeia gera até 43 mil toneladas anuais de resíduos subutilizados, enquanto os produtores permanecem com limitada apropriação do valor gerado), a presente investigação orienta-se pela seguinte pergunta central de pesquisa: como a governança pública e a organização socioprodutiva condicionam a viabilidade territorial para a inserção da casca do pequi em um modelo de bioeconomia circular voltado à agricultura familiar no Cerrado?

O objetivo geral consiste em propor e analisar um *framework* de viabilidade territorial que integre a disponibilidade física da biomassa, o adensamento espacial da produção, a organização cooperativa e os instrumentos de políticas públicas.

São delimitados os seguintes objetivos específicos: a) Dimensionar estatística e territorialmente a biomassa residual gerada no Brasil; b) Identificar e sistematizar, por meio de métodos estruturados, os principais gargalos logísticos, institucionais e mercadológicos; e c) Avaliar como diferentes instrumentos de coordenação governamental influenciam a concretização da circularidade.

A pesquisa é amparada por duas hipóteses: (H1) A viabilidade mercadológica e logística de inserção da casca não se sustenta unicamente pelo seu valor fitoquímico, sendo condicionada pelo adensamento territorial para diluição de custos de transporte; e (H2) A transição efetiva para a bioeconomia circular não ocorre de maneira autônoma, sendo estritamente condicionada pela eficácia da governança pública em sintonia com as redes de cooperativismo rural.

¹ Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar.

² Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2. Revisão da Literatura

2.1 Bioeconomia circular: fundamentos e aplicações em cadeias da sociobiodiversidade

A superação dos efeitos negativos do modelo econômico linear requer paradigmas produtivos mais compatíveis com os limites ecológicos. Nessa perspectiva, a economia circular é compreendida como sistema regenerativo e restaurativo, voltado ao fechamento de ciclos técnicos e biológicos e à redução do desperdício (Geissdoerfer *et al.*, 2017). Quando esses princípios são aplicados ao uso e ao processamento de recursos biológicos renováveis, configura-se a bioeconomia circular. Esse paradigma busca dissociar crescimento econômico e esgotamento de recursos naturais (Giampietro, 2019; WBCSD, 2020).

Em países megadiversos, a bioeconomia circular pode contribuir para reorientar cadeias da sociobiodiversidade ao incorporar resíduos e coprodutos a novos ciclos de uso. Nessa perspectiva, passivos agroextrativistas podem ser convertidos em bioprodutos com maior valor agregado, desde que existam condições técnicas, logísticas e institucionais para isso. Em vez de restringir o debate ao descarte, esse enfoque desloca a análise para o aproveitamento em cascata e para seus efeitos sobre renda, organização produtiva e uso sustentável dos recursos locais (Cabral *et al.*, 2023).

2.2 O pequi como ativo da sociobiodiversidade do Cerrado

Entre as espécies nativas do Cerrado, o pequi ocupa posição de destaque por sua relevância alimentar, econômica, cultural e territorial (Carrazza; D'Ávila, 2010). Do ponto de vista nutricional e cultural, o fruto integra práticas alimentares tradicionais e constitui referência identitária importante em diferentes comunidades da região.

Em termos territoriais e econômicos, o extrativismo do pequi participa da organização socioprodutiva de numerosas famílias rurais. A coleta, o beneficiamento artesanal e a comercialização do fruto geram renda e podem contribuir para a manutenção da vegetação nativa, ao oferecer alternativa econômica frente ao avanço de usos mais intensivos da terra (Afonso, 2008).

2.3 Casca de pequi como biomassa residual e oportunidade de agregação de valor

Embora o pequi possua múltiplas possibilidades de aproveitamento, seu processamento tradicional ainda concentra valor em poucas frações do fruto. Em geral, o aproveitamento comercial recai sobre a polpa associada ao caroço e, em menor medida, sobre a amêndoa. Estudos morfológicos indicam que a casca do pequi, formada pelo exocarpo e pelo mesocarpo externo, constitui a fração majoritária do fruto, correspondendo a 61,66% a 80% de sua

biomassa total, embora costume ser descartada após o processamento inicial (Carrazza; D'Ávila, 2010).

Esse resíduo, entretanto, apresenta potencial de agregação de valor bioeconômico. O Quadro 2 sintetiza suas principais propriedades e os entraves associados ao seu aproveitamento.

Quadro 2 - Síntese analítica do potencial de circularidade da casca do pequi frente às barreiras produtivas locais.

Componente	Proporção da Massa Total	Potencial Bioeconômico (Literatura)	Barreira Atual de Viabilidade
Casca (Exocarpo e Mesocarpo)	61,66% a 80%	Rica em compostos fenólicos e fibras; alta capacidade antioxidante para indústrias farmacêutica e cosmética.	Alto teor de umidade (perecibilidade); elevado custo de transporte (logística reversa); ausência de estufas comunitárias.
Polpa (Mesocarpo interno)	10% a 20%	Rica em óleos, vitaminas e carotenoides. Uso na culinária tradicional e cosméticos.	Sazonalidade restrita (curto período de safra); controle do preço por atravessadores no mercado <i>in natura</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Carrazza e D'Ávila (2010) e Afonso (2008).

A análise do Quadro 2 indica que o aproveitamento econômico da casca enfrenta gargalos de infraestrutura e logística. Embora a literatura reconheça viabilidade fitoquímica para a extração de bioativos, como antioxidantes e pectina, a alta perecibilidade do material e a distância em relação aos centros de processamento reduzem sua viabilidade econômica imediata, o que reforça a necessidade de soluções territoriais integradas.

2.4 Agricultura familiar, extrativismo e desenvolvimento territorial

A baixa valorização da biomassa residual está relacionada às condições estruturais em que opera a agricultura familiar. No Cerrado, o agroextrativismo integra cadeias de valor marcadas por assimetrias de poder e limitações institucionais. A dinâmica comercial tende a concentrar poder em atacadistas e atravessadores, reduzindo a margem de lucratividade dos produtores. Estimativas indicam que os coletores locais retêm cerca de 11,12% do valor financeiro movimentado na cadeia primária do fruto (Afonso, 2008).

Essa baixa retenção de renda limita a capacidade de investimento em tecnologias de pré-processamento. Soma-se a isso a fragilidade do suporte técnico oficial, uma vez que políticas de extensão rural e difusão tecnológica permanecem insuficientes; segundo Albuquerque *et al.* (2023), menos de 17% dos agricultores familiares do Cerrado e da Caatinga têm acesso regular à assistência técnica. Nesse contexto, comunidades extrativistas tendem a permanecer dependentes da venda sazonal do produto *in natura*, com dificuldades para internalizar etapas de maior valor agregado.

2.5 Governança pública e instrumentos de apoio à valorização de resíduos

A superação dessas assimetrias não tende a ocorrer apenas pelas dinâmicas do mercado, o que amplia a relevância da governança pública territorial. A coordenação institucional é importante para articular políticas capazes de estruturar a logística reversa no meio rural, diretriz prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, mas de difícil implementação em territórios dispersos e vulneráveis (Bicalho, 2018).

Para ampliar o escoamento do resíduo do pequi, a ação estatal pode mobilizar instrumentos de apoio à organização coletiva e à infraestrutura local. O fortalecimento do cooperativismo e do associativismo é relevante para concentrar biomassa, reduzir custos logísticos e ampliar o poder de negociação dos produtores diante da indústria (Carvalho; Filippi; Guarnieri, 2020). Além disso, compras públicas institucionais, como Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), e linhas de crédito subsidiado podem contribuir para criar segurança de demanda e viabilizar infraestruturas compartilhadas, como unidades comunitárias de secagem e pré-processamento (Aguar; Fornazier; Del Grossi, 2024; Camargo, 2022).

2.6 Síntese crítica da revisão e proposição do argumento do artigo

A revisão da literatura evidencia que o estado da arte referente à bioeconomia circular do pequi encontra-se fragmentado. Os estudos tendem a investigar as propriedades fitoquímicas da casca (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Carrazza; D'Ávila, 2010) ou as vulnerabilidades da agricultura familiar (Afonso, 2008; Albuquerque *et al.*, 2023) de forma isolada. Falha-se, recorrentemente, em conectar o potencial tecnológico da biomassa à realidade logística e institucional dos territórios produtores (Aguar; Fornazier; Del Grossi, 2024; Bicalho, 2018).

Nesse sentido, o argumento central do estudo é que o aproveitamento da casca do pequi pela agricultura familiar não constitui apenas um desafio fitoquímico, mas também um problema de coordenação territorial. A principal contribuição da pesquisa está em integrar, em um mesmo *framework*, dimensões que costumam aparecer separadas na literatura: biomassa residual, associativismo, território e governança pública. A hipótese analítica subjacente é que a interação entre essas variáveis amplia a possibilidade de viabilizar a logística reversa e de inserir a economia circular no debate sobre desenvolvimento rural no Cerrado.

3. Metodologia

3.1 Delineamento da pesquisa

A investigação caracteriza-se como pesquisa aplicada, por buscar produzir conhecimento com utilidade prática para problemas relacionados ao agronegócio familiar. O

delineamento adotado foi exploratório-explicativo, sob abordagem quali-quantitativa. A metodologia baseou-se integralmente em literatura científica e dados secundários institucionais, sem realização de coleta primária em campo, o que permitiu concentrar a análise na articulação entre evidências bibliográficas e informações estatísticas oficiais (Gil, 2022; Silva; Menezes, 2005).

3.2 Estratégia de busca e seleção dos estudos

Para construir o referencial teórico e o *framework* analítico, realizou-se revisão sistemática da literatura em bases indexadas. As buscas ocorreram na Web of Science e na Scopus, com apoio do Research Rabbit para rastreamento de trabalhos relacionados. O protocolo combinou descritores vinculados a bioeconomia circular, pequi, resíduos agroextrativistas, governança pública, agricultura familiar e viabilidade territorial. Após a recuperação inicial, os registros passaram por remoção de duplicatas, leitura de títulos e resumos e aplicação de critérios de elegibilidade, com exclusão de estudos estritamente laboratoriais sem interface com território, organização produtiva ou políticas públicas. O *corpus* final subsidiou a análise qualitativa e a formulação do *framework*, em consonância com a revisão sistemática orientada por evidências (Tranfield; Denyer; Smart, 2003).

3.3 Fontes secundárias complementares

Para fundamentar o panorama empírico da pesquisa, a revisão sistemática foi articulada ao uso de dados estatísticos oficiais. O dimensionamento da biomassa residual e a análise da concentração espacial da cadeia do pequi basearam-se em dados do SIDRA³, com foco na Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS⁴). Essas fontes secundárias permitiram territorializar a geração de resíduos e examinar a hipótese de adensamento espacial da produção.

3.4 Procedimentos de extração e organização dos dados

A triagem, o agrupamento e a extração do material investigado foram organizados em etapas sucessivas de filtragem. O fluxo de informações, integrando as fontes científicas aos dados estatísticos complementares, encontra-se sistematizado no Quadro 3, o qual consolida o protocolo de transformação dos dados brutos em evidências aplicáveis.

Quadro 3 - Protocolo de extração, organização e análise dos dados quali-quantitativos.

Etapas do Procedimento	Ferramenta / Fonte de Dados	Crítérios de Aplicação e Extração
Levantamento Científico	Scopus / Web of Science / Research Rabbit	Busca por palavras-chave cruzadas (Bioeconomia; Pequi; Políticas Públicas). Remoção de duplicatas.

³ SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2026.

⁴ PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. IBGE, 2024.

Etapa do Procedimento	Ferramenta / Fonte de Dados	Crítérios de Aplicação e Extração
Coleta Secundária	IBGE / SIDRA / PEVS (2015-2024)	Extração de séries históricas de produção primária (<i>in natura</i>) e beneficiada; territorialização por unidades federativas.
Filtragem de Evidências	Seleção pareada de artigos e relatórios	Leitura de títulos e resumos para exclusão de estudos estritamente laboratoriais sem interface territorial.
Processamento Analítico	Análise de Conteúdo (Documentos e Artigos)	Categorização das políticas de governança, entraves logísticos e gargalos institucionais.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados do IBGE (2024), nas plataformas bibliométricas (Scopus, Web of Science e Research Rabbit) e nas diretrizes metodológicas de Tranfield, Denyer e Smart (2003) e Bardin (2016).

O Quadro 3 sintetiza procedimentos de extração e organização voltados à articulação entre os dados da safra nacional e o referencial bibliográfico sobre gestão territorial.

3.5 Estratégia de análise

A análise do *corpus* qualitativo foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme sistematização proposta por Bardin (2016), envolvendo procedimentos de categorização, inferência e interpretação. Nesta pesquisa, a análise foi estruturada em três fases: pré-análise, com organização do material e leitura flutuante; exploração do material, com definição de unidades de registro e codificação das categorias analíticas (barreiras mercadológicas, tecnológicas e institucionais); e tratamento dos resultados, com inferência interpretativa orientada pelos objetivos da pesquisa e pelas hipóteses formuladas.

4. Resultados e discussão

4.1 Panorama territorial da cadeia do pequi e da geração potencial de casca

A análise da viabilidade territorial da bioeconomia circular do pequi requer, inicialmente, o dimensionamento quantitativo e espacial da cadeia produtiva. Os registros oficiais indicam que a produção nacional alcançou 54.165 toneladas em 2024, o que confirma a permanência da atividade extrativista como componente relevante da renda e da segurança alimentar em áreas rurais do Cerrado (Afonso, 2008).

Os dados do IBGE (2024) evidenciam que essa produção apresenta elevada concentração territorial. Em nível estadual, destaca-se a forte predominância de Minas Gerais, responsável por 42.540 toneladas, seguido por Ceará (4.090 t), Tocantins (3.065 t) e Goiás (2.897 t), configurando um núcleo produtivo relevante no eixo Cerrado-Nordeste. Os demais estados apresentam volumes significativamente inferiores ou residuais, enquanto diversas unidades da federação não registraram produção no período, especialmente na região Sul e em parte do Sudeste, com exceção de Minas Gerais. Esse padrão confirma o caráter regionalizado da exploração do pequi, diretamente associado às condições edafoclimáticas do bioma Cerrado e à presença de sistemas agroextrativistas tradicionais.

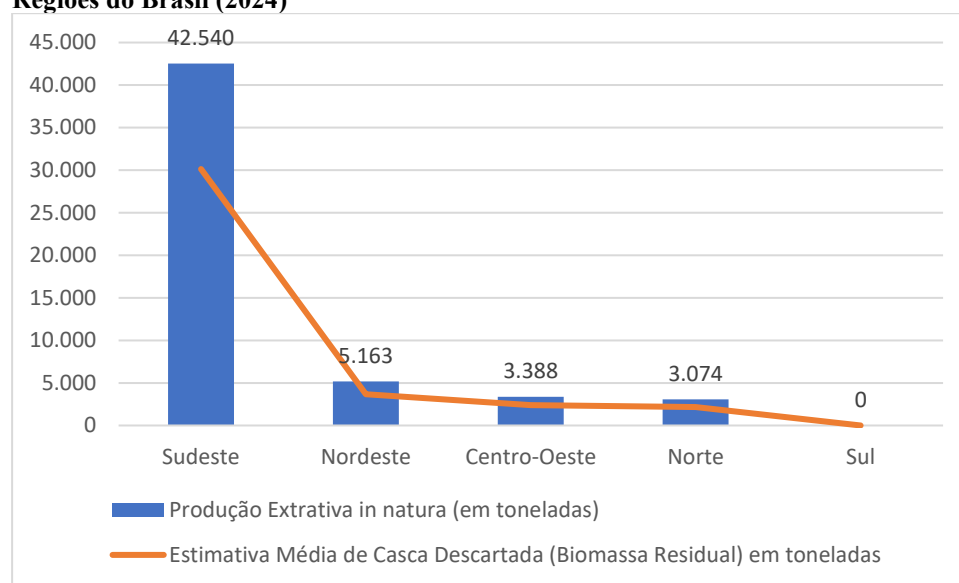
Em termos regionais, observa-se que a produção não se distribui de forma homogênea pelo território nacional, apresentando forte concentração espacial. Considerando que a casca do pequi corresponde entre 61,66% e 80% da massa do fruto, a Tabela 2 sistematiza a distribuição geográfica da produção e estima a biomassa residual gerada por Grandes Regiões do Brasil.

Tabela 2 - Distribuição espacial da produção de pequi e estimativa de biomassa residual gerada por Grandes Regiões do Brasil (Ano-base: 2024).

Região Produtora	Produção Extrativa <i>in natura</i> (em toneladas)	Participação Nacional (%)	Estimativa de Casca Descartada (Biomassa Residual) em toneladas
Sudeste	42.540	78,54	26.230 a 34.032
Nordeste	5.163	9,53	3.182 a 4.130
Centro-Oeste	3.388	6,26	2.089 a 2.710
Norte	3.074	5,67	1.894 a 2.459
Sul	0	0,00	0
Brasil	54.165	100,00	33.398 a 43.332

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados secundários do IBGE (2024) e parâmetros morfológicos.

Gráfico 2 – Distribuição regional da produção extrativa de pequi e participação nacional por Grandes Regiões do Brasil (2024)



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados do IBGE/PEVS-SIDRA (2024).

A Tabela 2 evidencia que a região Sudeste concentra 42.540 toneladas, correspondendo a 78,54% da produção nacional, com geração estimada de biomassa residual entre 26.230 e 34.032 toneladas. Em seguida, destacam-se as regiões Nordeste (5.163 t; 9,53%), Centro-Oeste (3.388 t; 6,26%) e Norte (3.074 t; 5,67%), enquanto a região Sul não apresentou produção registrada. No agregado nacional, estima-se a geração de 33.398 a 43.332 toneladas de casca, evidenciando a magnitude do passivo material associado à cadeia.

O Gráfico 2 complementa essa análise ao evidenciar graficamente a concentração regional da produção e da biomassa residual. Observa-se que a estimativa de casca acompanha

a distribuição da produção extrativa, reforçando a relação direta entre volume colhido e geração de resíduos. A predominância da região Sudeste indica elevado adensamento territorial da biomassa em escala macrorregional, o que amplia a viabilidade econômica de soluções logísticas e tecnológicas, como estruturas de coleta, secagem e processamento descentralizado. Destaca-se, contudo, que esse adensamento é fortemente influenciado pela concentração produtiva em Minas Gerais, o que revela heterogeneidade intrarregional relevante para a implementação de estratégias territoriais.

Esse padrão espacial sugere que o principal entrave à valorização da casca do pequi não reside na escassez de matéria-prima, mas em limitações estruturais e institucionais relacionadas à coordenação da cadeia. A concentração geográfica da produção, ainda que evidenciada em nível regional, apresenta forte assimetria intrarregional, constituindo fator estratégico para a implementação de modelos de bioeconomia circular em territórios específicos do Cerrado, especialmente onde há maior densidade produtiva. Nesses contextos, tornam-se mais viáveis ganhos de escala e redução de custos logísticos.

4.2 Barreiras à valorização da casca na agricultura familiar

A conversão do volume residual quantificado na subseção anterior em ativo bioeconômico encontra entraves multidimensionais na realidade da agricultura familiar. Embora a casca do pequi apresente valor fitoquímico reconhecido, sua valorização prática é limitada por falhas estruturais nos territórios, sintetizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Matriz de barreiras à bioeconomia circular do pequi na agricultura familiar.

Dimensão da Barreira	Principais Entraves Identificados na Literatura e nos Dados
Logística	Alta perecibilidade da casca; estradas vicinais precárias; alto custo de transporte para centros urbanos, dificultando o retorno de volumes massivos (logística reversa).
Mercadológica	Assimetria de poder: coletores locais retêm apenas 11,12% do valor gerado pela venda do fruto, enquanto atravessadores controlam a margem de lucro.
Tecnológica e Sanitária	Processamento rudimentar e artesanal; falta de estufas de secagem comunitárias; dificuldade em atender aos padrões de sanitização exigidos pelas indústrias farmacêutica e cosmética.
Organizacional	Fragilidade do associativismo em algumas comunidades isoladas; dificuldade de atingir escala de oferta sem cooperação mútua.
Institucional	Déficit crônico de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) especializada; falta de acesso a crédito verde adaptado para pequenas agroindústrias.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Afonso (2008), Bicalho (2018) e Carvalho *et al.* (2020).

A análise qualitativa sistematizada no Quadro 4 indica que a assimetria na apropriação de valor reduz a capacidade financeira das famílias e dificulta a superação dos gargalos tecnológicos. As margens reduzidas associadas à intermediação comercial mantêm os extrativistas dependentes da venda *in natura*, limitando investimentos próprios em inovação. Esse quadro reforça, a partir da análise das evidências qualitativas e da literatura revisada, que

a transição para a circularidade depende de mecanismos de coordenação que ultrapassam a lógica de mercado isoladamente.

4.3 Governança pública como condicionante da viabilidade territorial

A análise qualitativa e documental sugere que a superação das barreiras mapeadas dificilmente ocorre de forma endógena. A viabilidade territorial da economia circular do pequi depende, em grande medida, da governança pública, especialmente na correção de falhas de coordenação e de mercado (Aguiar; Fornazier; Del Grossi, 2024). No âmbito da PNRS, a estruturação da logística reversa em áreas rurais isoladas tende a requerer consórcios públicos intermunicipais ou parcerias público-privadas que apoiem as rotas de coleta (Bicalho, 2018).

A mitigação das barreiras tecnológicas e sanitárias também requer linhas específicas de crédito rural voltadas à agroindustrialização descentralizada (Camargo, 2022). O acesso a equipamentos de pré-processamento, como trituradores e secadores, precisa ser acompanhado da ampliação da assistência técnica, de modo a capacitar os extrativistas para etapas de processamento e adequação sanitária. Além disso, o apoio institucional ao cooperativismo pode reduzir a dependência em relação aos atravessadores, ampliar o poder de negociação dos produtores e facilitar o acesso direto à indústria e aos mercados institucionais, como o PAA (Carvalho; Filippi; Guarnieri, 2020).

4.4 Proposição de um framework de viabilidade territorial

Com base no cruzamento entre os dados de biomassa, as barreiras diagnosticadas e os instrumentos institucionais analisados, propõe-se um *framework* analítico de viabilidade territorial. Este modelo argumenta que a bioeconomia circular do pequi é uma função interdependente de quatro variáveis centrais, detalhadas no Quadro 5.

Quadro 5 - *Framework* Analítico de Viabilidade Territorial para a Cadeia do Pequi.

Dimensão do <i>Framework</i>	Descrição do Componente de Viabilidade	Função no Modelo Analítico
1. Biomassa Residual	Volume físico e características fitoquímicas da casca.	Fornece o potencial tecnológico e a matéria-prima básica (ativo biológico).
2. Densidade Territorial	Concentração espacial da colheita (ex: Polos de Minas Gerais).	Viabiliza a equação logística, diluindo o custo de transporte do resíduo (escala física).
3. Organização Social	Redes de cooperativismo e arranjos socioprodutivos locais.	Retém a margem de lucro no território, superando atravessadores e garantindo escala de oferta comercial.
4. Governança Pública	Coordenação do Estado (Crédito, ATER, PNRS, Compras Públicas).	Atua como a força catalisadora que financia a infraestrutura e conecta as três bases anteriores aos mercados dinâmicos.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados do IBGE (2024) e no referencial teórico analisado (Afonso, 2008; Carrazza; D'Ávila, 2010; Bicalho, 2018; Carvalho; Filippi; Guarnieri, 2020; Camargo, 2022; Aguilar; Fornazier; Del Grossi, 2024).

O Quadro 5 dialoga com as hipóteses do estudo ao indicar que o potencial tecnológico da casca, por si só, não assegura sua valorização econômica. Os resultados sugerem que a viabilidade territorial depende da combinação entre disponibilidade de biomassa, concentração espacial da produção, organização coletiva e instrumentos públicos de apoio. Sem essa articulação, a biomassa tende a permanecer subutilizada, em vez de ser incorporada a uma estratégia territorial de bioeconomia circular.

4.5 Implicações para a bioeconomia circular do Cerrado

A aplicação do *framework* indica que a transição da cadeia do pequi não se limita à gestão de resíduos sólidos. Nesse contexto, a bioeconomia circular pode constituir estratégia relevante para o desenvolvimento rural e para a conservação do Cerrado (Cabral *et al.*, 2023; WBCSD, 2020).

No tocante às políticas públicas, os achados sugerem a necessidade de aperfeiçoar a PNRS e os instrumentos de financiamento rural, aproximando sustentabilidade e geração de renda para a agricultura familiar (Camargo, 2022). O aproveitamento econômico das toneladas de casca atualmente descartadas pode ampliar o valor econômico associado à vegetação nativa e criar incentivos à sua manutenção, reduzindo a pressão por alternativas menos sustentáveis de uso da terra. Nesse sentido, os resultados indicam que a economia circular pode contribuir para maior retenção local de valor e para estratégias territorialmente mais inclusivas de desenvolvimento.

5. Considerações finais

5.1 Resposta à pergunta de pesquisa

A investigação foi orientada pela questão de como a governança pública e a organização socioprodutiva condicionam a viabilidade territorial da valorização da casca do pequi no Cerrado. Com base na modelagem analítica e no cruzamento de dados oficiais, conclui-se que a governança pública exerce papel decisivo na correção de falhas de coordenação e de mercado que limitam a economia circular no meio rural.

Os resultados indicam que o reconhecimento laboratorial do valor fitoquímico da biomassa residual é condição relevante, mas insuficiente, para sua valorização econômica. Sem coordenação pública e apoio institucional, o volume anual de até 43 mil toneladas de casca tende a permanecer subutilizado. A governança pública influencia a viabilidade territorial ao oferecer instrumentos financeiros e estruturais, como crédito subsidiado e arranjos de logística reversa compartilhada, capazes de reduzir custos de transação em áreas de dispersão extrativista (Bicalho, 2018; Camargo, 2022).

5.2 Síntese das contribuições do estudo

Ao analisar a cadeia socioprodutiva do pequi em perspectiva sistêmica, a pesquisa apresenta contribuições em três dimensões principais. No plano teórico, a principal contribuição está na formulação de um *framework* de viabilidade territorial que aproxima dimensões frequentemente tratadas de forma separada na literatura: disponibilidade física do resíduo, adensamento geográfico, organização coletiva e ação estatal (Cabral *et al.*, 2023; WBCSD, 2020).

No plano metodológico, o estudo contribui ao territorializar a geração de resíduos com base em revisão sistemática e dados secundários oficiais, sem depender de coleta primária. A articulação entre revisão sistemática (Tranfield; Denyer; Smart, 2003), análise de conteúdo (Bardin, 2016) e dados da safra nacional do IBGE permitiu construir um protocolo passível de reprodução em outras cadeias da sociobiodiversidade. Em termos aplicados, o trabalho oferece diagnóstico institucional que pode subsidiar gestores públicos na revisão de instrumentos voltados à superação de limitações do modelo linear de comercialização.

5.3 Implicações para políticas públicas e para a agricultura familiar

A adoção do *framework* proposto desdobra-se em implicações pragmáticas, as quais exigem a reorientação dos instrumentos de suporte à agricultura familiar. Para materializar a transição em direção a um extrativismo sustentável e circular, sistematizou-se as diretrizes e ações estratégicas no Quadro 6.

Quadro 6 - Matriz de implicações e diretrizes estratégicas para a transição circular.

Ator-Alvo	Implicações Práticas e Diretrizes de Ação
Estado e Governança	Adequação das ferramentas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) à realidade rural; Inclusão de bioprodutos nos editais de compras institucionais (PAA e PNAE) para assegurar o escoamento; Concessão de crédito verde subsidiado (Pronaf).
Arranjos Locais e Cooperativas	Utilização da ação coletiva como ferramenta primária para diluição de custos de frete (logística reversa); Instalação de ecopontos comunitários de recebimento e secagem da biomassa residual.
Extensionismo (ATER)	Reestruturação do escopo de atendimento; Capacitação das famílias extrativistas em boas práticas de manipulação fitoquímica, sanitização e gestão de negócios baseados em economia circular.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no referencial teórico analisado (Bicalho, 2018; Carvalho; Filippi; Guarnieri, 2020; Camargo, 2022; Albuquerque et al., 2023; Aguiar; Fornazier; Del Grossi, 2024).

A análise do Quadro 6 indica que a melhoria das condições econômicas dos coletores locais depende de articulação institucional. A organização cooperativa contribui para alcançar escala de oferta, enquanto Estado e extensão rural podem fornecer suporte técnico e organizacional para que a casca deixe de ser apenas resíduo descartado e passe a integrar estratégias de geração de renda no território (Camargo, 2022).

5.4 Limitações e agenda futura

Embora o modelo analítico contribua para enfrentar a lacuna científica identificada, o delineamento metodológico centrado em dados secundários e revisão bibliográfica apresenta limitações (Silva; Menezes, 2005). A inferência da geração de resíduos em escala macrorregional, como a concentração de 78,5% no Sudeste, pode ocultar variações logísticas microrregionais que afetam a atuação de pequenas cooperativas não captadas pelos levantamentos oficiais.

Diante dessas restrições, a agenda futura aponta para a necessidade de testar empiricamente o *framework* proposto. Recomenda-se a realização de estudos de caso múltiplos em localidades extrativistas, contrastando municípios de alta densidade produtiva com regiões de maior dispersão, com apoio de dados primários. Também se mostra pertinente o desenvolvimento de métricas financeiras mais precisas para estimar os custos de implantação de ecopontos e unidades comunitárias de biorrefino. O avanço dessas investigações poderá aprofundar a compreensão da bioeconomia circular como estratégia de desenvolvimento territorial no Cerrado.

Referências

AFONSO, S. R. **Análise sócio-econômica da produção de não-madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

AGUIAR, L. S.; FORNAZIER, A.; DEL GROSSI, M. E. Coordenação e articulação nas políticas públicas para o semiárido brasileiro. **Revista Processus de Políticas Públicas e Desenvolvimento Social**, v. 6, n. 11, e06735, 2024.

ALBUQUERQUE, A. de; ASSUNÇÃO, J.; CASTRO, P.; RASHIDY, N. H. E.; MIRANDA, G. de. **Agricultores familiares da Caatinga e do Cerrado: mapeamento para a promoção de uma transição rural justa no Brasil**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BICALHO, M. L. **Gestão social e ambiental na Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

CABRAL, M. V. A. *et al.* O desenvolvimento da bioeconomia no estado do Pará: potencialidades, desafios e perspectivas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 11, p. 4211-4224, 2023.

CAMARGO, R. A. L. de (Org.). **Agricultura familiar e políticas públicas no estado de São Paulo**. São Paulo: [s.n.], 2022.

CARRAZZA, L. R.; D'ÁVILA, J. C. C. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Pequi (Caryocar brasiliense)**. 2. ed. Brasília, DF: ISPN, 2010.

CARVALHO, V. S. de; FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P. Diagnóstico de ações coletivas rurais no Distrito Federal: um estudo no âmbito logístico. **Regionalidade**, São Caetano do Sul, v. 36, n. 109, p. 78-95, set./dez. 2020.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. The Circular Economy: a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757-768, 2017.

GIAMPIETRO, M. On the circular bioeconomy and decoupling: implications for sustainable growth. **Ecological Economics**, v. 162, p. 143-156, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. 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.

WBCSD, World Business Council for Sustainable Development. **Circular bioeconomy**: the business opportunity contributing to a sustainable world. Genebra: WBCSD, 2020.