

Infraestrutura Mínima para Produção de Café com Qualidade

- A Opção para a Cafeicultura Familiar -

Juarez de Sousa e Silva¹
Roberto Precci Lopes²
Sergio Maurício Lopes Donzeles³
Carlos André da Costa⁴

Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais
Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Engenharia
Agrícola

Viçosa – MG
Março de 2011

¹ Prof. Titular Voluntário, Ph.D. UFV/DEA/EMBRAPA-Café. juarez@ufv.br

² Prof. Adjunto, DS. UFV/DEA. Roberto.precci@ufv.br

³ Eng^o Agrícola, DS. EPAMIG(Zona da Mata). slopes@ufv.br

⁴ Eng^o Agrícola. Bolsista CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. carlos.costa@ufv.br

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 2 |
| 2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS | 7 |
| 2.1. Abanadora Manual para Café | 8 |
| 2.2. Lavagem e Separação | 13 |
| 2.3. Preparo do café por via seca | 20 |
| 2.4. Preparo do café por via úmida | 21 |
| 3. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS | 24 |
| 4. SECAGEM | 25 |
| 4.1. Equipamentos necessários | 26 |
| 4.2. Secagem em terreiros | 29 |
| 4.3. Secagem em secadores | 32 |
| 4.4. Secagem com energia solar | 31 |
| 5. SECAGEM EM ALTAS TEMPERATURAS | 32 |
| 5.1. Terreiro Secador ou Terreiro Híbrido I | 33 |
| 5.2. Secador em Leiras ou Híbrido II | 35 |
| 6. SECAGEM EM SILOS OU TULHAS | 36 |
| 6.1. Secagem Combinada | 37 |
| 6.2. Uma nova combinação (pré-secador, secador e silo) | 41 |
| 6.3. Detalhes do Silo Secador-Armazenador | 43 |
| 7. INFRA-ESTRUTURA MÍNIMA | 51 |
| 7.1 Exemplo de Aplicação | 52 |
| 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA | 53 |

Infraestrutura Mínima para Produção de Café com Qualidade

- A Opção para a Cafeicultura Familiar -

*Juarez de Sousa e Silva*⁵

*Roberto Precci Lopes*⁶

*Sergio Maurício Lopes Donzeles*⁷

*Carlos André da Costa*⁸

1. INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento atualmente implantado no Brasil, baseado na industrialização intensiva em capital, concentra-se principalmente nas grandes e médias propriedades, cujos proprietários têm facilidade de acesso ao crédito e, ainda, estímulo à produção de exportáveis. Enquanto não se colocam à disposição do pequeno produtor os mesmos benefícios, ou seja, acesso ao crédito para implantação de uma infraestrutura mínima, técnicas e insumos modernos, o nosso modelo de desenvolvimento será incapaz de resolver os problemas estruturais das pequenas propriedades, que, se não viabilizadas, continuarão voltadas, basicamente, para o sustento da unidade familiar, gerando pouco ou nenhum excedente para comercialização. Devido a esse fato, é comum encontrar, nas periferias e favelas das grandes cidades, uma grande quantidade de ex-agricultores, que por não possuírem qualificação para a demanda de trabalho exigido nas cidades, acabam contribuindo para o agravamento dos problemas sociais nos grandes centros. Ninguém sabe melhor preparar a terra que o agricultor. O meio rural é seu ambiente de trabalho; todos os esforços deveriam ser feitos para que lá ele permaneça,

⁵ Prof. Titular Voluntário, Ph.D. UFV/DEA/EMBRAPA-Café. juarez@ufv.br

⁶ Prof. Adjunto, DS. UFV/DEA. Roberto.precci@ufv.br

⁷ Eng^o Agrícola, DS. EPAMIG(Zona da Mata). slopes@ufv.br

⁸ Eng^o Agrícola. Bolsista CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. carlos.costa@ufv.br

gerando emprego e alimentos de qualidade para a população. Contudo, mesmo sem os benefícios ou incentivos governamentais, quando computadas conjuntamente, os pequenos agricultores que ainda persistem na atividade geram produções expressivas, sobretudo para atender à demanda interna de alimentos básicos e café.

Os pequenos cafeicultores, com exceção daqueles organizados no sistema de cooperativas, têm poucas possibilidades de comercializar a produção diretamente com os mercados consumidores, ou de retê-la, aguardando melhores preços. Em geral, por não produzirem um café de qualidade, vendem o produto aos atravessadores, muitas das vezes comerciantes gananciosos, os quais percorrem as unidades produtivas, desqualificando e pagando o produto ao preço que melhor lhes convém. Durante um encontro de pequenos cafeicultores, realizado na cidade de Bonito-BA no final de 2010, deparamos com a maior discrepância na comercialização do café. Enquanto um café de qualidade (tipo 6 bebida dura) era entregue nas cooperativas mineiras por valores superiores a R\$ 350,00, o pequeno cafeicultor da região de Bonito-BA não conseguia, sequer, R\$150,00 pelo seu produto.

É sabido que, quando parte do café não é industrializado por pequenas torrefações regionais, a sua maior parte é transportada para grandes centros de comercialização, onde o produto, com tratamento especial, é classificado e vendido a bons preços. Desse modo, o lucro da atividade do cafeicultor familiar é transferido para o “atravessador” ou agente de comercialização, que exporta ou vende diretamente o produto para as grandes agroindústrias.

O café é um dos poucos produtos cujo valor cresce com o nível de qualidade, ou seja, quanto melhor a aparência, a sanidade e a qualidade da bebida, maiores serão os preços pagos pelo produto. Portanto, a busca por produção com qualidade e os melhores meios de comercialização deveriam ser, no atual momento, as principais metas governamentais para manter ativo o segmento da cafeicultura familiar.

Com programas de transferência e difusão de tecnologias e política justa para financiamento da infraestrutura de pós-colheita, com juros e tempo compatíveis com a atividade, a cafeicultura familiar será a responsável por maior distribuição de renda, geração de emprego e manutenção do homem no campo.

Além da condução correta da lavoura, os processos de preparo, secagem e armazenagem são fundamentais para a manutenção da qualidade do produto após a colheita, sendo, portanto, muito importantes na escolha correta da infraestrutura para atender à fase final da produção do café.

Em trabalho conjunto com outras instituições, a UFV, via Departamento de Engenharia Agrícola, com o apoio do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D-Café), vem trabalhando na busca de alternativas tecnológicas para oferecer, a custos compatíveis, uma infraestrutura mínima para que, independentemente das condições climáticas, o cafeicultor familiar possa produzir café de qualidade superior. Aliás, em tempos de economia desfavorável e considerando que a mão de obra é necessária em qualquer situação, é o cafeicultor familiar que tem as melhores condições de continuar entregando um produto de alta qualidade.

No Brasil, em virtude do método de colheita empregado, o café colhido é constituído de uma mistura de frutos verdes, maduros (cereja e verdoengos), passas e secos, folhas, ramos e, quando derriçados no chão, com torrões e pedras.

Desde que possua infraestrutura adequada, é durante a colheita e nas operações subseqüentes que a cafeicultura familiar pode fazer a diferença na produção de café de qualidade. Se obtiver financiamento de colheita (para que mantenha o sustento familiar durante o período), o cafeicultor pode optar pela colheita seletiva, que, além de fornecer lotes de excelência, não danifica o cafezal e manterá uma excelente produtividade média durante o período produtivo.

Independentemente da forma de colheita, o café deve ser submetido ao processo de separação das impurezas, caso não seja colhido por catação a dedo. Essa separação pode ser feita por peneiramento manual ou por máquinas de pré-limpeza. Portanto, logo após a colheita, a pré-limpeza é o primeiro passo para atingir a qualidade desejada pelo mercado de cafés de excelência. Para executar essa operação, no caso de colheita manual, técnicos da UFV/CBP&D-Café adaptaram e colocaram à disposição dos cafeicultores uma abanadora mecânica com acionamento manual (Figura 1), cuja proposta é deixar ainda na lavoura grande parte das impurezas, além de reduzir o esforço físico e a insalubridade, quando comparada com o convencional e ineficiente processo de abano por peneiras (Figura 2).

Minas Gerais e Espírito Santo são Estados líderes na produção cafeeira do Brasil. Seus cafezais, em grande parte, estão localizados em regiões montanhosas e gerenciados por pequenos produtores, como acontece no Planalto da Conquista e na Chapada Diamantina (Bahia). Pela enorme quantidade de pequenas propriedades e pelo número de trabalhadores, o segmento da pequena produção, que abrange a cafeicultura familiar, tem importância significativa na participação da renda e na geração de emprego nesses Estados.

Em geral, nas pequenas lavouras de café, onde são usados os mesmos recursos e, muitas vezes, sob condições de cultivo semelhantes, tem-se notado a obtenção de produtividades e qualidades diferentes. Esse fato revela a necessidade de infraestrutura, melhor tecnologia e, principalmente, treinamento para uso mais adequado dos recursos, tanto técnicos quanto financeiros, e gerenciamento mais eficiente da propriedade.



Figura 1 – Limpeza e abano com abanadora portátil com acionamento manual.



Figura 2 - Limpeza e abano por peneiras comuns.

Para a melhoria da produtividade e da qualidade do café, não basta apenas usar eficientemente os insumos, a mão de obra e os tratamentos culturais. É com uma colheita apropriada e gerenciamento das operações

posteriores (transporte, separação, secagem, armazenamento e beneficiamento) que o cafeicultor garante qualidade próxima à obtida antes da colheita.

De maneira geral, a colheita do café no Brasil é feita pelo processo de derriça manual. Nesse caso, o café cai sobre o solo ou no pano, é recolhido, abanado e posto a secar em terreiros ou secadores mecânicos, muitas vezes, sem nenhum tratamento prévio do produto. Sem tecnologia e sem as boas práticas de produção, é quase impossível produzir café com qualidade.

Estudos mostram que do tempo gasto nas operações de colheita manual, 60 a 70% é utilizado na derriça, 20 a 30% no recolhimento e 10 a 15% na abanação. Durante todo o processo de colheita por derriça manual ou parcialmente mecanizada, a separação de impureza é muito importante para obtenção de cafés de qualidade. É na pré-limpeza que são eliminadas as principais impurezas que acompanham o café logo após a colheita tradicional. Além de evitar contaminações por microrganismos e suas consequências, a eliminação das impurezas evitará os constantes transtornos nas operações de secagem, armazenagem e beneficiamento, em razão do gasto excessivo de energia e mão de obra e do desgaste desnecessário dos equipamentos envolvidos nessas operações.

Apesar de a pré-limpeza por abanação manual ou mecânica ser de extrema importância, não é suficiente, ainda, para obtenção de cafés de qualidade. A separação dos diferentes tipos de café (cerejas, boias e verdes) e destes das impurezas residuais pode ser feita por meio de lavadores (lavador portátil, lavador maravilha e lavador mecânico). A limpeza do café pode ainda ser feita por máquinas que utilizam peneiras ou seletores (máquinas com peneiras e ventiladores).

Se o café não foi submetido a uma pré-limpeza no campo, antes de ser levado ao separador hidráulico, deve obrigatoriamente passar pelo sistema de peneiras mecânicas, localizado a montante do lavador. O restante das impurezas é separado na bica e eliminado por meio de um dispositivo próprio de cada lavador.

A abanação manual, como mostrado na Figura 2, é uma operação de baixo rendimento, desgastante e insalubre em caso de café ser derriçado sobre o solo ou quando é colhido o café de varrição. Outro inconveniente é que nem sempre existe a ventilação natural, que auxilia na eliminação de folhas, cascas, ramos e frutos chochos. Como mencionado, a contaminação do produto com paus, folhas, terra etc. aumenta a probabilidade de ocorrência de fungos e,

dependendo do tipo e do nível de toxinas produzidas, estas são barreiras na exportação para o mercado europeu. Independentemente de ser executada por homem ou mulher, a abanação com peneiras tradicionais é trabalho penoso: além de requerer resistência física, necessita de muita habilidade para a sua execução e, como dita anteriormente, é altamente prejudicial à saúde.

As máquinas utilizadas para separar as impurezas, ainda no campo, facilitam muito os trabalhos subseqüentes à colheita manual. A passagem do café colhido por máquinas de ar e peneira antes do sistema de lavagem pode resultar numa sensível redução no consumo de água pelos lavadores e no aumento da eficiência de separação desses equipamentos.

Na colheita seletiva e, principalmente, na colheita a dedo, parte dos problemas pode ser eliminada. Nesses sistemas de colheita, o café está praticamente limpo ao chegar à unidade de preparo. Atualmente, com a dificuldade de contratação de mão-de-obra (menos problemático na cafeicultura familiar), a tendência natural é a expansão do sistema misto, ou seja, o emprego equilibrado de mão-de-obra e máquinas derriçadoras (Figura 3), sobretudo nas regiões de cafeicultura de montanha, que, por falta de tecnologia, não é mecanizada.



Figura 3 – Derriçadeira mecânica utilizada em regiões com escassez de mão de obra.

2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Tendo em vista a necessidade de facilitar a colheita, evitar a degradação do solo, reduzir as fontes de contaminação, valorizar a mão de obra nas etapas de preparo, secagem e armazenagem e atender às exigências sócioambientais, foram propostas e avaliadas várias

alternativas tecnológicas para que o cafeicultor familiar pudesse investir em equipamentos adequados e construir uma infraestrutura mínima para produzir café com qualidade, a um custo de produção tal que o coloca em condições de competir com grandes produtores e que possa torná-lo reconhecido como produtor de cafés de qualidade.

Como não é função nem é possível, neste trabalho, abordar todos os detalhes construtivos de todos os elementos necessários para fornecer uma infraestrutura mínima para produção de café com qualidade, iremos, em muitos casos, apenas descrevê-los e informar que o Departamento de Engenharia Agrícola da UFV/ EMBRAPA-Café oferecem condições, por meio de material impresso ou oferecimento de cursos, para que os interessados, com os recursos locais, possam construir toda a infraestrutura necessária.

Sugere-se, antes de optar por determinada sequência produtiva, que o cafeicultor procure o extensionista ou o técnico da cooperativa, para ajudá-lo na tomada de decisão. Se a opção for pela colheita a dedo, podem-se eliminar determinados equipamentos. Se a colheita for pelo método convencional de derriça no pano, não se pode eliminar a abanação, a pré-limpeza e a separação hidráulica. Como é objetivo produzir café de qualidade e com higiene, o cafeicultor familiar deve esquecer a existência de derriça total sobre o solo (um mau começo é final incerto).

Admitindo que o cafeicultor tenha decidido pela derriça no pano, a segunda operação é a abanação. Durante essa fase, não tentar, de maneira alguma, transportar o café com as impurezas grossas (folhas, paus e pedaços de ramos). Como se está tratando de cafeicultura familiar deve-se colher o café com cuidado para evitar danificar a planta. Uma planta de café bem enfolhada depois da colheita é sinal de que poderá produzir bem na próxima safra. Para realização da abanação pode-se usar o processo mostrado na Figura 2. Como se trata de trabalho difícil, sugere-se o investimento no processo ilustrado pela Figura 1 e que será discutido a discutir a seguir.

2.1. Abanadora Manual para Café

Devido às dificuldades apontadas e à necessidade de aumentar o ganho dos colhedores de café, desenvolveu-se uma máquina para abanação e separação dos frutos. O objetivo deste trabalho é ensinar ao cafeicultor ou simplesmente mostrar para o pequeno empresário as possibilidades e as técnicas de construção de uma pequena máquina de pré-limpeza que pode ser fabricada numa pequena oficina e

comercializada para uso, ainda na lavoura, logo após a derriça das cerejas. Trata-se de um equipamento portátil, de baixo custo, fácil de transportar e de operar. No caso de uma cafeicultura de maior porte, pode-se pensar em uma máquina para cada dez colhedores. Para os grandes produtores, existem excelentes equipamentos motorizados e produzidos pela indústria brasileira.

A abanadora manual para café (Figura 4a, 4b) é um equipamento constituído por um conjunto de duas peneiras oscilantes e uma fixa (opcional), dispostas de forma a separar impurezas maiores (folhas, paus, torrões) do café cereja e de frutos muito pequenos ou mal formados.

A vibração das peneiras é obtida por meio do acionamento da manivela e de um conjunto de polias. O carregamento é feito no depósito (moega) localizado na parte superior da máquina. Da moega, o material (café + impurezas) passa pela peneira superior, onde são retidas as impurezas maiores (folhas, paus etc.), que são direcionadas para as calhas, situadas nas extremidades das peneiras. O refugo (frutos de pequenas dimensões) pode ser recolhido na peneira (opcional) localizada na parte inferior da máquina.

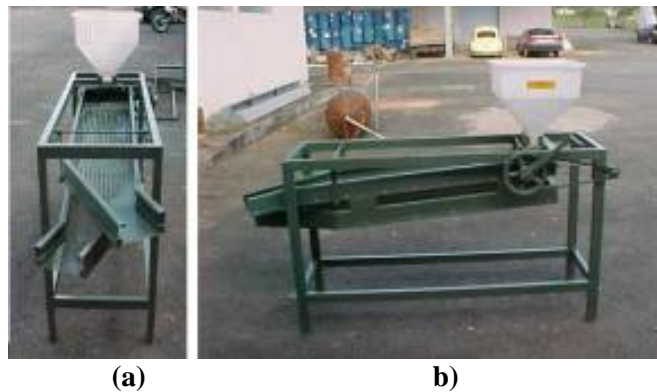


Figura 4 – Vista frontal (a) e vista lateral café (b) da abanadora manual para.

Como ressaltado anteriormente, vamos, neste trabalho, mostrar apenas alguns detalhes dos equipamentos. Para a construção de qualquer um deles, o interessado deverá solicitar o boletim específico junto ao DEA/UFV ou EMBRAPA-Café ou via www.poscolheita.com.br. Todos os componentes da abanadora estão detalhados no “Manual de Construção da Abanadora com Acionamento Manual”, cujos componentes básicos são mostrados na **Figura 5**.

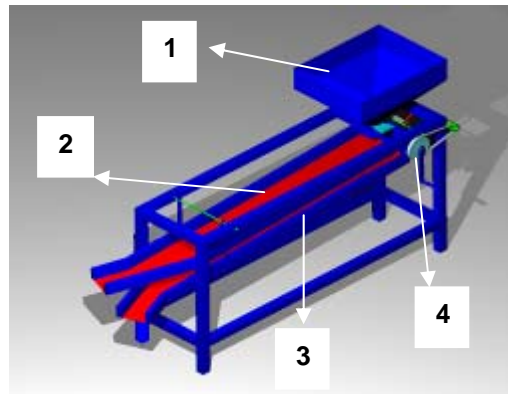


Figura 5 - Componentes da abanadora manual

- 1- Reservatório de café da roça;
- 2- Peneira superior (crivos maiores ou de 15 a 20 mm): separação das impurezas.
- 3- Peneira inferior (crivos menores que 5 a 7 mm): separação do café limpo; e
- 4- Polia e manivela para o acionamento das peneiras.

2.1.1. Testes

2.2.1.1. Teste com lote padronizado

No Quadro 1 são apresentados os resultados obtidos depois da separação manual de um volume representativo de café colhido para executar o teste comparativo entre abanação com peneira e a abanadora mecânica (lote-padrão). Com essa referência, pode ser considerado “limpo” o lote em que foram retirados os 5,7% de impurezas.

Quadro 1 – Caracterização de um lote de café de roça recém-colhido por derriça no pano e por limpeza manual

| Café derriçado | Composição da amostra (% em peso) | | | | | Umidade (%b.u.) |
|----------------|-----------------------------------|--------|--------|---------|--------------------|-----------------|
| | Café limpo | Folhas | Refugo | Sujeira | Total de impurezas | |
| 100% | 94,3% | 0,6% | 3,1% | 2,0% | 5,7% | 67,0% |

O teor de impurezas das amostras iniciais para testes de pré-limpeza com abanadora mecânica e abanação manual são apresentados no Quadro 2. Observa-se que em nenhum dos processos foi retirado o valor considerado café “limpo”. Na prática, não se esperava tal padrão de

limpeza. O importante é que não houve grande variação na quantidade de impurezas retiradas entre a abanação manual (tradicional) e a abanação mecânica (método proposto). Nesse ponto, é bom lembrar que um dos maiores problemas em manusear, mecanicamente, o café com alto teor de umidade é a saída de mel, que emperra a maioria dos transportadores como as roscas-sem-fim, elevadores de canecas e tubulações, muito comuns em secadores mecânicos. Esse fato faz com que seja obrigatório passar o café úmido por um processo de pré-secagem até o ponto conhecido como “meia-seca” para, a partir desse ponto, quando o café adquire fluidez, ser transportado e secado em secadores mecânicos.

O importante é que os resultados (Quadro 2) indicam que as impurezas grossas, que trazem problemas para as operações subsequentes, foram eliminadas em ambos os métodos de abanação. Adicionalmente, o líquido viscoso ou mel que sai pelo ponto de inserção do pedúnculo ou através de danos no pericarpo se espalha na periferia do fruto, que passa a reter as impurezas leves, dificultando ainda mais a fluidez do produto no transporte e na secagem. Portanto, a lavagem do café, além de permitir a separação por densidade, permite também a retirada das impurezas finas retidas pelo mel aderido na superfície do café, quando é dissolvido pela água de lavagem.

No Quadro 3 é mostrada a produtividade das operações de pré-limpeza de ambos os processos para o lote-padrão. Como o objetivo é aumentar a produtividade com redução do esforço físico, os resultados indicam que a abanadora mecânica foi quase cinco vezes mais produtiva do que a abanação manual e com a mesma eficiência de pré-limpeza de um café recém-colhido.

Quadro 2 – Proporção média de impurezas retiradas do lote de café após pré-limpeza utilizando a abanadora mecânica e a abanação manual

| Teste | Lote-padrão (%) | Limpeza medida |
|--------------------|-----------------|----------------|
| Abanadora mecânica | 5,7 | 4,3% |
| Abanação manual | 5,7 | 4,2% |

Quadro 3 – Produtividade média das operações de abanação (kg/min) para o lote-padrão

| Teste | Capacidade de pré-limpeza (kg/min) | Tempo estimado por medida de 60 L (min) |
|--------------------|------------------------------------|---|
| Abanadora mecânica | 19,90 | 2,3 |
| Abanação manual | 4,30 | 10,5 |

2.1.1.2, Teste em condição de campo

Diferentemente do teste-padrão, o café não foi pesado. À semelhança do que se faz na lavoura, cada teste durou o tempo necessário para encher um balaio de 60 litros com café abanado.

| Café de derriça no pano | Tempo (min) | Café limpo |
|-------------------------|-------------|------------|
| Abanação mecânica | 3,7 | 60L |
| Abanação manual | 26,7 | 60L |

Apesar de ter sido projetada para o manejo de uma pessoa, o pequeno volume de moega da máquina em teste exigiu um trabalhador para controlar o fluxo de entrada do café (Figura 6). De qualquer modo, utilizando a máquina, o tempo de abanação fica reduzido entre cinco e sete vezes, se comparado com o da abanação convencional.

Considerando quatro balaio de café como a produtividade diária média dos colhedores, usando a abanação por peneiras, essa produtividade passaria para cinco balaio com o uso da máquina. Esses resultados estão próximos aos informados por Marçal et al. (<http://www.poscolheita.com.br/colheita/cafe/abanadoras.pdf>), para quem, o tempo gasto com a abanação manual corresponde a, aproximadamente, 25% do tempo de derriça.



Figura 6 – Enchimento da moega e pré-limpeza em campo

2.2. Lavagem e Separação

Novamente, deve-se ressaltar que, se a opção é por café de qualidade, não se pode negligenciar ou diminuir a importância de nenhuma das operações pós-colheita. Ninguém, por melhor que trabalhe, é capaz de melhorar a qualidade de um café no ponto ideal de maturação. Há tempos um tradicional agricultor, ao ganhar um concurso de qualidade realizado no Paraná, disse: “o máximo que se pode fazer para obter um bom café é estragá-lo o mínimo”. Portanto, vamos adotar a receita do nosso cafeicultor paranaense e não deixar estragar aquilo em que se gastou tempo e dinheiro para produzir. Assim, procure a ajuda de um técnico de confiança e invista nos processos pós-colheita a fim de conseguir melhor remuneração para o seu trabalho anual.

Estudos mostram que, para sair do café bebida “RIO” para um café bebida “DURA”, o investimento fica ao redor de R\$10,00 por saca beneficiada. Portanto, investir R\$10,00 para ganhar acima de R\$50,00 com a diferença de qualidade é apenas uma questão de investimento e gerenciamento (procure a sua cooperativa ou SEBRAE para ajudá-lo).

Para melhor exemplificar a importância da lavagem, é bom lembrar que: quanto melhor o café, maior é a sua densidade, ou seja, quanto melhor o fruto de café, mais fácil é a sua separação via água. Um fruto maduro, recém-colhido, aparentemente bonito e que demora a afundar ou flutua em água limpa não fornecerá um produto de qualidade. Algo como a má formação das sementes e o ataque de broca e de microrganismos pode ter acontecido.

Se, depois de beneficiado, o grão de baixa qualidade, independentemente da causa, cair numa amostragem, causará aumento no número de defeitos do lote original e, se cair no teste de xícara, desvalorização drástica do lote. Assim, um pequeno investimento em um sistema de lavagem e separação (com expectativa de funcionamento de 15 safras ou mais), além de facilitar as operações subsequentes, fará com seu produto não corra o risco de ter um deságio maior do que o custo inicial do lavador.

O cafeicultor que pretende produzir qualidade nunca deve esquecer que, mesmo retirando as impurezas (paus, terra, pedras, folhas etc.) durante o processo de abanação, o café deve, obrigatoriamente, passar pelo lavador para a retirada de material fino aderido à superfície dos frutos e separação dos frutos e materiais estranhos por diferença de densidade. É com o uso adequado do lavador que os frutos “perfeitos” são separados dos frutos “suspeitos”. Mais adiante, com a leitura deste trabalho, a denominação “frutos suspeitos” será esclarecida.

Portanto, é com a adoção do lavador ou separador hidráulico que, em função da densidade, cafés que flutuam na água (secos, brocados, malformados e verdes), comumente denominados “boias”, são separados dos frutos perfeitos ou cerejas, que devem ser preparados e armazenados separadamente. As boas práticas indicam que, obrigatoriamente, os diferentes tipos de café devem ser secados e armazenados em lotes específicos, ou seja, os cafés bóias não devem ser armazenados com os cafés originados de frutos perfeitos, nem os cafés boias da primeira fase de colheita com os de final de colheita. O cafeicultor deve, antes de decidir pela formação de lotes, analisar o motivo que caracterizou o café como boia. É muito comum, no final da colheita, a obtenção de grande porcentagem de frutos do tipo bóia de boa qualidade. Nesse caso, a característica “boia” foi devido à secagem na planta e não faz com que o produto seja desqualificado.

Resumindo, vamos considerar os cafés boias como “suspeitos”, prepará-los e armazená-los em lotes individualizados, e só aceitar determinado valor de venda depois de eles serem classificados segundo tipo e bebida.

Sabe-se que a indústria brasileira disponibiliza para a cafeicultura excelentes lavadores de média a grande capacidade. Entretanto, poucas indústrias fornecem lavadores para atender à cafeicultura familiar. Dois modelos que podem atender ao cafeicultor familiar (potência de 1 HP e 2000 L/H de capacidade) são fornecidos pela Indústria de Máquinas Pinhalense (**Figura 7a,b**). O modelo da **Figura 7b** tem a vantagem de

possuir um sistema de pré-limpeza que facilita ainda mais os trabalhos posteriores.



Figura 7 - Lavadores industriais que atendem a necessidade da cafeicultura familiar.

Para aqueles que, por motivo financeiro, não têm condições de adquirir um lavador mecanizado ou para aqueles que possuem habilidade e condições para construir seu próprio equipamento, sugerimos os modelos ilustrados nas **Figuras 8 e 9**, em último caso, um lavador semelhante ao mostrado na **Figura 9**.

Os dois modelos (**Figuras 8 e 9**) podem ser facilmente construídos em uma pequena indústria ou na própria fazenda. São ideais para pequenas produções e constam simplesmente de dois depósitos; o primeiro retém a água de lavagem. Podem ser construídos em chapa metálica e fixo sobre rodas (lavador portátil), ou com o depósito de água construído em alvenaria e fixo sobre o solo (lavador fixo). Em ambos os lavadores, o segundo depósito é basculante e construído com chapa perfurada, que serve para reter o café pesado. Depois de retirado o café boia, por meio de peneira comum ou com pá perfurada (**Figura 8b**), o café pesado é descarregado pelo sistema basculante (**Figura 8d**) e transportado para a próxima operação, ou seja, despulpamento para produção de café descascado, ou direto para a secagem, para café natural.

O ideal para o funcionamento desse tipo de lavador é que haja alimentação contínua (tubulação de $\frac{1}{2}$) com água limpa. Caso não haja água corrente suficiente para renovação contínua da água de lavagem do café, a água do depósito deve ser trocada a cada lavagem de 300 litros de café (1 L de água por litro de café seria o ideal).

Outro sistema de lavagem que funciona relativamente bem, apesar de um pouco mais trabalhoso, é o ilustrado na **Figura 10**. Como

no sistema anterior, necessitará de uma caixa impermeável para reter a água de lavagem. Uma tela do tipo “sombrite” deve ser colocada dentro da água, a fim de reter o café pesado que é despejado sobre ela. Como mostrado nessa figura, o café boia e materiais leves são retirados com uma peneira comum. Para retirar o café pesado (maduros e vedoengos), basta levantar a tela sombrite e transportar o café para a próxima operação.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 8 – Lavador móvel com sistema basculante para descarga do café cereja: a) carga do secador, b) retirada do café boia, c) separação do café cereja e d) descarga do café cereja.

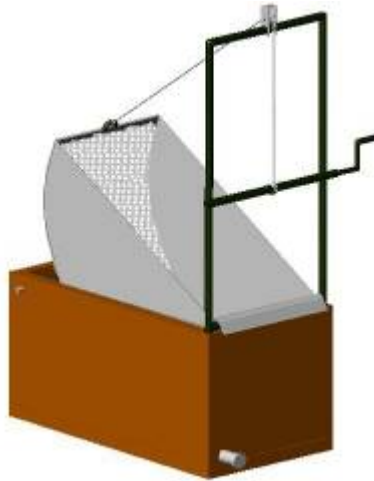


Figura 9 – Lavador fixo com sistema basculante.



Figura 10 – Lavador rústico para café utilizando caixa-d'água e tela sombrite.

O terceiro tipo de lavador que pode ser construído na propriedade é o tradicional lavador “Maravilha”, cujos elementos básicos são mostrados na **Figura 11**. O lavador “Maravilha” consiste basicamente em um tanque de alvenaria e uma calha metálica ou de madeira com saída ramificada e provida de fundo falso, onde cai o material denso (cereja, verdeongos e impurezas pesadas) (**Figura 12a**). Possui, ainda, um sistema injetor de água sob pressão controlada, para separar os cafés pesados das pedras (quando o café é colhido sobre o solo). O café pesado recebe o jato de água e retorna à superfície pela calha de cerejas pesadas. O material leve

passa livremente sobre o fundo falso e é descarregado no final da calha de boias, que nada mais é que a continuidade da calha de café de roça **Figura (12b)**.

Muito usado no passado, quando água limpa não era fator limitante, os lavadores Maravilha (**Figura 11**) foram gradualmente substituídos pelos modelos mecânicos (**Figura 7**). A grande desvantagem do lavador Maravilha é o consumo exagerado de água, que, dependendo do projeto e do estado de impureza do café, poderá ser superior a 10 litros de água para cada litro de café. Caso haja disponibilidade de água e cuidados para não comprometer o meio ambiente, o lavador Maravilha pode ser construído para um consumo de até 10.000 litros de água por hora.

Havendo escassez de água, pode-se construir o lavador com um sistema de recirculação total ou parcial da água de lavagem. Nesse caso, a cada dia trabalhado, a água deve ser utilizada para irrigação ou encaminhada para tanques de tratamento, antes de lançá-la nos cursos de água. O aparente alto consumo de água do lavador Maravilha deve-se ao fato de grande parte dela ser usada para transportar o café pelas bicas de separação. Além do menor consumo de água e menor uso de mão de obra, os lavadores mecânicos, por serem compactos, ocupam menor espaço e podem ser remanejados ou comercializados em caso de desistência da atividade cafeeira. Por outro lado, o lavador Maravilha adaptado (**Figura 11**), se não for considerada a mobilidade, tem as mesmas características do lavador mecânico.

O lavador Maravilha com recirculação de água consiste de um tanque moega, um tanque de recepção, lavador propriamente dito e tanque de recirculação com gincanas para decantação e purificação da água de lavagem. Uma bomba com rotor semiaberto para recirculação e descarga do efluente é utilizada para fornecimento de água para transporte.

Independentemente do tipo de lavador, depois da separação de impurezas e lavagem, o café pode ser encaminhado para o processo de preparo por via seca, que consiste na secagem do fruto inteiro e que dá origem ao “café natural”. Caso seja usado o processo via úmida, antes da secagem, o café deve ser submetido às operações de descascamento, lavagem e/ou retirada a mucilagem, para dar origem aos cafés “lavados” ou “descascados”.

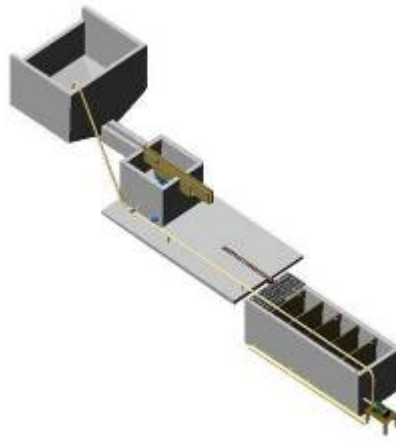
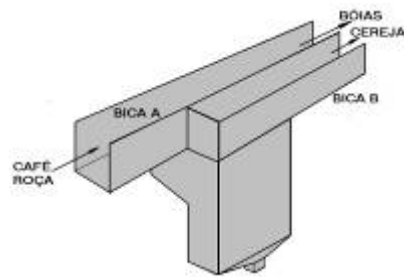
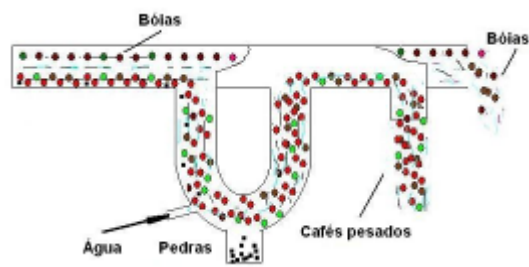


Figura 11 - Lavador com moega de recepção e tanque de recirculação de água.



(a)



(b)

Figura 12 - Esquema da calha básica do lavador Maravilha (a) e detalhes da separação (b).

2.3. Preparo do café por via seca

O preparo do café por via seca consiste simplesmente em secar separadamente os dois tipos de café (cerejas e boias). Por sua vez, a secagem deve ser iniciada assim que o café for retirado do lavador. Cuidado especial deve ser tomado para que não haja mistura de lotes de diferentes dias. Ao final do processo de secagem por via seca, o café recebe a denominação de café natural em coco.

Com exceção do café colhido a dedo, passado pelo lavador e secado corretamente, dificilmente se consegue um “café fino” processado por via seca. Mesmo realizando corretamente todas as operações, a colheita por derriça faz com que o café mais denso, que sai do lavador, seja constituído de uma mistura de frutos maduros e de frutos “verdoengos” ou parcialmente maduros (**Figura 13a**). Nota-se claramente (**Figura 13b**) que a coloração do pergaminho do café parcialmente maduro não atingiu a tonalidade (amarelo-pálido), característica de um café maduro ideal (**Figura 13c**).

Como é inviável, na prática diária, essa separação no processo via-seca, os verdoengos, frutos que não atingiram o teor de açúcar ideal, farão com que o lote passe de uma bebida “mole” para uma classe inferior (bebida dura, por exemplo).



(a)



(b)



(c)

Figura 13 – Cafés de alta densidade separados manualmente (a), verdoengos descascados (b) e (c) maduros descascados.

2.4. Preparo do café por via úmida

Diferentemente do processo anterior, com a secagem sendo realizada com os frutos inteiros, depois de separados no lavador, no preparo por via úmida, a secagem só será realizada depois de as cerejas maduras terem sido descascadas. Pode-se também, para facilitar o manuseio, passar o descascado pelo desmucilador mecânico, para remover parte da mucilagem. Depois de uma secagem correta, os grãos de café, protegidos apenas pelo pergaminho e pela camada prateada, recebem a denominação de “CD” ou “Cereja Descascado”; esse café quando degustado, apresenta sabor e aroma natural. Outro tipo, denominado “café despulpado” ou “lavado”, passa, depois de descascado, por uma desmucilagem total em um sistema de fermentação e lavagem.

Apesar de necessitar de maiores investimentos iniciais e de tratamento compulsório das águas residuárias, o preparo do café por via úmida, no longo prazo, é mais econômico e pode facilmente, à semelhança do que acontece na Colômbia e em outros países produtores de cafés de qualidade, ser utilizado com grande sucesso pelo pequeno produtor brasileiro (**ver Secagem e Armazenagem de Café – Tecnologias e Custos**).

Apesar de pouco disseminadas no Brasil, existem no mercado pequenas máquinas apropriadas para a cafeicultura familiar. A **Figura 14** mostra uma máquina de tamanho médio, ideal para uma associação de pequenos cafeicultores. Entretanto, cabe esclarecer que, apesar de bastante incentivado, o sistema de associações para produção de café de qualidade, não tem demonstrado bons resultados em algumas regiões. Como exemplo, pode-se citar a ARCA (**Figura 15**), em Viçosa-MG, e unidades instaladas em Barra do Choça – BA (**Figura 16**).

O produtor tradicional de café (principalmente o mineiro) não gosta de ver o seu produto misturado com o do vizinho. Entrando em detalhes com o produtor, dá para entender os motivos da rejeição ao associativismo na produção de café. Portanto, caso haja estudos que mostrem o contrário, a nossa experiência indica que não é aconselhável investir em infraestrutura coletiva para produção de café com qualidade. O ideal para a sustentabilidade da cafeicultura familiar é que haja programas de assistência técnica e financiamento compatíveis, para a formação e manutenção da lavoura, colheita, infra-estrutura e armazenagem. Por outro lado, beneficiamento e comercialização podem ser tratados de forma conjunta, para obtenção de volumes de venda e melhores preços. Assim, todas as fases da produção de café de qualidade devem ser executadas pela família e auxiliares e, acima de tudo, com infraestrutura e equipamentos próprios.

Retornando ao processo, pode-se afirmar que a produção de café cereja descascado, além da qualidade, tem a vantagem de necessitar de menor área de terreiro, secador de menor capacidade e, finalmente, menor tempo de secagem. Também, a quantidade de embalagens (sacaria), volumes de silos ou tulhas, necessário ao armazenamento temporário na fazenda, pode ser reduzida em até 50%. Essas vantagens devem-se à remoção da casca, à uniformidade dos grãos e à menor quantidade de água a ser removida durante a secagem.

Como é sugerida ao cafeicultor familiar a adoção de técnicas adequadas e produção individualizada para a obtenção de café de qualidade, a política correta seria provimento de condições para aquisição e instalação dos equipamentos, já discutidos neste trabalho, e de pequenas máquinas de descascar cerejas (**Figuras 17**) e, opcionalmente, o desmucilador (**Figura 18**)



Figura 14 - Descascador de café cereja, ideal para uma associação de pequenos produtores.



Figura 15 – Unidade comunitária “Arca” financiada pela Illy-Café e localizada no Campus da UFV



Figura 16 - Unidade comunitária, instalada no município de Barra do Choça – BA



Figura 17 - Tipos de descascadores de café cereja que podem atender à produção familiar.



Figura 18 – Desmucilador compatível com os descascadores da Figura 17.

3. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Devido ao impacto ambiental que as águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro podem trazer para o meio ambiente, o seu tratamento, de forma econômica, antes da disposição ao solo ou de seu lançamento direto em cursos d'água, torna-se necessário (**Figura 19**). Após a lavagem e despolpa do café, dependendo do destino final da água residuária tratada, deve-se optar por um sistema de tratamento.



Figura 19 - Pequeno sistema de tratamento da água residuária da lavagem e despolpa do café.

O tratamento de águas residuárias costuma ser dividido em preliminar, primário e secundário, segundo o grau de tratamento imposto. No tratamento preliminar, removem-se os sólidos mais grosseiros, o que pode ser feito por meio de grades com malhas convenientemente dimensionadas. No tratamento primário, o objetivo é a retirada de sólidos sedimentáveis, podendo, também, ocorrer degradação anaeróbia do material orgânico em suspensão. No tratamento secundário predomina a remoção, por ação de microrganismos que se desenvolvem no meio líquido, ou a remoção da matéria orgânica pelo sistema solo-planta e, eventualmente, nutrientes (fósforo, nitrogênio).

No tratamento primário, os tanques de sedimentação ou decantação têm a função de reter o material sólido durante o percurso da água pela estrutura hidráulica.

As lagoas anaeróbias são normalmente empregadas para estabilização de altas cargas orgânicas aplicadas e atuam como tratamento primário em uma série de lagoas. Sua função principal é a degradação da matéria orgânica (DBO e DQO), envolvendo a participação de bactérias facultativas e estritamente anaeróbias.

Outra opção interessante de tratamento primário para a água residuária seria aproveitar recursos disponíveis na própria propriedade para a confecção de filtros orgânicos. Subprodutos agroindustriais, como o bagaço de cana-de-açúcar, a serragem de madeira, o sabugo de milho ou até mesmo a palha de frutos do cafeeiro, podem ser utilizados como material filtrante. O material filtrante, no entanto, deve ser removido de tempos em tempos, pois, com a operação do sistema, os poros da camada do material filtrante vão sendo obstruídos gradativamente. Posteriormente, o material filtrante pode ser submetido a um processo de compostagem, viabilizando seu uso como fertilizante agrícola.

No livro *Secagem e armazenagem do café - tecnologia e custos* existe um capítulo que discorre com profundidade sobre técnicas de tratamento de águas residuárias originadas do preparo do café por via úmida, discutindo e abordando várias formas de tratamento, apresentando, inclusive, critérios simplificados de dimensionamento que podem ser de grande utilidade para os extensionistas.

4. SECAGEM

No Brasil, conforme os aspectos tecnológicos envolvidos, utilizam-se basicamente dois métodos para secagem de grãos: secagem natural, em terreiro, e secagem artificial, utilizando secadores mecânicos.

Na secagem em terreiros, esparrama-se o produto em pisos, que podem ser construídos em concreto, tijolo, chão batido ou em asfalto. De modo geral, os terreiros são utilizados, pelo menos, na fase inicial do processo de secagem. Entretanto, a baixa taxa de secagem e a exposição do produto a agentes biológicos, juntamente com a possibilidade de ocorrência de condições climáticas desfavoráveis, geralmente ocasionam a redução da qualidade do produto.

Na maioria das vezes, a utilização de terreiros com piso de terra, pela agricultura familiar, deve-se à falta de informação tecnológica, do baixo poder aquisitivo e ao nível técnico da propriedade agrícola em todas as fases de produção.

Nos terreiros, mesmo nos locais onde a insolação é favorável, quando a higiene ou o uso correto da técnica não são aplicados, o desenvolvimento de microrganismos na superfície dos frutos e o aumento da respiração e da temperatura do produto são fatores que aceleram o processo de deterioração da qualidade. Também, mesmo utilizando corretamente a técnica de secagem em terreiros, a probabilidade de períodos desfavoráveis pode inviabilizar, economicamente, a produção de café para competir no mercado atual.

Como a colheita do café arábica, em grande parte da Bahia, ocorre em períodos chuvosos, é muito difícil, ou quase impossível, a produção de café de qualidade usando somente o terreiro para secagem. Decidido que o objetivo é produzir café com qualidade e a baixo custo, o cafeicultor familiar deve reduzir, ao máximo, a probabilidade de produção de lotes com classificação inferior (em tipo e bebida). Para atingir esse objetivo, deve-se, além de trabalhar corretamente todas as operações anteriores, descartar qualquer técnica de secagem que dependa das condições do tempo.

4.1. Equipamentos necessários

Antes de optar por determinado secador e sabendo que a decisão é pela produção do café cereja descascado, o extensionista pode pensar na indicação de um pequeno terreiro de cimento para a pré-secagem dos cafés boias e dos verdoengos, que serão separados no lavador e no descascador de cerejas, respectivamente.

Nesse caso, não se devem superestimar as condições desfavoráveis de secagem, pois, os cafés boias secam mais facilmente e os verdoengos, mesmo em condições desfavoráveis (chuva e baixa insolação), não perdem qualidade tão rapidamente (baixo teor de açúcar). Esses cafés serão danificados por uma chuva eventual somente se o processo de secagem estiver na fase final. Cafés boias e verdoengos com teor de umidade abaixo de 20% podem ser guardados por determinado tempo até que as condições voltem a ser favoráveis para continuar a secagem.

Caso contrário, junte uma boa quantidade de cafés (parcialmente secos) e termine a secagem com o secador com ar quente. Caso isso seja feito, não se pode esquecer de que os lotes devem ser secados separadamente e que a temperatura máxima do ar de secagem, para os verdoengos, é de 40°C. Com isso, evita-se a que película prateada se torne escura e constitua defeito quando uma amostra for analisada para comercialização.

O café, logo que sai do descascador de cerejas, contém mucilagem que dificulta o manuseio no início da operação de secagem; se durante essa fase as condições não forem favoráveis, pode dar início ao processo de fermentação. Se não houver problemas com a pré-secagem, o café seco com a mucilagem tem cheiro agradável e não difere muito da cereja que foi seca na forma integral, quando beneficiados. Por esse motivo, o desmucilador é equipamento opcional para a cafeicultura familiar e, dependendo do sistema adotado, indispensável para a cafeicultura empresarial.

Com o sistema de secagem que será proposto para a cafeicultura familiar, a pré-secagem e a secagem serão realizadas como se fossem operação única, e condição desfavorável, como a chuva, só poderia prejudicar a colheita. Portanto, diferentemente dos secadores tradicionais (**Figura 20**), que exigem pré-secagem em terreiro para que o café possa fluir dentro do secador e transportadores (movimentação mecânica), o secador a ser adotado pode receber o café recém-saído do lavador. A movimentação do produto, com a finalidade de obter uma secagem homogênea, é feita manualmente.

Para facilitar a fase inicial de secagem tanto no terreiro (boias e verdoengos) como no secador, para o café descascado, seria importante a construção de um sistema para drenagem do excesso de água (**Figura 21**), que os cafés possuem ao saírem do lavador ou descascador de cerejas. É um sistema simples e muito parecido com um pequeno “terreiro suspenso”.

Permanecendo sobre o sistema de drenagem, o café perde o excesso de água e diminui o período inicial de secagem no terreiro ou no secador. Outra opção para o processo é construir um terreiro suspenso como pré-secador e de tamanho suficiente para receber a produção de um dia (**Figura 22**). Esse sistema vem sendo difundido no Espírito Santo pelos técnicos da INCAPER. O café, junto com a água de despolpa, é transportado pela tubulação de PVC dotada de registros, convenientemente espaçados, para a sua descarga. A água drenada retorna ao sistema lavador/descascador via canaleta inferior, como mostrado na **Figura 21a**.

Se for comparada com a de grãos tradicionais (milho, arroz, soja etc.), a secagem de café é mais difícil de ser executada. Além do elevado teor de açúcar presente na mucilagem, o teor de umidade inicial, geralmente acima de 60% b.u., facilita o aumento da taxa de deterioração se cuidados especiais não forem adotados, logo após a colheita.

Quaisquer que sejam os métodos de secagem utilizados, o produtor deve ficar atento aos seguintes aspectos para obtenção de café de qualidade:

- a) Evitar fermentações indesejáveis antes e durante a secagem.
- b) Evitar temperatura excessivamente elevada (o café tolera 40°C por um ou dois dias, 50°C por poucas horas e 60°C por menos de uma hora, sem se danificar).
- c) Secar os grãos, evitando os efeitos danosos de temperatura, no menor tempo possível até o teor de umidade de 18% b.u. (abaixo deste teor de umidade o café é menos suscetível à deterioração rápida).

- d) Procurar obter um produto que apresente coloração, tamanho e densidade uniformes.



Figura 20 – Secador comercial, tipo cascata, com calhas circulares.

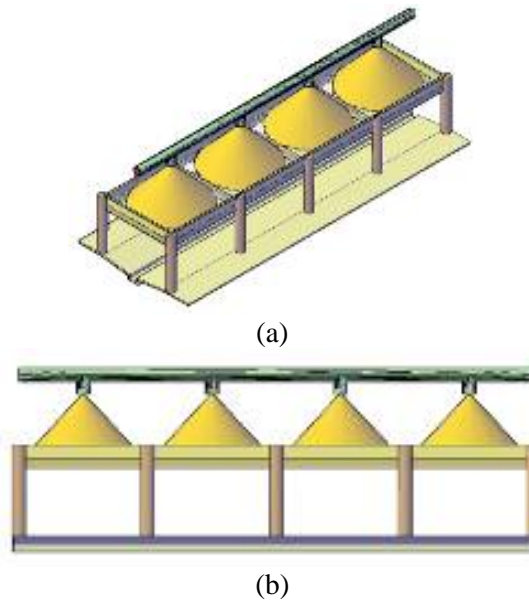


Figura 21 - Vista geral (a) e vista lateral (b) do sistema para drenagem do excesso de água superficial do café.



Figura 22 - Terreiro suspenso para retirada da água superficial.

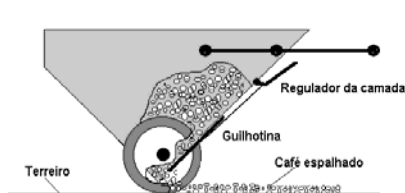
4.2. Secagem em terreiros

Como mencionado, os terreiros convencionais podem ser construídos de cimento, tijolos, asfalto e chão batido, e o produto, a ser seco, deve ser distribuído em camada fina. O terreiro com piso de terra apresenta menor rendimento de secagem e o produto, secado por esse método, apresenta aspecto de sujeira quando comparado ao produto seco em terreiro com piso concretado; em regiões onde o clima não favorece a secagem, o cafeicultor deve evitar o terreiro se quiser produzir café de qualidade. Como será indicado um pequeno terreiro para pré-secagem dos cafés (boias e verdoengos), deve-se optar pelo terreiro com piso concretado, que é mais eficiente e apresenta menor risco de comprometimento da qualidade do café.

De modo geral, depois de separado em cerejas e boias, para café natural, ou depois de passar pelo descascador para produzir cafés descascados e/ou lavados (descascados, boias e verdoengos), é comum espalhar o produto no terreiro em camadas de no máximo 4 cm. Para essa operação, são utilizados os carrinhos espalhadores, como mostra a **Figura 23 (a, b)**.



(a)



(b)

Figura 23 – Carrinho espalhador de café em terreiros (a). Esquema de funcionamento do carrinho (b).

No início da operação de pré-secagem, quando o café sai do lavador, a superfície do terreiro pode ficar completamente molhada

(Figura 24a), se os carrinhos espalhadores não forem usados corretamente. Se for usado o processo via úmida, principalmente, deve-se adotar o sistema mostrado nas Figuras 22 e 23 antes de espalhar o café.

Caso parte da superfície do terreiro não seja exposta à secagem imediata do excesso de água, o produto fica altamente suscetível à contaminação, devido à alta umidade na parte inferior da camada. Para isso, logo que for espalhado, deve-se formar e secar o café em pequenas leiras, até o final da secagem, como mostram as Figuras 24 (a,b) e 25. As leiras devem ser quebradas e refeitas com auxílio de um raspador-enleirador (Figura 9a), a cada hora de exposição ao sol.

O terreiro deve ser construído em área plana, bem drenada, ensolarada, ventilada e em nível inferior ao das instalações de recepção e de preparo. Os pisos concretados são mais duráveis, mais fáceis de manejar, mostram melhores resultados quanto à qualidade e, o mais importante, apresentam melhores características de higienização.

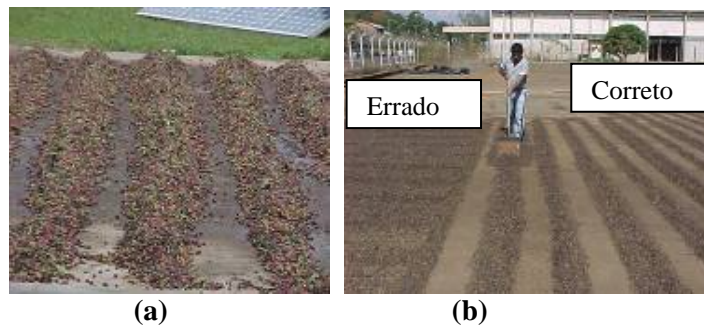


Figura 24 - Detalhe do terreiro mostrando a umidade do piso (a); e revolvimento do café no terreiro (b).



Figura 25 – Treinamento de mão de obra para operação de terreiro. INCAPER– ES (detalhes da secagem do piso).

Se o uso do terreiro for compulsório, ou seja, no caso de os boias e verdoengos e descascados não puderem ser secados simultaneamente no secador, o recomendado deve ser um bom terreiro de concreto, construído com muretas sem quinas vivas (**Figura 26**) e divisórias móveis (**Figura 27**) para separação dos diferentes lotes (boias e verdoengos). O café descascado deve ir direto para o secador depois de drenada a água superficial. É de fundamental importância que o terreiro seja manejado corretamente e que seja mantida a higienização diária de todo o sistema.

Ao leitor, é recomendada revisão detalhada do capítulo 2 do livro: *Secagem e armazenagem do café – tecnologias e custos*.

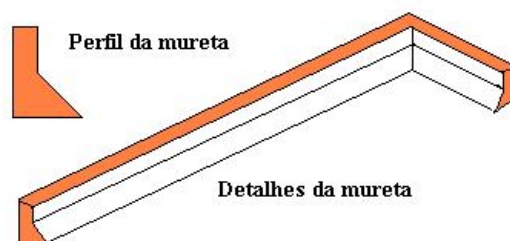


Figura 26 – Detalhes da mureta lateral ou divisória fixa dos terreiros.

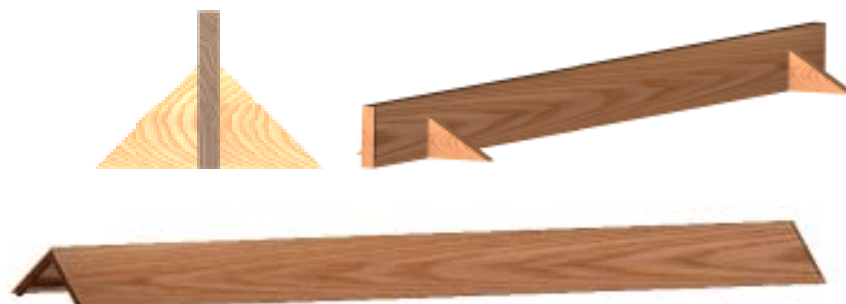


Figura 27 – Detalhes das divisórias móveis para separação dos diferentes tipos de café.

4.3. Secagem em secadores

Como a importância da secagem cresce com o aumento da produção e com a demanda (interna e externa) por cafés de qualidade, a secagem com técnicas eficientes apresenta as seguintes vantagens:

- a) Permite melhor programação da colheita.

- b) Permite armazenagem por períodos mais prolongados, sem o perigo da deterioração ou perda de qualidade do café.
- c) No caso de produção de café para sementes, faz com que o poder germinativo seja mantido por mais tempo.
- d) Impede o desenvolvimento de microrganismos e insetos.
- e) Minimiza a perda do produto na lavoura ou em terreiros durante os períodos chuvosos.

4.4. Secagem com energia solar

Apesar de ser a fonte primária de energia mais utilizada e apresentar relativo sucesso quando se usa o terreiro em regiões com ausência de chuvas durante a colheita, o emprego da energia solar direta para secagem de grãos, em camadas profundas, só se tornará viável em sistemas de secagem em baixas temperaturas. A intermitência na insolação e o tamanho do coletor para atingir diferenças de temperatura superiores a 10°C, que caracterizam a secagem em altas temperaturas, fazem com que seja economicamente inviável atingir os altos níveis de energia necessários em secadores mecânicos de média capacidade.

5. SECAGEM EM SECADORES A ALTAS TEMPERATURAS

Conforme mencionado, temos algumas restrições quanto ao uso do terreiro, principalmente se as condições de insolação não forem favoráveis durante a colheita. Mesmo construído e operado corretamente, a secagem em terreiro é um dos sistemas de mais alto custo e sem garantia de qualidade. Infelizmente, por questões de demanda ou possibilidade de financiamento, não existem, no Brasil, indústrias de máquinas que forneçam secadores compatíveis, em tamanho e custo, com as necessidades do agricultor familiar, salvo raras exceções.

Caso a pequena agricultura seja feita em sistema de associação, não se vê nenhum problema na adoção de melhores técnicas de secagem e armazenagem. Para equipamento de médio e grande porte, a indústria brasileira é um dos melhores fornecedores da América Latina. Entretanto, como dito no item 2.4, as tentativas de se usar o pré-processamento do café em sistemas comunitários não mostraram efetividade. Para solucionar problemas com a adoção de equipamentos, técnica e economicamente compatíveis, para as necessidades da cafeicultura familiar, serão expostos, a partir desse ponto, projetos simples e eficientes que possam atender às operações de secagem e armazenagem para produção de café de qualidade. A ideia é de que os projetos possam ser executados com recursos locais, a custos compatíveis com a atividade.

Em nossas publicações, e em muitas outras que tratam do tema “secagem e armazenagem de produtos agrícolas”, podem ser encontrados bons projetos de pequenos secadores mecânicos que atendem às necessidades de secagem da cafeicultura familiar. Contudo, o projeto de secador que será apresentado e discutido (terreiro secador) surgiu da experiência com a construção de outros secadores que apresentaram sucesso. O novo projeto é simples, eficiente, de baixo custo e secará o produto independentemente das condições climáticas.

5.1. Terreiro Secador ou Terreiro Híbrido I

O terreiro híbrido nada mais é que um terreiro comum, concretado, onde se adapta um sistema de ventilação com ar aquecido. Por questões de simplicidade e manejo, o tamanho máximo do secador híbrido deve ser de 10,0 por 15,0 m, aproximadamente. Para grandes instalações, podem-se projetar unidades especiais. Na direção do comprimento, o terreiro secador possui uma tubulação central, para ventilação. Desta, são derivadas aberturas para seis ou mais câmaras de secagem em camada fixa, ou igual número de tubulações secundárias para secagem em leiras, como esquematizado na Figura 28 a, b.

As câmaras de secagem, portáteis e construídas com um fundo falso e em chapas perfuradas, ficam simplesmente apoiadas sobre as aberturas da tubulação principal (Figura 29a). A Figura 29b mostra um secador híbrido trabalhando com seis câmaras de secagem. Já as tubulações secundárias, construídas em chapas metálicas perfuradas, ficam encaixadas nas aberturas do duto principal. Na extremidade desse duto é acoplado um ventilador centrífugo acionado por motor elétrico de 5 cv, 1.750 rpm, que possibilita uma vazão de 1,5 m³/s de ar, distribuída igualmente pelas saídas de ar.

Na ausência de radiação solar, na incidência de chuvas e durante o período noturno, o produto é recolhido às câmaras de secagem ou enleirado sobre os dutos secundários, para secagem com ar aquecido. Em ambos os casos, deve-se providenciar cobertura para proteção dos grãos durante a chuva e o sereno. Assim, a secagem poderá ser realizada durante as 24 horas, por meio da utilização da energia solar durante os dias ensolarados e da energia proveniente da combustão de biomassa (lenha ou carvão vegetal) durante a ausência da radiação solar. Durante os dias ensolarados, o terreiro terá funcionamento normal e, ainda assim, podem-se usar as câmaras para secagem com ar em altas temperaturas, ganhando-se em produtividade de secagem.

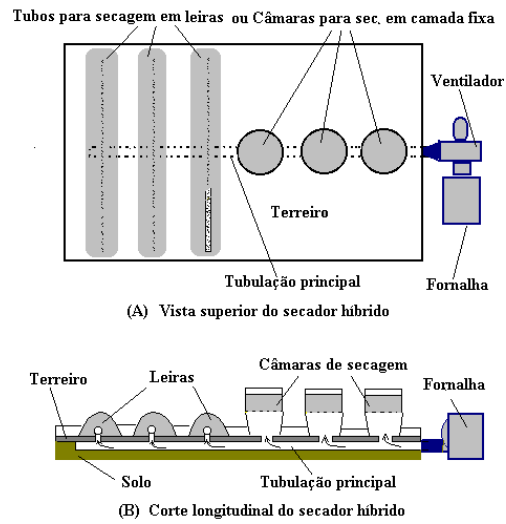


Figura 28 – Vista superior (A) e corte longitudinal do secador híbrido (B), com opção de secagem em camada fixa ou em leiras.

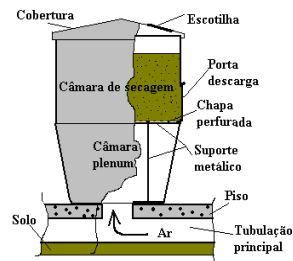


Figura 29 a – Câmara de secagem construída com caixa de fibra de 2.500 litros.



Figura 29 b – Secador híbrido trabalhando com seis câmaras de 1.000 litros.

5.2. Secador em Leiras ou Híbrido II

Para regiões produtoras, como a Zona da Mata de Minas Gerais, Espírito Santo e parte da Bahia (sul, sudoeste e Chapada Diamantina), que apresentam prolongados períodos chuvosos ou com pouca insolação durante a colheita do café, foi projetado um sistema alternativo (**Figura 30**) para secagem das leiras de forma contínua e com o ar de secagem aquecido a 50°C. Para isso, deve-se construir, ao lado do terreiro principal, uma estrutura semelhante à da **Figura 30a**, com dimensões de 4,0 x 15,0 m, e dotá-la de uma cobertura, como mostram as **Figuras 30b** e **31**.

Ao longo do comprimento, adaptam-se calhas ou dutos em chapa perfurada (**Figura 30a**) e, sobre eles, a leira que será secada (**Figura 30b**). Como o comprimento da leira será de 15,0 m (6.000 L de capacidade), ela poderá ser dividida em vários segmentos, por separadores de madeira ou alvenaria, que permitirão a secagem de diferentes lotes simultaneamente (**Figura 30a**). Caso não haja suficiente quantidade de café para secar e mostrado na (**Figura 31**), bloqueiam-se, por meio de tampões, as saídas de ar que não serão usadas.

Além dos cuidados obrigatórios com a colheita, ela deve ser programada de tal forma que obedeça ao tempo de secagem no secador. Assim, deve-se adotar um número de divisórias que corresponda ao número de dias de secagem. Por exemplo, se o tempo de secagem do lote diário for de três ou quatro dias, usam-se três ou quatro divisórias, respectivamente. O ideal é que o tempo de secagem de um lote seja de três dias. Isso significa que um secador de 15 m de comprimento pode atender a uma produção, diária, de 2.000 a 2.500 litros de “cereja descascado” ou o mesmo volume de “cereja natural”. Isso mostra que a opção por produzir café descascado, além de proporcionar café de qualidade, exigirá menor infraestrutura de secagem e armazenagem e, como mostram as análises econômicas, com menor custo total.



(a)



(b)

Figura 30 – Terreiro Híbrido II: (a) detalhe dos componentes e (b) secagem de cereja descascado.



Figura 31 – Dia de campo sobre secagem de café natural em um Terreiro Híbrido II em Manhumirim – MG.

6. SECAGEM EM SILOS OU TULHAS

Entre as alternativas disponíveis para a secagem na fazenda, aquela que usa o ar natural ou levemente aquecido (baixa temperatura) em silos tem-se mostrado de grande potencial no sentido de manter a qualidade do café e reduzir a energia utilizada para o aquecimento do ar de secagem. Nesse tipo de secagem, força-se, com o auxílio de um ventilador, o ar ambiente a passar pela camada de café contida em uma tulha ou silo. Além das vantagens mencionadas, a secagem em silos pode ser empregada em pequenas ou grandes produções. Ela tem como fatores que podem levar ao insucesso, a falta de domínio da tecnologia e as condições climáticas não favoráveis, como umidade relativa média acima de 75% por ocasião da colheita.

Com treinamento especial, os extensionistas podem orientar os cafeicultores a produzir, com sucesso, café de qualidade usando a

tecnologia, e, aplicando um sistema combinado (secador e silos), podem solucionar os problemas com condições climáticas desfavoráveis.

Trabalhos realizados no setor de armazenamento do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV mostraram que, em condições climáticas semelhantes às de Viçosa, pode-se técnica e economicamente secar café cereja descascado com teor de umidade inicial de até 25% b.u. Outra grande vantagem da secagem combinada é que o produto final apresenta coloração e umidade bastante uniformes, propiciando cafés de boa torração quando industrializados.

6.1. Secagem Combinada

Como mencionado, para solucionar problemas climáticos ou em decorrência de umidade inicial elevada, foram realizados alguns estudos utilizando a técnica da secagem em combinação (alta temperatura na primeira fase e baixa temperatura ou ar natural na fase final) para a secagem do café. Nesse sistema, realiza-se a pré-secagem em um secador do tipo Híbrido I, com revolvimento da leira a cada três horas. A pré-secagem pode, também, ser realizada em qualquer sistema (alta temperatura) que funcione adequadamente para café molhado e com parte da mucilagem. O secador rotativo (**Figura 32**), à semelhança dos equipamentos apresentados, pode ser fabricado por artesão local e é uma boa opção para o cafeicultor familiar.

O projeto desse secador teve por objetivo eliminar algumas das desvantagens do modelo rotativo tradicional e além disso:

- usar o secador com material recém-saído do lavador sem a necessidade de passar pelo terreiro, ou seja, usar o secador rotativo como pré-secador/secador sem os problemas de entupimento das chapas perfuradas;

- usar o secador rotativo com menor quantidade de grãos que o recomendado ou com carga parcial. No projeto tradicional, a utilização de carga fora da recomendação do fabricante acarreta grande perda de energia e aumenta o tempo de secagem;

- reduzir o custo de energia elétrica, pela eliminação da necessidade de movimentar constantemente o cilindro secador;

- manter a secagem homogênea, como no secador tradicional, e facilitar a secagem por meio de uma câmara de descanso (**Figura 33**); e

- para o café pergaminho, reduzir o número de grãos descascados por impactos dentro do secador (grãos beneficiados ou parcialmente descascados secam mais rapidamente do que o grão com pergaminho intacto).



Figura 32 - Secador rotativo (rotação manual periódica) para 770 L de capacidade.

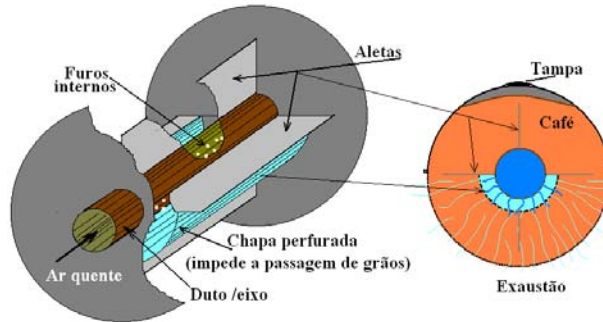


Figura 33 – Esquema básico do protótipo do secador rotativo intermitente.

Em qualquer sistema que for usado para a pré-secagem do café cereja descascado, o ar de secagem deve ser aquecido indiretamente, para evitar possível contaminação do produto por fumaça. Nessa fase, o café deve ser secado até que o teor de umidade atinja valores abaixo de 25% b.u. e, em seguida, transferido para a secagem complementar em silos, com ar natural ou levemente aquecido. A secagem complementar no silo aumenta a capacidade dos secadores e reduz o consumo de energia em mais de 50%, quando comparado aos processos tradicionais de secagem em altas temperaturas.

Independentemente do tipo de pré-secagem, é importante ressaltar que, em todas as fases do processamento, deve-se evitar qualquer tipo de fermentação, para que se obtenha café de alta qualidade e com sabor natural. Para isso, o operador do sistema de secagem em combinação deverá ficar familiarizado com o processo e estar atento quanto à operação do sistema de ventilação. Durante a segunda etapa de secagem, deve-se proceder da seguinte maneira:

- a) O café descascado (em pergaminho) deve ser transferido para o sistema de pré-secagem o mais rápido possível e ter o teor de umidade reduzido a um valor preestabelecido, segundo as condições locais.
- b) Nesta fase, deve-se operar o secador utilizando fornalha com aquecimento indireto e não permitir que a temperatura da massa de grãos ultrapasse 45°C, para não afetar a qualidade do café.
- c) Transferir o produto para o silo secador e, em seguida, acionar o sistema de ventilação, que deverá permanecer ligado até que o café da camada superior do silo atinja um teor de umidade ao redor de 17% b.u. Abaixo desse valor, o ventilador só estará ligado durante os períodos em que a umidade relativa do ar estiver abaixo de 70%, o que normalmente ocorre durante o dia. O ideal seria acoplar um umidóstato ao sistema de ventilação para que este seja acionado automaticamente para a faixa de umidade relativa estabelecida. Apesar de se adicionar ao sistema um dispositivo automático, o operador deve estar sempre atento e inspecionar diariamente o sistema de secagem, a fim de certificar-se do funcionamento correto, para que não ocorra o crescimento de fungos na camada superior de grãos.
- d) Deve-se desligar o sistema de ventilação quando a umidade do produto atingir o teor de umidade de equilíbrio (próximo a 12% b.u.), isto é, quando o ar não mais conseguir retirar a umidade do café. Ao desligar o sistema de ventilação, o operador deve ter o cuidado de fechar a entrada de ar do ventilador, para que não ocorram correntes de ar que possam reumedificar o café.
- e) Depois de seco, o monitoramento do sistema consiste na inspeção periódica (diária ou semanal) da temperatura e do teor de umidade da massa de grãos. Caso ocorra aquecimento ou aumento no teor de umidade, deve-se verificar a causa e providenciar o acionamento do ventilador até que toda a massa de grãos volte às condições normais.

Ao pensar na adoção de um sistema em combinação para a secagem do café, o cafeicultor deve consultar um especialista. Apesar de aparentemente simples e de fácil adaptação a sistemas já existentes em fazendas, o sistema de secagem em combinação depende das condições climáticas da propriedade, das tecnologias utilizadas antes da operação de secagem em baixa temperatura e do nível de treinamento do operador.

Isso quer dizer que nem sempre um sistema projetado para um cafeicultor será necessariamente adequado a outro.

O especialista deve prestar seus serviços de maneira individual, ou seja, deve conhecer as condições da propriedade e do cafeicultor e orientá-lo nos moldes de uma relação consultor/cliente.

Apesar de se poder realizar a secagem combinada com um ou dois silos, o que resulta em menor custo de instalação, é altamente recomendado um número maior de silos, e o sistema com sete silos seria o ideal.

Caso sejam adotados sete silos ou tulhas ventiladas (metálicas, de madeira ou em alvenaria), eles deverão ser carregados por camadas. Os silos devem ser dimensionados para receber, semanalmente, determinada quantidade de produto (**Figura 34**) com umidade inicial preestabelecida. Cada silo ou tulha deverá, até o final da colheita, ter a sua capacidade de carga completada; quando a última camada for adicionada ao último silo, significa que todas as outras já estarão secas e em equilíbrio com o ambiente. O final de secagem deve ser monitorado pela umidade do café na superfície superior da última carga. A partir desse ponto, pode-se, finalmente, desligar o sistema de ventilação. O silo de número 7 (**Figura 34**) deve ser considerado um silo reserva e, portanto, deve estar sempre vazio, a fim de solucionar problemas eventuais durante o período de colheita.

Para simplificar o processo dos “Sete Silos”, suponha que o primeiro dia de colheita aconteça em uma segunda-feira. Assim, o café, depois de convenientemente preparado e ter sido pré-secado, deve ser imediatamente levado para o primeiro silo (silo 1) e ter o sistema de ventilação ligado. Na terça-feira, segundo dia de colheita, o produto deve ser levado para o silo 2, com o mesmo tratamento. Com essa rotina, chegaremos ao sábado, sexto dia de colheita, a qual deve ser colocada no silo 6.

Deve-se lembrar que no domingo não há colheita. Assim, na segunda semana de colheita, que se iniciará na segunda-feira, o silo 1, que recebeu o café do primeiro dia de colheita, já terá secado a primeira camada e estará pronto para receber o café do sétimo dia de colheita. Portanto, o oitavo dia de colheita deverá ir para o silo 2, e assim sucessivamente, até que ela termine.

Dessa forma, pode-se concluir que, uma semana após a finalização da colheita, todo o café cereja descascado já estará seco e pronto para ser comercializado, ou poderá permanecer armazenado, nos silos, até que boa oportunidade de comercialização apareça.

Para que o sucesso da secagem com ar natural ocorra, é indispensável que a umidade inicial nesse processo seja bem definida. Umidade acima de 25% para café pode trazer alguns problemas, caso o fluxo de ar não seja adequado para secar a camada de grãos em um tempo tal que não ocorra o desenvolvimento de microrganismos.

Caso não se opte pela secagem combinada, o café deve permanecer no secador até que atinja a umidade de armazenamento (11%). Depois de seco, ele pode ser armazenado em sacaria ou silos de armazenagem (sem o sistema de ventilação).

A secagem, em silos, com ar natural ou em baixas temperaturas é abordada com mais detalhes nos livros: *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas* (capítulo 5), *Secagem e armazenagem de café – tecnologias e custos* (capítulo 1), *Produção integrada de café* (capítulo 17).

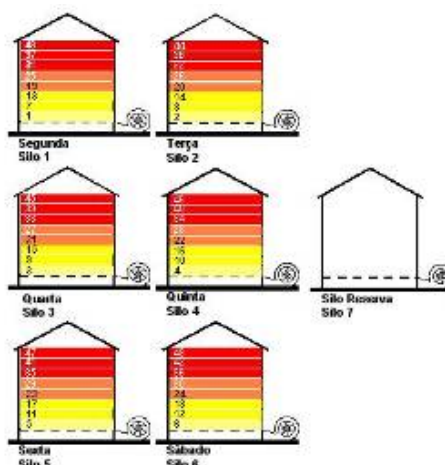


Figura 34 - Esquema do sistema de secagem em sete silos.

6.2. Uma nova combinação (pré-secador, secador e silo secador)

Na **Figura 35** é mostrado o esquema básico de um modelo, recentemente desenvolvido na UFV, para secagem em combinação. O sistema é composto pela associação de um pré-secador (terreiro secador), de um secador pneumático de fluxos concorrentes, com carga, descarga e revolvimento pneumáticos, e de silos, com ventilação, para secagem complementar do produto.

Como pode ser observado na **Figura 36**, foi construído apenas um silo secador. Como mencionado, o produtor pode optar por construir vários silos, inclusive de diferentes tamanhos, com capacidade total para receber a produção de café em pergaminho.

O Quadro 4 fornece os resultados da classificação comercial de três lotes de café cereja descascado que foram secados combinando: pré-secador, secador de fluxos concorrentes e silo secador, como mostrado na **Figura 36**.

Outro exemplo da aplicação bem sucedida do sistema de secagem combinada é o caso do professor Sebastião Ferreira, cafeicultor no município de Viçosa-MG. No sistema instalado, ele usa o terreiro suspenso como pré-secador, a secagem parcial em terreiro híbrido e a complementação da secagem em dois silos secadores (**Figura 37**).

Para adaptação do sistema de secagem combinada, o cafeicultor pode optar por adquirir os silos no comércio ou construí-los em alvenaria ou outro material. Entretanto, o silo a ser adquirido ou construído deve apresentar algumas características especiais, próprias de um silo secador-armazenador e que não são exigidas para os silos empregados apenas para armazenagem. Nos exemplos do uso da secagem combinada citados anteriormente, o silo foi projetado e construído segundo as recomendações de Silva et al. (2005).

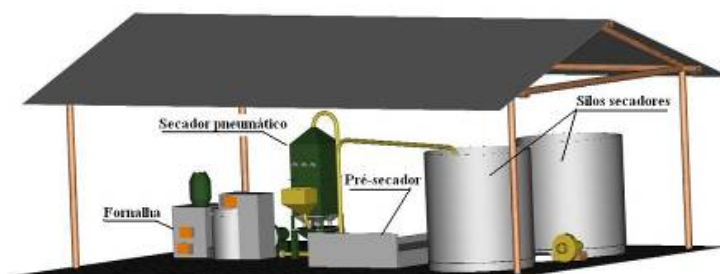


Figura 35 - Ilustração do sistema combinado modelo UFV.



Figura 36 - Unidade de secagem combinada construído e instalada no DEA-UFV (capacidade de 2.500 L por dia).



Figura 37 - Vista dos silos para secagem em combinação, na fazenda do professor Sebastião Ferreira (Viçosa - MG).

Quadro 4 - Classificação do café, após secagem complementar no silo secador-armazenador

| Camada | Umidade %b.u.** | Peneira % | Catação % | Tipo | Renda % | Bebida |
|--------------|--------------------|--------------|--------------|------|------------|--------|
| 1 (superior) | 11,8 | 67* | 8 | 5 | 71 | MOLE |
| 2 | 11,8 | 62 | 8 | 5 | 73 | MOLE |
| 3 | 12,0 | 60 | 11 | 5 | 73 | MOLE |
| 4 | 11,8 | 68 | 10 | 5 | 68 | MOLE |
| 5 | 11,6 | 64 | 12 | 5 | 73 | MOLE |
| 6 | 11,5 | 64 | 10 | 5 | 72 | APM |
| 7 | 11,2 | 63 | 16 | 5 | 73 | APM |
| 8 | 11,7 | 79 | 10 | 5 | 73 | MOLE |
| 9 (inferior) | 11,4 | 59 | 12 | 5 | 70 | APM |
| Composta*** | 11,5 | 67 | 12 | 5 | 71 | MOLE |

* Peneira 17 acima.

** Determinador de umidade comercial.

*** Amostra composta, com parcelas extraídas de cada saca, após descarga do silo.

APM – Apenas mole

6.3. Construção do Silo Secador-Armazenador

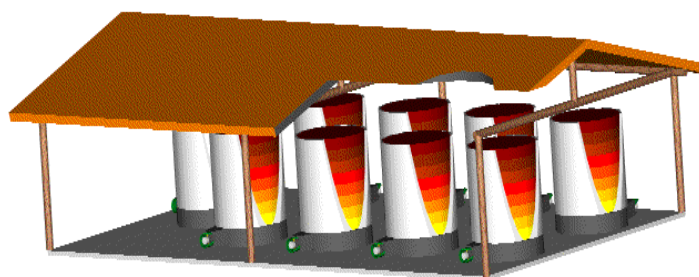
Ao decidir pela armazenagem a granel e que a construção seja realizada na fazenda, um passo muito importante é a escolha do local. Diferentemente dos silos metálicos, comerciais, que podem ser deslocados com certa facilidade, os modelos aqui apresentados são estruturas permanentes. Portanto, a escolha do local para construção deve

ser baseada nos seguintes aspectos: ser de fácil acesso e, preferencialmente, próximo à unidade de beneficiamento dos grãos.

Para o caso de armazenamento de café, deve-se verificar a sequência operacional da unidade de preparo, secagem e beneficiamento. O ideal é que o silo seja construído sob uma área coberta, possibilitando cargas e descargas independentes das condições climáticas, além de permitir melhor proteção do produto armazenado.

Apesar de os silos apresentados neste trabalho terem capacidade para armazenar ao redor de 60 sacos, o cafeicultor poderá, segundo a necessidade da fazenda, construir silos maiores ou vários pequenos silos, lado a lado. Além de procurar atender à necessidade de armazenagem, o projeto deve ter por base uma dimensão tal que o custo por tonelada de produto armazenado seja cada vez menor. Mesmo sabendo que o custo da tonelada estocada diminui com o tamanho do silo, vários silos de menor capacidade proporcionam maior opção de manejo da safra armazenada; no caso do café, pode-se facilmente armazenar o produto por classes diferenciadas.

Na impossibilidade de construir uma cobertura (**Figura 38 a e b**), item altamente importante, os silos podem ser construídos ao ar livre (**Figura 38 c**). No entanto, as mesmas condições de preparo do local devem ser observadas, ou seja, o terreno deve ser plano, bem drenado, bem limpo e arejado, evitando-se locais próximos a árvores; se o piso não for cimentado, deve ser feita uma boa compactação, para o caso de descarga por gravidade (**Figura 38 b e c**). Caso o silo seja construído diretamente sobre o solo (**Figura 39**), deve-se ter maior cuidado na construção da base, que deve ser bem impermeabilizada.



(a)

Figura 38 a – Sistema Conjunto de silos secadores sob cobertura de proteção.



(b)

Figura 38 b – Silo sob cobertura de proteção



(c)

Figura 38 c – Silo armazenador para descarga central.



(b)

Figura 39 – Silo secador-armazenador, com descarga lateral.

A construção de um silo tem início com a marcação e o posicionamento do elemento de sustentação do silo (parede para o silo com descarga central ou base circular para o silo secador ou silo armazenador com diâmetro superior a 2,50 m) - **Figura 40**.

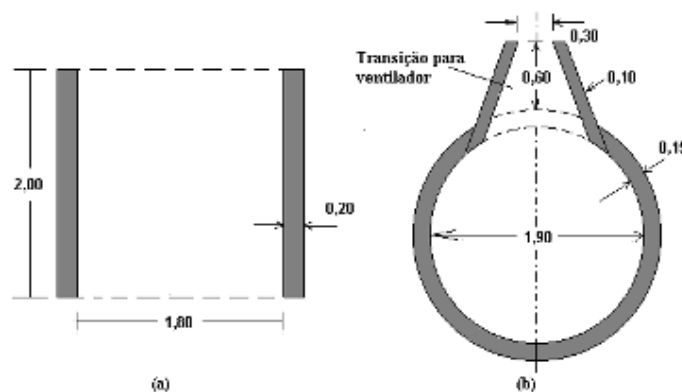


Figura 40 – Bases dos silos: a) descarga central e b) silo secador-armazenador.

A base do silo secador, onde se localiza a câmara *plenum* (**Figura 41a**), foi construída em alvenaria com diâmetro interno de 2,0 m e altura útil de 2,0 m (a técnica é válida para outros tamanhos de silos). Sobre a base foi montado um piso confeccionado em chapas metálicas perfuradas n° 16, com aproximadamente 20% de perfuração, visando à distribuição uniforme do ar de secagem.

Como o sistema de ventilação (ventilação e fundo perfurado) tem custo elevado em comparação ao custo total do silo, aconselha-se que ele seja construído com diâmetros maiores (acima de 2,5 m) e com a mesma altura do silo anterior. Caso a intenção seja construir silos secadores com altura superior a 2,00 m, recomenda-se que o novo projeto seja feito por um especialista. Um ventilador que forneça pelo menos $2 \text{ m}^3 \cdot \text{min. de ar} \cdot \text{m}^{-3}$ de café pergaminho deve ser adaptado ao sistema. Pode-se também adaptar um único ventilador de maior capacidade para fornecer ar ambiente a mais de dois silos para a operação de secagem ou aeração.

“Para sustentação do piso em chapas metálicas, foi construído um suporte em ferro CA50 de $\frac{1}{2}$ ”, da altura da câmara *plenum* (30 cm), de modo que ficasse apoiado sobre o piso de concreto (**Figura 41b**).

A **Figura 42a** mostra a instalação do piso de chapa perfurada sobre a base de alvenaria, formando a câmara *plenum*. A base do silo, com piso já instalado, pode ser vista na **Figura 42b**.



Figura 41 - Detalhes da base do silo secador-armazenador: (a) base-câmara *plenum*; e (b) piso em chapa perfurada.



Figura 42 - Montagem da base do silo: (a) colocação do piso perfurado; e (b) piso fixado, formando a câmara *plenum*.

A parede do silo foi projetada de forma a reduzir os custos e facilitar sua construção. Dessa forma, a estrutura da parede do silo foi construída com uma armação de tela em arame nº14, que foi envolvida por uma tela do tipo viveiro. A primeira tela deve ser de malha menor ou igual a 50 mm (**Figura 43**). Essa tela de aço foi amarrada com arame no piso perfurado e suas extremidades unidas também por fios de arame. A tela do tipo cerca foi utilizada para conter o produto, e a do tipo viveiro, para facilitar a aplicação da argamassa.



Figura 43 - Detalhe de fixação da armação telada ao piso perfurado.

Na parte interior da armação de telas foi fixada uma lona de plástico comum, para evitar o contato do produto com argamassa, que é usada na construção da parede do silo (**Figura 44a**). Para evitar a saída de grãos por baixo da lona plástica, na armação telada foi fixada, exteriormente, uma cinta de contenção, confeccionada em chapa galvanizada nº 21 com 0,10 m de largura, na base da armação (**Figura 44b**).

Na base do silo secador, após a colocação da cinta de contenção, foi instalada a porta de descarga (**Figura 45**).

À medida que o silo é carregado com o produto a secar ou armazenar, faz-se o revestimento exterior com argamassa (**Figura 46**), segundo as recomendações de Silva et al. (2005).

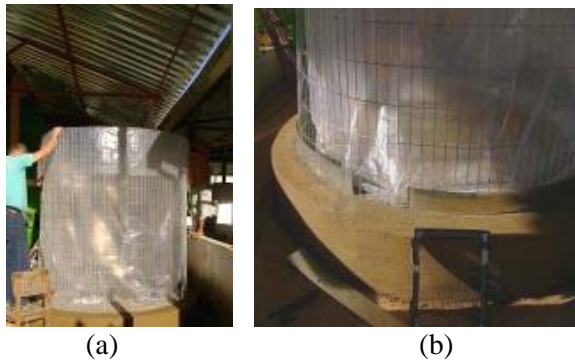


Figura 44 - Revestimento do silo secador-armazenador: (a) internamente, com lona plástica; e (b) colocação da cinta de contenção.



Figura 45 - Silo secador-armazenador: (a) colocação da porta para descarga; e (b) enchimento.



Figura 46 - Revestimento externo do silo secador-armazenador com argamassa.

Após ser parcialmente carregado, inicia-se a aplicação da argamassa para formação da parede de silo secador. Com o excedente da lona plástica que revestiu o interior do silo, proteja os grãos para evitar a contaminação do produto quando da aplicação da argamassa na parte superior do silo (**Figura 47**). Após a adição da primeira camada de produto dentro do silo, mesmo não tendo iniciado a aplicação da argamassa, o ar ambiente já pode e deve ser insuflado pelo ventilador (**Figura 47**). Na **Figura 48**, vê-se o silo depois de pronto com ventilador e abertura para descarga. Na **Figura 49** vê-se a fase final de construção de dois silos-secadores, alvenaria de tijolos, em uma pequena propriedade em Coimbra-MG; já a **Figura 50** mostra dois pequenos silos armazenadores, com descarga central, construídos com a tecnologia ilustrada na **Figura 43**. Os silos armazenadores, com descarga central, são ideais para armazenamento de milho em pequenas criações de animais. Para construção de silos de maiores dimensões, é sugerida uma consulta ao anexo apresentado em Silva et al. (2005).

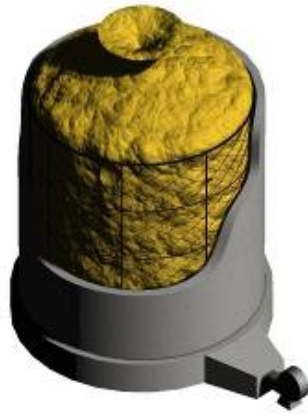


Figura 47 – Silo com a parte superior vedada com o invólucro de plástico e com ventilador.



Figura 48 - Silo depois de pronto mostrando ventilador e porta de descarga.



Figura 49 – Silos secadores em fase final de construção, em alvenaria de tijolos.

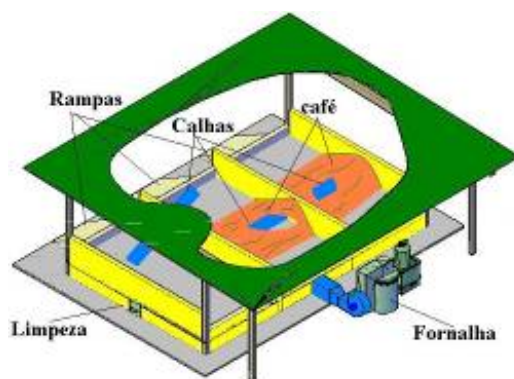


Figura 50 – Pequenos silos armazenadores, com descarga central e construída com a tecnologia ilustrada na Figura 43.

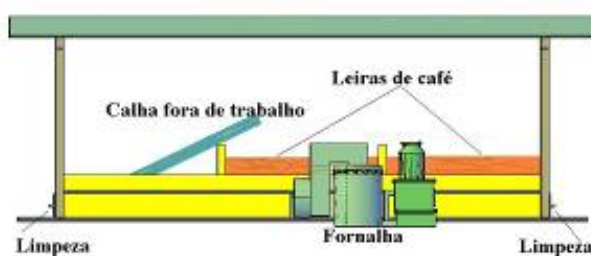
7. INFRA-ESTRUTURA MÍNIMA

Como o secador híbrido II de 4 m x 15 m (Figura 30) é relativamente grande para a demanda da cafeicultura familiar, foi projetado um secador de menores dimensões, mesmas características de secagem e apropriado para atender a uma lavoura com 20.000 a 25.000 pés de café em produção, em uma colheita de 60 dias. A Figura 51(a, b) ilustra o secador Híbrido II, ideal para a cafeicultura familiar.

Quaisquer dos equipamentos apresentados neste trabalho, assim como o descascador de cerejas (Figura 17b), atendem à demanda mencionada. Para a secagem de boias e verdoengos, um terreiro concretado, dentro dos padrões técnicos e de 350 m² é suficiente. Para a secagem complementar e/ou armazenagem do café cereja descascado, três silos, como mostrado nas Figuras 48 e 49, podem ser adotados. Estima-se que essa infraestrutura mínima deva custar ao redor de R\$25.000,00, se tudo for adquirido via comercial. Esse custo pode baixar significativamente se forem usados parte dos materiais e mão de obra locais para a implantação do sistema.



(a)



(b)

Figura 51 - Secador híbrido II para a cafeicultura familiar: (a) detalhe dos componentes; e (b) posicionamento da leira de café durante a secagem.

7.1. Exemplo de Aplicação

Um cafeicultor familiar, trabalhando com técnica adequada, pode produzir, sem muita dificuldade, cinco litros de café cereja por planta. Se possuir 20.000 plantas em produção, pode colher 100.000 litros por safra. Colherá, diariamente, em um período de 60 dias, 1.660 litros de café (boias, verdeongos e cerejas maduras), o que pode ser realizado por 10 trabalhadores (colheita e secagem).

Supondo uma colheita que produza 65% de cerejas maduras, 15% de verdeongos e 20% de bóias, o cafeicultor obterá um rendimento bruto de R\$37.440,00 (R\$180,00 por saca e 208 sacas beneficiadas de produção). Esse valor se refere à informação de como o café, produzido da forma tradicional, foi comercializado em Bonito-BA na safra 2009/2010.

Se for adotada a colheita no pano e a infraestrutura mínima (lavador, descascador de cereja, secador e silos), o cafeicultor teria que desembolsar R\$25.000,00, previstos para a aquisição e construção do sistema de preparo e armazenagem. Com essa estrutura, ele poderia produzir 135 sacas beneficiadas referentes ao cereja descascado, 40 sacas beneficiadas oriundas dos cafés bóias, e 31 sacas relativos aos verdoengos.

Em um mercado mais justo, o cafeicultor receberia, no mínimo: (135 sacas x R\$350,00) + (31 sacas x R\$ 300,00) + (40 sacas x R\$180,00) que é igual a (R\$47.250,00 + R\$9300,00 + R\$ 7.200,00), referentes ao cereja descascado, ao verdoengo e ao boia, respectivamente. Isso totalizaria R\$63.750,00. Descontando o investimento na infraestrutura, o recebimento bruto seria de R\$38.750,00, que é praticamente o mesmo valor que vem recebendo por sua produção de café desqualificado. Portanto, o investimento em infraestrutura é o que pode manter a sustentabilidade da cafeicultura familiar, se ela fizer parte de um sistema de comercialização justa.

8. REFERÊNCIAS

1. BAÊTA, F DA C. **Estruturas e edificações rurais**. Viçosa, MG: UFV/DEA .1993.
2. FREIRE, A. T. **Projeto, e avaliação de um sistema para secagem combinada de café (*Coffea arabica* L.) despulpado**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
3. GUIMARÃES, A.C. **Secagem de café (*Coffea arabica* L.) combinando sistemas em altas e baixas temperaturas**. 1995. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
4. HOMEM, A.C. F. **Ferrocimento (técnicas de construção)**. Viçosa – MG, 1991. 27p. (Boletim de extensão – UFV).
5. SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de café – tecnologias e custos**. Viçosa, MG: Jard Editora, 2001. 161 p.
6. SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2008. 502 p.

7. Silva, J. S.; Nogueira, R.M.; Roberto, C.D. **Tecnologia de secagem e armazenagem para a agricultura familiar**. Viçosa – MG. 2005. 138p
8. SILVA, J.S.; BERBERT, P.A. **Colheita, secagem e armazenagem de café**. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 1999. 146 p.
9. SILVA, J.S.; NOGUEIRA, R. M.; LOPES, R. P. Um sistema ideal para secagem de café. In: ZAMBOLIM. L. Produção **integrada de café**. Viçosa, MG: Ed. Suprema. 2003. 709 p.