



PROJETO DETALHADO DE EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA EXTRAÇÃO DE PARTES DO PEQUI

Pedro Henrique Revoredo dos Santos¹
Camila Fabrício Poltroniere²
Maico Roris Severino³
Jesiel Pereira de Campos Silva⁴
Hércules Gideon Barros Pinto⁵
André Elias Leite⁶

RESUMO

Objetivo: Este estudo investiga o desenvolvimento de projetos de equipamentos sustentável e de baixo custo para a separação das partes do fruto do pequi. Visa atender pequenos produtores extrativistas do Cerrado, otimizando a extração, reduzindo desperdícios e melhorando as condições de trabalho. Busca, assim, promover o desenvolvimento socioeconômico das comunidades e incentivar a sustentabilidade ambiental.

Método: A pesquisa qualitativa e aplicada envolveu visitas técnicas e entrevistas em assentamentos do Nordeste de Goiás, abrangendo Mambai, Flores de Goiás e Formosa. Foram utilizados questionários estruturados, aprovados pelo CEP, para compreender as práticas locais, principais usos do pequi e dificuldades enfrentadas. Os dados coletados orientaram o projeto e construção de protótipos em parceria com especialistas.

Resultados e Discussão: Foram desenvolvidos equipamentos, como uma despoldadeira que processa 40 kg de pequi por hora e uma guilhotina industrial para cortes precisos. Isso aumentou a produtividade e reduziu os esforços físicos e riscos ergonômicos. As tecnologias sociais foram destacadas como essenciais para inclusão socioeconômica e preservação ambiental. Limitações, como a necessidade de treinamento e análise econômica detalhada, foram identificadas como oportunidades futuras.

Implicações: A pesquisa demonstra o impacto de inovações tecnológicas no extrativismo sustentável, melhorando produtividade, segurança e conservação ambiental. Tais avanços impulsionam a economia regional, promovem ergonomia e reforçam a integração de tecnologia social às práticas comunitárias.

Originalidade/Valor: O estudo apresenta soluções acessíveis e inovadoras, com potencial replicável em contextos semelhantes, beneficiando comunidades e preservando a biodiversidade do Cerrado.

Palavras-chave: Pequi, Cerrado, Comunidades, Tecnologia Social, Sustentabilidade, Processamento extrativista.

¹ Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: pedro_revoredo@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-4726-7074>

² Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: camilafabricio@ufg.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5829-2462>

³ Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: maico_severino@ufg.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8102-8678>

⁴ Instituto Sócio Econômico de Desenvolvimento Social, Formosa, Goiás, Brasil. E-mail: jesiel77@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-9748-3472>

⁵ Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: hercules.hgbp@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-4690-2450>

⁶ Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: andreliass23@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-7782-0741>



DETAILED DESIGN OF LOW-COST EQUIPMENT FOR EXTRACTING PARTS OF THE PEQUI

ABSTRACT

Objective: This study investigates the development of a sustainable and low-cost equipment for separating the parts of the pequi fruit. It aims to assist small-scale extractive producers in the Cerrado region by optimizing the extraction process, reducing waste, and improving working conditions. The goal is to promote the socioeconomic development of these communities and encourage environmental sustainability.

Method: The qualitative and applied research involved technical visits and interviews in settlements in northeastern Goiás, including Mambáí, Flores de Goiás, and Formosa. Structured questionnaires, approved by the Research Ethics Committee (CEP), were used to understand local practices, primary uses of pequi, and challenges faced. The data collected guided the projeto and prototyping in collaboration with experts.

Results and Discussion: Equipment such as a pulp extractor capable of processing 40 kg of pequi per hour and an industrial guillotine for precise cuts were developed. These advancements increased productivity and reduced physical efforts and ergonomic risks. Social technologies were highlighted as essential for socioeconomic inclusion and environmental preservation. Limitations such as the need for training and detailed economic analysis were identified as opportunities for future studies.

Implications: The research demonstrates the impact of technological innovations on sustainable extractivism, improving productivity, safety, and environmental conservation. These advancements boost the regional economy, enhance ergonomics, and reinforce the integration of social technology into community practices.

Originality/Value: This study presents accessible and innovative solutions with replicable potential in similar contexts, benefiting communities and preserving the Cerrado's biodiversity.

Keywords: Pequi, Cerrado, Communities, Social Technology, Sustainability, Extractive Processing.

DISEÑO DETALLADO DE EQUIPOS DE BAJO COSTO PARA LA EXTRACCIÓN DE PARTES DEL PEQUI

RESUMEN

Objetivo Este estudio investiga el desarrollo de un equipo sostenible y de bajo costo para la separación de las partes del fruto del pequi. Su objetivo es apoyar a los pequeños productores extractivistas del Cerrado, optimizando el proceso de extracción, reduciendo el desperdicio y mejorando las condiciones de trabajo. Se busca promover el desarrollo socioeconómico de estas comunidades y fomentar la sostenibilidad ambiental.

Método: La investigación cualitativa y aplicada incluyó visitas técnicas y entrevistas en asentamientos del noreste de Goiás, como Mambáí, Flores de Goiás y Formosa. Se utilizaron cuestionarios estructurados, aprobados por el Comité de Ética en Investigación (CEP), para comprender las prácticas locales, los principales usos del pequi y los desafíos enfrentados. Los datos recopilados guiaron el diseño y la construcción de prototipos en colaboración con expertos.

Resultados y Discusión: Se desarrollaron equipos como una despulpadora capaz de procesar 40 kg de pequi por hora y una guillotina industrial para cortes precisos. Estos avances aumentaron la productividad y redujeron el esfuerzo físico y los riesgos ergonómicos. Las tecnologías sociales se destacaron como esenciales para la inclusión socioeconómica y la preservación ambiental. Las limitaciones, como la necesidad de capacitación y un análisis económico detallado, se identificaron como oportunidades para futuros estudios.

Implicaciones: La investigación demuestra el impacto de las innovaciones tecnológicas en el extractivismo sostenible, mejorando la productividad, la seguridad y la conservación ambiental. Estos avances impulsan la economía regional, mejoran la ergonomía y refuerzan la integración de la tecnología social en las prácticas comunitarias.

Originalidad/Valor: Este estudio presenta soluciones accesibles e innovadoras con un potencial replicable en contextos similares, beneficiando a las comunidades y preservando la biodiversidad del Cerrado.

Palabras clave: Pequi, Cerrado, Comunidades, Tecnología Social, Sostenibilidad, Procesamiento Extractivista.



RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1 INTRODUÇÃO

O bioma do Cerrado é um dos maiores do Brasil, abrangendo uma vasta extensão territorial. Um levantamento realizado em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica que o bioma possui uma área total de aproximadamente 203,9 milhões de hectares, equivalente a cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados (Bolfe, Sano & Campos, 2020).

Este vasto ecossistema se estende predominantemente pelos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Distrito Federal e Rondônia (Buainain *et al.*, 2020). Além de sua extensa área, o Cerrado abriga as três maiores bacias hidrográficas da América do Sul, repletas de nascentes de rios e áreas vitais para recarga hídrica (BRASIL, 2024).

Entretanto, a ausência de proteção desse bioma é alarmante. De acordo com o Governo Federal, apenas 8,21% de sua área é legalmente protegida (BRASIL, 2024). Além disso, entre 2019 e 2022, o Cerrado foi o segundo bioma brasileiro mais afetado pelo desmatamento, com a perda de cerca de 659.670 hectares, ficando atrás apenas da Amazônia (MapBiomas, 2023).

Fica evidente que as medidas de proteção do Cerrado não se fazem efetivas, uma vez que o bioma continua sendo reduzido. Vilela (2021) pontua que, preservar a biodiversidade contribui não apenas para o desenvolvimento sustentável, mas também para o avanço científico, social e econômico.

Nesse contexto, as Unidades de Conservação (UCs) são fundamentais para preservação do Cerrado, mas para que cumpram plenamente seu papel, é fundamental que sejam estruturadas de forma adequada. Uma forma de estrutura-la é através da implementação de ações integradas e o engajamento das comunidades locais, o que pode assegurar a preservação e a sustentabilidade do bioma (Matos, 2021).

Outro fator que é importante de ser analisado, são as altas taxas de desigualdades socioeconômicas presentes nos estados que compõem o bioma. Embora o Cerrado tenha um papel de grande relevância, não apenas para o agronegócio, mas também para a economia, ele ainda enfrenta diversas desigualdades sociais que retardam seu desenvolvimento. Isso acaba



evidenciando que a distribuição de recursos e benefícios econômicos é realizada de forma desigual (Santos, Ferreira Júnior & Ferreira 2011).

Diante dessa realidade, torna-se urgente implementar políticas públicas que promovam a preservação do Cerrado e reduzam as desigualdades sociais nos estados do bioma. É essencial adotar práticas agrícolas sustentáveis que incluam as comunidades locais, garantindo a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida. Nesse sentido, um projeto de pesquisa busca alternativas para a cadeia de suprimentos do Cerrado, com foco na utilização industrial dos frutos, gerando renda para comunidades extrativistas do nordeste de Goiás.

O pequi, fruto essencial para essas comunidades, ainda é processado de forma rudimentar e manual, tornando o trabalho lento, perigoso e com desperdícios significativos. Diante disso, é necessário desenvolver um equipamento que maximize o aproveitamento do fruto, aumente a produtividade e melhore a segurança no processo, promovendo renda e redução de desigualdades.

Este trabalho investiga como realizar a separação eficiente das partes do pequi, reduzindo desperdícios e garantindo produtividade, segurança e ergonomia. O objetivo é criar o projeto de equipamentos que atenda às necessidades dos pequenos produtores extrativistas de forma prática e sustentável.

Dentro disso, busca-se compreender as principais atividades envolvidas no processo extrativista do pequi, analisando como as comunidades manuseiam e operam o fruto, o momento e a forma de coleta, e identificando quais partes do pequi apresentam maior interesse para exploração e como essa exploração deve ser feita.

Além disso, busca-se identificar os principais usos do pequi por comunidades da região Nordeste de Goiás, cuja principal fonte de renda está associada à exploração de frutos regionais. Cidades como Mambai, Flores de Goiás e Formosa destacam-se pelo aproveitamento do pequi em diversas áreas, como gastronomia, medicina, farmácia e cosmética.

Esses dados são fundamentais para compreender as necessidades específicas que os equipamentos devem atender, permitindo seu desenvolvimento com base nas demandas reais das comunidades. Eles também orientam o projeto do equipamento, definindo quais componentes do fruto devem ser extraídos e priorizados, como a polpa para a produção de óleo ou a semente para fins comerciais.

Este artigo abrangerá diferentes áreas de relevância acadêmica, com foco na redução de desperdícios, otimização de processos e desenvolvimento de produtos inovadores. Adicionalmente, serão apresentados estudos voltados à segurança e ergonomia no manuseio dos equipamentos, buscando melhorar a interação entre o operador e a máquina.



No âmbito social, o projeto visa promover o desenvolvimento sustentável do Cerrado, incentivando a autonomia e capacitação das comunidades locais. Essa abordagem não apenas fortalece a economia regional, mas também cria oportunidades de ascensão social, contribuindo diretamente para a melhoria da qualidade de vida nas regiões beneficiadas. Dessa forma, o trabalho integra aspectos técnicos, econômicos e sociais, gerando impactos positivos em múltiplas frentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

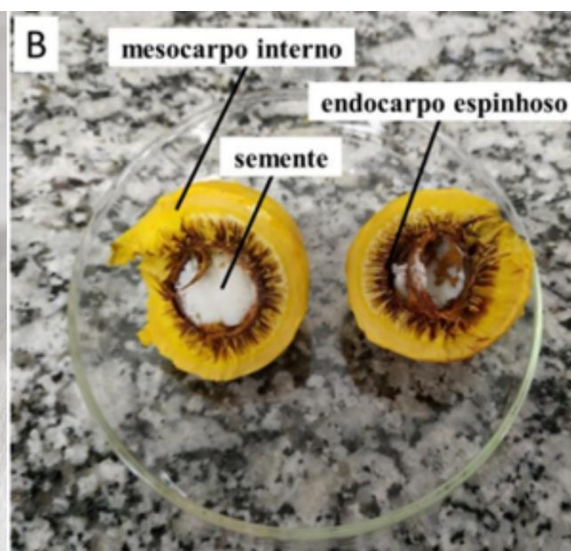
O pequi (*Caryocar brasiliense*) é um fruto redondo, com estrutura complexa, amplamente consumido no Norte e Centro-Oeste do Brasil. Sua colheita ocorre principalmente entre janeiro e março, mas não se restringe a esse período. O fruto é composto por diferentes camadas: o exocarpo (casca), o mesocarpo externo (polpa branca), o mesocarpo interno (polpa amarelada comestível), o endocarpo espinhoso (proteção da semente) e a semente, também comestível (Lima, Silva, Trindade, Torres & Filho, 2007). A estrutura do fruto pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1

Estrutura externa e interna do pequi



1.2 Estrutura Externa do Pequi



1.2 - Estrutura Interna do Pequi

Fonte: Adaptado de Brasil Escola. (n.d.). Pequi. Recuperado em 2 de dezembro de 2024, de <https://brasilecola.uol.com.br/frutas/pequi.html> e Flauzino, C. A. O., Mayer, C. R. M. Os espinhos do pequi: do inconveniente ao sustentável. *Aprendendo Ciência*, v. 9, n1. 2020



O fruto é proveniente do pequizeiro (*Caryocar Brasiliense Camb.*), uma espécie encontrada tipicamente no Cerrado. Esta árvore é capaz de atingir até 10 metros de altura ao longo de um ciclo vital, que geralmente se estende por cerca de 50 anos. Além disso, sua época de frutificação ocorre normalmente entre outubro e fevereiro (Carrazza & D'Ávila, 2010). Durante esse período, cada pequizeiro tem capacidade de produzir em média 30 frutos por pé (Carrazza & D'Ávila, 2010).

O pequi apresenta uma estrutura complexa, com variações de tamanho e número de caroços, que podem variar de 1 a 4 por fruto. Além disso, possui ampla versatilidade em suas aplicações, sendo utilizado tanto na culinária quanto em tratamentos medicinais. Essas práticas são especialmente comuns entre as populações locais, que valorizam suas propriedades e tradições associadas (Carrazza & D'Ávila, 2010).

O pequi é amplamente possui uma ampla versatilidade, sendo um recurso essencial para comunidades e assentamentos do Cerrado. Essas populações dependem diretamente da extração do fruto como uma importante fonte de renda, consolidando o pequi como um elemento central de suas atividades econômicas e culturais. Segundo Silva (2011), o componente mais significativo para esses grupos é a polpa, que muitas vezes supera o fruto em importância para os agricultores familiares.

A cadeia produtiva do pequi, apesar de sua importância, enfrenta desafios significativos devido a um ambiente organizacional e institucional precário. A falta de garantias na comercialização dos frutos torna os extrativistas vulneráveis, gerando incertezas e dificultando a sustentabilidade econômica e social da atividade (da Silva, 2011). Nesse contexto, as Reservas Extrativistas (RESEX), regulamentadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e geridas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), são essenciais. Essas unidades visam atender às necessidades das comunidades locais, promovendo simultaneamente a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável das áreas preservadas (Pimentel, 2019).

A importância das RESEX é ilustrada em um estudo de campo realizado por Júnior et al. (2023) na comunidade Marinho, localizada na Reserva Extrativista do Rio Cajari, no estado do Amapá. Durante a pesquisa, foi observado que as famílias da comunidade eram compostas, em sua maioria, por um grande número de integrantes, refletindo o contexto social e cultural local. A sobrevivência dessas famílias depende fundamentalmente do extrativismo, pesca e caça, já que a maioria dos provedores não possui renda estável, exceto em casos de aposentadoria. Essa realidade evidencia a precariedade socioeconômica da comunidade e reforça a necessidade



de intervenções governamentais para promover a melhoria da qualidade de vida e garantir a sustentabilidade de atividades como o extrativismo.

Nesse contexto, a implementação de tecnologia social surge como uma alternativa eficaz para enfrentar problemas que afligem comunidades em situação de vulnerabilidade. Essa abordagem, que pode ser aplicada em áreas como renda, saúde e educação, tem como característica fundamental a participação ativa das comunidades-alvo em seu desenvolvimento, garantindo que as soluções atendam às suas necessidades específicas (Costa, 2013). A aplicação dessas tecnologias em comunidades como Marinho poderia contribuir significativamente para promover melhores condições socioeconômicas e a sustentabilidade local.

O uso dessas tecnologias se desvincula das políticas públicas tradicionais, uma vez que ela busca estratégias para criar um ciclo que é contínuo e que é capaz de se realimentar constantemente. Durante a sua elaboração é importante que a tecnologia atenda às necessidades do grupo o qual ela está sendo destinada, além disso ela deve ser distribuída rapidamente, de forma eficiente e ampla, com o fim de atender o maior número de grupos possíveis dentro de um curto período de tempo (Dagnino, 2014).

A tecnologia social também possui suma importância para a valorização humana, já que é capaz de gerar emancipação e inovação social, promovendo a autonomia dessas comunidades, fornecendo-a a possibilidade de autodesenvolvimento e progresso. Ademais, também é possível aprimorar os modelos de trabalho, realizando mudanças em configurações de atividades. Essas mudanças são capazes de gerar satisfação e autorrealização dos indivíduos, uma vez que esse método dá enfoque ao ser humano, não à tecnologia (Sousa, Moura, Venâncio & Campos, 2020).

Um estudo de caso realizado na comunidade Pascoal evidenciou a importância de se desenvolver tecnologias. Nessa comunidade foi criada uma pequena fábrica pela Associação dos Moradores de Pascoal em conjunto com a Fundação Banco do Brasil. A organização era gerida em sua maioria pela população e seu foco produtivo era a venda de castanhas, para tal, foram construídos pequenos processadores que eram capazes de auxiliar na embalagem e armazenagem do produto, permitindo a comercialização de até 15 toneladas de sementes (Rodrigues & Barbieri, 2008).

O desenvolvimento tecnológico e o gerenciamento de recursos são fatores essenciais para o sucesso de novos produtos no mercado. O processo de desenvolvimento é complexo, envolvendo atividades inter-relacionadas que devem considerar as necessidades dos clientes, a realidade econômica e tecnológica, além de suas limitações. É fundamental definir o projeto de forma adequada, atendendo aos requisitos específicos do produto. Após o lançamento, o monitoramento do desempenho e a coleta de feedback dos usuários sobre usabilidade e



qualidade são indispensáveis para identificar melhorias e promover o aprimoramento contínuo (Rozenfeld et al., 2006).

À medida que a competitividade global continua a crescer, as organizações estão cada vez mais empenhadas em buscar novas tecnologias e inovações para obter uma vantagem produtiva. Nesse contexto, surge a Engenharia Reversa, uma abordagem que envolve a criação de equipamentos com base em modelos existentes. Essa técnica permite o desenvolvimento de novos equipamentos com funcionalidades aprimoradas e adaptações, preenchendo lacunas deixadas pelos modelos anteriores e melhorando o processo produtivo como um todo (Silva, Pillon, Filho & Herrera 2017).

O desenvolvimento de equipamentos deve seguir as normas regulamentadoras (NRs), que garantem a segurança no trabalho. A NR 12 define padrões mínimos de segurança, como manutenções preventivas, treinamentos e documentação técnica, incluindo manuais. Também estabelece diretrizes ergonômicas, exigindo que os equipamentos proporcionem postura confortável ao operador e, preferencialmente, a escolha entre trabalhar em pé ou sentado, além de garantir segurança e eficiência (Ministério do Trabalho e Emprego, 2024).

A NR 17 complementa essas diretrizes ao exigir que os equipamentos sejam projetados para facilitar o manuseio, exigindo o mínimo de esforço e evitando movimentos desnecessários que possam causar desconforto ou lesões (Ministério do Trabalho e Emprego, 2024).

Concluindo o referencial teórico, fica evidente que o desenvolvimento de tecnologias acessíveis e sustentáveis para o processamento do pequi não apenas atende às demandas das comunidades extrativistas, mas também contribui para a preservação do Cerrado e a inclusão socioeconômica dessas populações. O embasamento apresentado demonstra como aspectos técnicos, sociais e econômicos se interrelacionam, reforçando a importância de soluções que aliem inovação e responsabilidade ambiental.

A próxima etapa deste trabalho, a metodologia, detalhará o caminho percorrido para traduzir essas demandas em ações práticas e estruturadas, evidenciando o processo de criação e validação do equipamento proposto. Acompanhar essa trajetória permitirá compreender como os conceitos discutidos no referencial teórico foram aplicados para alcançar os objetivos desta pesquisa.

3 METODOLOGIA

A pesquisa segue uma abordagem qualitativa, complementada pela coleta direta de dados e informações do objeto de estudo. De natureza aplicada, busca resolver o problema



específico de desenvolver um produto prático para atender às comunidades extrativistas (Gerhardt & Silveira, 2009).

Com caráter exploratório, investiga o contexto ainda pouco estudado dos equipamentos para separação de partes do pequi, exigindo análise detalhada do problema e possíveis soluções. O procedimento técnico adotado foi o estudo de campo, com visitas técnicas e coleta de informações diretamente nas comunidades extrativistas (Gerhardt & Silveira, 2009).

A metodologia seguiu o método de Rozenfeld et al. (2006). Na primeira etapa, foi realizado o pré-desenvolvimento do produto, com estudo do público-alvo e definição do cronograma. Na segunda etapa, concentrou-se no desenvolvimento, abrangendo o Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado, com foco no escopo e na estrutura do equipamento.

Foram realizadas buscas científicas e levantamento bibliográfico sobre o pequi e o Cerrado, abordando sua estrutura, usos sociais (gastronômicos, medicinais, cosméticos, farmacêuticos), período de frutificação e métodos extrativistas. Também foi analisada sua importância socioeconômica e a existência de equipamentos similares para separação de partes do fruto ou com estrutura semelhante.

Foi elaborado um questionário, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFG (registro 63176222.7.0000.5083), para identificar os elementos do pequi de maior interesse, principais usos e dificuldades no processo extrativista. O questionário investigou ainda equipamentos já utilizados e funções importantes para o novo projeto.

A aplicação do questionário permitiu compreender as necessidades das comunidades, identificar dificuldades e priorizar as fases do processo produtivo onde o equipamento seria mais necessário e eficaz.

Após isso, realizadas visitas técnicas aos assentamentos de Mambaí, Flores de Goiás e Formosa, no nordeste de Goiás, para aplicar o formulário, compreender as necessidades das comunidades e conhecer as características do pequi e seus derivados.

Após a coleta das informações, os dados foram sintetizados para identificar os componentes do pequi que os equipamentos deveriam separar e sua estrutura ideal. Também ocorreram discussões em grupo com assentados, especialistas em Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) e profissionais com conhecimentos mecânicos, como técnicos e professores.

A partir disso, o desenvolvimento do projeto foi realizado em colaboração com alunos de uma disciplina de Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) de uma faculdade em Goiás. Os alunos contribuíram com ideias e sugestões, enriquecendo o processo e aplicando conceitos aprendidos em sala de aula.



Ao final do semestre, os equipamentos foram apresentados a pesquisadores e às comunidades de Mambaí, Flores de Goiás e Formosa. Após a exposição, coletaram-se opiniões sobre a funcionalidade e viabilidade dos equipamentos. Em seguida, iniciou-se o processo de desenho técnico utilizando o software AutoCAD.

Concluído o desenvolvimento técnico dos equipamentos iniciou-se a última etapa do desenho do produto, o desenho tridimensional, este ponto foi desenvolvido com a colaboração de engenheiros e técnicos mecânicos através de reuniões periódicas e auxílio no desenvolvimento dos projetos dos equipamentos. Esta fase exigiu um cuidado especial, pois representa a concretização do projeto final, além disso foi importante garantir que os itens estavam em conformidade com as expectativas estabelecidas nas etapas anteriores.

A metodologia utilizada neste estudo foi cuidadosamente estruturada para compreender as necessidades das comunidades extrativistas do Cerrado e orientar o desenvolvimento de equipamentos inovadores. Desde o levantamento bibliográfico até as visitas técnicas e a interação direta com os usuários, cada etapa foi essencial para garantir que as soluções propostas fossem alinhadas com a realidade socioeconômica dessas comunidades. Essa abordagem permitiu uma visão geral do problema, possibilitando o desenvolvimento de protótipos e processos que atendem não apenas aos objetivos técnicos, mas também às demandas sociais e ambientais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as visitas técnicas aos assentamentos, foram coletadas informações detalhadas sobre o manuseio do pequi, desde a coleta manual, realizada apenas após a queda natural do fruto para garantir sua maturação, até os métodos de processamento. Após a coleta, o exocarpo (casca) é removido com um corte simples, expondo a parte interna do fruto.

O principal produto comercializado é o óleo de pequi, extraído manualmente. A polpa é separada do caroço, aquecida em água até que o óleo, menos denso, suba à superfície, sendo coletado e armazenado. Embora funcional, esse processo é longo, cansativo e perigoso, com riscos de acidentes durante a despolpa. Já a extração da semente, ainda pouco explorada comercialmente, envolve secagem ao sol e abertura do fruto com lâmina e martelo, gerando riscos de ferimentos devido aos espinhos.

Os métodos tradicionais atendem minimamente às necessidades das comunidades, mas apresentam limitações em eficiência, segurança e ergonomia. Esses desafios destacam a importância de desenvolver soluções inovadoras que otimizem o manuseio do fruto, melhorem



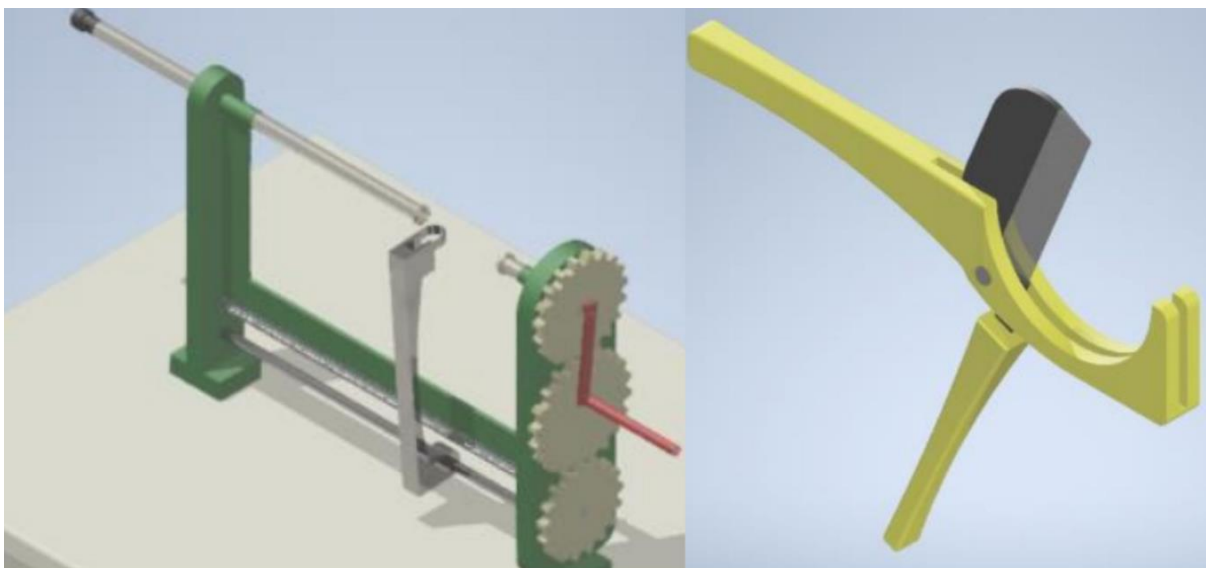
as condições de trabalho e ampliem as oportunidades de comercialização dos derivados do pequi.

Conforme já evidenciado, O pequi, com sua estrutura única, apresentou desafios para desenvolver um projeto que equilibrasse segurança, produtividade e praticidade. Inicialmente, foram criados dois equipamentos manuais: um para separar a polpa, que utilizava ganchos e uma manivela semelhante a um descascador de laranja, mas se mostrou ineficaz e lento, processando apenas um fruto por vez; e outro para extrair a semente, também limitado operacionalmente.

O segundo equipamento (Figura 2.2) funcionava de maneira similar a um quebra-nozes. O fruto, preferencialmente já despulpado para evitar desperdícios, era colocado na parte de corte, e o operador apertava o cabo para realizar uma secção transversal, partindo o fruto ao meio e facilitando o acesso à semente. Contudo, este equipamento também foi considerado ineficaz, pois exigia grande esforço do operador para partir o fruto, além de processar apenas um fruto por vez.

Figura 2

Equipamento para despolar e extrair a semente do pequi



2.1 - Dispositivo para extração da polpa

2.2 - Dispositivo para extração da castanha

Fonte: Adaptado de Oliveira, M. S., Santos, P. H. R., Souza, R. C. L., Poltronieri, C. F., & Severino, M. R. (2023). Projeto detalhado de equipamentos de separação de partes de frutos do cerrado. Anais do XLIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – "A contribuição da engenharia de produção para o desenvolvimento sustentável das organizações: Cadeias Circulares, sustentabilidade e tecnologias", Fortaleza, CE, Brasil

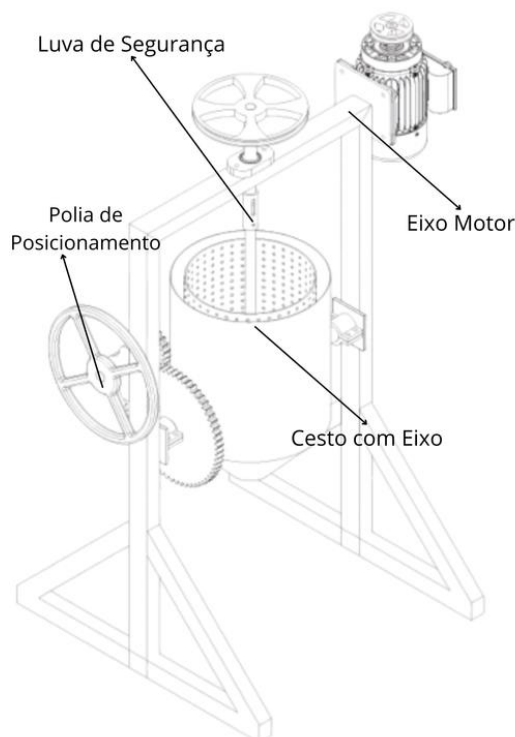
Com base nas limitações identificadas nos dois equipamentos, foi desenvolvida uma solução inovadora para aumentar a produção e automatizar o processo. Dessa forma, dois



protótipos foram criados. O primeiro, uma despoldadeira (Figura 3), foi projetado para processar vários pequis simultaneamente, otimizando a eficiência operacional. Sua estrutura assemelha-se à de uma betoneira, proporcionando robustez e funcionalidade ao equipamento.

Figura 3

Estrutura completa do equipamento para despoldar o Pequi

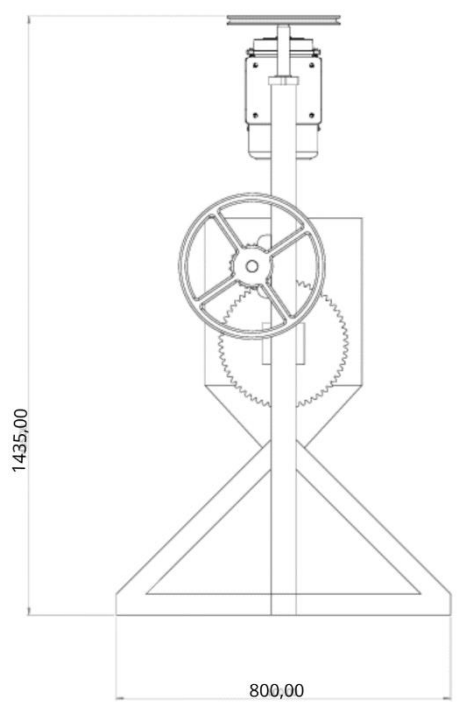


A despoldadeira, ao ser desenvolvida, levou em conta o aumento da produtividade e as necessidades dos operadores acerca da estrutura e funcionalidade do equipamento. Ela possui uma altura total de 1450 milímetros, com o botão para ligar e desligar com fácil acesso, além disso possui uma largura lateral de 800 milímetros (Figura 3), e as hastes com 60 milímetros de largura, fazendo com que o equipamento seja robusto e permaneça estático, sem risco de virar, durante o funcionamento da despoldadeira.



Figura 4

Dimensões do equipamento



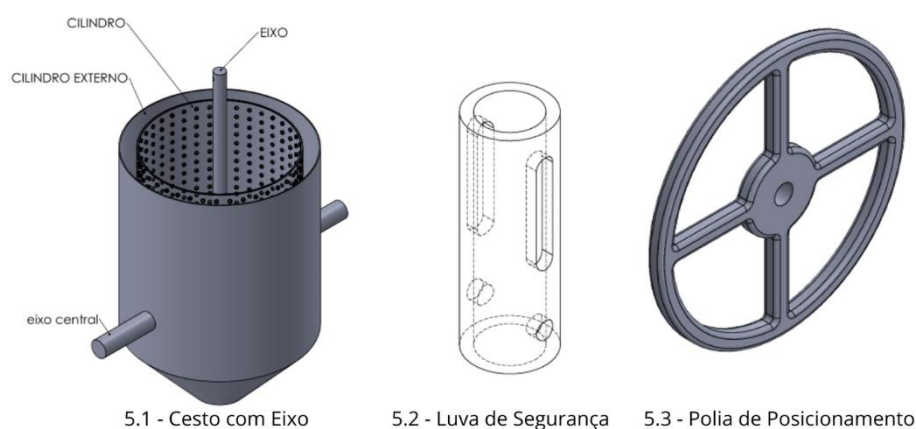
Para iniciar o processo de despolpa, é fundamental posicionar corretamente o cesto com eixo na posição vertical, utilizando a Polia de Posicionamento (Figura 5.3). Em seguida, por questões de segurança, deve-se verificar se a Luva de Segurança (Figura 5.2) está devidamente acoplada ao eixo motor, que é a parte do equipamento onde o motor está localizado. Após confirmar que a luva está fixa, o Cesto com Eixo (Figura 5.1) deve ser preenchido com os frutos, respeitando sua capacidade de armazenamento, que varia de 6 a 7 quilogramas de pequis, dependendo das dimensões dos frutos. O equipamento foi projetado para despolar aproximadamente 40 quilogramas de frutos por hora, tornando o processo eficiente e ágil. Somente após essas verificações a máquina pode ser ligada, o que só ocorrerá se a luva de segurança estiver corretamente instalada no eixo motor.

Quando o equipamento é acionado, ele inicia o processo de despolpa. No eixo do cesto, há pás responsáveis por movimentar e misturar os frutos. Durante o movimento, os pequis entram em contato com o cilindro interno do equipamento (Figura 5.1), que possui lâminas em sua estrutura. Essas lâminas separam a polpa dos caroços. Conforme a polpa é separada, ela adquire uma consistência semipastosa e escorre pelo cilindro externo, direcionando-se para o funil localizado abaixo do cesto. Ao passar pelo funil, a polpa é armazenada diretamente em um recipiente higienizado, estando pronta para a extração do óleo de pequi.



Figura 5

Componentes da despulpadeira



O projeto foi produzido para possuir capacidade de processar o fruto em aproximadamente 2 minutos, o que se imagina ser suficiente para completar a extração da polpa. Após esse período, o equipamento deve ser desligado, e a luva de segurança desacoplada do eixo motor. Na sequência, retira-se o recipiente com a polpa processada, substituindo-o por outro recipiente limpo. Utilizando novamente a polia de posicionamento, o cesto é colocado na posição vertical, de cabeça para baixo, para que os caroços dos pequis sejam despejados em um novo reservatório. É essencial, nesta etapa, evitar o contato direto com o interior do cesto, a fim de prevenir cortes ou outros acidentes.

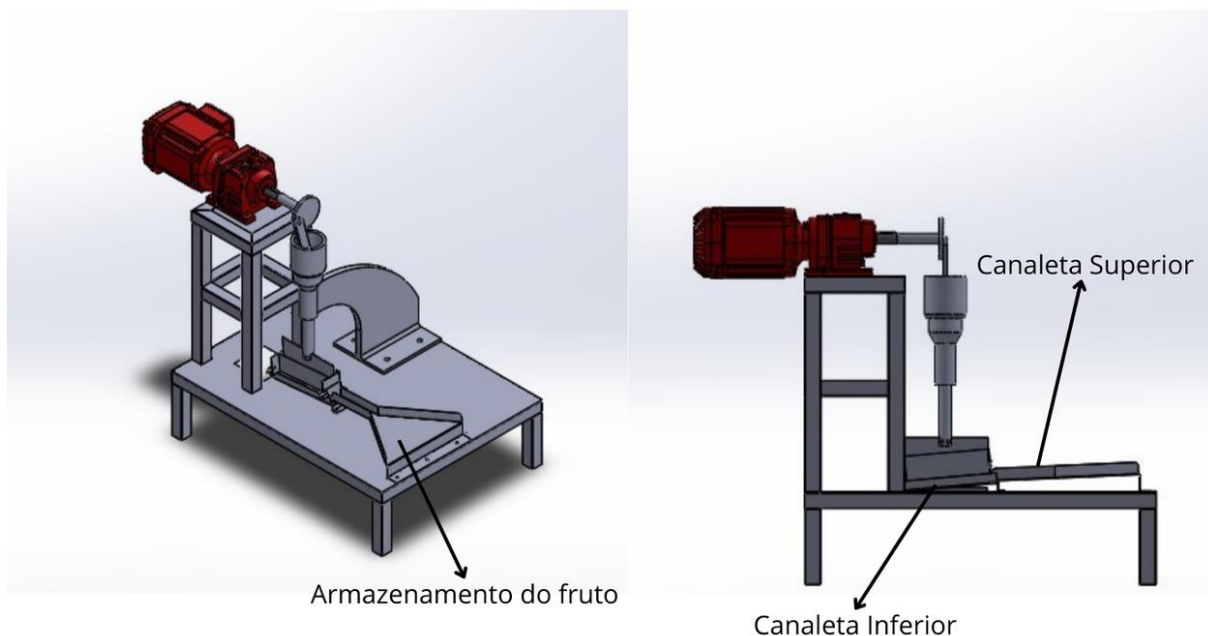
O diferencial desse equipamento em relação ao modelo anterior (Figura 2.1), está na automatização do processo, na maior facilidade de manuseio e na capacidade ampliada de processar uma maior quantidade de frutos simultaneamente, o que resulta em um significativo aumento da produtividade. Após a conclusão do processo de despulpa, inicia-se a próxima etapa do projeto: a remoção das sementes.

O segundo equipamento desenvolvido foi uma guilhotina industrial (Figura 6), projetada com o objetivo de aumentar a segurança e a produtividade no processo de extração de pequi, sem elevar significativamente os custos. A proposta central foi criar um equipamento capaz de cortar o fruto ao meio, facilitando o acesso à castanha sem a necessidade de aguardar o período de ressecamento e eliminando os riscos associados aos métodos tradicionais de extração. Para tornar o processo mais rápido e eficiente, a guilhotina foi equipada com duas canpás laterais. A canaleta superior armazena os frutos antes do corte e possui uma inclinação de 5 graus, enquanto a canaleta inferior permite que os frutos cortados deslizem para um recipiente higienizado.



Figura 6

Guilhotina completa

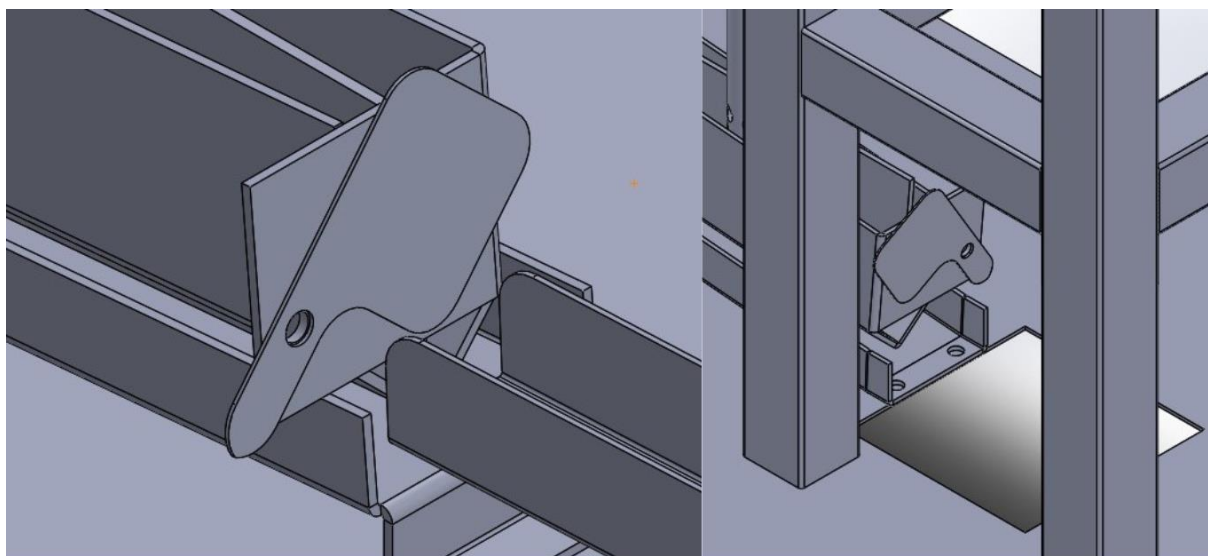


O funcionamento do equipamento começa com o armazenamento dos frutos na canaleta superior e o fechamento do dispositivo de contenção superior (Figura 7.1). Em seguida, o operador aciona a guilhotina pressionando um botão, que realiza o corte dos frutos de forma eficiente. Caso o botão seja solto, o processo é imediatamente interrompido, e a lâmina retorna à posição original, garantindo a segurança do operador. Após o corte, o operador abre o componente de contenção inferior (Figura 7.2), permitindo que os frutos cortados deslizem pela canaleta inferior até o recipiente coletor. Na sequência, a reabertura do dispositivo de contenção superior permite que novos frutos sejam direcionados ao local de corte, reiniciando o ciclo de operação de forma contínua e segura.



Figura 7

Dispositivo de Contenção e Canaleta



7.1 - Dispositivo de Contenção e Canaleta Superior

7.2 - Dispositivo de Contenção e Canaleta Inferior

A lâmina da guilhotina possui 500 milímetros de comprimento, enquanto as canpás têm 70 milímetros de extensão. A área de armazenamento superior suporta até 25 frutos, e a lâmina é capaz de realizar cortes em lotes de até cinco pequis por vez, resultando em uma produtividade estimada de 20 a 30 pequis por minuto. O sistema foi desenvolvido priorizando a segurança, pois o acionamento da guilhotina ocorre somente enquanto o botão é pressionado, reduzindo os riscos de acidentes. O projeto também simplifica o processo, minimizando o tempo e o esforço necessários para a extração.

Na etapa final do processo, os frutos armazenados no recipiente são recolhidos, e a extração das castanhas é feita manualmente com o auxílio de uma pinça, garantindo a qualidade do procedimento. A guilhotina industrial desenvolvida demonstra ser uma solução prática e segura para o processamento do pequi, contribuindo significativamente para a modernização e eficiência no setor.

Comparado ao equipamento anteriormente desenvolvido (Figura 2.2), observa-se melhorias significativas tanto no processo quanto no próprio equipamento. A principal delas é a facilidade e praticidade na operação, já que o operador não precisa empregar força física para partir o pequi. Além disso, há um notável aumento na produtividade, pois a automatização do processo permite o processamento de uma maior quantidade de frutos simultaneamente, otimizando o tempo e os recursos utilizados.



Os resultados alcançados evidenciam avanços significativos no processamento do pequi, com a criação de equipamentos que superaram as limitações dos métodos manuais. As soluções desenvolvidas proporcionaram maior segurança, eficiência e ergonomia ao processo produtivo. A despulpadeira e a guilhotina industrial atenderam às principais necessidades das comunidades extrativistas, reduzindo o esforço físico, minimizando riscos no trabalho manual e ampliando o potencial de comercialização dos derivados do fruto. Esses avanços destacam a relevância de tecnologias acessíveis para fomentar o desenvolvimento sustentável e a inclusão socioeconômica das comunidades locais.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um equipamento inovador, sustentável e acessível, projetado para atender às necessidades das comunidades extrativistas do Cerrado no processamento do pequi. Partindo de uma metodologia estruturada e participativa, que incluiu visitas técnicas, levantamento de demandas junto às comunidades e o desenvolvimento iterativo de protótipos, foi possível propor soluções que reduzem desperdícios, aumentam a produtividade e melhoram as condições de trabalho, com especial atenção à segurança e ergonomia.

Os resultados obtidos demonstraram que os protótipos finais são promissores, especialmente na automatização e segurança do processo de despolpa e extração de sementes. A despulpadeira promete um desempenho consistente, enquanto a guilhotina industrial trouxe maior eficiência e segurança ao corte dos frutos. Entretanto, os equipamentos ainda dependem de testes mais extensivos para validação de sua robustez em cenários reais e avaliação de longo prazo com as comunidades extrativistas.

Os feedbacks das comunidades foram positivos, mas revelaram pontos importantes a serem melhorados, como a necessidade de treinamento específico para operar os equipamentos e ajustes para torná-los ainda mais acessíveis em termos de custo e manutenção. Adicionalmente, apesar de as tecnologias propostas solucionarem problemas críticos, como segurança e ergonomia, o impacto direto na renda das comunidades ainda precisa ser mensurado de forma mais detalhada, especialmente considerando as variáveis econômicas e logísticas envolvidas na comercialização dos derivados do pequi.

No que diz respeito à sustentabilidade, o projeto mostrou-se alinhado aos princípios de preservação do bioma Cerrado e inclusão socioeconômica. No entanto, é fundamental ampliar



o alcance do equipamento, criando parcerias com instituições públicas e privadas para viabilizar sua produção em larga escala e distribuição para outras regiões com características semelhantes.

Também se estima que o custo total para a fabricação dos equipamentos desenvolvidos, a despoldadeira e a guilhotina industrial, varie entre R\$ 15.000,00 e R\$ 20.000,00. Essa estimativa engloba os materiais utilizados na construção, como aço e componentes elétricos e mecânicos, além do custo da mão de obra necessária para montagem e ajustes. Também foram considerados gastos adicionais, como transporte e adaptações específicas para atender às necessidades das comunidades extrativistas. Os equipamentos foram projetados com foco em eficiência, segurança e ergonomia, otimizando o processo de extração das partes do pequi e promovendo a sustentabilidade socioeconômica das comunidades beneficiadas.

Por fim, este trabalho reforça a importância de iniciativas que combinam inovação tecnológica com responsabilidade social e ambiental, demonstrando que é possível promover o desenvolvimento sustentável de comunidades vulneráveis enquanto se preserva a biodiversidade. Com um planejamento estratégico robusto e parcerias adequadas, os equipamentos desenvolvidos têm o potencial de transformar o cenário do extrativismo no Cerrado, gerando benefícios duradouros para as comunidades locais e para o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente às instituições que viabilizaram este trabalho: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- Bolfe, É. L., Sano, E. E., & Campos, S. K. (Eds.). (2020). *Dinâmica agrícola no cerrado: Análises e projeções* (Vol. 1). Brasília, DF: Embrapa.
- Brasil Escola. (n.d.). *Pequi*. Recuperado em 2 de dezembro de 2024, de <https://brasilecola.uol.com.br/frutas/pequi.html>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (n.d.). O Bioma Cerrado. Ministério do Meio Ambiente. Recuperado em 29 de maio de 2024, de [https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html#:~:text=O%20Bioma%20apresenta%208%2C21,RPPNs%20\(0%2C07%25\).](https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html#:~:text=O%20Bioma%20apresenta%208%2C21,RPPNs%20(0%2C07%25).)
- Buainain, A. M., Favareto, A., Contini, E., Chaves, F. T., Henz, G. P., Garcia, J. R., Damiani, O., Vieira, P. A., Grundling, R. D. P., & Nogueira, V. G. C. (2020). *Desafios para a agricultura nos biomas brasileiros* (1ª ed.). Distrito Federal: EMBRAPA. Disponível em



<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1125300/1/DESAFIOS-PARA-AGRICULTURA-NOS-BIOMAS-BRASILEIROS-ed01-2020.pdf>. Acesso em 30 de maio de 2024.

- Carrazza, L. R., & D'Ávila, J. C. C. (2010). *Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do pequi (Caryocar brasiliense)* (2ª ed.). Brasília, DF: ISPN. Disponível em <https://ispn.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/ManualTecnologicoPequi.pdf>. Acesso em 31 de maio de 2024.
- Costa, A. B. (Org.). (2013). *Tecnologia social e políticas públicas*. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil.
- Da Silva Pimentel, M. A. (2019). *Comunidades tradicionais em reservas extrativistas marinhas no estado do Pará: Conflitos e resistências*. AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política, 1(1), 191. <https://doi.org/10.48075/amb.v1i1.22690>. Disponível em <https://saber.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/22690>. Acesso em 15 de outubro de 2024.
- Dagnino, R. (2023). *Em direção a uma estratégia para a redução da pobreza: a Economia Solidária e a adequação sociotécnica*. In A. F. G. de Freitas (Ed.), *A Bahia em pedaços* (cap. 2, pp. 35–88). Campina Grande: Editus. ISBN 9788574555546.
- De Oliveira, F. F. B. (2013). *Efeito antinociceptivo e anti-inflamatório do óleo da polpa de pequi Caryocar coriaceum Wittm na artrite induzida por zymosan em ratos* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Fortaleza.
- Flauzino, C. A. de O., & Mayer, C. R. M. (2020). *Os espinhos do pequi: do inconveniente ao sustentável*. *Aprendendo Ciência*, 9(1), 36–40. Disponível em <https://seer.assis.unesp.br/index.php/aprendendociencia/article/view/1787/1562>. Acesso em 16 de junho de 2024.
- Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (Orgs.). (2009). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS. ISBN 978-85-386-0071-8.
- Lima, A. de, Silva, A. M. de O., Trindade, R. A., Torres, R. P., & Filho, J. M. (2007). *Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (Caryocar brasiliense, Camb.)*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(3), 695–698. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbf/a/RJJtmQ3hxCVJW4x7M5MLfYz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 12 de abril de 2024.
- MapBiomass. (2023). *Relatório Anual de Desmatamento 2022*. São Paulo, Brasil: MapBiomass. Disponível em <http://alerta.mapbiomas.org>. Acesso em 5 de junho de 2024.
- Matos, K. M. de B. (2021). *Legislação ambiental e proteção à vegetação nativa: Os desafios para a preservação do Cerrado* (Dissertação de Pós-Graduação, Centro Universitário de Anápolis, Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente). Anápolis, GO.
- Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). (2022). Portaria nº 4.219, de 20 de dezembro de 2022. Recuperado em 17 de junho de 2024, de <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst->



portarias/2022/portaria-mtp-no-4-219-altera-nrs-cipa.pdf/@download/file

- Oliveira, M. S., Santos, P. H. R., Souza, R. C. L., Poltronieri, C. F., & Severino, M. R. (2023). Projeto detalhado de equipamentos de separação de partes de frutos do *cerrado*. Anais do XLIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – "A contribuição da engenharia de produção para o desenvolvimento sustentável das organizações: Cadeias Circulares, sustentabilidade e tecnologias", Fortaleza, CE, Brasil.
- Passos, X. S., Santos, S. da C., Ferri, P. H., Fernandes, O. de F. L., Paula, T. de F., Garcia, A. C. F., & Silva, M. do R. R. (2002). *Atividade antifúngica de Caryocar brasiliensis (Caryocaraceae) sobre Cryptococcus neoformans*. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 35(6), 623–627.
- Prates, G. A. (2007). *Reflexão sobre o uso da ergonomia aliado à tecnologia: Propulsores do aumento da produtividade e da qualidade de vida no trabalho*. RACRE - Revista de Administração, 7(11), 76–85.
- Rodrigues, I., & Barbieri, J. C. (2008). *A emergência da tecnologia social: Revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável*. RAP - Revista de Administração Pública, 42(6), 1069–1094. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rap/a/RTjPk8cQF3SgkRhC5Wh8Psb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 14 de junho de 2024.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toledo, J. C., Silva, S. L. da, Alliprandini, D. H., & Scalace, R. K. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para melhoria de processo*. São Paulo: Atlas.
- Santos, N. B. F., Ferreira Júnior, L. G., & Ferreira, N. C. (2011). *Caracterização socioeconômica do Cerrado*. Ateliê Geográfico, 5(1), 283–292.
- Silva, D. C., Pillon, M. M., Filho, É. D., & Herrera, V. É. (2017). *Aplicação da engenharia reversa no reprojeto de um molde de sopro*. REGRAD, UNIVEM, 10(1), 390–401.
- Silva, D. M. (2011). *Cadeia produtiva de pequi no estado de Goiás: Análise do ambiente organizacional e institucional* (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, Gestão do Agronegócio). Brasília, DF.
- Sousa, R. M., Moura, L. B. P., Venancio, T. L., & Campos, F. S. P. (2020). *Tecnologia social: Amenizando a desigualdade e promovendo a inclusão/emancipação social*. In M. C. S. Gonçalves & A. L. V. da Silva (Eds.), *Tópicos em Ciências Sociais* (1ª ed., vol. 6, cap. 2, pp. 18–29). Fortaleza, CE: Poisson. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/363574803_Topicos_em_Ciencias_Sociais. Acesso em 31 de maio de 2024.
- Vilela, M. de F. (2021). *Conservação dos recursos naturais*. In M. de F. Vilela (Ed.), *Bioma Cerrado*. [S.l.]: Embrapa Cerrados. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/ecologia/conservacao>. Acesso em 5 de junho de 2024.