





Novos Cadernos NAEA

v. 28, n. 3 • dez. 2025 • ISSN 1516-6481/2179-7536



doi

# QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO CACAU NATIVO (*THEOBROMA CACAO*) NA AMAZÔNIA PARAENSE: TRADIÇÃO E TÉCNICA EM SISTEMAS RIBEIRINHOS



## POST-HARVEST QUALITY OF NATIVE COCOA (*THEOBROMA CACAO*) IN THE AMAZON REGION OF PARÁ: TRADITION AND TECHNIQUE IN RIVERSIDE SYSTEMS

**Maria José de Sousa Trindade**  



Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

**Maria do Perpétuo Socorro Progene Vilhena**  


Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

**Adriene Mayra da Silva Soares**  

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

**Catarina de Sousa Sanches**  

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

**Francisco de Sousa Sanches Junior**  

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

**Maria Maricélia Félix da Silva**  

Museu Paraense Emílio Goeldi

## RESUMO

Este artigo analisa a qualidade pós-colheita do cacau nativo (*Theobroma cacao* L.) cultivado por agricultores familiares ribeirinhos nas ilhas de várzea do Baixo Tocantins (PA), integrando saberes tradicionais e técnicas aprimoradas como estratégia para o fortalecimento da bioeconomia amazônica. A palavra ribeirinho deriva do latim ‘ripa’ (relativo à margem de um rio), que na região amazônica virou sinônimo de famílias ou comunidades que vivem às margens de rios e igarapés. O sustento dessas famílias se dá, em grande parte, através da agricultura familiar (cacau e açaí, principalmente), da aquisição de produtos florestais não madeireiros, como a extração de óleos vegetais como andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaíba (*Copaifera* sp.) e pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) e frutos nativos, além da pesca artesanal, atividades fundamentais para a segurança alimentar e geração de renda. A produção de cacau ocorre predominantemente em áreas de fertilidade natural média a alta, manejadas de forma integrada aos ecossistemas locais. A pesquisa abrangeu todas as etapas do pós-colheita, da colheita à armazenagem, com foco na avaliação de dois sistemas de fermentação (paneiro e cocho quadrado) e dois métodos de secagem (secagem na ponte e casa de secagem). Foram analisadas variáveis físico-químicas, como temperatura, pH e teor de umidade das amêndoas. Os resultados demonstraram que o cocho quadrado oferece melhores condições para a fermentação, enquanto a casa de secagem apresenta maior eficiência no processo de secagem. Conclui-se que a articulação entre práticas tradicionais e boas práticas tecnológicas contribui significativamente para a melhoria da qualidade das amêndoas, agregando valor ao produto final e promovendo benefícios socioeconômicos às comunidades ribeirinhas.

**Palavras-chave:** cacau nativo; várzea; fermentação; secagem; bioeconomia amazônica; agricultura familiar.

## ABSTRACT

This article analyzes the post-harvest quality of native cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated by family farmers in floodplain systems in the Baixo Tocantins region (Pará, Brazil), highlighting the integration of traditional knowledge with improved technical practices as a pathway to strengthen the Amazon bioeconomy. The word ‘ribeirinho’ derives from the Latin ‘ripa’ (related to the bank of a river), which in the Amazon region became synonymous with families or communities living along rivers and streams. The livelihood of these families is largely supported by small-scale family farming (mainly cocoa and açaí), the collection of non-timber forest products, such as the extraction of vegetable oils like andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaíba (*Copaifera* sp.), and pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze), and native fruits, as well as artisanal fishing, activities that are fundamental for food security and income generation. Most cacao production in the region takes place in naturally fertile várzea areas, managed in harmony with local ecosystems. The study examined all stages of the post-harvest process—from harvesting to storage—through field experiments involving two fermentation systems (basket and square box) and two drying methods (drying on the bridge and greenhouse). Key physicochemical parameters such as temperature, pH, and moisture content were monitored. Results indicated that the square box offered the most favorable fermentation conditions, while the drying silo with heated air proved to be the most efficient for seed drying. The study concludes that combining traditional practices with appropriate technological improvements can enhance the quality and value of native cacao beans, opening access to specialized markets and generating socioeconomic benefits for riverside communities.

**Keywords:** native cocoa; floodplain forests; fermentation; drying; Amazonian bioeconomy family farm.

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é ocupada por uma diversidade de grupos étnicos e por populações tradicionais, historicamente constituídas, a partir dos vários processos de colonização e miscigenação por que passou a região. Dentre os principais agentes sociais que compõem esse mosaico amazônico, destacam-se os povos indígenas, as populações ribeirinhas, pescadores, quilombolas, entre outros (Lira; Chaves, 2016), e cada um desses segmentos é constituído por uma identidade sociocultural e política própria, que desempenha atividades como agricultura, caça, pesca, coleta e extração, de acordo com suas necessidades e recursos naturais disponíveis (Chaves; Barroso; Lira, 2009).

A formação socioeconômica da Região do Baixo Tocantins, Pará, Amazônia, foi baseada na atividade extrativista e agroextrativista, com destaque para o cultivo do cacau nos municípios de Cametá e Mocajuba, sobretudo nas várzeas, que na região recebem as alagações sazonais, geralmente entre janeiro e março.

As várzeas apresentam fertilidade natural considerada de média a alta (Brito; García; Amâncio, 2002), resultado da deposição natural de sedimentos em suspensão nos rios amazônicos, especialmente no Amazonas, onde se registra que cada hectare recebe, anualmente, cerca de nove toneladas desses depósitos. Nessas áreas, predominam os solos do grupo dos Gleissolos (Glei Pouco Húmico), desenvolvidos sob a influência do lençol freático próximo à superfície (Silva Neto, 2001). A produção silvestre é ali associada a diversas espécies vegetais de valor econômico, incluindo frutíferas e madeiráveis. Segundo Lima e Silva Neto (2017), a vegetação presente nesses ecossistemas desempenha um papel ecológico fundamental, fornecendo matéria orgânica para peixes e outros microrganismos, além de troncos e galhos que formam micro-habitats nos cursos d'água, oferecendo abrigo para espécies da fauna e da flora.

As várzeas do Baixo Tocantins possuem regiões compostas por ilhas onde predominam cacaueiros silvestres em grande quantidade, geralmente em áreas/propriedades inferiores a 10 hectares. Esses cacaueiros estão associados a várias espécies vegetais de valor econômico, incluindo frutíferas e madeiráveis, e formam uma das mais tradicionais zonas produtoras de cacau da Amazônia, com destaque para os municípios de Cametá e Mocajuba. De acordo com Viana, Simões e Bastos (2020), o cultivo do cacau nas várzeas tem garantido a sobrevivência das comunidades quilombolas desde os primeiros

tempos de ocupação da região. A produção é majoritariamente familiar, e a renda proveniente da venda do cacau é destinada à subsistência. Nessas ilhas cacaeiras ribeirinhas, o rio Tocantins funciona como via natural de acesso aos municípios, sendo os barcos e canoas os principais meios de transporte.

O cacaeiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta de origem amazônica, pertencente à família Malvaceae, gênero *Theobroma* (APG III, 2009). Essa família inclui espécies de importância econômica, como algodão (*Gossypium hirsutum* L.), malva (*Malva sylvestris* L.), hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.), samaúma/sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) e o próprio cacau, que são fontes de alimentos, fibras, fármacos, bebidas e madeira. Além de sua importância econômica, o cacau se destaca por sua significativa diversidade genética, a qual influencia diretamente a composição química das amêndoas, seu potencial nutricional e as características sensoriais dos produtos derivados (Motamayor *et al.*, 2008). O cacau, além de saboroso, traz benefícios à saúde vascular, por conter um componente ativo chamado epicatequina (Schroeter *et al.*, 2006). Atualmente, o mercado global do cacau é segmentado em duas categorias: cacau a granel (95% da produção global) e cacau de sabor fino (5% restantes) (Aprotosoia; Luca; Miron, 2016). Mais que um produto, o cacau é um alimento que carrega valor histórico, econômico e cultural, conhecido e apreciado desde as antigas civilizações da América do Sul e Central.

O beneficiamento do cacau nas ilhas de várzea do município de Mocajuba ocorre predominantemente em pequenas unidades familiares, que empregam práticas agroecológicas voltadas à conservação dos ecossistemas e à valorização do trabalho local. Esse modelo produtivo assegura a sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do cacau na região. O cacau nativo de várzea tem se destacado nos mercados nacional e internacional em razão da excelência de suas características organolépticas, especialmente aroma e sabor, aliadas à produção tradicional isenta do uso de insumos químicos e ao seu relevante valor histórico e cultural. Tais atributos conferem maior valor agregado ao produto e ampliam seu potencial de inserção em mercados diferenciados e de alta exigência.

O padrão de qualidade das amêndoas depende diretamente do processo de beneficiamento primário do cacau, composto pelas etapas de colheita, quebra, fermentação e secagem (Pina, 2013). A fermentação é reconhecida como a etapa mais delicada e demorada da tecnologia pós-colheita do cacau (Ferrão, 2008), sendo determinante para o desenvolvimento das características sensoriais do produto. Essas informações são fundamentais

para agregar valor ao cacau e possibilitar sua inserção em nichos de mercado que exigem qualidade diferenciada, como o de chocolates premium e de origem controlada (Motamayor *et al.*, 2002).

Nesse contexto, observa-se que a valorização do conhecimento tradicional das comunidades amazônicas não apenas contribui para a melhoria das práticas de beneficiamento, mas também fortalece a sustentabilidade cultural e socioeconômica da produção. Conforme destacado por Lira e Chaves (2016), há a necessidade de ampliar os estudos que privilegiem a compreensão do *modus vivendi* dessas comunidades, e, na perspectiva do presente trabalho, integrar esse saber tradicional às práticas produtivas representa uma estratégia essencial para garantir qualidade diferenciada e agregar valor à cadeia do cacau nativo.

Assim, o presente artigo analisa a qualidade pós-colheita do cacau nativo (*Theobroma cacao* L.) produzido por comunidades ribeirinhas em sistemas tradicionais, no município de Mocajuba, nas ilhas Angapijó e Tauaré, no Baixo Tocantins, Pará. O estudo se divide em oito seções, além desta introdução. A primeira seção apresenta brevemente os debates sobre a bioeconomia, um conceito amplo e ainda em formação. A segunda seção trata da metodologia, área de estudo e levantamento de dados. A terceira seção apresenta as etapas do beneficiamento: colheita, bandeiramento dos frutos, seleção dos frutos, quebra dos frutos, fermentação, secagem, armazenamento. A quarta seção trata da classificação das amêndoas de cacau. A quinta seção aborda os resultados envolvendo o valor do pH, o calor (temperatura) e a alta aeração na massa de cacau nos estágios finais da fermentação nos dois métodos investigados (paneiro de fibra vegetal e cocho quadrado de madeira). A sexta seção mostra a análise *Bean Count* (número de amêndoas de cacau em cem gramas) e o dimensionamento das amêndoas após a secagem. Em seguida, vem a discussão dos resultados alcançados. Por último, ressalta-se a importância dos métodos de fermentação e secagem, pois exercem influência significativa na qualidade físico-química e sensorial das amêndoas de cacau nativo, cultivado em ambientes alagáveis do Baixo Tocantins.

O estudo concentra-se nos efeitos de diferentes técnicas de fermentação e secagem sobre as características físico-químicas das amêndoas, articulando saberes tradicionais e práticas técnicas como estratégia para fortalecer uma cadeia de valor sustentável e adaptada às realidades amazônicas. Investigar aspectos relacionados ao beneficiamento primário do cacau nativo representa uma oportunidade não apenas para valorizar a produção local, mas também para subsidiar estratégias de manejo pós-colheita mais eficazes.

## 2 BIOECONOMIA

Bioeconomia é um termo emergente com diferentes definições em disputa. Suas primeiras concepções e usos por instituições como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a União Europeia (UE) foram voltados à transição energética de economias dependentes de combustíveis fósseis para modelos baseados em insumos biológicos de origem agrícola, e não necessariamente biodiversos. Essas abordagens foram adotadas por instituições e setores econômicos brasileiros dedicados à produção de biocombustíveis e bioquímica em escala e são mais apropriadas a áreas agrícolas consolidadas (Costa *et al.*, 2022).

Nos últimos anos, os debates sobre o futuro das áreas rurais do Brasil têm apontado oportunidades ligadas à bioeconomia como expressão renovada do papel estratégico destas áreas rumo a uma trajetória de desenvolvimento nacional mais sustentável. Estratégias capazes de compatibilizar conservação ambiental, geração de renda e inclusão produtiva das famílias rurais em novas dinâmicas de produção (Galvanese; Peregrina Puga; Grigoletto, 2023).

Considerando o contexto da bioeconomia na Amazônia, verifica-se que há uma oportunidade estratégica de impulsionar cadeias produtivas sustentáveis baseadas em saberes tradicionais aliados ao conhecimento técnico-científico. Segundo Santos *et al.* (2025), é possível notar em alguns contextos que existe uma convergência do termo bioeconomia com o termo sociobiodiversidade. Costa *et al.* (2021) fizeram uma análise pioneira da bioeconomia em uma área da Amazônia (estado do Pará), utilizando as variáveis, como produto, renda e emprego ao longo de 14 setores, da esfera local à nacional, com análises detalhadas das cadeias de valor de produtos-chave (ex.: açaí-fruto, cacau-amêndoa, castanha-do-pará, mel, pupunha, urucum - englobando 30 produtos de base rural) para o desenvolvimento do Estado, enfocando a importância econômica atual e potencial do uso direto da biodiversidade. Nesse estudo, os autores descreveram a bioeconomia da sociobiodiversidade como sendo a “Bioeconomia Bioecológica do Pará (EcoSocioBio-PA), que compreende o fato de ter a conservação da floresta e sua sociobiodiversidade como elementos centrais de existência e desenvolvimento”. Ainda de acordo com esses autores, a evolução da

bioeconomia da sociobiodiversidade do estado do Pará (totalizando 30 produtos) apresentou um elevado crescimento médio, da ordem de 8,2% a.a. entre 2006 e 2019.

A bioeconomia abre oportunidades para a agregação de valor aos produtos da sociobiodiversidade brasileira, produzidos pela agricultura familiar e por povos e comunidades tradicionais (Lopes; Chiavari, 2022). Segundo Costa *et al.* (2021), manter a floresta em pé é a principal força motriz para fazer a região amazônica gerar receita e diminuir as desigualdades sociais existentes.

Nesse contexto, a região das ilhas do Baixo Tocantins apresenta condições edafoclimáticas altamente favoráveis ao cultivo do cacau nativo de várzea, cuja produção está intrinsicamente associada a práticas tradicionais de manejo sustentável, em equilíbrio com os ecossistemas locais. Essa relação harmoniosa entre produção e conservação integra os princípios da sociobiodiversidade, que valoriza o uso racional dos recursos naturais para gerar riqueza, conhecimento e inclusão social.

A crescente demanda nacional e internacional por amêndoas de cacau de alta qualidade, especialmente aquelas com origem geográfica e características sensoriais diferenciadas, fortalece a cacauicultura local como uma cadeia produtiva estratégica para o desenvolvimento regional. A valorização do cacau de várzea contribui diretamente para a geração de renda das comunidades extrativistas, abre oportunidades para o acesso a novos mercados, inclusive internacionais, e impulsiona a redução das desigualdades sociais. Ao mesmo tempo, atua como mecanismo de conservação ambiental, ao incentivar a manutenção das áreas de várzea e da biodiversidade associada.

Dessa forma, a cacauicultura na região se configura como uma das principais manifestações da bioeconomia amazônica, evidenciando seu potencial transformador ao integrar de maneira articulada o conhecimento tradicional das comunidades locais, práticas agroecológicas e inovações tecnológicas adequadas ao território. Essa articulação permite não apenas a valorização socioambiental dos territórios de produção, mas também contribui, de forma significativa, para a promoção da soberania alimentar, da resiliência climática e da equidade social, reforçando o papel estratégico da cadeia do cacau nativo no desenvolvimento sustentável da Amazônia.

### 3 METODOLOGIA

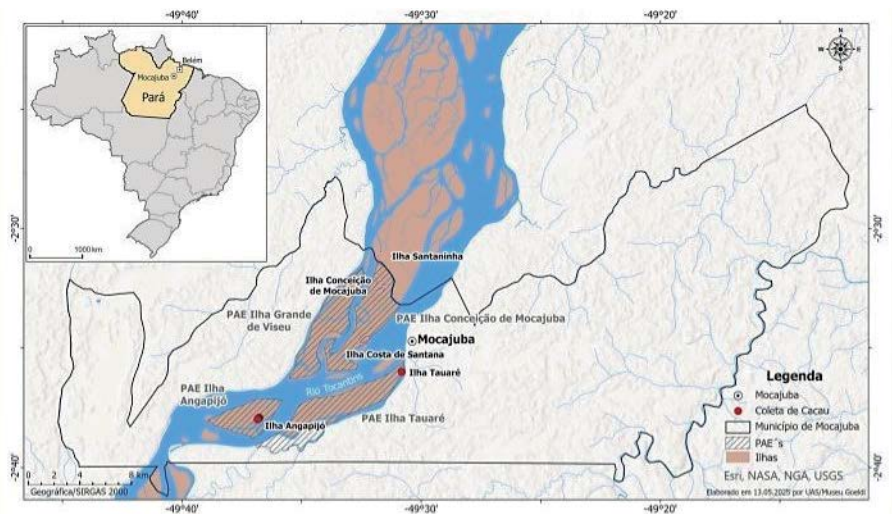
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Pará é dividido oficialmente em 144 municípios, possui 1.245.828,829 km<sup>2</sup> de área territorial (IBGE, 2024), com população total estimada em 8.120.131 pessoas (2022), em que a microrregião Cametá, mais conhecida como Baixo Tocantins, abrange os rios Moju, Pará e Tocantins, englobando 11 municípios: Abaetetuba, Acará, Baião, Barcarena, Cametá, Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru, Mocajuba, Moju, Oeiras do Pará e Tailândia (Almeida, 2010).

Nas várzeas do Baixo Tocantins, observa-se que a exploração do cacauieiro está inserida de forma muito intensiva na cultura e economia do homem da região; estima-se em 7000 hectares a área com cacauieiro, sendo quase a totalidade constituída por material nativo desse ambiente (Manual técnico do cacauieiro, 2013). Os saberes e as práticas relacionados ao cacau, em muitas comunidades nessa região, ainda ocorrem de forma artesanal, com a produção expressiva de amêndoas secas para a comercialização, tanto a nível local quanto para fora do Estado (Viana; Simões; Bastos, 2020).

O estudo foi realizado no município de Mocajuba, Pará, em comunidades ribeirinhas situadas nas ilhas de várzea no rio Tocantins - Angapijô (latitude 02°37'54" S e longitude 49°36'45" W) e Tauaré (latitude 02°35'8" S e longitude 49°30'7" W), Figura 1.

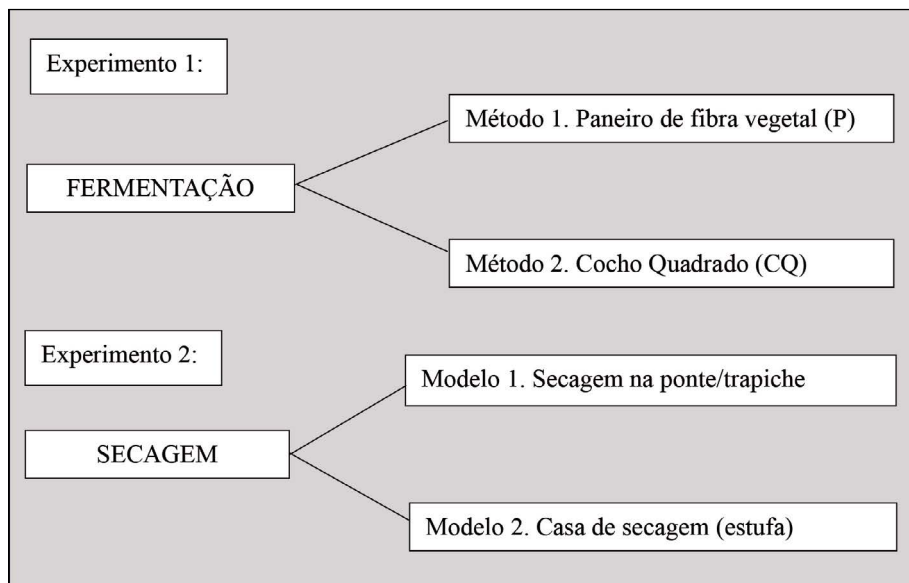
Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte

O local é considerado uma região de planície de inundação, denominado de Baixo Tocantins. A pesquisa foi conduzida em parceria com instituições científicas Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), utilizando experimentos de campo (Figura 2) com dois métodos de fermentação e dois modelos de secagem (Figuras 3 e 4), a saber:

Figura 2 – Experimentos envolvidos na pesquisa



Fonte: Autores, 2025.

### 3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS, AMOSTRAGEM E ANÁLISE

Para a análise do beneficiamento primário do cacau, foram consideradas as seguintes etapas: colheita, bandeiramento dos frutos, seleção dos frutos, quebra dos frutos, fermentação, secagem e armazenamento. Estas etapas são essenciais, pois o padrão de qualidade das amêndoas depende diretamente dos procedimentos adotados no beneficiamento primário.

Sobre a colheita, os frutos de cacau foram coletados nas Ilhas Angapijô e Tauaré, município de Mocajuba-PA, em áreas manejadas por agricultores familiares, sem o uso de fertilizantes ou defensivos químicos. O processamento seguiu os protocolos experimentais recomendados pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), com foco na avaliação das etapas de fermentação, secagem e análises físico-químicas.

Durante o experimento, os frutos foram colhidos e deixados inteiros em montes, sob árvores, por dois dias (etapa conhecida, na região, como bandeiramento). Essa prática visa a liberação de açúcares da mucilagem/polpa, os quais favorecem o processo fermentativo e contribuem para o desenvolvimento do aroma e sabor do chocolate.

A quebra do fruto consiste em abrir e retirar as sementes, essa etapa influencia as operações seguintes, como por exemplo, a qualidade final dessas sementes após a secagem e, o rendimento de conversão de sementes úmidas/frescas em amêndoas secas. Nesta etapa se utiliza um cutelo ou facão não amolados, para cortar apenas a parte da casca, evitando atingir as sementes. De acordo com Clapperton *et al.* (1994) o tempo entre a colheita e a quebra dos frutos influencia a fermentação subsequente e o desenvolvimento final do sabor, por isso, as sementes frescas devem chegar à instalação de fermentação em até 24 horas após a abertura dos frutos para evitar problemas durante a fermentação.

As análises físico-químicas (determinação de umidade, acidez, pH, índice de fermentação e perfil lipídico) foram realizadas nos laboratórios da UFRA e do MPEG. O teor de água das amêndoas trituradas foi determinado pela AOAC (2010) utilizando estufa à vácuo. A acidez foi determinada por titulação com NaOH, conforme o método AOAC (2010). Além disso, foram conduzidas entrevistas com os produtores e observações em campo, a fim de complementar os dados com informações sobre os métodos tradicionais e adaptados de beneficiamento (fermentação, secagem e armazenamento).

A obtenção das amostras para o estudo ocorreu ao longo das etapas do beneficiamento primário. A colheita envolveu frutos maduros e sadios, que foram cortados e abertos manualmente com facão não amolado, evitando danos às sementes. Em seguida, procedeu-se a seleção das sementes, com descarte daquelas que apresentavam defeitos (pequenas, achatadas, murchas ou germinadas). As sementes selecionadas foram conduzidas à casa de fermentação, sendo acondicionadas em paneiros (cestos de fibra vegetal), caixas de madeira (cochos, termo mais utilizado pelos cacauicultores), cobertas com folhas frescas de bananeira, nunca com lonas ou saco de plástico (Figura 3).

Figura 3 – Métodos de fermentação: A. Paneiro de fibra vegetal (P); B-C. Cocho quadrado de madeira (CQ), massa de cacau coberta com folha fresca de bananeira (*Musa* sp.)



Fotos: Francisco Sanches Jr., 2024.

Durante a fermentação, a massa foi revolvida diariamente a partir do segundo dia, promovendo a uniformidade do processo. A partir do terceiro ou quarto dia, ocorre a morte do embrião (que é a estrutura essencial para a reprodução das plantas, composto por três partes principais: o eixo embrionário, os cotilédones e as raízes embrionárias). Nessa fase, ocorrem reações de oxidação e complexações com proteínas, que vão influenciar a formação de compostos de aroma e sabor (Vásquez-Ovando *et al.*, 2016; Domínguez-Pérez *et al.*, 2020). Finalizada essa etapa, as amêndoas são levadas à ponte/trapiche e à estufa para a secagem, até atingirem níveis adequados de umidade.

Paralelamente, foi registrado o modo tradicional ainda praticado para a comercialização local, no qual os critérios de seleção são menos rigorosos. Neste método, a fermentação é realizada por poucos dias, em paneiros (cestos confeccionados com fibra vegetal de espécies amazônicas (guarumã [*Ischnosiphon arouma* (Aubl.) Körn., família Marantaceae], jupati [*Raphia taedigera* (Mart.) Mart., família Arecaceae]).

Durante a etapa de fermentação, foram coletadas amostras diárias de aproximadamente 1 kg em dois métodos distintos: o paneiro (P) e o cocho quadrado (CQ). As amostras foram armazenadas em sacos de rafia, lacrados e refrigerados para posterior análise. Simultaneamente, foram coletados dados de pH e temperatura duas vezes ao dia, calculando-se a média diária. Para isso, utilizaram-se instrumentos como pHmetro portátil, termômetro digital e higrômetro. Também foram registradas observações relacionadas

ao cheiro, à cor e às condições ambientais do local de fermentação. Para análise de temperatura e pH, foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Temperatura Média} = \frac{\text{soma das temperaturas da massa de cacau durante a fermentação (A)}}{\text{dias de fermentação}}$$

$$\text{Temperatura Média Diária} = \frac{\text{temperatura da manhã} + \text{temperatura da tarde (B)}}{2}$$

$$\text{Média de pH} = \frac{\text{soma do pH da massa de cacau durante a fermentação (C)}}{\text{dias de fermentação}}$$

$$\text{Média de pH por dia} = \frac{\text{pH da manhã} + \text{pH da tarde (D)}}{2}$$

Em que:

(A) Equação da temperatura média na fermentação da massa de cacau;

(B) Equação da temperatura média do dia de fermentação na massa de cacau;

(C) Equação do pH médio na fermentação da massa de cacau;

(D) Equação do pH médio para o dia de fermentação na massa de cacau.

A coleta de dados da temperatura do ambiente nos dias da fermentação foi extraída do site Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação meteorológica do município de Cametá, por ser o único da região que consiste em uma estação meteorológica do INMET do modelo convencional e está, aproximadamente, distante de Mocajuba 30 km em linha reta.

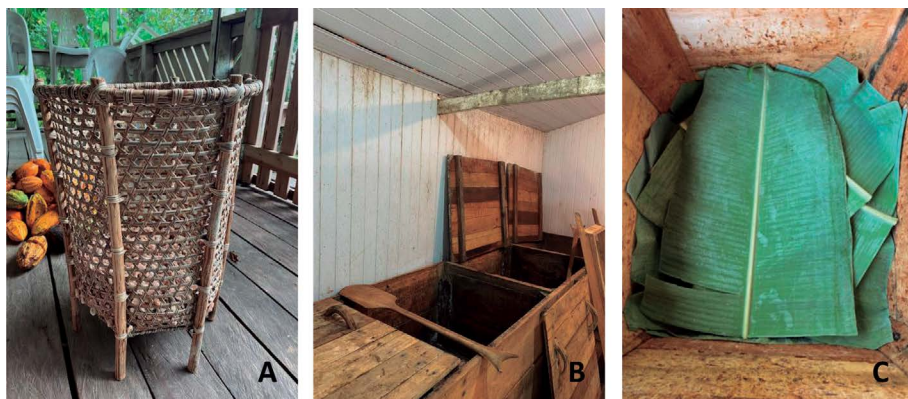
A análise *Bean Count*, segundo Saito (2019), é o número de amêndoas em 100 gramas, cuja classificação é determinada pela *Federation of Cocoa Commerce* (FCC) em amêndoa padrão (<101), amêndoa média (101-110), amêndoa pequena (111-120), amêndoa muito pequena (> 120).

Sobre a secagem das amêndoas de cacau, o seu objetivo principal é eliminar o excesso de umidade, favorecendo a sua conservação. Segundo Pina (2013), a secagem pode ser feita através dos seguintes processos: natural (lona, barcaça, balcão e estufa solar), artificial (secador burareiro com fornalha de ferro – para pequena produção, com tempo de secagem de 30 a 32 horas) e misto (sistema que utiliza a combinação de dois processos de secagem). Inicialmente, as amêndoas passam pelo processo de secagem

natural (ex.: barcaça) por um período de dois a três dias; posteriormente, são submetidas ao processo artificial (ex.: secador burareiro), por 12 a 15 horas.

No presente trabalho, foram analisados dois tipos de secagem: 1) Secagem na ponte/trapiche (lona); e 2) Casa de secagem (estufa tradicional/solar). No primeiro processo, a secagem ocorre diretamente sobre lonas plásticas (sobre ponte/trapiche), à radiação solar e ao vento, prática que pode comprometer a qualidade final das amêndoas. No segundo processo, a secagem das sementes se dá também à radiação solar, em Casa de secagem, com teto e paredes revestidas de plástico transparente e resistente, com uma porta “aberta”, para evitar o acúmulo de umidade no interior nas horas mais quentes do dia, além de assoalho de madeira (elevado do solo), que é a base na qual as sementes ficam espalhadas. Em ambos os processos, as sementes são revolvidas visando uma secagem mais uniforme (Figura 4).

Figura 4 – Modelos de secagem: A. Secagem na ponte/trapiche (lona), B. Casa de secagem (estufa tradicional/solar)



Fotos: Francisco Sanches Jr., 2024.

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS AMÊNDOAS DE CACAU

As amêndoas de cacau são oficialmente classificadas e com regulamentos técnicos de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 38 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de junho de 2008, considerando seus requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem (Brasil, 2008a). De acordo com o Art. 2º dessa IN, considera-se:

I - Amêndoas de cacau: amêndoas provenientes da espécie *Theobroma cacao* L.;

II - Achatadas ou chochas: as amêndoas que apresentam ausência de cotilédones ou que são tão finas que não permitam o corte;

III - Amêndoas fermentadas: as amêndoas que, entre a colheita e a secagem, passaram por um processamento via fermentação;

IV - Amêndoas secas: aquelas que apresentam teor de umidade dentro do limite recomendado neste Regulamento Técnico (IN nº 38/2008);

V - Ardósia: as amêndoas não fermentadas, de coloração cinzento-escura (cor de ardósia) ou roxas, com embrião branco ou marfim e que podem se apresentar compactas [...] (Brasil, 2008, art. 2º).

No Art. 5º, é descrito que a amêndoa de cacau é classificada em Tipos, de acordo com os percentuais de tolerância de defeitos previstos no Quadro 1, podendo ainda ser enquadrada como Fora de Tipo ou Desclassificada.

Quadro 1 – Amêndoa de cacau: Tolerância de defeitos, expressa em % e respectivo enquadramento do produto de acordo com a IN 38/2008 MAPA

Enquadramento do produto	Mofadas	Fumaça	Danificadas por insetos	Ardósia	Germi-nadas	Achatadas
<b>Tipo 1</b>	De zero até 4,0%	De zero até 1,0%	De zero até 4,0%	De zero até 5,0%	De zero até 5,0%	De zero até 5,0%
<b>Tipo 2</b>	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 1,0% até 4,0%	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 10,0%	Acima de 5,0% até 6,0%	Acima de 5,0% até 6,0%
<b>Tipo 3</b>	Acima de 6,0% até 12%	Acima de 4,0% até 6,0%	Acima de 6,0% até 8,0%	Acima de 10,0% até 15,0%	Acima de 6,0% até 7,0%	Acima de 6,0% até 7,0%
<b>Fora de Tipo</b>	Acima de 12% até 25,0%	Acima de 6,0%	Acima de 8,0%	Acima de 15,0%	Acima de 7,0%	Acima de 7,0%

Fonte: Brasil (2008).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 MASSA DE CACAU

As medidas dos parâmetros físico-químicos de temperatura e pH, bem como as observações físicas relacionadas à mudança de coloração e ao odor, foram realizadas em dois tipos de leitos de fermentação: o paneiro (P) e o cocho quadrado (CQ). Essa etapa é crucial no beneficiamento primário, pois

nela ocorrem reações físico-químicas e bioquímicas importantes durante as fases anaeróbica (sem presença de oxigênio) e aeróbica (com presença de oxigênio) da fermentação.

O valor do pH, o calor e a alta aeração na massa de cacau nos estágios finais da fermentação estão frequentemente associados a um aumento no número de bactérias aeróbicas formadoras de esporos. Se a fermentação continuar por muito tempo, essas bactérias e o crescimento de fungos indesejados podem gerar alguns sabores desagradáveis (Schwan; Wheals, 2004). Os compostos voláteis (proteínas e açúcares) e os não voláteis, principalmente, as metilxantinas (teobromina e cafeína), mais os polifenóis (relacionados ao amargor e à adstringência) caracterizam o sabor do chocolate (Aprotosoia; Luca; Miron, 2016).

#### 4.1.1 Temperatura

A fermentação das amêndoas de cacau foi monitorada por meio de dois parâmetros físico-químicos fundamentais: temperatura e pH. O experimento foi conduzido em dois sistemas tradicionais de fermentação utilizados por comunidades ribeirinhas no Baixo Tocantins: o paneiro (P), uma estrutura trançada de fibra vegetal (palha), e o cocho quadrado (CQ), geralmente confeccionado em madeira. A avaliação foi complementada por observações sensoriais (cor, odor e textura), relevantes para a caracterização do ponto ideal de fermentação.

Os perfis térmicos observados indicaram dinâmicas distintas entre os dois métodos. A média geral de temperatura durante o processo foi de 34,4 °C no paneiro (P) e 39,92 °C no cocho quadrado (CQ), enquanto a temperatura ambiente permaneceu relativamente constante, entre 29 °C e 31 °C, refletindo a estabilidade climática da estação seca amazônica.

No paneiro, a temperatura evoluiu de 31 °C (24 h) para um pico de 38,5 °C (72 h), seguido de declínio progressivo até 32 °C (120 h), quando a fermentação foi encerrada. Em contraste, o cocho quadrado apresentou um perfil mais eficiente, com início em 37 °C (24 h), aumento gradual até o pico de 44 °C (96 h) e subsequente declínio para 38 °C (144 h), configurando um processo mais prolongado e termicamente estável.

A variação térmica registrada no cocho quadrado sugere um ambiente mais propício à condução das reações bioquímicas, características da fermentação do cacau, especialmente a transição da fase anaeróbica para a fase aeróbica. Durante a fase anaeróbica inicial, leveduras metabolizam

os açúcares presentes na polpa e produzem etanol, enquanto enzimas pectinolíticas degradam a mucilagem. A partir da oxigenação do sistema, bactérias acéticas convertem o etanol em ácido acético, promovendo um aumento expressivo na temperatura da massa – uma reação exotérmica essencial para a morte do embrião, a ativação de enzimas endógenas e a formação dos precursores de aroma (Batista *et al.*, 2015).

Portanto, o cocho quadrado apresentou melhores condições termogênicas para o desenvolvimento adequado da fermentação, atingindo o intervalo crítico de temperatura (40–45 °C), descrito na literatura como ideal para a transformação bioquímica das amêndoas. Já o paneiro, embora tradicional e funcional, demonstrou menor capacidade de retenção e acúmulo de calor, limitando parcialmente a eficiência do processo fermentativo.

#### 4.1.2 pH

O parâmetro de pH na massa do cacau teve como média, ao longo de todos os dias da fermentação nos leitos, 3,18 (P) e 4,02 (CQ).

O pH do paneiro no primeiro dia de fermentação foi 3,03 e seguiu aumentando até o quinto e último dia; respectivamente, os resultados variaram de 3,06, 3 a 3,5. No cocho quadrado, no primeiro dia de fermentação, o pH foi de 3,14; o segundo manteve a média do dia, de 3,14. No terceiro dia, teve um leve aumento de 3,18; somente no quarto dia em diante o pH aumentou consideravelmente para 4,3 e no quinto dia, para 4,5. No sexto dia e último dia de fermentação, o pH teve outro grande aumento para 5,8.

As amêndoas de cacau possuem geralmente uma acidez inicial da polpa de pH 3,5 e, no decorrer da fermentação, as leveduras metabolizam o ácido cítrico na polpa, gerando uma elevação do pH. Na fermentação alcoólica, o açúcar consumido na polpa em álcool, com a redução das leveduras, mais o ácido láctico, resultam em condições de elevação no pH e no crescimento das bactérias acéticas (Almeida, 2018).

Relacionando os resultados obtidos e estudos de Calderón (2002) e Armijos (2002), respectivamente, a ação dos ácidos voláteis indesejáveis na formação dos aromas e sabores das amêndoas de cacau está presente na faixa de um pH inferior a 5, e as amêndoas de cacau com alta qualidade estão na faixa do pH em 5.

A elevação do pH é um indicador de que a fermentação acontece de forma adequada. Todos os leitos de fermentação apresentaram elevação de pH, com exceção do cocho quadrado (CQ), cujo nível de pH atingiu a faixa maior que 5.

### 4.1.3 Estado físico da massa do cacau na fermentação

Durante o processo de fermentação, as amêndoas/sementes foram analisadas qualitativamente e relacionadas às transformações físicas e sensoriais que ocorrem ao longo dessa etapa, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição das sementes durante a fermentação

Tempo de fermentação (h)	Paneiro (P)	Cocho Quadrado (CQ)
24h	Sementes brancas, cheiro de álcool, geração de líquido	Sementes brancas com leve cheiro de álcool e geração de líquido
48h	Sementes rosadas com forte cheiro de álcool, geração de líquido	Sementes rosadas e alaranjadas, cheiro de álcool, pouca geração de líquido
72h	Sementes rosadas e avermelhadas com cheiro forte de álcool e pouca espuma	Sementes alaranjadas e vermelhas, cheiro intenso de álcool, sem líquido
96h	Sementes avermelhadas e marrons com cheiro intenso de álcool	Sementes com coloração entre vermelha e marrom, cheiro leve de vinagre
120h	Sementes vermelhas e marrons com cheiro intenso de álcool	Sementes vermelhas com cheiro intenso de vinagre
144h	—	Sementes marrons com cheiro predominante de vinagre

Fonte: Autores.

Os dados obtidos demonstram que, até 72 horas de fermentação, ambos os leitos – cocho quadrado (CQ) e paneiro (P) – apresentaram características semelhantes, como mudança na coloração das sementes, que passaram de brancas para tonalidades rosadas, além do cheiro característico de álcool.

A partir de 96 horas, observa-se uma divergência entre os dois sistemas. No paneiro, as amêndoas não apresentam o cheiro acético predominante e a coloração marrom não é homogênea, enquanto no cocho quadrado as amêndoas exibem odor evidente de vinagre e colorações que variam entre o vermelho e o marrom. Ao final do processo (144h), as amêndoas fermentadas no cocho tornam-se predominantemente marrons e mantêm o cheiro de vinagre, enquanto no paneiro preservam odor alcoólico e coloração irregular até o final do processo. Essas alterações sensoriais

são determinadas pelas fases microbianas da fermentação e pelas reações bioquímicas que ocorrem na massa do cacau.

No primeiro dia de fermentação, as sementes de cacau estão envolvidas por uma polpa mucilaginosa rica em água (mais de 80%), carboidratos (11 a 13%, principalmente glicose e frutose) e cerca de 0,3% de ácido cítrico. Durante esse período, ocorrem fermentações alcoólica, láctica e acética, processos que provocam mudanças bioquímicas e enzimáticas significativas dentro das sementes (Hue *et al.*, 2014).

O pH inicial da massa, aliado aos baixos níveis de oxigênio (fase anaeróbica), favorece a atividade de leveduras que metabolizam os carboidratos em etanol. Com a evolução do processo e o aumento da aeração (fase aeróbica), há predomínio das bactérias acéticas, que oxidam o etanol em ácido acético por meio de uma reação exotérmica, elevando a temperatura da massa. A presença de ácido acético e o aumento da temperatura promovem a ruptura da parede celular das sementes e a morte do embrião, transformando-as em amêndoas de cacau.

A partir desse ponto, as mudanças são visíveis: a coloração das amêndoas passa de púrpura para marrom, ocorre a formação de precursores de aroma, a degradação de proteínas, a oxidação e polimerização de polifenóis – fundamentais para a qualidade sensorial do chocolate. Segundo Hue *et al.* (2014), há uma forte relação entre a degradação de proteínas e a formação de compostos precursores de aroma durante a fermentação.

A fase aeróbica é essencial para a oxidação dos polifenóis, que podem formar complexos com proteínas e peptídeos, reduzindo a adstringência e o amargor. Conforme apontam Hue *et al.* (2014), essa fase é também responsável pela mudança da coloração interna das sementes de púrpura para marrom. Por sua vez, Ferreira *et al.* (2013) destacam que o cheiro característico de vinagre surge com a predominância das bactérias acéticas e é um indicativo da transformação das sementes em amêndoas, além de estar relacionado à formação das veias internas e ao perfil de sabor e aroma do cacau fermentado.

Ressaltando sobre a fase aeróbica da fermentação, segundo Efraim (2004), a oxidação dos polifenóis, que formam ou não complexos com as proteínas e peptídeos, ocasiona a diminuição da adstringência e do amargor, bem como a transformação da cor púrpura para marrom. Na redução de leveduras e com ascensão da predominância das bactérias acéticas, a massa do cacau apresenta a característica de cheiro de vinagre pela produção do ácido acético. Essa fase é primordial para a quebra da parede celular e a

transformação de semente para amêndoa, seguidamente a formação de aroma e sabor das amêndoas de cacau, além da formação das veias na parte interna das amêndoas (Ferreira *et al.*, 2013).

#### 4.2 ANÁLISE BEAN COUNT E DIMENSIONAMENTO DAS AMÊNDOAS

As amêndoas de cacau, após a etapa de secagem *in loco*, foram transportadas e levadas para laboratório. Seguidamente, foi analisada fisicamente a relação do seu dimensionamento, peso e *Bean Count* (número de amêndoas de cacau em cem gramas). Com base no agrupamento da *Federation of Cocoa Commerce* (FCC) e nos resultados obtidos no laboratório, as amêndoas de cacau CQ e P foram definidas como amêndoas padrão (< 101) e com *Bean Count* próximo de 100 [0,98 (CQ) e 1,04 (P)]. Foi visto também, segundo Saito (2019), que as processadoras de cacau têm geralmente a preferência comercial por amêndoas de cacau com pelo menos 1g ou *Bean Count* 100. Desse modo, as amêndoas analisadas estão inseridas dentro dos padrões comerciais, levando em conta o dimensionamento (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise Bean Count

Tipos de leitos de fermentação	Amostras (g)	Nº de amêndoas	Média	DLS/DTS (mm)
CQ	100	98	0,98	1,96209198
P	100	104	1,04	1,89093968

Fonte: Autores.

O conhecimento sobre o comportamento físico das amêndoas durante a secagem é fundamental para a definição de parâmetros seguros e eficientes no processamento pós-colheita (Souza; Ferreira; Guimarães, 2023).

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a influência significativa das condições de fermentação e secagem na qualidade físico-química e sensorial das amêndoas de cacau nativo da várzea amazônica. Os dois métodos de fermentação utilizados – paneiro (P) e cocho quadrado (CQ) – apresentaram diferenças relevantes nos parâmetros analisados, particularmente em relação à temperatura, ao pH e ao estado físico das amêndoas ao longo do processo. Importante ressaltar que a fermentação

das sementes de cacau tem duas fases diferentes – alcoólica e acética. No início do processo de fermentação, a massa de cacau tem cheiro de álcool; depois do 3º ou 4º dia, passa a ter cheiro de vinagre.

A fermentação conduzida no cocho quadrado demonstrou maior eficiência bioquímica, com temperaturas mais elevadas e estáveis (média de 39,92 °C, pico de 44 °C) e progressiva elevação do pH, atingindo 5,8 no final do processo. Esse comportamento indica condições adequadas para o desenvolvimento da microbiota responsável pelas fases anaeróbica e aeróbica da fermentação, especialmente as bactérias acéticas, fundamentais para a formação de ácido acético e aumento da temperatura – eventos essenciais para a quebra da parede celular e a morte do embrião (Batista *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2013). O intervalo térmico ideal (40–45 °C) e o pH final superior a 5, observado no CQ, apontam para uma fermentação bem-sucedida e completa, com formação dos precursores de sabor e aroma desejáveis no chocolate (Almeida, 2018).

Em contraste, o paneiro apresentou um processo fermentativo mais limitado, com menor acúmulo de calor (média de 34,4 °C) e pH final de apenas 3,5, indicando fermentação incompleta e menor atividade microbiana. As mudanças físicas observadas nas amêndoas reforçam esse diagnóstico: enquanto o CQ apresentou coloração homogênea marrom e odor acético característico a partir de 96 h, o paneiro manteve odor alcoólico e coloração irregular até o final do processo. Esses resultados corroboram a literatura, que associa pH baixo (<5) à presença de ácidos voláteis indesejáveis e qualidade inferior das amêndoas (Calderón, 2002; Armijos, 2002).

A análise *Bean Count* reforça os dados anteriores ao demonstrar que ambos os métodos produziram amêndoas dentro dos padrões comerciais (*Bean Count* próximo de 100), sendo 0,98 para CQ e 1,04 para P. Isso indica que, apesar das diferenças nos parâmetros fermentativos, ambas as amostras atenderam ao critério mínimo de tamanho estabelecido pela Federation of Cocoa Commerce (FCC) e preferido pelas processadoras (Saito, 2019).

Os achados deste trabalho estão alinhados com os resultados de Afoakwa *et al.* (2008), que destacam a fermentação como etapa crítica na formação dos precursores de sabor e na redução de compostos indesejáveis, como taninos e acidez excessiva. De forma semelhante, Ferreira (2017) observou que fermentações realizadas em caixas de madeira resultam em grãos com menor acidez e melhor perfil sensorial, o que reforça os bons resultados obtidos com o uso do cocho quadrado neste estudo.

A avaliação do estado físico das amêndoas ao longo da fermentação demonstra a importância de se compreender as transformações sensoriais – cor, odor, sabor e textura – como indicadores de qualidade e ponto ideal de processamento. As alterações observadas – como o aparecimento do cheiro de vinagre, a mudança de coloração de púrpura para marrom e a redução da adstringência – são respostas diretas às reações bioquímicas da fermentação, principalmente à oxidação dos polifenóis e à degradação proteica (Hue *et al.*, 2014).

O trabalho de Rocha *et al.* (2025), sobre avaliação da fermentação de grãos de cacau para a Ilha de Tauaré, investigando três tipos de leitos de fermentação (caixa hexagonal de madeira, cesto de fibra natural e caixa quadrada de madeira), apontou diferenças na composição dos grãos, nos compostos fenólicos e na capacidade antioxidante. A caixa quadrada (CQ) apresentou bons resultados para flavonoides, polifenóis e minerais, e o processo tradicional, cesto (HP), utilizado por agricultores locais, destacou-se como o mais eficiente em preservar compostos nutricionais e antioxidantes, reforçando o papel da estrutura no desempenho fermentativo e na padronização da qualidade. Nessa pesquisa, não foram encontrados níveis significativos de bário (Ba) ou sódio (Na), confirmando a natureza orgânica do cacau da região.

Ao final da fermentação, a amêndoa de cacau apresenta de 40 a 50% de umidade, teor que deve ser reduzido para 7 a 8%, para um armazenamento seguro do produto, tendo em vista que acima de 8% pode ocorrer a contaminação por fungos (Thompson *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2017).

Quanto ao processo de secagem, os dois métodos avaliados – Secagem na ponte/trapiche (considerado o método mais tradicional, simples e de baixo custo) e Casa de secagem (estufa tradicional/solar) apresentaram teores finais de umidade entre 4,14% e 4,26%, abaixo do limite de 8% estabelecido pela Instrução Normativa n.º 57/2008 do MAPA (Brasil, 2008b) e por Almeida *et al.* (2017).

Estudos demonstram que o tamanho e a largura dos grãos ou sementes podem variar conforme o método de secagem e, devido à remoção da água durante esse processo, a tensão interna é reduzida, causando a contração volumétrica dessa estrutura biológica que contém o embrião da planta. Essa contração resulta em mudanças nas propriedades físicas dessas estruturas (Towner, 1987; Ratti, 1994; Corrêa; Silva, 2008). Consequentemente, as menores dimensões das amêndoas após a secagem podem indicar maior eficiência na remoção da umidade durante a secagem ao sol (Gonçalves *et al.*, 2023).

Dentre os processos da pós-colheita do cacau, a secagem é o mais importante para preservar as amêndoas, mantendo um teor de água adequado, evitando o crescimento e a reprodução de microrganismos causadores da deterioração durante o armazenamento e transporte. Esse processo também influencia a acidez das amêndoas fermentadas, pois o tempo de secagem depende das condições climáticas; em períodos chuvosos, pode ser mais prolongado. Ao finalizar a secagem, não se deve ensacar as amêndoas ainda quentes, para evitar a formação de umidade ('suor') e surgimento de mofo e odores desagradáveis.

Após a secagem, as amêndoas de cacau seguem para o ensacamento e o armazenamento, as últimas etapas do beneficiamento primário. Para o ensacamento, as amêndoas devem ser pesadas e acondicionadas em sacos de anagem de 30 a 60 kg, limpos, adequados e identificados com número de lote e data. Os sacos devem apresentar boa circulação de ar e não ter contato com a parede ou chão. É recomendável o uso de estrados ou *pallets* de madeira no chão. As amêndoas de cacau são armazenadas, geralmente, por até 90 dias, porém o cacau com controle de qualidade superior tem a possibilidade de ser armazenado sem perder as propriedades por um período de até seis meses, caso siga os critérios rigorosos para manutenção. Devido ao clima da região ser muito quente e úmido, favorece o ataque de fungos, além de facilitar o contato com insetos e animais silvestres. Por isso, os armazéns devem ser inspecionados regularmente, adotar boas práticas de higiene e manter níveis de umidade inferiores a 7%, de modo a prevenir contaminações, infestação por insetos e deterioração dos produtos armazenados.

Este estudo reforça a relevância estratégica do cacau nativo da várzea amazônica como produto de base agroecológica e biocultural, cuja valorização passa pela qualificação dos processos pós-colheita, investimentos em pesquisa, assistência técnica e certificações de origem. O reconhecimento dos saberes tradicionais, aliado ao aperfeiçoamento de tecnologias adaptadas às condições locais, é essencial para reduzir perdas e aumentar a rentabilidade, além de impulsionar mercados sustentáveis e políticas públicas inclusivas que promovam o desenvolvimento territorial da região.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que os métodos de fermentação e secagem exercem influência significativa na qualidade físico-química e

sensorial das amêndoas de cacau nativo, cultivado em ambientes alagáveis do Baixo Tocantins. Os experimentos conduzidos com os dois tipos de leitos (métodos) de fermentação, o paneiro (P) e o cocho quadrado (CQ), evidenciaram diferenças marcantes no comportamento térmico, nos valores de pH e nas transformações físico-sensoriais das amêndoas durante o processo fermentativo.

O cocho quadrado (CQ) proporcionou melhores condições de oxigenação e retenção térmica, atingindo o intervalo ideal de temperatura (40-45 °C) e pH superior a 5,8, parâmetros compatíveis com uma fermentação eficiente e formação adequada dos precursores de aroma e sabor. Os resultados encontrados estão de acordo com os de Rocha *et al.* (2025), que avaliaram pela primeira vez as características físico-químicas (teor de cinzas, teor de umidade, pH, acidez titulável, proteínas, lipídios, flavonoides, atividades antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP) e composição química dos elementos essenciais e elementos tóxicos do cacau nativo das ilhas de Mocajuba. Assim, conclui-se que o teor de umidade, pH e acidez atendem a padrões de qualidade que garantem a consistência do processamento e refletem seus papéis como determinantes-chave da qualidade das amêndoas de cacau. Esses parâmetros controlados são fundamentais para o desenvolvimento de precursores essenciais de sabor e aroma em sementes de cacau fermentadas (amêndoas de cacau).

Em contrapartida, o paneiro (P), embora tradicionalmente utilizado por comunidades ribeirinhas, mostrou menor eficiência na manutenção do calor e um pH final inferior, o que pode indicar fermentação incompleta. Ambas as técnicas, no entanto, respeitam os modos de vida locais e revelam trajetórias tecnológicas adaptadas ao contexto socioambiental da região.

A análise do *Bean Count* confirmou que as amêndoas fermentadas e secas em ambos os sistemas atendem ao padrão comercial (100 amêndoas/100g), reforçando seu potencial de comercialização em mercados especializados. A composição bioquímica revelou elevados teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante, posicionando o cacau nativo da várzea como um produto de alto valor agregado, com diferenciais nutricionais e funcionais importantes.

Nesse sentido, o cacau nativo apresenta propriedades físico-químicas e organolépticas superiores, com potencial para impulsionar a cadeia produtiva regional, valorizando produtos e subprodutos com identidade territorial e marca de origem amazônica. Isso reforça os resultados encontrados por Rocha *et al.* (2025), que encontraram nutrientes essenciais

como potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) enriquecidos nas amêndoas de cacau das ilhas de Mocajuba. Eles ressaltaram também que Fe, Mg e Ca são elementos importantes no organismo humano. Os mesmos autores investigaram no cacau nativo se havia elementos tóxicos como cádmio (Cd) e chumbo (Pb), porém não foram detectados, confirmando que o cacau das várzeas do Baixo Tocantins não apresenta riscos toxicológicos.

Quanto aos modelos de secagem – Secagem na ponte/trapiche (lona) e Casa de secagem (estufa tradicional/solar) –, o segundo modelo apresentou melhor resultado, concordando com Jesus (2023), que aponta a estrutura “estufa de secagem do cacau” construída com esteios de madeira e paredes de filme agrícola plástico (Casa de secagem), que oferece isolamento térmico (retém o calor), proteção contra contaminações, aberturas laterais para circulação de ar e um assoalho suspenso que evita o contato com o solo, criando um ambiente mais quente e seco, que acelera a evaporação da umidade, reduz o tempo de secagem e melhora a qualidade das amêndoas de cacau.

A valorização do cacau nativo da várzea, portanto, pode representar uma estratégia alternativa e sustentável de geração de renda, ao mesmo tempo em que respeita os saberes tradicionais e contribui para a conservação ambiental. Os resultados de estudos sobre a qualidade das amêndoas, práticas de beneficiamento e conhecimento local são essenciais, pois fornecem subsídios técnicos para orientar políticas públicas, aprimorar a produção e fortalecer a cadeia produtiva, sendo elementos fundamentais para consolidar a cacauicultura de várzea como vetor de desenvolvimento territorial sustentável e de inclusão socioprodutiva nas ilhas do Baixo Tocantins.

## REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E. O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; RYAN, A. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, [s. l.], v. 48, p. 840-857, 2008.

ALMEIDA, C. M. V. C.; BASTOS, C. N.; LIMA, E. L.; MENDES, F. A. T.; TREVISAN, O.; SILVA NETO, P. J.; ALBUQUERQUE, P. S. B. **A cacauicultura na Amazônia: história, genética, pragas, economia.** Belém: MAPA: CEPLAC, 2017.

ALMEIDA, R. Amazônia, Pará e o mundo das águas do Baixo Tocantins. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 291-298, 2010.

ALMEIDA, S. F. O. **Leveduras da fermentação do cacau amazônico: caracterização molecular e perfil de enzimas extracelulares**. 2018. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 2010.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

APROTOSOAIÉ, A. C.; LUCA, S. V.; MIRON, A. Flavor chemistry of cocoa and cocoa products-an overview. **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, [s. l.], v. 15, p. 73-91, 2016. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1111/1541-4337.12180>. Acesso em: 02 jun. 2025.

ARMIJOS, A. **Características de la acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación**. 2002. Tesis (Licenciatura en Química) – Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2002.

BATISTA, N. N.; RAMOS, C. L.; DIAS, D. R.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Dynamic behavior of *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri* and *Hanseniaspora uvarum* during spontaneous and inoculated cocoa fermentations and their effect on sensory characteristics of chocolate. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 63, p. 221-227, 2015.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [2008a]. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=1&pagina=14&data=24/06/2008&captchafield=firstAccess>. Acesso em: 09 jan. 2025.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 57, de 12 de novembro de 2008**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [2008b]. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1977518492>. Acesso em: 10 maio 2025.

BRITO, E. S.; GARCÍA, N. H .P.; AMÂNCIO, A. C. Effect of polyphenol oxidase (ppo) and air treatments on total phenol and tannin content of cocoa nibs. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 45-48, jan./abr. 2002.

CALDERÓN, L. **Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao* L.) de tipo fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación en relación a la calidad.** Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2002.

CHAVES, M. R.; BARROSO, S. C.; LIRA, T. M. Populações tradicionais: manejo dos recursos naturais na Amazônia. *Praia Vermelha*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 111-122, jul./dez. 2009.

CLAPPERTON, J.; YOW, S.; CHAN, J.; LIM, D. J.; LOCKWOOD, R. L.; ROMANCZYK, L.; HAMMERSTONE, J. The contribution of genotype to cocoa (*Theobroma cacao* L.) flavour. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v. 71, p. 303-308, 1994.

CORRÊA, P. C.; SILVA, J. S. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. *In: CORRÊA, P. C.; SILVA, J. S. Secagem e Armazenagem de Grãos no Brasil.* [S. l.: s. n.], 2008. p. 19-36.

COSTA, F. A.; CIASCA, B. S.; CASTRO, E. C. C.; BARREIROS, R. M. M.; FOLHES, R. T.; BERGAMINI, L. L.; SOLYNO SOBRINHO, S. A.; CRUZ, A.; COSTA, J. A.; SIMÕES, J.; ALMEIDA, J. S.; SOUZA, H. M. **Bioeconomia da sociobiodiversidade no estado do Pará.** Brasília, DF: TNC Brasil: BID: Natura, 2021.

COSTA F. A.; NOBRE C.; GENIN C.; FRASSON, C.M.R.; FERNANDES, D. A. H. S.; VICENTE I.; SANTOS, I. T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; VENTURA NETO, R. E.; FOLHES, R. **Uma bioeconomia inovadora para a Amazônia: conceitos, limites e tendências para uma definição apropriada ao bioma floresta tropical.** São Paulo, Brasil: WRI Brasil. 2022 (texto para discussão).

DOMINGUEZ-PEREZ, L.A.; BELTRAN-BARRIENTOS, L.M.; GONZALEZ-CORDOVA, A.F.; HERNANDEZ-MENDOZA, A.; VALLEJO-CORDOBA, B. Artisanal cocoa bean fermentation: From cocoa bean proteins to bioactive peptides with potential health benefits. *Journal of Functional Foods*, [s. l.], v. 73, 104134, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464620303583>. Acesso em: 10 maio 2025.

- EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonóides durante a fermentação de sementes de cacau para produção de chocolate**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- FERRÃO, J. E. M. A morte da semente e sua importância na tecnologia pós-colheita do cacau. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, vol. 31, n. 1, p. 262-267, 2008.
- FERREIRA, A. C. R. **Beneficiamento de cacau de qualidade superior**. Ilhéus: PTCSB, 2017.
- FERREIRA, A. C. R.; AHNERT, D.; MELO NETO, B. A.; NETTO MELLO, D. L. **Guia de Beneficiamento de Cacau de Qualidade**. Ilhéus: Instituto Cabruca, 52p., 2013.
- GALVANESE, C.; PEREGRINA PUGA, B.; GRIGOLETTO, F. Desafios à exploração sustentável da sociobiodiversidade como vetor de desenvolvimento de territórios rurais no Brasil. *Raízes: revista de ciências sociais e econômicas*, v. 43, n. 2, p. 366-382, 2023.
- GONÇALVES, D. S. D.; GONÇALVES, N. A.; NASCIMENTO, E. W. R. C.; SILVA, M. A. P.; VILHENA, M. P. S. P.; TRINDADES, M. J. S.; ANTUNES, A. M. Cinética de secagem das amêndoas de cacau nativo das ilhas de várzea de Mocajuba, baixo Tocantins, Pará. *Research, Society and Development*, [s. l.], v. 12, n. 9, e2412943142, 2023.
- HUE, C.; GUNATA, Z.; BERGOUNHOU, A.; ASSEMAT, S.; BOULANGER, R.; SAUVAGE, F. X.; DAVRIEUX, F. Near infrared spectroscopy as a new tool to determine cocoa fermentation levels through ammonia nitrogen quantification. *Food Chem*, [s. l.], v. 148, p. 240-245, 2014.
- IBGE. Cidades e Estado: Mocajuba - Código: 1504604. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/mocajuba.html>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- JESUS, S. S. **Construção de estufa de secagem com cocho de fermentação modelo EMATER-PARÁ**. Marituba: Emater, 2023. 26 p. (Manual Técnico, 4).

LIMA, E. L.; SILVA NETO, P. J. Aspectos gerais do cultivo do cacauero. *In*: MENDES, F.A.T. (org.). **A cacauicultura na Amazônia: história, genética, pragas e economia**. Pará, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)/Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), p.9-54, 2017.

LIRA, T. M.; CHAVES, M. P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. **Interações**, Campo Grande, v. 17, n. 1, p. 66-76, jan./mar. 2016.

LOPES, C. L; CHIAVARI, J. **Bioeconomia na Amazônia: análise conceitual, regulatória e institucional**. Rio de Janeiro: PUC/Rio: Climate Policy Initiative, 2022. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Bioeconomia-na-Amazonia-1.pdf>. Acesso em: 25 maio 2025.

MOTAMAYOR, J. C.; RISTERUCCI, A. M.; LOPEZ, P. A.; ORTIZ, C. F.; MORENO, A.; LANAUD, C. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. **Heredity**, [s. l.], v. 89, p. 380-386, 2002.

MOTAMAYOR, J. C.; LACHENAUD, P.; SILVA E MOTA, J.W.; LOOR, R.; KUHN, D. N.; BROWN, J. S.; SCHNELL, R. J. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.). **PLoS ONE**, [s. l.], v. 3, e3311, 2008.

PINA, M. G. M. Colheita e Pós-colheita. *In*: SILVA NETO, P. J. (org.). **Manual técnico do cacauero para a Amazônia brasileira**. Belém: CEPLAC/SUEPA, 2013. p. 145-165.

RATTI, C. Shrinkage during drying of foodstuffs. **Journal of Food Engineering**, London, v. 23, n. 1, p. 91-105, 1994.

ROCHA, S. O. S. B.; VILHENA, M. P. S. P.; SOUZA, J. N. S.; BALCÁZAR-ZUMAETA, C. R.; CASTRO-ALAYO, E. M.; PAJUELO-MUÑOZ, A. J.; SILVA, B. S. F.; TRINDADE, M. J. S.; CHAGAS-JUNIOR, G. C. A.; FERREIRA, N. R. Can Different Fermentation Boxes Improve the Nutritional Composition and the Antioxidant Activity of Fermented and Dried Floodplain Cocoa Beans in the Brazilian Amazon? **Foods**, [s. l.], v. 14, e1391, 2025. Disponível em: doi.org/10.3390/foods14081391. Acesso em: 14 jul. 2025.

SAITO, S. T. **Entendendo o relatório de classificação de amêndoas**. Ilhéus: PTCSB, 2019. 6 p. (Nota Técnica).

- SANTOS, A. F. P.; AVELINO, V. C.; SANTOS, Z. J. C. G.; LEÃO, A. S. R. Bioeconomia e Sociobiodiversidade: dois conceitos e uma mesma ideia? **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, Niterói, n. 72, edição especial, p. 312-341, 2025.
- SCHROETER, H.; HEISS, C.; BALZER, J.; KLEINBONGARD, P.; KEEN, C. L.; HOLLENBERG, N. K.; SIES, H.; KWIK-URIBE, C.; SCHMITZ, H. H.; KELM, M. Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 103, p. 1024-1029, 2006.
- SCHWAN, R. F; WHEALS, A. E. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **Boca Raton**, [s. l.], v. 4, n. 44, p. 205-221, 2004.
- SILVA NETO, P. J.; MATOS, P. G. G.; MARTINS, A. C. S.; SILVA, A.P. **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira**. Belém: CEPLAC, 2001. 125 p.
- SOUZA, R. T.; FERREIRA, D.M.; GUIMARÃES, M. A. S. Drying and modeling of thermal behavior in oilseeds: Brazil nuts case study. **J. Therm. Anal. Calorim.**, [s. l.], v. 147, p. 1189-1198, 2023.
- THOMPSON, S. S.; MILLER, K. B.; LOPEZ, A. S.; CAMU, N. Cocoa and coffee. *In*: DOYLE, M. P.; BUCHANAN, R. L. (ed.). **Food microbiology: fundamentals and frontiers**, 4. ed. Washington, DC: ASM Press, 2013. p. 881–900.
- TOWNER, G. D. The tensile stress generated in clay through drying. **Journal Agricultural Engineering Research**, New York, v. 37, n. 4, p. 279-289, 1987.
- VASQUEZ-OVANDO, A.; OVANDO-MEDINA, I.; ADRIANO-ANAYA, L.; BETANCUR-ANCONA, D.; SALVADOR-FIGUEROA, M. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, [s. l.], v. 66, n. 3, p. 239-254, 2016.
- VIANA, A. L. N.; SIMÕES, A.; BASTOS, R. Z. O cacau de várzea: saberes e práticas ribeirinhas. **Agroecossistemas**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 135-150, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v12i1.8955>. Acesso em: 04 fev. 2024.