

## INOVAÇÕES INCREMENTAIS NAS ETAPAS INICIAIS DA PRODUÇÃO DO CACAU FINO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Ana Lucia Bessa da Silveira, [ana.silveira@itec.ufpa.br](mailto:ana.silveira@itec.ufpa.br)<sup>1</sup>  
Jefferson Sousa Almeida, [engmecanica.almeida@gmail.com](mailto:engmecanica.almeida@gmail.com)<sup>2</sup>  
André Luiz Amarante Mesquita, [andream@ufpa.br](mailto:andream@ufpa.br)<sup>2</sup>  
Alexandre Luiz Amarante Mesquita, [alexmesq@ufpa.br](mailto:alexmesq@ufpa.br)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Engenharia Mecânica, Belém - Pará – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE), Tucuruí - Pará – Brasil

**Resumo.** *O cacau tem uma grande importância econômica e social no mundo. A produção tradicional das amêndoas de cacau, em geral, ainda provém da agricultura familiar e necessita de um maior aporte tecnológico para o aumento da produção. Neste sentido, este artigo teve como objetivo apresentar uma revisão de literatura das inovações realizadas na produção do cacau fino, focando nas suas etapas iniciais, ou seja, quebra das amêndoas e fermentação. Na parte final da revisão de literatura, é ressaltado um estudo de caso de melhoria dessas etapas iniciais em uma fazenda localizada na cidade de Novo Repartimento, no estado do Pará.*

**Palavras-chave:** *Cacau, Beneficiamento, Inovação, Quebra das cascas, Fermentação.*

**Abstract.** *Cocoa has great economic and social importance in the world. The traditional production of cocoa beans, in general, still comes from family farming and needs a greater technological contribution to increasing production. In this sense, this paper aims to present a literature review of the innovations carried out in producing fine cocoa, focusing on the initial processing stages, i.e., bean cracking and fermentation. In the final part of the literature review, a case study of the improvement of these initial stages is highlighted in a farm located in the city of Novo Repartimento, in the state of Pará.*

**Keywords:** *Cocoa, Processing, Innovation, Husk Breaking, Fermentation*

### 1. INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao L.*) é originário das bacias amazônicas e é atualmente cultivado em vários países tropicais, onde as espécies de *T. cacao L.* nomeadamente Criollo, Forastero e Trinitario são as dominantes das 22 espécies presentes nesse gênero (Balentic *et al.*, 2018). O cacau tem uma grande importância econômica e social no mundo (Franco *et al.*, 2019). A Costa do Marfim é o principal produtor mundial seguido por Gana, são responsáveis respectivamente por 39% e 4,6% da produção mundial de cacau (Statista, 2022; FAO, 2020). Contudo, grande parte dessa produção advém de agricultura familiar, cujo processo de beneficiamento das amêndoas de cacau ocorre de forma muito arcaica, com utilização predominante de mão-de-obra humana durante todo o processo (Cocoa of Excellence, 2022; Higuchi, 2022).

O atraso tecnológico é preocupante para as indústrias que produzem derivados do cacau, tendo em vista que a demanda por seus produtos aumenta a cada ano (ICCO, 2022). Por conseguinte, existe uma procura por otimização de processos e aumento da eficiência nas operações que resultem numa alta produtividade. Algumas ações têm sido realizadas para a melhoria dos processos, envolvendo mecanização e rearranjo físico para o aumento de produção e um melhor controle das variáveis do processo.

Portanto, o objetivo desta revisão de literatura foi descrever as etapas de produção das amêndoas do cacau fino e apresentar as inovações incrementais (melhorias) realizadas, mas focando nas etapas iniciais do beneficiamento, ou seja, quebra das amêndoas e fermentação. Por fim, apresenta-se um estudo de caso, realizado por Almeida (2019), em uma fazenda localizada na cidade de Novo Repartimento, no estado do Pará, onde houve uma análise para melhoria dos processos para a produção do cacau fino. As principais alterações foram feitas através da mecanização da quebra da casca do cacau e do rearranjo físico na fase de fermentação, etapa crucial na produção de amêndoas de cacau de qualidade, onde

há a formação de precursores de aroma e sabor como açúcares redutores e aminoácidos livres, mudança de cor e redução da acidez, amargor e adstringência das sementes (Aprotosoai, Luca, e Miron, 2016; Santos *et al.*, 2020).

## 2. METODOLOGIA

Para a revisão de literatura, foram realizadas as etapas de pesquisa, escolha de documentos, coleta de dados, análise dos dados publicados e escrita do trabalho. As informações selecionadas para este artigo foram obtidas das principais bases de dados nacionais e internacionais, como *SciELO*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *ResearchGate*, *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database* (FAOSTAT), *International Cocoa Organization* (ICCO), *Cacao of Excellence* e Sistema de Publicação Eletrônica de Teses e Dissertações (TEDE). Foram também realizadas pesquisas em livros, *e-books* e revistas. Os critérios de busca foram relacionados a trabalhos acadêmicos, empregando preferencialmente datas recentes sobre o tema proposto neste trabalho. Os artigos foram filtrados utilizando palavras-chaves como cacau fino, fermentador, quebrador, *fementer*, *breaker*, *automatic* e *cocoa*.

Para a análise dos efeitos de melhorias na produção de amêndoas de cacau, foi avaliado o estudo de caso realizado por Almeida (2019) em uma fazenda familiar de produção artesanal de cacau. O autor apresenta um projeto de um sistema em linha contínua de beneficiamento. A avaliação foi feita sobre os resultados previstos da implementação de um quebrador de cacau e do aprimoramento da linha de fermentação. Em seu trabalho, Almeida (2019) expressa os valores de produção e investimentos que foram utilizados para estimar a viabilidade e vantagem da melhoria proposta. A ferramenta utilizada foi o indicador financeiro *payback*.

## 3. REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1. Processamento das Amêndoas de Cacau Fino

Atualmente, 90% do mercado mundial de cacau é sustentado pela produção de cacau do tipo a granel, enquanto os 10% restantes referem-se ao tipo cacau fino (*Cocoa of Excellence*, 2022). O cacau fino é classificado dessa forma por produzir amêndoas de sabor mais suave, aromáticas e baixo amargor (Santos *et al.*, 2020). Essas características são derivadas de uma produção de alta qualidade com práticas adequadas durante todo processo de beneficiamento, desde a colheita, seguida da fermentação e posteriormente secagem (Beckett, 2009; Afoakwa, 2014). O controle do processo garante a qualidade do cacau fino através de compostos fenólicos (teobromina e cafeína) que reduzem a adstringência e amargor da amêndoa. Outros fatores como pH, acidez e umidade, contribuem diretamente para a formação dos precursores de sabor (Mejia *et.al* 2021; Santacruz e Medrano, 2021; Gutierrez *et.al* 2022). Todas essas características proporcionam reconhecimento internacional para esse tipo de cacau, trazendo alto valor agregado que pode chegar a 3 vezes os preços do mercado de ações do cacau a granel (Papalexandratou, 2019). A seguir as etapas desse beneficiamento são descritas.

#### 3.1.1. Colheita e Quebra

A colheita é a fase primária do beneficiamento, em que apenas os frutos bem maduros são selecionados, por possuírem o açúcar adequado para uma boa fermentação. A maturação é importante, pois influencia diretamente no amargor, adstringência e pH da amêndoa (De Vuyst e Leroy, 2020). Uma vez colhidos, os frutos são amontoados ainda na área de plantio, onde é realizada a quebra, essa fase deve ser feita com muito cuidado para não ferir as sementes que estão envoltas de polpa e evitar contaminações.

#### 3.1.2. Fermentação

A fermentação é a fase mais importante no processo de beneficiamento do cacau, em que ocorre o início da formação dos precursores do sabor e aroma do chocolate (Santos *et al.*, 2020). O processo consiste em empilhar as sementes de cacau, ainda com polpa, para o início da reação fermentativa. Nessa fase, proteínas, carboidratos e polifenóis entram em contato com as enzimas endógenas e liberam os precursores de aroma: peptídeos, aminoácidos, glicose e frutose (Schlüter, 2019). É necessário, em média, 7 dias para que ocorram as duas etapas da fermentação: alcoólica e acética. A primeira etapa acontece nos dois primeiros dias, quando os microrganismos transformam o açúcar em álcool e a temperatura alcança 32°C. Na segunda etapa há a ação das bactérias acéticas, que convertem o álcool em ácido acético (oxidação) atingindo a temperatura máxima de 50°C (Schlüter, 2019). Revolvimentos são feitos nas sementes ao longo da segunda etapa para que a fermentação ocorra de forma homogênea (Santos *et al.*, 2020).

#### 3.1.3. Secagem

Com o fim da fase de fermentação, inicia-se o processo de secagem para reduzir o teor de umidade das amêndoas de 50% para em torno de 7%. Esse processo pode ser feito de maneira artificial, utilizando fornos a lenha, ou de maneira natural, com calor solar. Essa última, as sementes são colocadas sobre estruturas planas de madeira (barcaças) feitas diretamente no chão ou suspensas com um sistema de cobertura móvel para proteger as amêndoas da chuva e dos raios ultravioletas (Schlüter, 2019). Após a secagem, as amêndoas são ensacadas e armazenadas em local adequado para posterior destinação

### 3.2. Inovações no Processo de Quebra e Fermentação do Cacau Fino

Inovação é mais do que avanço em tecnologia, abrange questões organizacionais e institucionais (Fontes, 2013). Mattos e Guimarães (2005) classificaram as inovações como incrementais, radicais e fundamentais. Inovações incrementais consistem no aperfeiçoamento através de pequenas melhorias nos produtos ou processos. As radicais alteram os princípios básicos de funcionamento do produto ou serviço. Já a inovação fundamental causa grande mudança nos produtos ou processos, gerando muitas outras inovações.

A gestão deve estar diretamente ligada ao propósito da inovação a fim de que esta seja executada e prospere. Dessa forma, pode-se compreender que inovação não se resume apenas em criação de instrumentos, equipamentos ou máquinas, se estende também para a criação de produtos, processos ou serviços (Hall, 1984). Segundo Santos e Fontes (2020), as inovações tecnológicas em processo são as que mais se tornam evidentes em tecnologias patenteadas, com maior relevância para a indústria de processamento. Consequentemente, a agricultura é uma das principais beneficiadas devido à procura de alternativas que modernizem os processos de beneficiamento que ainda dependem de trabalho manual em todo processo. No ramo da cacauicultura, já existem inovações desenvolvidas com o objetivo de mecanizar e automatizar os processos de quebra e fermentação sem prejudicar a qualidade do produto final, visto que, o processamento das amêndoas de cacau não pode sofrer interferências externas que provoquem perda de qualidade e, consequentemente, a perda de valor de mercado (Beckett, 2009).

Na quebra, um dos principais problemas é o dano à semente. Isso prejudica a etapa seguinte (fermentação), além de ser um trabalho demorado e de risco para o agricultor, que pode lesionar a mão ao manipular os facões. Buscando resolver esses problemas, pesquisadores desenvolveram máquinas que quebram o fruto e separam as sementes da casca (serviço também realizado de forma manual pelo agricultor). Por exemplo, Josué *et al.* (2019) analisaram as forças necessárias para a quebra de três tipos de cacau, "Criollo", "Forastero" e "Trinitario", e projetaram uma máquina usando o princípio da força de compressão ao longo do eixo lateral da casca do fruto do cacau (Fig. 1). A máquina tem capacidade máxima de 3,5 toneladas/dia (jornada diária de 08 horas) e é constituída de uma tremonha, redutor de velocidade, rodas, motor, polias, correia, separador de cascas e separador de sementes. É de fácil manutenção podendo ser montado e desmontado facilmente sem nenhum risco para o usuário. Entretanto, apresentou dificuldade em separar restos de casca das sementes.

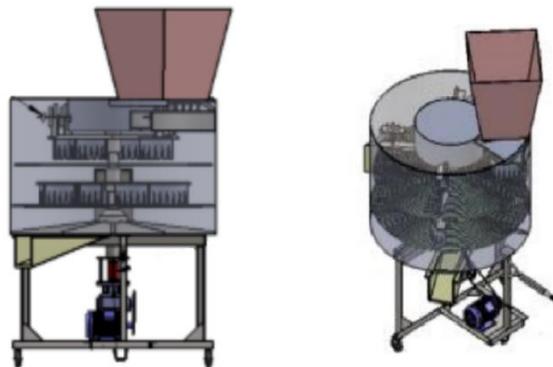


Figura 1. Máquina de extração e quebra de cacau (Josué *et al.* 2019)

Um projeto de extrator de sementes de cacau contínuo mecanizado foi produzido por Srikanth *et al.* (2020), testado e otimizado utilizando o sistema de modelagem *Box-behnken Design* (BBD) e Rede Neural Artificial (ANN). A estrutura do extrator é constituída de tremonha, rolos, calha, filtros, coador de tambor cilíndrico e motor elétrico de 0,45 hp (Fig. 2). O fruto de cacau é colocado na máquina e passa pelos rolos de quebra que têm superfície áspera e movimento diferencial que comprime o fruto. Na sequência, o fruto vai para o coador de tambor cilíndrico onde as sementes serão separadas da casca. Nos testes realizados pelo autor, a eficiência na quebra do fruto e separação das sementes foi de 95,5% e 84,8% respectivamente. O desempenho da máquina foi comparado com o método tradicional de quebra, cujo tempo necessário para quebrar e separar as sementes de 100 kg de casca de cacau é 50 min por pessoa, enquanto a máquina gastou 7 min. Também foram comparadas as características físico-químicas, onde as amêndoas de cacau extraídas pelo quebrador apresentaram qualidade semelhante ao método manual de quebra.

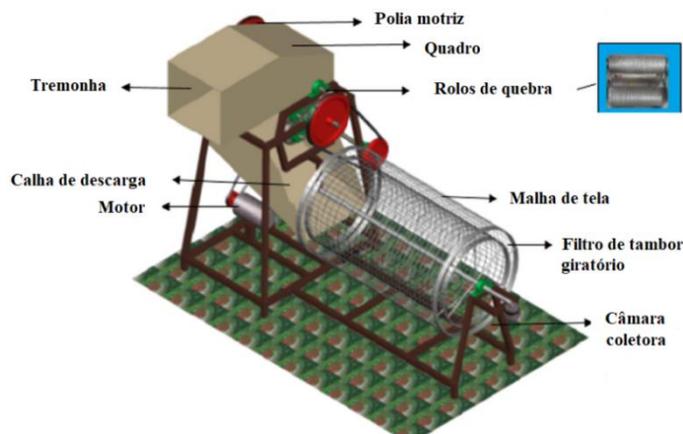


Figura 2. Vista esquemática do extrator contínuo de sementes de cacau (Srikanth *et al.* 2020)

A etapa de fermentação do cacau é a mais importante, por ser responsável pelos formadores de sabor das amêndoas. Por conseguinte, deve ser executada de forma controlada para que não ocorram variações na transformação natural da semente (Beckett, 2009; Afoakwa, 2014). No entanto, os sistemas de fermentação são feitos de maneira simples e necessitam de muito trabalho manual, o que resulta em pouca produção e baixa qualidade. As principais dificuldades são controle e distribuição da temperatura nas sementes que estão sendo fermentadas. Em virtude disso, alternativas de fermentadores também vêm sendo produzidas com a finalidade de automatizar o processo de fermentação. Rivera *et al.* (2018) projetaram um fermentador automático que não só permite o monitoramento dos parâmetros de temperatura e pH do fermento, mas também realiza o revolvimento das sementes por meio de padrões de movimento. O projeto usou sensores para obter as informações, motor elétrico e um programa desenvolvido com *Arduino Mega* para o controle do sistema (Fig. 3). As amêndoas obtidas por esse fermentador apresentaram aroma muito forte e cor atraente, os autores atribuem esse sucesso ao movimento de equilíbrio que permitiu uma correta aeração ao processo.



Figura 3. Protótipo do fermentador de cacau (Rivera *et al.* 2018)

Também há trabalhos que trazem opções de mecanismos não motorizados, mas que reduzem os esforços quanto ao revolvimento das sementes, como é no caso dos estudos de Koffi *et al.* (2017) e Aryasree *et al.* (2020). Ambos desenvolveram fermentadores rotativos que possuem sistema de eixo. No primeiro caso, Koffi *et al.* (2017) elaboraram um fermentador cilíndrico vertical de madeira revestida de fibra de coco para o isolamento térmico. O modelo contém duas tampas em grade feitas de fibra *rattan*, duas tampas herméticas, um dispositivo de compressão, um mecanismo de cultivo e um eixo de rotação (Fig. 4). Os revolvimentos são feitos girando o fermentador em torno do eixo, e o mesmo permite que o sistema fique na posição horizontal, o que aumenta a área de contato das sementes com o ar para a fase acética. Esse sistema alcançou bons resultados quanto às temperaturas e aos valores de pH. Já o modelo de Aryasree *et al.* (2020) permaneceu na geometria tradicional com uma câmara de fermentação em forma de cubo. A câmara é confeccionada por chapas metálicas soldadas, possui uma alça, par rolamento UCP e eixo (Fig. 5). A rotação é feita de forma manual acionando a alça que está conectada ao eixo. O processo realizado por esse fermentador apresentou aumento de ácidos graxos que é uma das substâncias responsáveis pela alteração do sabor da amêndoa. Os autores sugerem que a variação pode ter ocorrido devido a contaminação de fungos, quantidade de dias mais do que necessários ou o material usado na construção da câmara.

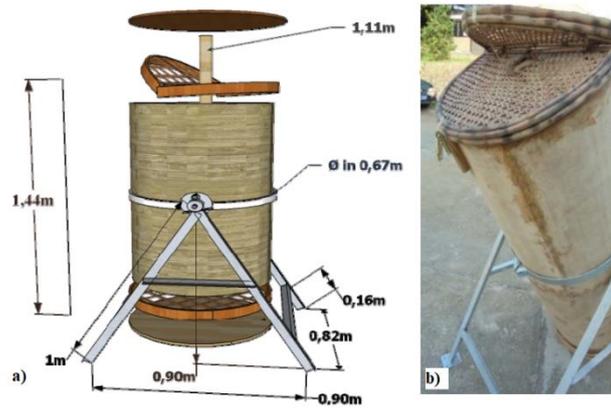


Figura 4. Fermentador: a) desenho com cotação, b) após implementação (Koffi *et al.*, 2017)



Figura 5. Fermentador de cacau (Aryasree *et al.* 2020)

## 4. RESULTADOS

A fazenda onde foi realizado o estudo de caso por Almeida (2019), localiza-se em Novo Repartimento-PA e possui uma área de plantio de aproximadamente 55 hectares, sendo 30 hectares de árvores efetivamente produzindo e 25 hectares de árvores novas com previsão de produção de cacau em 2 ou 3 anos. A produção mensal em época de safra é de 7.300 kg, enquanto na entressafra é de 1.500 kg, resultando em uma produção anual total de 55 toneladas de cacau. Dessa forma, é possível estimar que a produção máxima da fazenda deve ocorrer em 3 anos (2026), quando as mudas jovens chegam na idade de produção dos pés regulares, produzindo cerca de 100 t/ano de cacau fino. Fez-se um estudo de melhorias para alterações nas etapas de quebra do fruto e fermentação das amêndoas, conforme descrito a seguir.

### 4.1. Descrição do Processamento Atual Realizado na Fazenda

Segundo Almeida (2019), a planta atual de beneficiamento da fazenda é bastante simples, praticamente sem planejamento, sendo construída de acordo com a necessidade, por meio de tentativa e erro. Na colheita e quebra, utiliza-se trabalho manual com auxílio de podões, um tipo de faca. Atualmente, a fazenda tem uma taxa de quebra de 360 kg/h com 10 trabalhadores. A fermentação é feita em cochos quadrados de madeira inerte, Fig. 6a, organizados em linha. Existem 4 linhas de produção na fazenda, cada uma com 3 cochos a serem preenchidos e 1 cocho vazio para o revolvimento. A Figura 6b ilustra a planta de fermentação atual da fazenda. Nessa etapa, a manipulação das sementes também é feita manualmente.

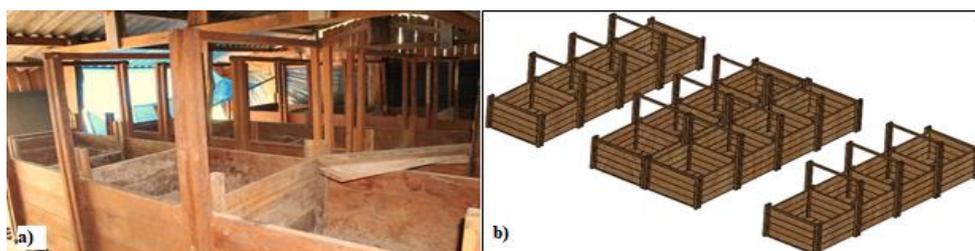


Figura 6. a) Interior da casa de fermentação; b) ilustração da planta de fermentação (Almeida, 2019)

## 4.2. Proposição de Melhorias

A fim de manter a maior quantidade de cacau colhido e reduzir o tempo de quebra, Almeida (2019) propõe que a fazenda faça a aquisição de uma máquina de quebrar cacau, Fig. 7a, com taxa de quebra de 1200 kg/hora. A nova taxa reduz cerca de 70% do tempo gasto na quebra dos frutos quando comparado com o trabalho manual. A máquina será instalada junto do setor de fermentação, Fig. 7b, que passará por uma reforma para comportar as duas etapas.

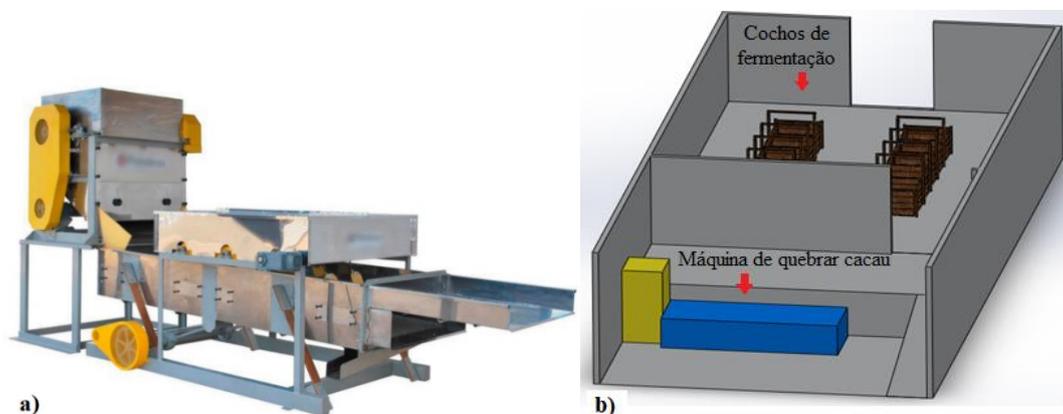


Figura 7. a) Máquina de quebrar cacau Pinhalense®; b) vista isométrica do galpão de fermentação (Almeida, 2019)

A máquina permitirá com que a fazenda tenha somente duas quebras durante a semana. Nesses mesmos dias haverá o preenchimento dos cochos, logo, a planta de fermentação poderá contar com 2 linhas, uma para cada quebra, que poderão ser expandidas aumentando o número de cochos de acordo com a demanda anual. A Figura 8 apresenta o modelo de layout proposto para expansão das linhas de fermentação, em que o número de linhas é fixo e o número de cocho varia em cada linha. Este novo rearranjo físico garante que cada quebra abasteça imediatamente 1 linha de fermentação e que ao final da fermentação sempre haverá a outra linha disponível. Dessa forma, haverá melhor aproveitamento do espaço, distribuição mais harmoniosa dos cochos e aumento da capacidade de fermentação.

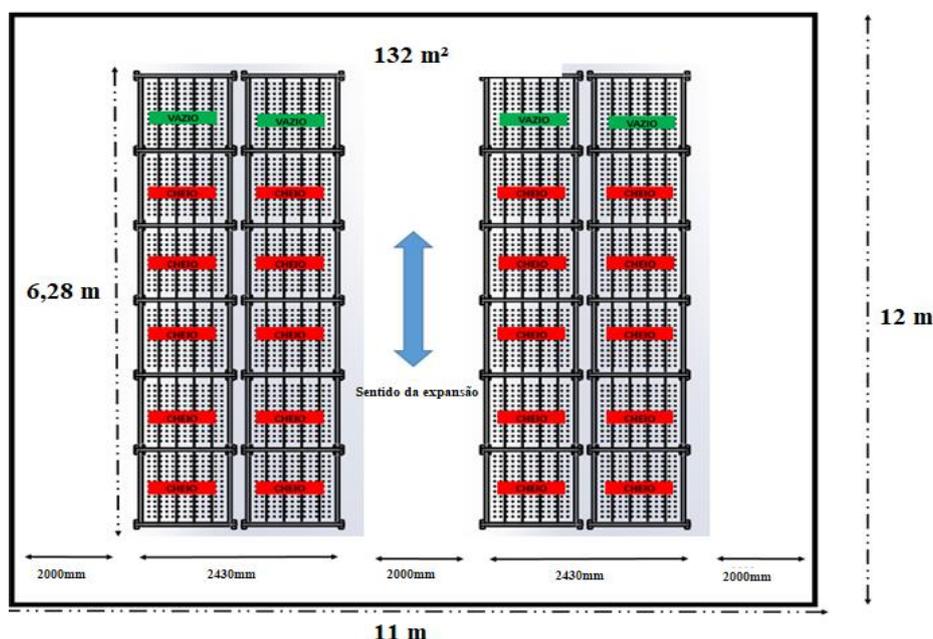


Figura 8. Modelo de layout para expansão das linhas de fermentação

## 4.3. Resultados Projetados com a Aplicação das Melhorias

Com o intuito de analisar se o investimento na máquina de quebra e no espaço de produção será viável, o projeto a ser desenvolvido leva em consideração o aumento anual da produtividade da lavoura, que deve chegar ao seu máximo de 100 toneladas de cacau fino produzido.

Almeida (2019) considerou 3 produções a partir do ano atual, sendo essas, Ano 1, Ano 2 e Ano 3, com um crescimento anual de 15 toneladas de cacau. O lucro da fazenda é obtido subtraindo as despesas da receita em cada mês. As despesas da fazenda correspondem aos insumos consumidos e ao salário da mão de obra. Com a implementação da máquina, haverá um acréscimo nos insumos referente a manutenção e consumo de energia, no entanto, haverá a redução de 70% na mão de obra. Iniciando a análise em janeiro, o saldo anual da fazenda será no mês de dezembro.

O investimento será feito no Ano 1 para que o crescimento da planta de beneficiamento acompanhe o crescimento da produção da lavoura. O investimento consiste na compra da máquina de quebrar cacau, construção de galpões e carretas agrícolas, totalizando o valor de U\$98.089,41 (os valores foram atualizados pelo autor em dezembro de 2022). A Figura 9 apresenta o tempo para a quitação/ liquidação do valor investido, obtido pelo pagamento das parcelas através dos saldos mensais (lucros) adquiridos no primeiro ano. O ponto de equilíbrio entre receitas e despesas para o investimento na nova planta de beneficiamento de cacau será a partir do mês de dezembro do primeiro ano.

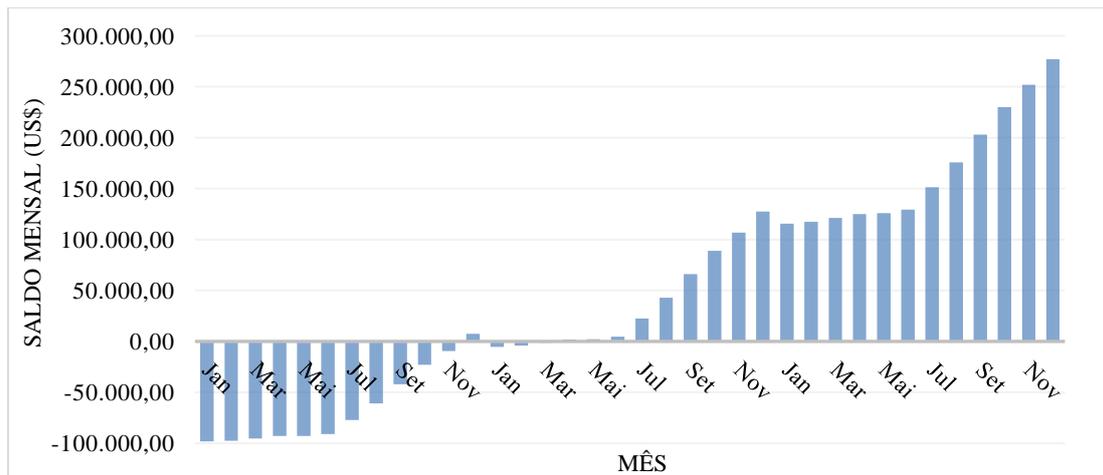


Figura 9. Payback do investimento proposto para a fazenda.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou inicialmente descrever as etapas tradicionais de beneficiamento das amêndoas de cacau fino e apresentar uma revisão de literatura das melhorias (inovações incrementais) nas etapas iniciais, ou seja, na quebra das cascas do cacau e na etapa de fermentação. Em próximos artigos haverá o foco nas etapas seguintes (secagem e armazenamento). Na parte final do trabalho apresentou-se um estudo de caso de melhorias nessas etapas iniciais em uma fazenda de cacau em Novo Repartimento-PA. Nesse projeto de melhorias na fazenda, concluiu-se que o investimento em maquinário é viável e vantajoso.

Os estudos de revisão dos métodos desenvolvidos para quebra, fermentação e secagem (este último ainda a ser apresentado) são etapas iniciais para a realização do desenvolvimento dos equipamentos desses processos, visando contribuir com o desenvolvimento tecnológico envolvido na produção do cacau fino no Brasil.

## 6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD/Amazônia) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/Brasil) e da Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do Pará (PROPESP/UFPA)

## 7. REFERÊNCIAS

- Afoakwa, E.O., 2014. "Cocoa production and processing technology".
- Almeida, J. S., 2019. "Projeto e Gestão de uma Planta de Beneficiamento de Cacau - *Theobroma Cacao L.*" Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Mecânica. Tucuruí, Universidade Federal do Pará.
- Aprotosoaié, A.C., Luca, S.V. e Miron, A., 2016. "Flavor chemistry of cocoa and cocoa products-An overview". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 15, p. 73-91.
- Aryasree, N. V., Diya, N. S., Madhavan, M., Minu Paul, V., Remold, R., Rajesh, G. K. e Nithya, C., 2020. "Development and Performance Evaluation of Cocoa Fermenter". Doctoral dissertation, Department of Processing and Food Engineering). Tese de doutorado, Kelappaji College of Agricultural Engineering and Technology, Kerala.
- Balentic, J.P., Ackar, D., Jokic, S., Jozinovic, A., Babic, J., Milicevic, B., Subaric, D. e Pavlovic, N., 2018. "Cocoa Shell: A By-Product with Great Potential for Wide Application". *Molecules*. Vol. 23, p 1404

- Beckett, T.S., 2009. "Industrial Chocolate Manufacture and Use". 4ª edição, Cocoa of Excellence, 2022. "Does demand for superior quality cocoa mean higher prices for cocoa producers?" 11 Jan. 2023 <<https://www.cocoaofexcellence.org/news/news-item/does-demand-for-superior-quality-cocoa-mean-higher-prices-for-cocoa-producers> >
- De Vuyst, L. e Leroy, F., 2020. "Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation processes". *FEMS Microbiology Reviews*, Vol. 44, p. 432-453.
- FAO, 2020. "Food and Agriculture Organization of the United Nations. Data Production and Trade". 07 Apr. 2022 <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/> >.
- Fontes, M. J. V., 2013. "Do cacau ao chocolate: trajetória, inovações e perspectivas das pequenas agroindústrias de cacau/chocolate". Tese de doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Franco, L.B., Almeida, C.D.G.C., Freire, M.M., Franco, G.B. e Silva, A.S., 2019. "Rainfall zoning for cocoa growing in Bahia state (Brazil) using fuzzy logic". *Engenharia Agrícola*, Vol. 39, special issue, p.48-55.
- Gutierrez, E. A., Caetano, A.C., Hoyos, Y.R., Santos, M.G. e Espinoza, S.L., 2022. "Physicochemical and organoleptic profile of the native fine aroma cocoa from northeastern area of Peru". *Food Science and Technology*, Vol. 42.
- Hall, R. H., 1984. "Organizações: estrutura e processos". 3. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil.
- Higuch, A., Coq H.D., Vasco, C., Alfalla, L.R., Maehara, R., 2022. "An evidence-based relationship between technical assistance and productivity in cocoa from Tocache, Peru", *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Vol. 61.
- ICCO, 2022. "International Cocoa Organization". 11 Jan. 2023 < [https://www.icco.org/wp-content/uploads/Grindings\\_QBCS-XLVIII-No.-2.pdf](https://www.icco.org/wp-content/uploads/Grindings_QBCS-XLVIII-No.-2.pdf)>.
- Josué, D. F., Guy-De-Patience, F. M., Bienvenu, K. e Bonaventure, D., 2019. "Design and development of cocoa pod breaking and beans extraction machine". *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 8, p. 357-366.
- Koffi, A. S., Yao, N. G., Bastide, P., Bruneau, D. e Kadjo, D., 2017. "Homogenization of cocoa beans fermentation to upgrade quality using an original improved fermenter". *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, Vol. 11, p. 558-563.
- Mattos, J. R. L., e Guimarães, L. S., 2005. "Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática". São Paulo, Saraiva.
- Mejia, A., Meza, G., Espichan, F., Mogrovejo, J. e Rojas, R., 2021. "Chemical and sensory profiles of Peruvian native cocoas and chocolates from the Bagua and Quillabamba regions". *Food Science and Technology*, Vol. 41, p. 576-582
- STATISTA, 2022. "Cocoa bean production worldwide 2019/20-2021/22, by country". 09 Apr. 2022 <<https://www.statista.com/statistics/263855/cocoa-bean-production-worldwide-by-region/> >.
- Moreno, J.D.J.U. e Salazar, D.A.R., 2020. "Automated control of Cocoa post-harvest and transformation process to obtain high-quality beans". In Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology – LACCEI2020. Virtual Edition.
- Papalexandratou, Z., Kaasik, K., Kauffmann, L.V., Skorstengaard, A., Bouillon, G., Espensen, J.L., Hansen, L.H., Jakobsen, R.R., Blennow, A., Kruch, L., Castro-Mejía, J.L. e Nielsen, D.S., 2019. "Linking cocoa varieties and microbial diversity of Nicaraguan fine cocoa bean fermentations and their impact on final cocoa quality appreciation". *International journal of food microbiology*, Vol. 304, p. 106-118.
- Rivera, J.J.L. e Valdivia, S.R.D R.V., 2018. "Design of automatic Cocoa Fermenter based on a traditional process." *FabLab Tecsup*.
- Santos, D.S., Rezende, R.P., Dos Santos, T.F., Marques, E.D.L.S., Ferreira, A.C.R., Silva, A.B.D.C., Romano, C.C., Santos, D.W.C., Dias, J.C.T. e Bisneto, J.D.T., 2020. "Fermentation in fine cocoa type Scavina: Change in standard quality as the effect of use of starters yeast in fermentation". *Food chemistry*, Vol. 328.
- Santos, F. C. G., e Fontes, M. J. V., 2020. "Do Cacau ao Chocolate: Estudo de Caso em Pequena Indústria Familiar da Cadeia de valor do Cacau no território litoral Sul da Bahia-TLS". *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, Vol 5, p. 196-216.
- Schlüter, A, Hühn, T., Kneubühl, M., Chatelain, K. e Rohn, S., 2019. "Novel time-and location-independent postharvest treatment of cocoa beans: Investigations on the aroma formation during 'Moist Incubation' of unfermented and dried cocoa nibs and comparison to traditional fermentation". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 68, p. 10336-10344.
- Srikanth, V., Rajesh, G. K., Kothakota, A., Pandiselvam, R., Sagarika, N., Manikantan, M. R. e Sudheer, K. P., 2020. "Modeling and optimization of developed cocoa beans extractor parameters using box behnken design and artificial neural network". *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 177.

## 8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.