

Capítulo 2

Tecnologias de pré-secagem e armazenamento

Cleísa Brasil da Cunha Cartaxo; Rivaldalve Coelho Gonçalves; Virgínia de Souza Álvares; Joana Maria Leite de Souza; Marcelino Carneiro Guedes; Sílvia de Carvalho Campos Botelho; Roberta Martins Nogueira.

Introdução

A comercialização e o consumo da castanha-da-amazônia são fortemente regulados por normas sanitárias nacionais e internacionais por causa do risco de contaminação por toxinas produzidas a partir do metabolismo de fungos filamentosos. Estes podem se desenvolver em diferentes etapas da cadeia de produção, como nos ambientes de floresta e de clareiras, no armazenamento ou na comercialização em cidades. Entre esses fungos, destacam-se: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nomius*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus arachidicola*, *Aspergillus bombycis*, e *Aspergillus pseudotamarii*, *Aspergillus bertholletius*, *Aspergillus caelatus*, *Aspergillus pseudocaelatus*, *Aspergillus pseudonomius*, *Aspergillus pseudotamarii* e *Aspergillus tamarii* (Baquião et al., 2013; Calderari et al., 2013; Taniwaki et al., 2017).

Nesse contexto, as aflatoxinas produzidas por várias espécies de *Aspergillus* são consideradas o principal contaminante da castanha-da-amazônia. Essas toxinas possuem alto potencial carcinogênico e teratogênico, provocam hepatotoxicidade, imunotoxicidade, além de ocorrerem em vários ambientes e tipos de alimentos. Após ingeridas, em pequenas ou grandes quantidades, as micotoxinas acarretam um quadro clínico grave de doenças denominadas micotoxicoses – toxidez crônica ou aguda por micotoxinas (Maziero; Bersot, 2010; Peraica, 2016; Sacramento, 2016; Rotimi et al., 2017; Coppock et al., 2018; Ismail et al., 2018).

A contaminação da castanha com casca por aflatoxinas fez com que, no ano de 2003, a Comunidade Europeia restringisse sua importação. Naquele contexto, estabeleceram-se condições de rigoroso controle de qualidade e medidas de rastreabilidade, o que exigia a certificação de adoção de boas práticas de produção

ao longo de toda a cadeia (Comissão Europeia, 2003). Essa medida resultou em grande impacto econômico para o setor e obrigou os produtores agroextrativistas à adequação das práticas de produção e criação de mecanismos de monitoramento por órgãos oficiais brasileiros.

A predominância de clima quente e úmido na maior parte do ano na Amazônia constitui fator ambiental importante para o desenvolvimento de fungos filamentosos produtores de aflatoxinas e para a consequente produção dessas toxinas. Nesse sentido, o armazenamento representa a etapa mais crítica da conservação das castanhas, tanto nos estabelecimentos na floresta como nas agroindústrias, uma vez que umidade e temperatura elevadas afetam diretamente a atividade de água do produto, o que favorece o desenvolvimento fúngico e aumenta o risco de produção de aflatoxinas (Codex Alimentarius Commission, 2005; Baquião et al., 2013; Botelho et al., 2019).

Castanhas de frutos coletados no chão de florestas apresentam atividade de água entre 0,576–0,997 e já trazem consigo relevante contaminação por fungos, como *A. flavus* e *A. nomius*. Ao longo da cadeia de produção, caso não sejam tomadas medidas de controle, e a depender do manejo e do armazenamento, esses fungos poderão produzir aflatoxinas acima dos limites máximos estabelecidos pela legislação (Calderari et al., 2013; Lima et al., 2013), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Limites máximos tolerados para aflatoxinas em diferentes tipos de castanha-da-amazônia e em função do uso.

Produto	Aflatoxinas totais
Castanha-do-brasil com casca para consumo direto	20 µg.kg ⁻¹
Castanha-do-brasil sem casca para processamento posterior	15 µg.kg ⁻¹
Castanha-do-brasil sem casca para consumo direto	10 µg.kg ⁻¹

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2011).

Nesse sentido, faz-se necessária a adoção de boas práticas de produção ou de medidas de higiene e manejo da castanha-da-amazônia ao longo de toda a cadeia produtiva. O objetivo é alcançar níveis de umidade e atividade de água do produto próximos aos ideais, o que minimiza perdas, garante segurança e qualidade ao produto e confere ganhos significativos à produção (Sá et al., 2008; Brasil, 2010).

Algumas práticas, como o planejamento da coleta, por exemplo, evitam que os frutos sejam deixados por longos períodos na floresta, especialmente em montes identificados como “amontoa”, em condições de elevada umidade e em contato com o solo, que se constitui reservatório natural de fungos. Assim, na fase de pós-coleta da castanha-da-amazônia, as boas práticas de produção deverão ser adotadas em diferentes etapas (Figura 1).

Como o foco deste capítulo são as etapas de pré-secagem e armazenamento da castanha com casca na unidade de produção agroextrativista, ou seja, na propriedade ou no estabelecimento rural, não será dada ênfase às fases de pré-coleta e coleta (amontoa/empilhamento e quebra dos ouriços), por constituírem operações do ciclo de exploração florestal.



Figura 1. Fluxograma da fase de pós-coleta de castanha-da-amazônia, incluindo as etapas que fazem parte das boas práticas de produção.

Fonte: Adaptado de Álvares; Wadt (2011).

Pré-secagem e armazenamento em unidades de produção agroextrativista

Com a maturação e queda dos frutos, o opérculo se desloca para dentro do ouriço, e rachaduras podem surgir em sua casca (Figura 2A). Além disso, perfurações superficiais podem ser produzidas por insetos. Todas essas alterações favorecem a entrada de propágulos de microrganismos que naturalmente colonizam a superfície dos frutos e das sementes de castanha-da-amazônia.

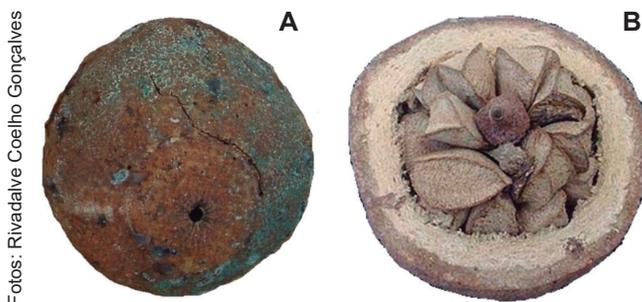


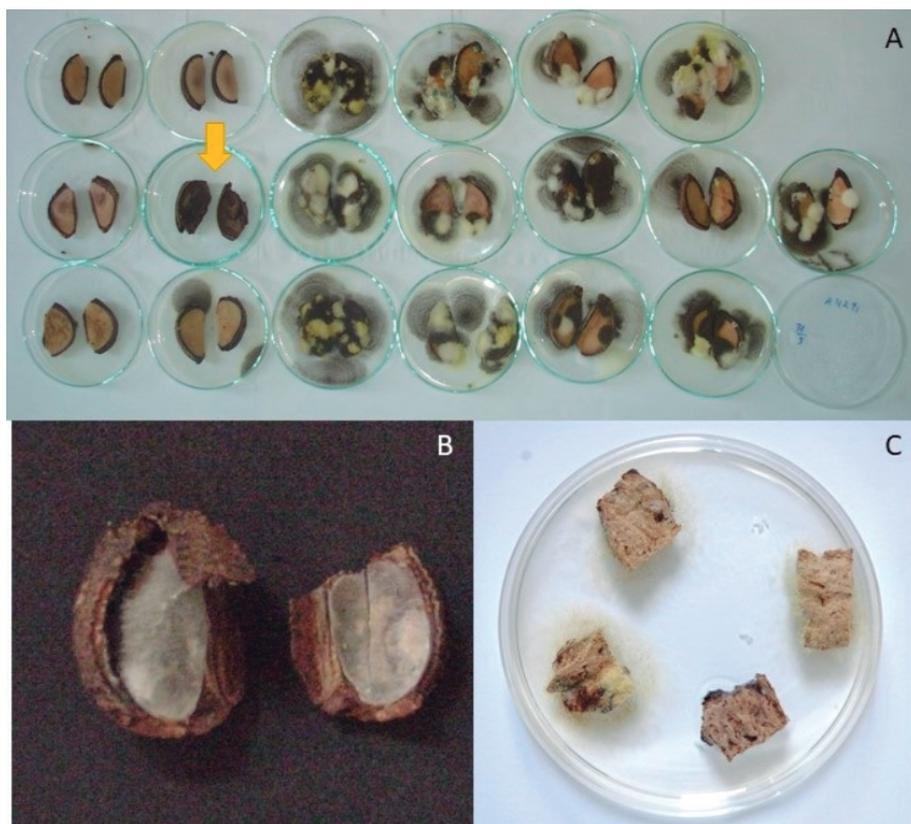
Figura 2. Detalhe do fruto da castanheira com (A) o orifício aberto pela maturação do fruto e rachaduras na casca lenhosa; e (B) fruto normal com todas as sementes aparentemente saudáveis.

A aparência física externa das sementes pode ser completamente normal (Figura 2B), com todas as amêndoas aparentemente saudáveis e saborosas. Contudo, existem frutos que se encharcam de água, e as sementes ficam, parcialmente ou totalmente, fungadas e apodrecidas. Assim, podem também ser danificadas por insetos (Figura 5I) ou mesmo pela ferramenta usada na quebra dos ouriços (Figura 3).



Figura 3. Fruto com sementes colonizadas por fungos e semente cortada pela ferramenta usada para abertura do fruto.

Na Figura 4A, estão expostas todas as sementes aparentemente saudáveis, de um único fruto, que foram colocadas em meio de cultura. Observa-se que, neste caso, encontraram-se sementes com fungos filamentosos decompositores, como *A. flavus*, *A. niger* e *Penicillium* spp., inclusive micotoxigênicos; sementes vazias, chochas, sem fungo filamentoso algum (seta); e sementes sem presença de fungos filamentosos. A Figura 4B mostra uma semente com podridão seca por *Lasiodiplodia theobromae*, enquanto a Figura 4C exhibe placa com fragmentos de casca da castanha que apresenta *A. flavus*. Quando não há seleção das castanhas, forma-se um lote de castanhas com sujidades naturais e sementes inapropriadas para o consumo, que precisam ser retiradas do lote na operação de seleção.



Fotos: Rivaldave Coelho Gonçalves

Figura 4. Sementes de *Bertholletia excelsa*, de um único fruto colhido no chão de floresta nativa, infectadas por *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Penicillium* spp. (A); semente com o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (B); e placa com colônias de *Aspergillus flavus* a partir da casca lenhosa de fruto (C).

A seleção das castanhas com casca é uma operação que tem como objetivo a limpeza do lote de sementes e o aumento de eficiência do processo de pré-secagem, visto que essa operação contribui para a redução do volume e da umidade inicial do lote de sementes a ser submetido à secagem. Nessa etapa de seleção, devem ser eliminados os restos do fruto e o opérculo do fruto, conhecido como umbigo (Figuras 5I a 5L); as sementes cortadas (Figura 5B), os pedaços de ouriços, folhas e galhos; as castanhas escuras apodrecidas (Figuras 5E e F); as castanhas com fungos do tipo mofos, visíveis a olho nu na casca (Figura 5A a 5C); e as castanhas danificadas fisicamente (Figura 5G e 5H).

Fotos: Rivadalve Coelho Gonçalves

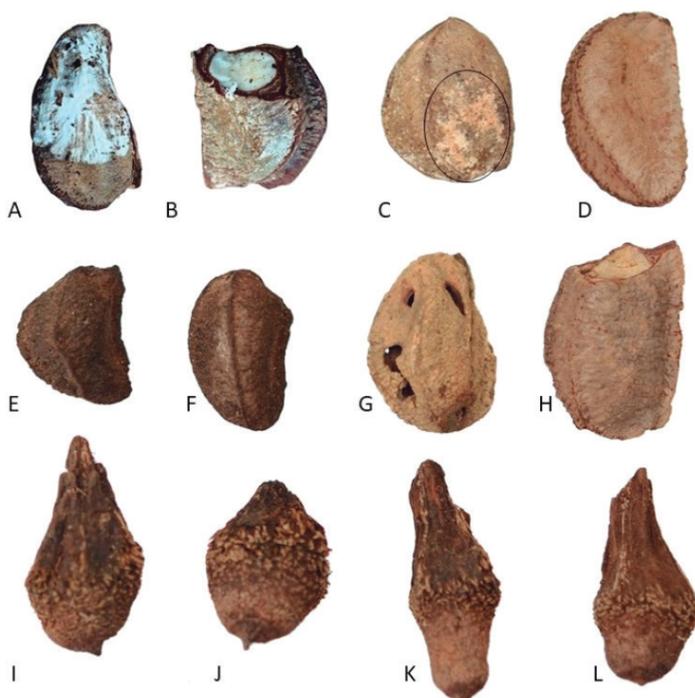


Figura 5. Exemplos de sementes com fungos que apresentam massa de esporos branca (A) e rósea (C) na casca; sementes cortadas (B); sementes saudáveis (D), sementes com casca escura (E e F); sementes danificadas (G e H); e opérculos com diferentes formatos – tampão do poro – de frutos de castanha-da-amazônia (I a L).

A redução das fontes de contaminação por fungos resulta na menor probabilidade de produção de micotoxinas, o que contribui para a melhoria da qualidade do produto (Baquião et al., 2013; Ferreira; Carniello, 2018). Mesmo que a operação

de seleção tenha como meta a redução de fungos micotoxigênicos, o controle de fungos apodrecedores não toxigênicos do lote de sementes também é importante para a manutenção de sua qualidade, pois visa reduzir perdas durante o transporte e o armazenamento. Dessa forma, a etapa de pré-secagem das castanhas tem importante papel no controle do crescimento fúngico e na prevenção da produção de aflatoxinas, uma vez que objetiva promover a redução do teor de umidade e a atividade de água iniciais das amêndoas.

No entanto, na coleta convencional da castanha com casca, a pré-secagem não é executada. O armazenamento é realizado por curto período, em sacos empilhados na própria floresta, sob a copa das árvores ou sob cobertura artificial, próximo ou no local de embarque para o transporte secundário até o armazém do comprador. No manejo simples, que introduz alguns princípios do manejo com boas práticas de produção, a pré-secagem é realizada de forma muito lenta, em secadores pouco eficientes, que demandam longo tempo para reduzir significativamente a umidade das castanhas com casca. Nesse caso, são necessários 15 dias de operação para reduzir em 55% a umidade inicial da castanha com casca; isso depende muito da umidade inicial do produto e da umidade relativa do ar. Até que o produto seja transportado para a indústria, fica armazenado nas comunidades, normalmente por longos períodos, com taxas de umidade superiores a 25% (Álvares et al., 2009; Nogueira, 2011). Em alguns casos específicos, como acontece no Estado do Mato Grosso, onde a coleta é comumente realizada em áreas de floresta de propriedades de terceiros (áreas privadas ou não), na forma de arrendamento, ou em áreas comunitárias, a secagem parcial eficiente poderá também contribuir para diminuir o peso da carga durante o transporte do produto da floresta para o armazém na propriedade, ou armazém comunitário, ou, ainda, para a indústria (Nogueira; Álvares, 2012).

No armazenamento primário, adotado na coleta convencional, lotes de castanhas com diferentes teores de umidade, atividade de água e frequências de microrganismos são misturados e dispostos em estruturas inadequadas, sem a adoção de medidas que favoreçam a sua aeração. Nesse contexto, a pré-secagem artificial, seja por meio de secadores solares, seja de circulação natural de ar, e o armazenamento primário contribuem para promover o controle do crescimento fúngico (Brabet et al., 2009; Baquião et al., 2013).

Tecnologias de pré-secagem para unidades de produção agroextrativistas

Tendo em vista que a maior parte da produção de castanha-da-amazônia provém de áreas de exploração extrativista, muitas vezes de difícil acesso, com precárias condições de infraestrutura para tratamento e armazenamento do produto e inexistente rede de energia elétrica em muitos locais de produção, as condições de umidade e atividade de água da castanha, necessárias para limitar o crescimento fúngico e evitar a produção de aflatoxinas, dificilmente são atingidas na pré-secagem. A adoção de quaisquer medidas que venham a contribuir para reduzir a umidade e a atividade de água do produto se torna de extrema relevância para o controle de contaminações.

Tecnologias mais simples, quando adotadas no âmbito de unidade de produção, podem contribuir, de forma significativa, para a manutenção da qualidade do produto até sua comercialização. Para tanto, de forma a possibilitar sua adoção, as tecnologias de pré-secagem devem considerar o custo e a disponibilidade local de energia, de infraestrutura e de mão de obra. O processo deve ser realizado ainda de forma rápida e considerar o volume diário de produção do extrativista (Nogueira; Álvares, 2012).

Os processos de pré-secagem devem promover também a manutenção da qualidade nutricional e das características físicas da amêndoa, o que previne alterações indesejáveis no gosto, como a rancificação, ocasionada pela oxidação da fração lipídica da castanha. A exposição da amêndoa a temperaturas superiores a 50 °C pode, por exemplo, provocar rachaduras, as quais causam exsudação do óleo, redução do teor de vitamina E e redução significativa da atividade antioxidante e dos níveis de compostos fenólicos totais (Nogueira, 2011; Muniz et al., 2015; Özcan et al., 2018).

Nesse contexto, são apresentados alguns equipamentos e processos disponíveis para a pré-secagem de castanha-da-amazônia em unidades de produção, com base nas peculiaridades da região amazônica e do produto. Em virtude das diferentes unidades utilizadas para medir a produção de castanha em toda a Amazônia, procurou-se padronizar a informação no texto com a mais comum, que é a lata. Na Figura 6, pode-se ver um modelo da lata utilizada na medida de 20 L de castanha-da-amazônia.



Foto: Lúcia Helena de Oliveira Wadt

Figura 6. Lata de medição de 20 L de sementes de castanha-da-amazônia, utilizada na comercialização do produto florestal *in natura*.

Secador estacionário a ar aquecido e forçado artificialmente

O secador estacionário a ar aquecido e forçado artificialmente foi planejado para uso por comunidades extrativistas que dispõem de energia elétrica. O equipamento promove a redução da umidade do produto em 9,7% ao final de 48 horas de secagem (Gonçalves et al., 2010). As Figuras 7 e 8 apresentam detalhes desse secador, e a Tabela 2 traz a especificação dos itens necessários para a construção do secador.



Fotos: Rivadálve Coelho Gonçalves

Figura 7. Secador estacionário a ar aquecido e forçado artificialmente com vista frontal da fornalha (A); e vista da bandeja carregada de castanha com termômetro no meio da massa de sementes (B).

O secador é constituído por coifa com tubo exaustor de fumaça, exaustor/ventilador de ar quente indireto sem fumaça e bandeja de secagem, todos conectados a uma fornalha abastecida com lenha (Figuras 8A a 8C). A fornalha é construída em alvenaria, enquanto a coifa é confeccionada em chapa de ferro com 22 tubos sobrepostos em quatro fileiras, sendo duas fileiras de seis tubos e outras duas de cinco tubos. Esses tubos têm a função de realizar a troca de calor e permitir que o ar quente enviado para secar as castanhas não tenha fumaça (Gonçalves et al., 2010).

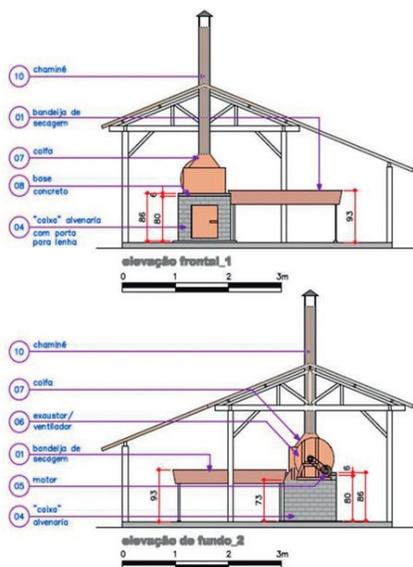


Figura 8A. Secador estacionário a ar aquecido e forçado artificialmente: elevação frontal e elevação de fundo.

Fonte: Gonçalves et al. (2010). Desenhos: Beatriz de Campos Lorentz

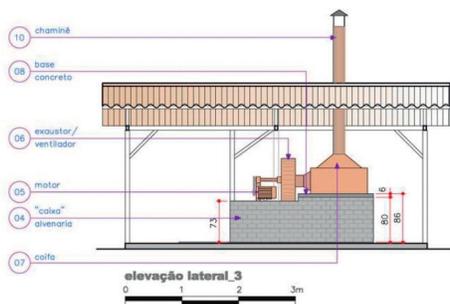


Figura 8B. Secador estacionário a ar aquecido e forçado artificialmente: elevação lateral.

Desenho: Beatriz de Campos Lorentz

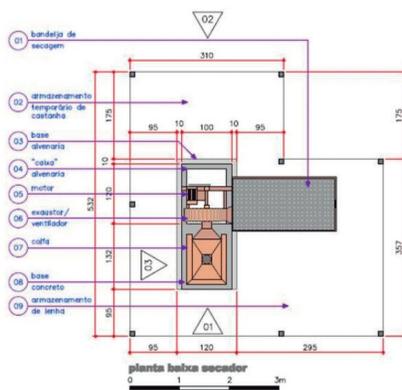


Figura 8C. Secador estacionário a ar aquecido e forçado artificialmente: planta baixa do equipamento.

Fonte: Gonçalves et al. (2010). Desenho: Beatriz de Campos Lorentz

Tabela 2. Especificação dos itens para construção do secador a ar aquecido e forçado artificialmente.

Itens	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
Fornalha	90	100	135	-	-
Coifa	79	45	100	-	-
Tubos	-	-	-	50	3,0
Chaminé	-	360	-	180	2,0
Câmara plenum	28,4	-	-	758	3,0
Tubo de conexão coifa-exaustor/ventilador	-	-	-	253	3,0
Diâmetro do eixo	-	-	-	33	-
Diâmetro da polia	-	-	-	110	-
Hélice	-	-	-	500	-
Pás da hélice	-	-	20	-	4,2
Espelho da hélice	-	-	-	100	10,0
Bandeja externa	107	31,8	209	-	2,0
Duto de saída de ar com expansor	28,4	20,3	23,9	-	-
Abertura do expansor	60	3,8	-	-	-
Pé da bandeja externa	-	80,2	-	29	-
Pé da bandeja interna	-	5	-	10	-
Mancal	5,9	10,5	20,5	-	-

Fonte: Adaptado de Gonçalves et al. (2010).

Nesse equipamento, deve haver um preaquecimento da fornalha por 6 horas até a estabilização da temperatura, já que o abastecimento de castanhas é realizado uma única vez, com revolvimentos. O equipamento foi dimensionado para a secagem de 15 latas de castanha por batelada, com uma camada de sementes de 15 cm de altura na bandeja. A temperatura média de secagem deve ser mantida em torno de 46 °C, e a umidade relativa do ar, em 55%, a fim de obter castanhas com umidade de 9,7% ao final de 48 horas de secagem (Gonçalves et al., 2010).

Secador a ar quente por convecção natural

O secador a ar quente por convecção natural apresenta estrutura bastante rústica, condizente com a realidade da região e com o dia a dia na floresta. Pode ser utilizado na área do produtor, ou em áreas coletivas, ou mesmo de terceiros, arrendadas para esse fim, uma vez que dispensa energia elétrica e foi dimensionado para a pré-secagem da produção média diária de um coletor de castanha-da-amazônia, ou seja, de 11 a 17 latas de castanha. Dessa forma, o uso desse secador como tecnologia de pré-secagem de castanha para comunidades extrativistas reduz o peso do lote de sementes devido à perda de água, o que proporciona manejo mais simples e economia no transporte secundário – da unidade de produção até o local de beneficiamento.

A pré-secagem, por 6 horas e a 45 °C, com o uso do secador a ar quente por convecção natural, é capaz de reduzir em 40% a umidade inicial das amêndoas. Isso demonstra a eficácia do equipamento, uma vez que diminui em até 98% o tempo médio de secagem da castanha com casca em relação ao método convencional, seja ao sol, seja simplesmente guardada em paiol.

O uso do secador a ar quente por convecção natural também pode reduzir a contaminação por fungos filamentosos totais e manter os níveis de aflatoxinas abaixo dos limites legais. Além disso, a baixa temperatura de secagem utilizada nesse sistema previne rachaduras nas cascas das castanhas, o que, além de contribuir para evitar a entrada de microrganismos na amêndoa, também colabora para manter a composição físico-química do produto e impedir sua rancificação (Costa et al., 2017).

Outro ponto importante no uso dessa tecnologia é a possibilidade da utilização do próprio ouriço como fonte de geração de calor para a fornalha (Nogueira; Álvares, 2012). O poder calorífico do ouriço é superior ao de muitas madeiras (Nogueira,

2011). Seu uso contribui também para reduzir as fontes de contaminação por fungos produtores de aflatoxina nas áreas de amontoa, na floresta, ao evitar que ouriços permaneçam no local de quebra entre uma safra e outra (Nogueira; Álvares, 2012).

O equipamento mede 1,0 m de largura x 2,0 m de comprimento x 1,70 m de altura e é composto por fornalha, trocador de calor, chaminé, câmara *plenum* e câmara de secagem (Figuras 9, 10, 11 e 12). Para sua construção, devem ser seguidas as seguintes etapas:

1. Limpeza do terreno, com retirada da vegetação;
2. Localização e marcação da área do secador para escavação, com parte no subsolo (Figura 13A);
3. Assentamento do trocador de calor e execução da alvenaria de tijolos (câmara *plenum*, chaminé e fornalha) (Figuras 13B e 13C);
4. Construção da câmara de secagem em madeira e chapa perfurada (Figura 13D);
5. Assentamento da câmara de secagem (Figura 13E).

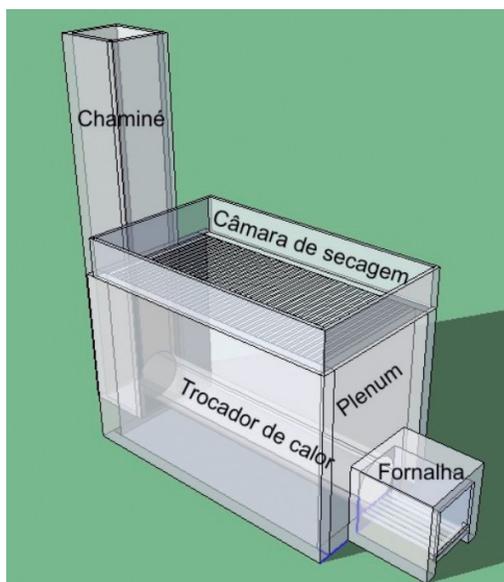


Figura 9. Estrutura do secador a ar quente por convecção natural.
Fonte: Nogueira (2011).

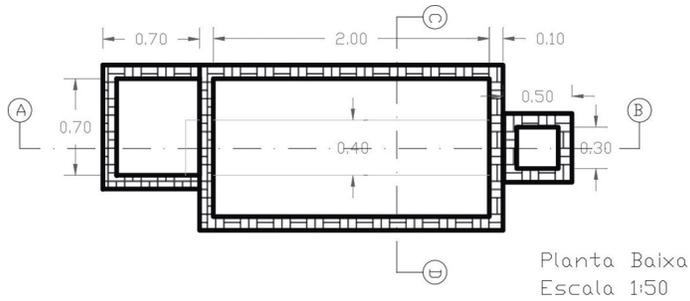


Figura 10. Planta baixa do secador a ar quente por convecção natural para a castanha-da-amazônia.

Fonte: Nogueira (2011).

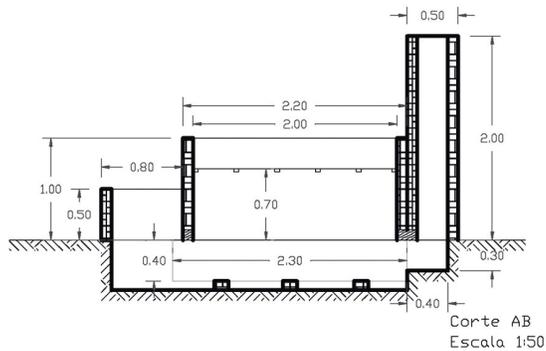


Figura 11. Corte longitudinal do secador a ar quente por convecção natural para a castanha-da-amazônia.

Fonte: Nogueira (2011).

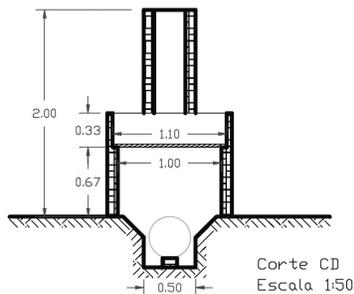


Figura 12. Corte frontal do secador a ar quente por convecção natural para a castanha-da-amazônia.

Fonte: Nogueira (2011).



Fotos: Roberta Martins Nogueira

Figura 13. Etapas para construção do secador a ar quente por convecção natural: limpeza, marcação e escavação do terreno para a locação do equipamento (A); assentamento do tubo do trocador de calor (B); execução da alvenaria (C); construção da câmara de secagem (D); e assentamento da câmara de secagem (E).

Após a construção, é importante que seja instalada uma cobertura sobre o secador, com a finalidade de realizar a secagem do produto sem interferência de precipitação por orvalho e chuvas, tendo em vista que a coleta da castanha é realizada em períodos de chuvas intensas. Na Tabela 3, estão listados os materiais para construção do secador a ar quente por convecção natural.

Tabela 3. Relação de materiais para a construção do secador a ar quente por convecção natural e estimativa de preço realizada em Porto Velho, em fevereiro de 2022.

Material	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Tijolo de barro de 6 furos (10 cm x 20 cm x 15 cm)	unidade	330	220,00
Areia média	m ³	0,4	50,00
Cimento	saco	2	84,00
Cal	saco	4	100,00
Ferro de construção 5/16" – barra de 12m	m	1,20	84,00
Chapa de aço nº 16 (1,2 x 3,00 m)	unidade	1	600,00
Ripas de madeira (5 cm x 3 cm)	m	15	70,50
Viga de madeira (7 cm x 5 cm)	m	1,20	36,00
Tábua de madeira (30 cm)	m	6,20	88,00
Tela de viveiro (1,00 m)	m	2,00	328,00
Total			1.660,50

Paiol solar

Por mais que a adoção de tecnologias de pré-secagem seja importante para a manutenção da qualidade da castanha, a secagem deve ser seguida de armazenamento em condições adequadas para evitar a contaminação do produto por outros agentes contaminantes, a reabsorção de água e, conseqüentemente, um aumento no desenvolvimento de microrganismos, que favorece a produção de toxinas e perdas de qualidade (Garcia-Cela et al., 2020). O armazenamento adequado permite, ainda, manter o produto por períodos mais prolongados, de forma a possibilitar a sua comercialização durante a entressafra, quando, geralmente, o produto alcança maior valor. Com esses objetivos, o paiol solar para pré-secagem e armazenamento da castanha foi desenvolvido e validado durante o Projeto C Cajari, executado no sul do Estado do Amapá (Pimenta et al., 2015; Silva, 2017).

Esse equipamento de pré-secagem é constituído por câmara de aquecimento coberta com telhas translúcidas e estrutura de armazenamento com capacidade para 150 latas de castanha com casca (Figura 14). A estrutura é construída em madeira, que pode ser retirada da floresta nativa ou de árvores plantadas na localidade onde se coleta a castanha, desde que devidamente autorizada a colheita florestal, ou, no caso de unidades de conservação de uso sustentável, quando os moradores têm o direito ao uso da madeira para benfeitorias na propriedade ou comunidade.

A utilização do paiol solar contribui, principalmente, para a redução do peso inicial da castanha, em até 29%. Isso se dá por meio da secagem, seleção e retirada de resíduos do produto, o que resulta em castanhas limpas e de melhor aparência,

atributos estes desejados pelas comunidades para facilitar o manuseio e transporte secundário. Essa melhoria na qualidade da castanha constitui-se, efetivamente, em aumento no valor desse produto florestal, porém, muitas vezes, isso não é reconhecido pelo comprador.



Fotos: Osias Silva



Figura 14. Paiol solar para a pré-secagem e o armazenamento de castanha-da-amazônia em áreas de produção na floresta.

O espaço de pré-secagem pode ser utilizado em conjunto com outros modelos de secadores para promover a redução da umidade e atividade de água da castanha e, assim, prolongar o tempo de armazenamento do produto. A estrutura do paiol deve ser construída em madeira resistente a insetos e fungos decompositores da região e ficar suspensa do solo, no mínimo em um metro (1,00 m) de altura, para facilitar as seguintes operações:

- Limpeza sob o paiol, antes e depois da safra, ou, ainda, durante o período de coleta, como medida de manutenção da higiene do equipamento;

- Controle de animais silvestres e domésticos para impossibilitar as contaminações cruzadas;
- Embarque e desembarque de castanhas com ergonomia.

O assoalho do armazém deve ser construído com espaço de cerca de um centímetro (1 cm) entre as tábuas, de forma a evitar: acúmulo de castanhas nas frestas que possam surgir, eventualmente, com a secagem natural da madeira; fontes de contaminações pelo apodrecimento de castanhas entre as frestas; e má aeração no interior do armazém.

O espaço destinado à secagem inicial das castanhas recém-chegadas da floresta deve ser construído com o fundo em tela galvanizada, de forma a propiciar condições de trocas de ar entre a massa de castanhas e o meio externo, porém a malha da tela deve ser de tamanho que evite a passagem das castanhas (o ideal é usar chapa galvanizada em moedas). Desse modo, recomenda-se que seu assoalho fique mais elevado que o assoalho do armazém, sendo essa diferença de pelo menos 0,50 m. Essa elevação visa facilitar também a transferência das castanhas da área de secagem para a área de armazenagem, o que é um trabalho mais ergonômico para o manejador no interior do armazém. Nessa parte de tela galvanizada, é feito o revolvimento manual das castanhas por meio de um rodo de madeira. Isso permite não somente a aeração, mas também a eliminação de resíduos orgânicos que vêm no lote de castanhas, o que propicia a sua limpeza numa única operação de tarefas repetidas.

O telhado deverá ser construído por meio de telha de aço e telhas transparentes de forma a possibilitar a entrada de luz e a elevação de temperatura, conforme esquema abaixo (Figura 15).

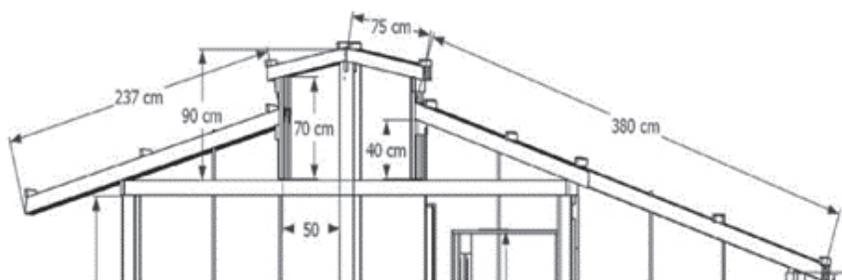


Figura 15. Esquema gráfico do telhado do paiol solar para pré-secagem e armazenamento de castanha-da-amazônia.

Desenho: Marcelino Carneiro

As paredes laterais da estrutura deverão ser construídas em madeira no estilo meia-parede, sendo a parte inferior com tábuas unidas sem deixar frestas entre si para evitar perda de castanhas pelas laterais. As meias-paredes deverão ter altura máxima de um metro (1,00 m), de maneira a evitar a formação de massa muito alta de castanhas, o que produziria secagem ineficiente, além de favorecer o acúmulo de umidade, tão prejudicial à qualidade das castanhas com cascas.

A partir das meias-paredes de tábuas, o restante deve ser construído com tela galvanizada em malha de 0,5 mm para permitir não somente a troca de ar dentro da estrutura, mas também evitar a entrada de animais domésticos e silvestres e as contaminações cruzadas. Já as paredes laterais da área de secagem deverão ser de plástico transparente (plástico de estufa), com 1,5 mm de espessura, resistente; são afixadas na parte superior de modo que, quando necessário, possam ser levantadas para permitir maior fluxo de ar no interior do secador durante o dia e abaixadas durante as chuvas comuns na época da safra de castanha. Na Tabela 4 estão listados os materiais para construção do paiol solar:

Tabela 4. Relação de materiais para construção do paiol solar para pré-secagem e armazenamento de castanha-da-amazônia e estimativa de preço realizada em Porto Velho, em fevereiro de 2022.

Material	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Estrutura e base do paiol			
Esteio de 5" x 5" (5 m para a sustentação da área de armazenamento)	m	50	2.968,5
Esteio de 4" x 4" (4 m para a sustentação da área de secagem)	m	20	1.187,40
Estacas de 4" x 4" (2 m para a sustentação do assoalho)	m	10	593,70
Estacas de 4" x 4" (2,5 m para a sustentação do assoalho e da área de secagem)	m	5	296,85
Assoalho			
Frechal de 4" x 2" (7,2 m para apoio dos frechais do centro do assoalho e da lateral)	m	14,4	410,40
Frechal de 4" x 2" (6 m para apoio dos frechais na lateral esquerda)	m	6	171,00
Frechal de 4" x 2" (4 m para apoio das tábuas, distribuídos em toda a extensão do assoalho)	m	44	1.054,00
Frechal de 4" x 2" (2 m para apoio das tábuas da escada externa do paiol)	m	6	171,00
Tábua de 6" x 1" (4 m para o assoalho)	m	224	6.384,00
Prego de 3" x 9" (para pregar os frechais nos esteios da base do paiol)	kg	4	66,08
Prego de 2" x 13" (para fixação do assoalho)	kg	4	120,00

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Material	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Área de secagem			
Frechal de 4" x 2" (6 m – 2 para sustentar a base da tela e 1 para apoiar os frechais do telhado)	m	18	513,00
Frechal de 4" x 2" (2 m para apoio das ripas que sustentarão a tela)	m	18	513,00
Ripão de 2" x 2" (6 m para apoiar a tela)	m	48	456,00
Perna-manca de 3" x 2" (3 m para atracamento das paredes; deverão ser cortadas para o tamanho adequado do local)	m	27	182,25
Ripas de 2" x 1" (3 m para prender a tela e o plástico transparente)	m	18	81,00
Tábua de 6" x 1" (4 m para a parte frontal e posterior; deverão ser cortadas ao meio)	m	24	342,00
Tábua de 6" x 1" (3 m para a lateral da área de secagem)	m	18	256,50
Prego 3" x 9" (para atracamento dos esteios e ripões da área de secagem)	kg	2	45,00
Tela galvanizada soldada de 1 m x 6 m	m	12	453,28
Tela metálica hexagonal, malha ½, 24 m x 1,1 m x 10 m	m	10	178,70
Plástico transparente para estufa de 400 cm x 800 cm x 0,15 cm (para vedar as laterais da área de secagem)	m	8	180,00
Telhado			
Telha de aço ondulada 985 útil 0,50 esp. branco gelo/prime com película de 244 cm x 100 cm (para a primeira fiada da lateral esquerda do armazém)	unidade	9	1.575,00
Telha de aço ondulada 985 útil 0,50 esp. branco gelo/prime com película de 220 cm x 100 cm (para completar a arte frontal da primeira fiada acima da telha transparente)	unidade	1	175,00
Telha de aço ondulada 985 útil 0,50 esp. branco gelo/prime com película de 170 cm x 100 cm (para primeira fiada acima da telha transparente)	unidade	8	1.400,00
Telha de aço ondulada 985 útil 0,50 esp. branco gelo/prime com película de 100 cm x 100 cm (para o telhado sobreposto/ lanternim)	unidade	18	3.150,00
Telha transparente ondina de 50 cm x 244 cm (para cobertura da área de secagem)	unidade	15	750,00
Cumeeira lisa de 400 x 0,50 branco gelo/prime com película de 200 cm x 25 cm x 25 cm (para vedar a parte central do telhado)	unidade	4	392,00
Prego de 3½ x 11 (para telha)	kg	5	125,00
Prego de 2½ x 11 (para telha transparente)	kg	2	46,00
Frechal de 4" x 2" (7,2 m para atracamento lateral do telhado)	m	50,4	1.436,40
Frechal de 4" x 2" (4 m para atracamento horizontal do telhado)	m	16	56,00
Ripão de 2" x 1" (8,2 m para suporte do telhado)	m	90,2	856,90
Ripão de 2" x 1" (7 m para suporte do telhado)	m	42	399
Frechal de 4" x 2" (6 m para apoiar ripões do telhado lateral esquerdo)	m	36	1.026,00
Frechal de 4" x 2" (0,75 cm para apoiar ripões do telhado lateral esquerdo)	m	4,5	128,25
Frechal de 4" x 2" (0,75 cm para apoiar ripões do telhado lateral direito)	m	4,5	128,25

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Frechal de 4" x 2" (7,2 m para apoiar ripões do telhado lateral direito)	m	43,2	1.231,20
Frechal de 4" x 2" (1 m para servir de suporte – pontal – do telhado)	m	8	228,00
Prego 3 x 9 (para pregar frechais e ripões de atracamento, pontal e suporte do telhado)	kg	4	100,00
Paredes			
Material	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Tábua de 6" x 1" (4 m para paredes laterais)	m	336	4.788,00
Perna-manca de 3" x 2" (3 m para paredes)	m	117	789,75
Tábua de 6" x 1" (1,20 m para rampa)	m	10	142,50
Frechal de 4" x 2" (3,50 m para rampa)	m	14	399,00
Total			38.084,90

Armazém-secador com ventilação natural

O armazém-secador com ventilação natural é um equipamento híbrido, desenvolvido pela Embrapa para uso em unidades de produção florestal de castanha-da-amazônia. A estrutura de secagem do equipamento é do tipo secador em bandeja telada, à sombra plena, por telha cimentícia, sob condição de temperatura e umidade naturais, construída com madeira resistente a insetos e fungos decompositores, e possui caixas forradas com tela de arame. O equipamento, preconizado inicialmente na Embrapa para a melhoria da qualidade das castanhas com casca, como unidade secadora com capacidade para a produção de uma família, foi ampliado a uma unidade de média escala para atender à produção comunitária de 1.500 latas de castanha na safra (Figuras 16A e 16B).



Figura 16. Armazéns-secadores com ventilação natural na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre: (A) armazém-secador para a produção familiar individual (Seringal Porvir); (B) armazém-secador de média escala para atendimento à produção comunitária (Seringal Porongaba).

De forma a impedir a entrada de animais domésticos, roedores e insetos, o armazém deve ser construído a partir de 1 m de altura do solo, e, nos esteios da estrutura, devem ser instalados cones invertidos ou saias de alumínio. As escadas também deverão possuir a saia de alumínio se forem fixas, mas, se forem móveis, deverão ser removidas sempre que não estiverem sendo utilizadas (Souza et al., 2010).

O telhado pode ser construído com telhas de zinco ou alumínio, com beiral largo o suficiente para evitar a entrada de chuva. O pé-direito, com altura de 3,5 m a 4 m, e o lanternim, protegido com tela de nylon de malha de 1,0 mm, permitem as trocas de ar no interior do equipamento e auxiliam na formação de correntes de ar, o que favorece a aeração das castanhas (Souza et al., 2010). As paredes devem ser construídas em madeira até a metade da altura do pé-direito, com frestas de 1,5 cm entre as tábuas; enquanto a outra metade deve ser feita em tela galvanizada com malha de 0,5 cm x 0,5 cm (Figura 17).

Internamente, o armazém-secador individual é dividido em duas partes: uma com piso em tela galvanizada com malha de, no máximo, 1,0 cm x 1,0 cm; e outra com piso em tábuas de madeira, com frestas de aproximadamente 1,5 cm, para o acondicionamento da castanha em sacos ou a granel, após o período de revolvimento (Souza et al., 2010).

Foto: Lúcia Helena de Oliveira Wadt



Figura 17. Vista lateral do armazém-secador com ventilação natural para produção familiar.

Ao entrar no armazém, a castanha deve ser colocada sobre a área com piso telado e ser revolvida diariamente, pelo período de 5 dias, para promover a aeração do produto. Ao final dos 5 dias, pode ser embalada em sacos de 60 kg e armazenada na área com piso de madeira. Nesse sentido, deve-se observar espaçamento entre as pilhas de, no mínimo, 15 cm e evitar montes com mais de cinco sacas (Souza et al., 2010). Na Tabela 5, estão listados os materiais para a construção do armazém-secador com ventilação natural.

Tabela 5. Relação de materiais para a construção do secador com ventilação natural para produção familiar e estimativa de preço realizada em Porto Velho, em fevereiro de 2022.

Material	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Peças de 7 cm x 5 cm (4 m)	m	240	3.420,00
Peças de 15 cm x 15 cm (comprimento de 5,1 m)	m	61,2	5.232,60
Peças de 15 cm x 15 cm (comprimento de 2,3 m)	m	27,6	2.359,80
Peças de 15 cm x 8 cm (comprimento de 6 m)	m	108	4.617,00
Peças de 15 cm x 8 cm (comprimento de 4 m)	m	72	3.078,00
Peças de 12 cm x 7 cm (4 m)	m	48	1.709,76
Tábua de 0,3 m x 3 m (3 cm x 3 m)	m	9	127,80
Tábua de 0,3 m x 4 m	m	4	57,00
Telha de alumínio	unidade	32	5.600,00
Tela com 0,8 m de largura, malha 0,5	m	15	570,00
Chapa tipo moeda*	m	3	195,00
Prego de 4 polegadas	kg	4	90,00
Prego de 2,5 polegadas	kg	6	153,00
Dobradiças para porta	unidade	6	29,00
Trincos para porta	unidade	2	105,80
Prego telheiro	kg	4	31,80
Cadeados	unidade	2	81,00
Grampo em U	kg	1	25,00
Gasolina e óleo queimado para motosserra	litros	50	360,00
Óleo 2 tempos	litros	5	109,50
Óleo queimado	litros	25	75,00
Valor total			28.027,06

* (<http://acograde.com.br/tela-moeda/>)

Um armazém-secador com oito unidades secadoras, para produção comunitária, é apresentado abaixo. Avaliações desse secador demonstraram a eficiência dessa tecnologia de baixo custo e de fácil adoção. Detalhes da estrutura são mostrados nas Figuras 18 e 19.

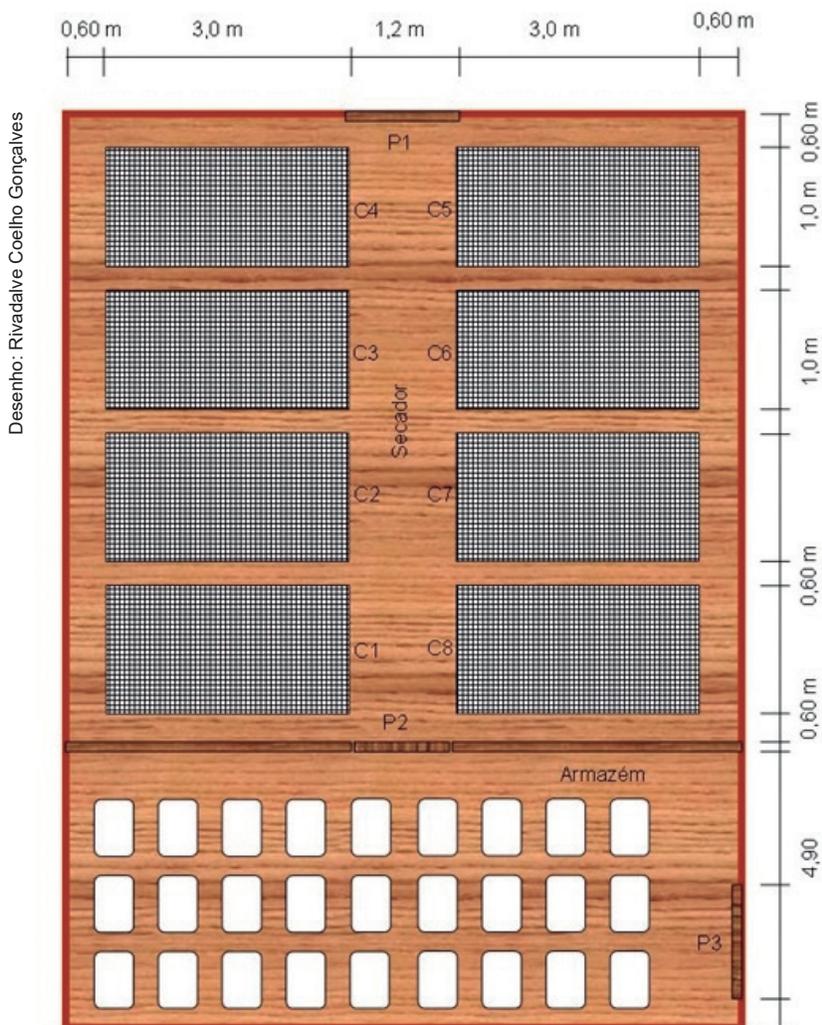


Figura 18. Desenho de planta baixa de secador com ventilação natural para a castanha-da-amazônia, em escala comunitária (1.500 latas).



Fotos: Rivaldaive Coelho Gonçalves

Figura 19. Vista do armazém-secador em construção pelos próprios produtores florestais – (A) vista da unidade de secagem em construção e (B) vista frontal.

Esse secador, conforme estudo preliminar realizado pela Embrapa, em comparação ao armazenamento convencional e temporário no chão, sobre folhas de sororoca (*Phenakospermum guianense*) e sob as copas das castanheiras, possibilita a melhoria do lote manejado quanto à redução de sujidades, a melhoria do aspecto físico externo e da cor das sementes, a redução da umidade das sementes e a diminuição da transmissão de *A. flavus* semente a semente. Essa tecnologia, combinada com o conhecimento da epidemiologia de fungos aflatoxigênicos durante as fases de pré-coleta e coleta, pode representar solução com significativo avanço nas boas práticas de produção para a obtenção de castanhas com qualidade apropriada para o mercado.

Abaixo, a lista de materiais para construção de um armazém-secador de média escala, para produção comunitária (1.500 latas na safra), medindo 15,0 m de largura por 40,0 m de comprimento, para pré-secagem e armazenamento de castanha-da-amazônia; essa lista pode ser adaptada para diferentes tamanhos de armazém-secador. Na Tabela 6, estão listados os materiais para construção do armazém-secador com ventilação natural.

Tabela 6. Relação de materiais para a construção do secador com ventilação natural para produção comunitária de 1.500 latas de castanha e estimativa de preço realizada em Porto Velho, em fevereiro de 2022.

Material	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Peças de madeira 2" x 6" (viga assoalho)	m	485	1.382,25
Peças de madeira 5" x 6" (pilares e barrotes)	m	864	4.104,00
Prumo em peça de madeira 4" x 4"	m	91	432,25
Tela galvanizada (malha 1/2")	m ²	206	7.786,80
Tábua de madeira	m ²	165	15.675,00
Oitões em tábua de madeira	m ²	33,76	3.207,20
Porta interna/externa de madeira	unidade	70	300,00
Estrutura de madeira para telha de zinco galvanizada (vão até 15 m)	m ²	875	1.505,00
Telha ondulada em zinco galvanizado	m ²	875	45.500,00
Cumeeira para telha de zinco galvanizada em chapa lisa	m	43	1.462,00
Tábua de madeira 2" x 3" (sobre peça assoalho)	m ²	800	2.280,00
Rampa móvel em madeira	m	12	342,00
Total			83.976,50

Considerações finais

A adoção das boas práticas de produção ao longo da cadeia produtiva da castanha-da-amazônia, feita de forma ostensiva e progressiva, confere ao produto florestal a qualidade e a segurança requeridas pelos diferentes nichos de mercado que consomem a amêndoa. No médio e longo prazo, quando combinada a sistema de classificação, programas de certificação e selos de garantia de qualidade, essa nova abordagem pode contribuir para acessar mercados específicos, com valorização do produto.

Como a produção ainda é, majoritariamente, concentrada em áreas de extrativismo, com a fase pós-coleta se mostrando crítica devido à elevada umidade do produto, à possibilidade de desenvolvimento de fungos toxigênicos presentes naturalmente no ambiente e ao manejo inadequado, a pré-secagem na unidade de produção pode, além de reduzir os riscos de contaminação por micotoxinas, facilitar o manuseio e o transporte da castanha, sem comprometer sua qualidade nutricional.

A qualidade do lote de castanhas com casca pode ser atestada por baixa umidade do produto, baixa incidência de sementes chochas, baixa incidência de sujidades e nenhuma semente com contaminação visual de fungos – critérios atualmente em processo de definição. Por isso, a castanha que passa por boas práticas de produção, adotando a etapa de pré-secagem, deve ter valor agregado para o produtor devido a maior cuidado e trabalho durante a pós-coleta, redução no custo com o transporte, redução de perdas com o corte aplicado pelo comprador na relação de venda e redução de perdas na agroindústria em razão da melhor qualidade do produto florestal.

O pagamento diferenciado pela qualidade do produto inicial (matéria-prima), no mercado institucional privado ou estatal, pode incentivar a adoção das tecnologias de pré-secagem, assim como o beneficiamento local e a agregação de valor à castanha. Essa abordagem pode incentivar, também, a adoção de tecnologias de manejo florestal, como o plantio de mudas de castanheiras para enriquecimentos de castanhais nativos e em roçados abandonados e para a sustentação do mercado de produtos da sociobiodiversidade amazônica, sujeitos à exploração econômica contínua pelo mercado livre.

É importante destacar que, indiretamente, o pagamento de um valor justo real pelos produtos da sociobiodiversidade contribui para a manutenção da floresta em pé, além de proporcionar benefícios culturais e sociais, como redução da fome, melhoria da qualidade de vida das populações tradicionais, nutrição adequada e diminuição da migração para centros urbanos e da erosão de valores culturais.

De forma complementar, a adoção das boas práticas de produção precisa também incluir ações de assistência técnica e de apoio à infraestrutura de produção. Então, deve estar atrelada a uma estratégia de organização comunitária para a comercialização do produto e visar sempre sua comercialização por valor justo real, com base em programa físico de fomento a esse setor florestal na Amazônia.

De forma a disponibilizar tecnologias cada vez mais adequadas à realidade da região amazônica e eficientes na promoção da qualidade da castanha, como produto florestal, pesquisas que visem o desenvolvimento de novos equipamentos e processos de coleta, pré-secagem e armazenamento deverão contribuir para que a castanha-da-amazônia atinja os padrões de qualidade e a segurança normatizados, o que possibilita renda às famílias extrativistas, melhor qualidade de vida e sustentabilidade da atividade.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 mar. 2011, Seção 1. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html. Acesso em: 18 set. 2020.

ÁLVARES, V. S.; LEITE, F. M. N.; MADRUGA, A. L. S.; SOUZA, J. M. L.; COSTA, D. A. C. Monitoramento da cadeia produtiva da castanha-do-brasil quanto à contaminação por coliformes e fungos em três castanhas do Acre. In: SEMINÁRIO ANUAL DE COOPERAÇÃO UFAC-UF, 7, 2009, Rio Branco, AC. Anais [...]. Rio Branco, AC: UFAC, 2009. p. 211-217. CD-ROM.

ÁLVARES, V. S.; WADT, L. H. O. **Procedimentos para o controle higiênico-sanitário da castanha-do-brasil na floresta**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2011. 16 p.

BAQUIÃO, A. C.; OLIVEIRA, M. M. M.; REIS, T. A.; ZORZETE, P.; ATAYDE, D. D.; CORRÊA, B. Monitoring and determination of fungi and mycotoxins in stored Brazil nuts. **Journal of Food Protection**, v. 76, n. 8, p. 1414-1420, Aug. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-005>.

BOTELHO, F. M.; BOSCHIROLI NETO, N. J.; BOTELHO, S. de C. C.; OLIVEIRA, G. H. H. de; HAUTH, M. R. Sorption isotherms of Brazil nuts. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 10, p. 776-781, Oct. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n10p776-781>.

BRABET, C.; VARGAS, E. A.; SANTOS, E. A.; ARAUJO, M. Q.; MEDEIROS, N. L.; LEITE, F. M. N.; SOUZA, J. M. L.; ÁLVARES, V. S.; LINDBLAD, M.; OLSEN, M. Technical recommendations for the prevention and control of aflatoxins in the Brazil nut production chain. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR MYCOTOXICOLOGY CONFERENCE, 2009, Vienne, Autriche. **Worldwide mycotoxin reduction in food and feed chains**: Book of abstracts. Bari: ISM, 2009. p. 45.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 22 de março de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 23 mar. 2010, Seção 1. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/normativos-cgqv/csh_pov/IN11.pdf/view. Acesso em: 18 set. 2020.

ALDERARI, T. O.; IAMANAKA, B. T.; FRISVAD, J. C.; PITT, J. I.; SARTORI, D.; PEREIRA, J. L.; FUNGARO, M. H. P.; TANIWAKI, M. H. The biodiversity of *Aspergillus* section *Flavi* in brazil nuts: From rainforest to consumer. **International Journal of Food Microbiology**, v. 160, n. 3, p. 267-272, Jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.10.018>.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **CAC/RCP 59-2005**: code of practice for the prevention and reduction of aflatoxins contamination in tree nuts. Rome, Italy, 2005. 9 p.

COPPOCK, R. W.; CHRISTIAN, R. G.; JACOBSEN, B. J. Aflatoxins. In: GUPTA, R. C. (ed.). **Veterinary Toxicology**: basic and clinical principles. Cambridge: Academic Press, 2018. p. 983-994.

COSTA, D. A.; ÁLVARES, V. S.; KUSDRA, J. F.; NOGUEIRA, R. M.; MACIEL, V. T.; MIQUELONI, D. P. Quality of in-shell Brazil nuts after drying using a pilot natural convection oven in the state of Acre, Brazil. **Brazilian Journal of Food and Technology**, v. 20, e2015104, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10415>.

FERREIRA, S. A. L.; CARNIELLO, M. A. Saberes e práticas dos castanheiros envolvidos com a coleta de castanha (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) no município de Itaúba, Mato Grosso, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 3, p. 129-144, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n3.43242>.

GARCIA-CELA, E.; GARI SANCHEZ, F.J.; SULLYOK, M.; VERHEECKE-VAESSEN, C.; MEDINA, A.; KRŠKA, R.; MAGAN, N. Carbon dioxide production as an indicator of *Aspergillus flavus* colonisation and aflatoxins/cyclopiazonic acid contamination in shelled peanuts stored under different interacting abiotic factors. **Fungal Biology**, v. 124, n. 1, p. 1-7, Jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2019.10.003>.

GONCALVES, R. C.; ALVARES, V. S.; CARTAXO, C. B. C.; WADT, L. H. O.; SOUZA, J. M. L.; DE LIMA, A. C. **Secador estacionário a ar aquecido forçado artificialmente**: inovação tecnológica na secagem de sementes de castanheira da Amazonia (*Bertholletia excelsa*). Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010. 4 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 174). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/872684>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ISMAIL, A.; GONÇALVES, B. L.; NEEFF, D. V.; PONZILACQUA, B.; COPPA, C. F. S. C.; HINTZSCHE, H.; SAJID, M.; CRUZ, A. G.; CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. A. S. Aflatoxin in foodstuffs: occurrence and recent advances in decontamination. **Food Research International**, v. 113, p. 74-85, Nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.067>.

LIMA, A. M.; GONÇALVES, E. C.; ANDRADE, S. S.; BARBOSA, M. S. R.; BARROSO, K. F. P.; SOUSA, M. B.; BORGES, L.; VIEIRA, J. L. F.; TEIXEIRA, M. Critical points of Brazil nuts: a beginning for food safety, quality control and Amazon Sustainability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 4, p. 735-740, Mar. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.5793>.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 1, p.89-99, 2010.

MUNIZ, M. A. P.; SANTOS, M. F.; COSTA, C. E.; MORAIS, L.; LAMARÃO, M. L. N.; RIBEIRO-COSTA, R.; SILVA-JÚNIOR, O. C. Physicochemical characterization, fatty acid composition, and thermal analysis of *Bertholletia excelsa* HBK oil. **Pharmacognosy Magazine**, v. 11, n. 41, p. 147-151, Jan./Mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.4103/0973-1296.149730>.

NOGUEIRA, R. M. **Secagem da castanha-do-brasil em condições de floresta e carbonização do resíduo do fruto da castanheira**. 2011. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOGUEIRA, R. M.; ÁLVARES, V. S. **Secador à alta temperatura por convecção natural**: solução para a pré-secagem da castanha-do-brasil no campo. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2012. 6 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 182). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/995172>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ÖZCAN, M. M.; AL JUHAIMI, F.; USLU, N. The effect of heat treatment on phenolic compounds and fatty acid composition of Brazilian nut and hazelnut. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 376-380, Jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2947-3>.

PERAICA, M. Mycotoxicoses. In: VIEGAS, C.; PINHERO, A. C.; SABINO, R.; VIEGAS, S.; BRANDÃO, J.; VERÍSSIMO, C. (ed.). **Environmental mycology in public health**: fungi and mycotoxins risk assessment and management. Cambridge, Massachusetts: Academic Press, 2016. Cap. 5, p. 45-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411471-5.00005-3>.

PIMENTA, A. V.; RODRIGUES, E. C.; SILVA, O.; AGUIAR, O. R. E.; GUEDES, M. C. Uso de paiol e secador solar para agregação de valor e secagem de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) na resex Cajari, Amapá. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE UNIVERSIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2015, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2015.

ROTIMI, O. A.; ROTIMI, S. O.; DURU, C. U.; EBEBEINWE, O. J.; ABIODUN, A. O.; OYENIYI, B. O.; FADUYILE, F. A. Acute aflatoxin B1 – Induced hepatotoxicity alters gene expression and disrupts lipid and lipoprotein metabolism in rats. **Toxicology Reports**, v. 4, p. 408-414, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.07.006>.

SÁ, C. P.; BAYMA, M. M. A.; WADT, L. H. O. **Coefficientes técnicos, custo e rentabilidade para a coleta de castanha-do-brasil no Estado do Acre**: sistema de produção melhorado. Rio Branco: Embrapa Acre, 2008. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 168). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/494706/1/comunicado168.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

SACRAMENTO, T. R. Importância da contaminação de alimentos por aflatoxinas para a incidência de câncer hepático. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 18, n. 1, p. 141-169, jan./jun. 2016. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/3695>. Acesso em: 29 set. 2020.

SANTOS, O. V.; CORRÊA, N. C. F.; SOARES, F. A. S. M.; GIOIELLI, L. A.; COSTA, C. E. F.; LANNES, S. C. S. Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes. **Food Research International**, v. 47, n. 2, p. 235-258, July 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.038>.

SILVA, O. **Guia prático para construção de paiol de pré-secagem e armazenamento de castanha**. Macapá, AP: Instituto Estadual de Florestas, 2017.

SOUZA, J. M. L.; CARTAXO, C. B. C.; LEITE, F. M. N.; SANTOS, J. C.; WADT, L. H. O.; GONÇALVES, L. M. P. B.; MAUÉS, M. M.; ÁLVARES, V. S. **Árvore do conhecimento**: castanha-do-brasil. Embrapa. 2010. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/castanha-do-brasil/arvore/CONT000fthgk4pc02wyiv80otz6x9wwk4r7f.html>. Acesso em: 29 out. 2020.

TANIWAKI, M. H.; FRISVAD, J. C.; FERRANTI, L. S.; LOPES, A. S. L.; LARSEN, T. O.; FUNGARO, M. H. P.; IAMANAKA, B. T. Biodiversity of mycobiota throughout the Brazil nut supply chain: From rainforest to consumer. **Food Microbiology**, v. 61, p. 14-22, Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.08.002>.