

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**RODRIGO FERNANDES PALA**

**ANÁLISE TÉCNICA DE UM SECADOR ESTÁTICO DE CAFÉ**

**Varginha**  
**2018**

**RODRIGO FERNANDES PALA**

**ANÁLISE TÉCNICA DE UM SECADOR ESTÁTICO DE CAFÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel, sob orientação do Prof. MSc. João Mario Mendes de Freitas.

**Varginha  
2018**

**RODRIGO FERNANDES PALA**

**ANÁLISE TÉCNICA DE UM SECADOR ESTÁTICO DE CAFÉ**

Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em     /     /

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

## RESUMO

Este trabalho analisa o uso de um secador estático no processo de secagem do café, buscando justificar o equipamento como um bom investimento. Tal abordagem é imprescindível considerando o cenário econômico atual, onde é necessário aumentar a produtividade otimizando a aplicação dos recursos. Dessa forma, o ideal é buscar soluções que ajudem a reduzir os custos de produção, empregando equipamentos eficientes para aumentar a qualidade do café e também facilitar a vida do cafeicultor. O objetivo do trabalho é analisar a viabilidade técnica de implantação de um secador estático de grãos, avaliando o modo de operação, a eficiência energética e a qualidade final do produto. Este propósito foi conseguido a partir de pesquisa bibliográfica seguida de um estudo de caso relativo à análise geral do equipamento. Toda fundamentação teórica foi adquirida em livros, sites e revistas especializados na cultura do café. Foram realizados alguns testes no secador estático, respeitando os parâmetros de trabalho propostos pelo fabricante. Os resultados alcançados foram simples operação e manutenção e pequena demanda de mão de obra para realizar o processo de secagem. A máquina possui alta eficiência energética, considerando a baixa potência dos componentes elétricos instalados. E desde que operado corretamente entrega um produto de qualidade regular. Conclui-se que, analisando o equipamento de forma geral, o secador estático é um investimento viável, contudo deve-se atentar a alguns pontos a serem melhorados.

**Palavras-chave:** Secagem. Café. Secador estático.

## **ABSTRACT**

*This work analyzes the use of a static dryer in the coffee drying process, seeking to justify the equipment as a good investment. Such an approach is essential considering the current economic scenario, where it is necessary to increase productivity by optimizing the application of resources. In this way, the ideal is to find solutions that help reduce production costs, using efficient equipment to increase the quality of coffee and also to facilitate the life of the coffee grower. The objective of this work is to analyze the technical viability of the implantation of a static grain dryer, evaluating the mode of operation, energy efficiency and final product quality. This purpose was obtained from bibliographic research followed by a case study regarding the general analysis of the equipment. Every theoretical basis was acquired in books, websites and magazines specialized in coffee culture. Some tests were performed on the static dryer, respecting the work parameters proposed by the manufacturer. The results achieved were simple operation and maintenance and small demand of labor to carry out the drying process. The machine has high energy efficiency, considering the low power of the installed electrical components. And since properly operated it delivers a product of regular quality. It is concluded that, by analyzing the equipment in general, the static dryer is a viable investment, however, attention should be paid to some points to be improved.*

**Keywords:** *Drying. Coffee. Static dryer.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Evolução da produção cafeeira no Brasil.....	11
Figura 02 – Secador rotativo .....	20
Figura 03 – Projeto de um secador estático.....	21
Figura 04 – Secador estático Pinhalense .....	23
Figura 05 – Secador estático Pinhalense vista frontal.....	23
Figura 06 – Projeto secador estático Pinhalense .....	23
Figura 07 – Secador estático Palini&Alves.....	24
Figura 08 – Secador estático Palini&Alves vista frontal.....	25
Figura 09 – Projeto secador estático Palini&Alves .....	25
Figura 10 – Secador estático Secafé.....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 CAFEICULTURA NO BRASIL .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Desenvolvimento do café no Brasil.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Café no Brasil na atualidade .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Evolução da produção cafeeira .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Avanço tecnológico na cafeicultura .....</b>	<b>11</b>
2.4.1 Mecanização .....	12
<b>3 PRODUÇÃO DO CAFÉ .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Plantio .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Manejo da lavoura.....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Poda do café .....	14
3.2.2 Adubação .....	14
3.2.3 Controle de ervas daninhas, pragas e doenças.....	14
<b>3.3 Colheita.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Pós colheita.....</b>	<b>15</b>
3.4.1 Preparo.....	16
3.4.2 Secagem.....	16
3.4.3 Armazenagem.....	17
<b>4 USO DE SECADORES NA CAFEICULTURA .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Componentes básicos de secadores .....</b>	<b>18</b>
4.1.1 Fornalhas .....	18
4.1.2 Ventiladores.....	19
4.1.3 Câmara de secagem e câmara plenum .....	19
<b>4.2 Tipos de secadores .....</b>	<b>19</b>
4.2.1 Secador Rotativo .....	19
4.2.2 Secador estático .....	20
<b>4.3 Secadores estáticos de marcas renomadas .....</b>	<b>22</b>
4.3.1 Secador estático Pinhalense.....	22
4.3.2 Secador estático Palini&Alves .....	24
<b>4.4 Secador Estático na cafeicultura .....</b>	<b>25</b>

<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Caracterização do Secador Estático .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Parâmetros de trabalho.....</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Descrição do procedimento.....</b>	<b>29</b>
<b>5.4 Manutenção do secador estático.....</b>	<b>30</b>
<b>5.5 Operação do secador estático .....</b>	<b>30</b>
5.5.1 Carregamento.....	30
5.5.2 Processo de secagem .....	30
5.5.3 Descarga .....	31
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1 Análise técnica .....</b>	<b>32</b>
<b>6.2 Análise da eficiência energética do secador estático.....</b>	<b>33</b>
<b>6.3 Análise da qualidade final dos grãos .....</b>	<b>33</b>
6.3.1 Classificação do café .....	34
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O café tem forte presença na economia do Brasil e foi responsável por grande parte do desenvolvimento do país. Ajudou na disseminação de grandes centros urbanos pelo território brasileiro e na distribuição de riquezas. Hoje a produção cafeeira busca alta produtividade com sustentabilidade, visando produtos de qualidade.

O cultivo do café no início era realizado totalmente de forma manual, mas com o passar do tempo, com o avanço da tecnologia e a necessidade de diminuir os custos envolvidos, meios para facilitar e agilizar a produção foram implantados. Nesse cenário, a mecanização agrícola ganhou força e trouxe diversos benefícios para os cafeicultores, como a gestão melhorada dos recursos e o aumento de produtividade.

O valor comercial do café cresce consideravelmente com a melhoria da qualidade, logo um produto de qualidade inferior sofre desvalorização significativa, gerando prejuízos ao produtor. Portanto, aplicar o manejo correto e racional na atividade cafeeira é fundamental para manutenção da qualidade final. Isso é alcançado com o uso de uma estrutura adequada e equipamentos eficientes.

No processo de secagem, o uso de secadores apresenta vantagens em relação à secagem natural, como processamento independentemente das condições climáticas e realização em menor espaço de tempo. Além de garantir melhor qualidade dos grãos e necessitar de menos mão de obra.

Existem vários tipos de secadores, que se diferenciam principalmente pelo modo de operação, nesse trabalho será abordado o secador estático. Esse equipamento surgiu no ramo da cafeicultura recentemente e traz uma maneira diferente de realizar a secagem. Em secadores convencionais os grãos estão em movimento constante durante o processo, já no secador estático os grãos não são movimentados.

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica de implantação de um secador estático de grãos, a partir de testes realizados em um equipamento implantado numa fazenda cafeeira, localizada no município de Três Pontas, Minas Gerais. Para garantia dos resultados foi considerado o modo de operação e manutenção, a eficiência energética e qualidade final do café.

## **2 CAFEICULTURA NO BRASIL**

O cultivo do café sempre foi uma atividade muito importante para a economia do Brasil. É uma força que impulsiona o desenvolvimento socioeconômico, produzindo e distribuindo renda, além de ter uma grande capacidade de criar empregos. As riquezas geradas pela cafeicultura possibilitaram o desenvolvimento e a industrialização de muitas regiões brasileiras (REIS; CUNHA, 2010).

### **2.1 Desenvolvimento do café no Brasil**

O cultivo do café no Brasil teve início no século XVIII, mas somente no século seguinte a produção aumentou o suficiente para torná-lo principal produto da economia brasileira. Isso trouxe independência econômica para o país, fato que gerou e acumulou riquezas. Essa movimentação na economia provocou a disseminação do café por todo território nacional, sendo responsável pela formação de grandes centros urbanos. Com isso o desenvolvimento aumentou exponencialmente, principalmente para dar suporte à produção cafeeira, como a construção de ferrovias e o impulso comercial, gerando muitos empregos e oportunidades de negócio (A HISTÓRIA DO CAFÉ, 2008).

A história do café no Brasil, a partir do século XVIII, é tão marcante para os rumos do país a partir de então que, de acordo com os economistas e historiadores, não seria possível conceber os avanços pelos quais passou essa nação sem os ricos rendimentos obtidos pelos barões do café. Foram os lucros provenientes dessa lavoura, intensificada a partir das décadas de 1830 e 1840 no estado de São Paulo, que permitiram o surgimento das estradas de ferro, o avanço da urbanização, a entrada de grandes levas de imigrantes europeus (italianos, alemães, espanhóis,...), o deslocamento do centro político do Nordeste para o Sudeste e, até mesmo o refinamento dos modos e costumes brasileiros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2018, p. 2).

Com o ápice da produção cafeeira e oportunidades econômicas, contingentes de imigrantes vieram para o Brasil buscando riquezas. Com isso, houve consolidação da classe média, diversificação de investimentos e aumento de movimentos culturais. A partir de então, o café e o Brasil mantiveram-se indissociáveis.

## **2.2 Café no Brasil na atualidade**

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo responsável por mais de 30% da produção mundial, além de ser considerado o segundo maior consumidor da bebida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2018).

O parque cafeeiro está estimado em 2,22 milhões de hectares. São cerca de 287 mil produtores, predominando mini e pequenos, em aproximadamente 1.900 municípios, que, fazendo parte de associações e cooperativas, distribuem-se em 15 Estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo. Com dimensões continentais, o país possui uma variedade de climas, relevos, altitudes e latitudes que permitem a produção de uma ampla gama de tipos e qualidades de cafés (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2017, p.1).

A cafeicultura brasileira é considerada uma das mais exigentes do mundo, levando em conta questões sociais e ambientais. A produção é realizada considerando rígidas legislações trabalhistas e ambientais, tudo para respeitar as pessoas envolvidas na cafeicultura e a biodiversidade. Logo, grande parte dos produtores se preocupa em produzir café de forma sustentável, respeitando a natureza e gerando um produto de qualidade. Isso acontece, porque o emprego da sustentabilidade garante a permanência da cultura cafeeira para as gerações futuras, e também a preservação ambiental (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2018).

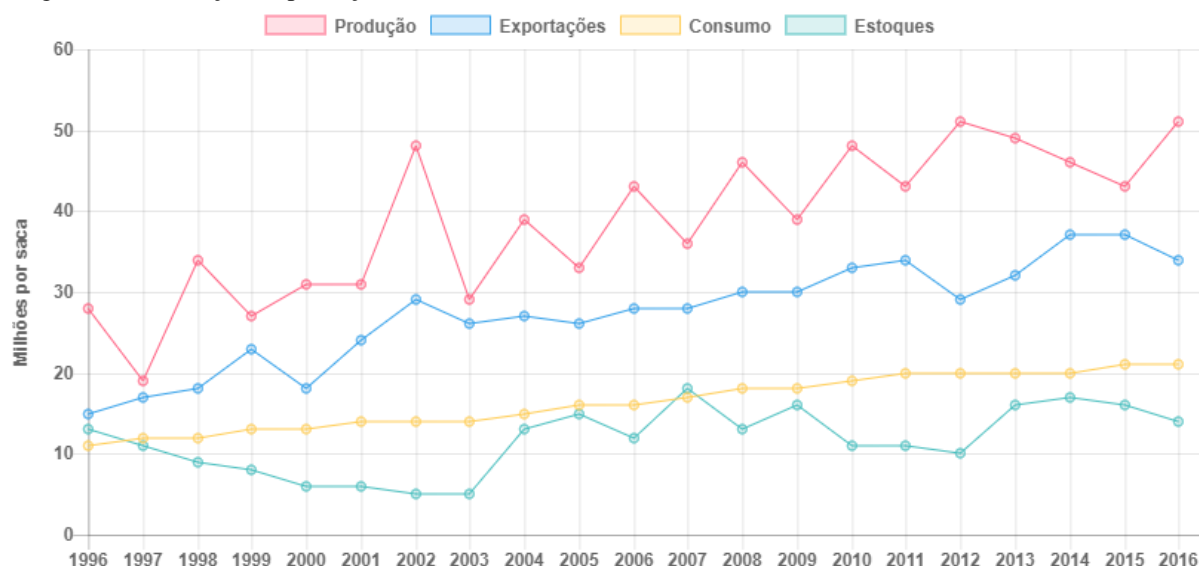
Devido à diversidade de regiões voltadas para a produção de café no Brasil, o país produz diversas variedades do produto, fato que possibilita atender diferentes demandas comerciais, referentes ao paladar e até aos preços. E buscando a valorização do café muitos produtores hoje investem em certificações, promovendo preservação ambiental e melhores condições trabalhistas para os colaboradores. Com isso, alcançam melhor aproveitamento de área plantada e gestão mais eficiente nas propriedades, racionalizando o uso de recursos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2017).

## **2.3 Evolução da produção cafeeira**

A seguir, a figura 1, mostra que o potencial produtivo do Brasil aumentou consideravelmente e tende a continuar assim, segundo estudos. As oscilações devem-se ao fato da bienalidade da produção cafeeira, ou seja, a alta produtividade acontece a cada dois anos. Segundo uma pesquisa da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018) em

2018 o Brasil terá a maior produção de café de sua história, o levantamento estima 58 milhões de sacas de 60 quilos beneficiadas.

Figura 01 – Evolução da produção cafeeira no Brasil



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2016

## 2.4 Avanço tecnológico na cafeicultura

O café moldou o perfil econômico, social, político e cultural do Brasil, assim que se tornou o principal produto de exportação. Desde o início o café teve sua economia voltada para o mercado externo, isso gerou um crescimento acelerado de áreas plantadas e de produtores. Para atenderem as demandas, pesquisas voltadas para cafeicultura buscavam meios para facilitar e agilizar a produção. Em vista disso, inovações tecnológicas foram surgindo e se tornando cada vez mais presente no campo (TURCO et al, 2013).

O Brasil desenvolve o maior programa mundial de pesquisas em café. Avanços significativos da cafeicultura brasileira estão relacionados a pesados investimentos em pesquisas em áreas importantes, como o melhoramento genético, biotecnologia e manejo de pragas, desenvolvidas anualmente pelo Consórcio Pesquisa Café, rede integrada de instituições brasileiras de pesquisa (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2017, p.1).

No início os cafeicultores tiveram receio de investir na tecnologia, pois muitas vezes o investimento demandado era alto. Mas a volatilidade dos preços e a necessidade de produzir café a um custo mais baixo ajudaram a disseminação da tecnologia na cafeicultura, como em outras atividades agrícolas. Estudos mostram que os custos subiram e, com a margem de lucro

apertada, produtores que investem em inovação têm mais chance de sobreviver na atividade (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2017).

Hoje a tecnologia avançada e as inovações presentes no meio rural viabilizam a aplicação de ferramentas eficientes no setor produtivo agropecuário. Nesse sentido, pesquisas avançam para desenvolver e avaliar meios que promovam evolução na cafeicultura.

#### 2.4.1 Mecanização

A mecanização dos serviços realizados na produção cafeeira tornou mais rápida e eficiente as operações que antes eram desenvolvidas manualmente. Isso trouxe pontos positivos para os produtores de café, como a diminuição da mão de obra e um aumento significativo na produtividade (TURCO et al, 2013).

Contudo a adoção de serviços mecanizados exige uma mudança na gestão do cafeeiro. É importante rever os conceitos de produção, a maneira como eram realizadas as tarefas e buscar meios mais eficientes, para aplicar novas ferramentas e sistemas na gestão, buscando o melhor aproveitamento possível.

### 3 PRODUÇÃO DO CAFÉ

O valor comercial do café cresce consideravelmente com a melhoria da qualidade, logo um produto com qualidade inferior sofre redução significativa no seu preço de mercado, gerando prejuízos ao produtor. Por isso, a importância de realizar a gestão da produção cafeeira de maneira consciente e adequada (REIS; CUNHA, 2010; MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

As condições de cultivo exercem uma influência marcante nos aspectos de segurança e qualidade da bebida. Fatores como: condições climáticas, tratamentos culturais, tratamentos fitossanitários, adubação, cuidados na colheita, etc., vão influenciar na contaminação dos grãos e na qualidade da bebida resultante (MANUAL DE SEGURANÇA E QUALIDADE PARA A CULTURA DO CAFÉ, 2004, p. 15).

As atividades realizadas dentro da produção cafeeira consistem basicamente de quatro fases, que são o plantio, o manejo da lavoura, a colheita e a pós-colheita.

#### 3.1 Plantio

Nessa etapa as sementes são selecionadas de acordo com a qualidade e variedade de café que se quer obter. Os grãos escolhidos são plantados em saquinhos plásticos adequados e armazenados em viveiros, sob condições ideais para dar suporte ao desenvolvimento da planta. As mudas são mantidas fora do contato direto com o sol, irrigadas e fertilizadas até que atinjam o tempo de serem plantas no solo final (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

De acordo com Marcolan e Espindula (2015, p. 167) “o plantio das mudas no campo é uma etapa importante da implantação da lavoura. Tal procedimento interfere na sobrevivência das plantas durante a fase inicial, bem como, na sobrevivência e no bom desenvolvimento das mesmas durante a fase adulta.”

Depois que a muda é repassada para área de cultivo é necessário fazer o manejo correto para que o desenvolvimento da planta possa acontecer de forma adequada. O cafeicultor trata da lavoura na fase inicial até que se atinja a idade de produção, na fase adulta. O tempo para o café começar a produzir varia de dois anos e meio a três (REIS; CUNHA, 2010).

## 3.2 Manejo da lavoura

Essa etapa consiste na manutenção da lavoura. Nessa fase é preciso dar o suporte necessário para o desenvolvimento adequado das plantas. O manejo compreende os serviços de poda do cafeeiro, adubação, controle de ervas daninhas e de pragas, enfim tudo o que é feito para manter a lavoura bem cuidada (REIS; CUNHA, 2010).

Portanto, todo o processo de manejo deve ser muito bem planejado e executado no tempo certo, para que traga um resultado positivo para o cafeicultor. A importância dessa etapa deve-se ao fato de gerar um custo considerável e implicar diretamente na produtividade da lavoura, como também na qualidade dos grãos (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

### 3.2.1 Poda do café

A poda é uma operação que tem a finalidade de eliminar as partes da planta que perderam ou diminuíram a capacidade produtiva. Existem vários tipos de poda do café, que são aplicados de acordo com as condições da lavoura. O que diferencia os processos entre si é a forma como o serviço é realizado e a proporção da planta que é podada, mas todos possuem o mesmo objetivo, renovação da planta visando o aumento da produtividade (REIS; CUNHA, 2010).

### 3.2.2 Adubação

A adubação consiste no manejo nutricional da lavoura e é feita para complementar a nutrição da planta, auxiliando o desenvolvimento e aumento de produtividade. São realizadas análises de solo e de folhas da lavoura que vai ser adubada, para verificar a necessidade nutricional. Com base nos resultados é determinado o fertilizante adequado para inserção via solo e/ou via foliar (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

### 3.2.3 Controle de ervas daninhas, pragas e doenças

Controle de ervas daninhas é o serviço de conter o mato que cresce no meio do cafezal. Pode ser realizado de forma manual, mecânica ou química. O controle manual consiste de capinas e roços, é pouco empregado hoje em dia, devido à grande demanda de mão de obra e pouco rendimento. Já o serviço mecânico é realizado com o uso de máquinas e

implementos. O controle químico consiste no uso de herbicidas, que aplicados sobre a vegetação, impedem o seu desenvolvimento (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

A cultura do café está sujeita ao ataque de pragas que afetam o desenvolvimento e produção da lavoura, causando prejuízos consideráveis. Dentre elas, as mais presentes nos cafezais, são a broca do café, o ácaro vermelho e o bicho mineiro. O controle de pragas é feito de forma química, através da aplicação de inseticidas, que impedem a infestação desses insetos (REIS; CUNHA, 2010).

Muitas doenças atingem lavouras cafeeiras, por isso há importância de realizar o manejo correto. Várias dessas doenças têm potencial suficiente para inviabilizar, ao menos financeiramente, o cultivo do café, além de prejudicar significativamente a qualidade dos frutos. Dentre as mais comuns destacam-se a ferrugem e a seca de ponteiros. O controle desses ataques é realizado de forma química, com a aplicação de fungicidas (REIS; CUNHA, 2010).

### **3.3 Colheita**

A colheita é considerada uma das etapas de maior importância para os cafeicultores, por apresentar custos elevados e implicar na qualidade dos frutos. Para Marcolan e Espindula (2015, p. 347) “os cuidados na colheita e pós colheita do café interferem na manutenção da qualidade dos frutos, ou seja, é nessas etapas que o produtor precisa se atentar às recomendações técnicas para evitar a depreciação do seu produto.”

A colheita pode ser realizada de forma manual, semimecanizada e mecanizada, o que depende de alguns fatores para ser determinada, como a inclinação do terreno, maturação dos grãos, disponibilidade de recursos, entre outros (REIS; CUNHA, 2010).

A colheita manual é realizada com trabalho braçal, quando não há uso de nenhum equipamento para colher os grãos. Já a semimecanizada consiste no emprego de derriçadeiras portáteis, que funcionam como uma mão mecânica. A colheita mecanizada é realizada com o uso de máquinas colhedoras (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

### **3.4 Pós colheita**

O processo de pós colheita implica diretamente na qualidade final do café e tem forte presença na composição dos custos de produção. Por isso, essa etapa exige planejamento



consistente e execução adequada. A pós colheita compreende três processos: preparo, secagem e armazenagem (REIS; CUNHA, 2010).

#### 3.4.1 Preparo

É a fase de preparação dos frutos para o processo de secagem. Os grãos recém colhidos, se necessário, são lavados, e separados geralmente em dois lotes: frutos secos e passos e frutos verdes e maduros. Segundo Marcolan e Espindula (2015, p. 361) “os grãos podem ser secos inteiros ou descascados. Quando se seca frutos inteiros essa forma de preparo é denominada ‘via seca’ e ao se trabalhar com frutos descascados tem-se o preparo por ‘via úmida.’”

O processo de secagem que vem após a fase de preparo varia pouco com a forma como o café é processado, seja o grão inteiro ou descascado. O que demanda um pouco mais de atenção é o preparo por via úmida, devido à fragilidade dos grãos a contaminação (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

#### 3.4.2 Secagem

A secagem consiste em reduzir o percentual de água presente na composição do grão. O processo de secagem possui fundamental importância, visto que produtos agrícolas armazenados com excesso de umidade ficam sujeitos ao apodrecimento e a perda de qualidade, tornando-se, na maioria das vezes, impróprio para o consumo (REIS; CUNHA, 2010).

A secagem é um método de conservação de alimentos em que o teor de água dos produtos é reduzido a níveis que possibilitam a armazenagem em condição ambiente. O processo de seca causa a desaceleração da atividade metabólica dos frutos e bloqueia a infestação de fungos e bactérias (BROOKER; BARKER-ARKEMA; HALL, 1992 apud MARCOLAN; ESPINDULA, 2015, p. 363).

O processo de secagem deve ser executado até que os grãos de café estejam com umidade entre 11 a 12%. Chegado a esses valores o café está pronto para ser armazenado, ainda não beneficiado (MANUAL DE SEGURANÇA E QUALIDADE PARA A CULTURA DO CAFÉ, 2004).

A secagem do café pode ser realizada em terreiros ou utilizando-se equipamentos secadores. Por vezes, efetua-se uma pré-secagem no terreiro, completando-se o processo em

secadores. A secagem no terreiro é chamada de secagem natural e em secadores é conhecida de secagem forçada (REIS; CUNHA, 2010).

A secagem natural é realizada pela exposição do café ao sol em terreiros, muito utilizada pelos cafeicultores brasileiros. Contudo existem algumas desvantagens no uso desse meio de seca, como muito tempo para realizar a secagem, exigência de grandes áreas, além de estar sujeito a variações climáticas. O terreiro de secagem deve ser de construção adequada, buscando maior facilidade de operação e limpeza, para impedir contaminação dos grãos e consequente perda de qualidade (MANUAL DE SEGURANÇA E QUALIDADE PARA A CULTURA DO CAFÉ, 2004).

O processo de secagem em secadores será visto no capítulo seguinte.

### 3.4.3 Armazenagem

Depois de secos, os grãos são estocados em local apropriado, sem exposição à umidade ou variação bruta de temperatura. Segundo Marcolan e Espindula (2015, p. 381) “o ideal é que a armazenagem estenda-se por no mínimo 15 dias, para então o produto ser beneficiado. Pois, nesse período, ocorre a estabilização de transformações químicas e de propriedades físico-químicas associadas à qualidade da bebida.”

O beneficiamento do café consiste num conjunto de operações, cujo objetivo é obter lotes homogêneos que atendam determinados padrões. Esse processo obtém o café beneficiado pelo processamento dos frutos secos, eliminando as cascas e separando os grãos (REIS; CUNHA, 2010).

## **4 USO DE SECADORES NA CAFEICULTURA**

A secagem é um processo de fundamental importância na produção do café, visto que não realizada de maneira correta, pode ocasionar até a perda do produto. Ela pode ser realizada de várias formas, entretanto, considerando o avanço tecnológico, o uso de secadores nessa etapa de processamento do café é bastante positivo.

O uso desses equipamentos apresenta vantagens em relação à secagem natural, como processamento independente das condições climáticas, execução em menor espaço de tempo, garantia de melhor qualidade aos grãos e necessidade de pouca mão de obra. Os secadores geralmente envolvem os grãos formando uma camada, e realizam a secagem com a passagem de ar forçada através dessa camada (MANUAL DE SEGURANÇA E QUALIDADE PARA A CULTURA DO CAFÉ, 2004).

### **4.1 Componentes básicos de secadores**

Para realizar o processo de secagem, os secadores combinam a ação de diversos componentes. De acordo com o modelo de secador ou a forma de trabalho, esses componentes podem variar, mas o princípio de funcionamento é praticamente o mesmo.

#### **4.1.1 Fornalhas**

Segundo Lopes (2000 apud SILVA et al, 2014a, p. 3), “fornalhas são dispositivos projetados para assegurar a queima completa do combustível, de modo eficiente e contínuo, em condições que permitam o aproveitamento da energia térmica liberada da combustão com maior rendimento térmico possível.”

Existem dois tipos de fornalhas, a de fogo direto e a de fogo indireto. No tipo fogo direto, os gases resultantes da combustão são misturados com o ar ambiente e soprados diretamente na massa de café. Contudo, os gases podem contaminar os grãos, alterando características importantes e prejudicando a qualidade. Nas fornalhas de fogo indireto, os gases provenientes da combustão são direcionados a um trocador de calor, que aquece indiretamente o ar de secagem, que posteriormente é soprado na massa de café (SILVA et al, 2014a).

Portanto, fornalhas são os equipamentos responsáveis pela queima do combustível, gerando calor para aquecimento do ar de secagem. O combustível mais utilizado atualmente é

a palha de café, por isso, muitas fornalhas já contam com reservatório de palha com abastecimento automático.

#### 4.1.2 Ventiladores

Ventiladores são equipamentos que tem a função de arrastar e direcionar o ar de secagem para a massa de café. O ar é soprado em direção aos grãos, realizando o processo de secagem.

#### 4.1.3 Câmara de secagem e câmara plenum

Nos secadores agrícolas, a câmara de secagem é o local onde a massa de grãos fica contida durante todo processo de seca. Já a câmara plenum é o local onde o ar de secagem é injetado e direcionado antes de atravessar a massa de café (SILVA et al, 2014b).

Dependendo do tipo de secador, há movimentação dos grãos na câmara de secagem, como acontece no secador rotativo. Contudo, no secador estático não há movimentação da massa de café durante todo o processo de secagem.

### 4.2 Tipos de secadores

Existem diversos tipos de secadores, que são classificados conforme a forma como realizam o processo de secagem, a disposição dos grãos no secador e o fluxo do ar de secagem. Serão abordados neste trabalho dois modelos que estão sendo bastante empregados atualmente na cafeicultura, o secador rotativo e o secador estático.

#### 4.2.1 Secador Rotativo

O secador rotativo é muito utilizado na cafeicultura por atender desde pequenos a grandes produtores de café. Diversos fabricantes desse equipamento contam com modelos que variam a capacidade de carga, ou seja, o volume de grãos que a câmara de secagem suporta. Assim, é só escolher pelo modelo que atende a demanda de processamento.

As principais características desse equipamento são secagem rápida e uniforme, sistemas de carga e descarga eficientes, e fornalha de fogo indireto. Possui bom aproveitamento de calor, o que resulta em melhor desempenho de secagem, economia de

combustível e maior velocidade do processo. No entanto, apresenta alto consumo de energia elétrica e custo inicial elevado (PALINI&ALVES, 2018b).

Como pode ser visto na figura 2, sua câmara de secagem consiste de um cilindro tubular posicionado horizontalmente, onde a massa de café é contida durante o processo de secagem. Esse cilindro realiza movimentos rotacionais durante todo funcionamento. No centro da câmara de secagem há uma tubulação (câmara plenum) para passagem do ar de secagem (SILVA et al, 2014b).

Figura 02 – Secador rotativo



Fonte: PALINI&ALVES, 2018b

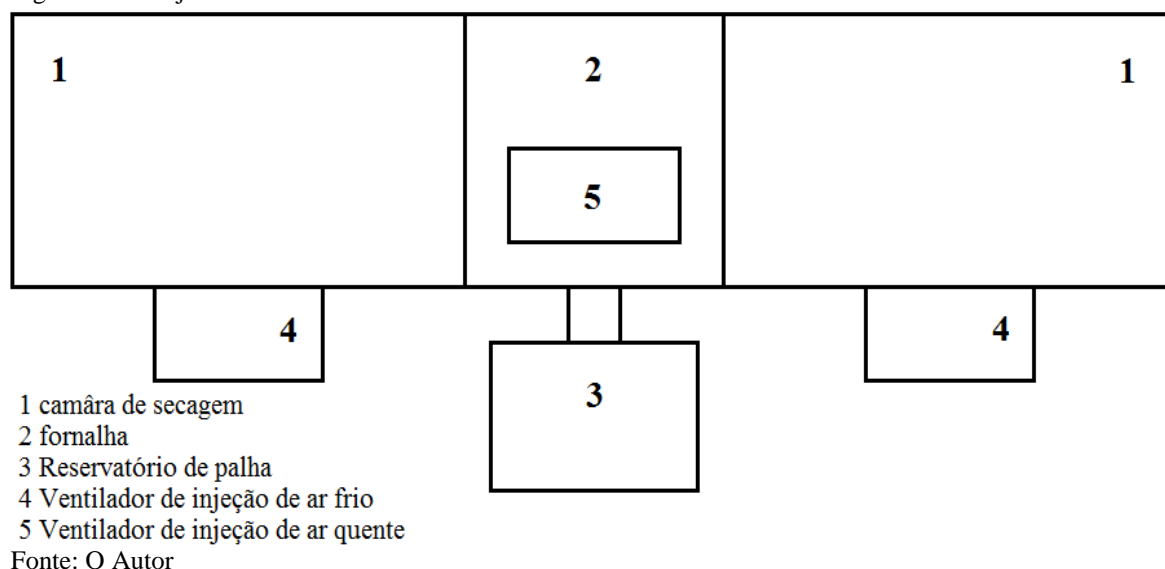
#### 4.2.2 Secador estático

Esse tipo de secador é mais recente na cafeicultura que os do tipo rotativo. Surgiram da necessidade de diminuir os custos de produção e aumentar a qualidade dos grãos. Segundo os fabricantes, esses equipamentos entregam produtos com maior qualidade, a um custo menor.

Diferentemente de secadores rotativos, nesse equipamento o café fica parado durante todo o processo de seca. O ar é soprado pela parte de baixo da câmara de secagem, atravessando a massa de grãos no sentido ascendente. Esse modo de realizar a secagem do café é bastante vantajoso, porque elimina o uso do terreiro, recebendo café direto da lavoura (recém colhido). Para substituir o terreiro, o secador estático realiza uma pré-secagem, que consiste na passagem de ar frio através da massa de café (GUIRALDELI, 2017).

As principais características desse equipamento são baixa demanda de mão de obra, alta eficiência energética e custo inicial baixo. O grande diferencial do secador estático é trabalhar com café recém colhido, eliminando a necessidade de secagem no terreiro (PINHALENSE, 2018b).

Figura 03 – Projeto de um secador estático



O secador estático é fabricado em estrutura de aço, podendo ser parcialmente construído em alvenaria. Conforme figura 3, o equipamento possui uma fornalha de fogo indireto no centro com duas caixas retangulares nas laterais. Essas caixas contêm as câmaras de secagem e plenum, que são separadas entre si por uma chapa de aço perfurada. O ventilador de ar quente fica sobre a fornalha e os de ar frio estão nas laterais das caixas (SECAFÉ SECADORES, 2018).

Como o secador possui duas câmaras de secagem é possível trabalhar com dois lotes diferentes de café simultaneamente, injetando ar quente numa caixa e ar frio na outra. Isso é muito vantajoso para o produtor, principalmente para manter a umidade mais homogênea (PALINI&ALVES, 2018a).

O secador estático busca realizar o processo de secagem do café de forma adequada para não agredir a integridade dos grãos. Isso acontece obedecendo a determinados parâmetros de trabalho especificados pelos fabricantes dos equipamentos. Portanto, é preciso seguir uma determinada linha de trabalho, caso isso não aconteça pode-se prejudicar a qualidade dos grãos envolvidos no processo.

### 4.3 Secadores estáticos de marcas renomadas

Existem diversos fabricantes de maquinário agrícola, contudo nem todos entregam um equipamento eficiente e de qualidade. Por isso há a necessidade de fazer uma pesquisa, trocar idéias e opiniões sobre um produto, antes de comprá-lo. É sempre importante ter conhecimento dos resultados para implantação de um determinado equipamento, avaliando a viabilidade do investimento.

Secadores são equipamentos muito requisitados, são submetidos a grandes esforços mecânicos e variações de temperatura, assim necessitam de um projeto bem dimensionado. Além de possuírem um custo inicial relativamente elevado. Por essa razão, é preciso avaliar qual o equipamento ideal, baseando-se na demanda de serviço, recursos disponíveis e avaliar a instalação adequada (SILVA et al, 2014b).

Portanto, no momento da compra vale a consideração de equipamentos de marcas renomadas, observando a forte presença de seus produtos no mercado.

#### 4.3.1 Secador estático Pinhalense

Pinhalense é uma empresa fabricante de máquinas agrícolas, voltada principalmente para o ramo cafeeiro. Bastante renomada no setor, entrega equipamentos eficientes e de qualidade. Conta com três unidades fabris que somam mais de 60 mil m<sup>2</sup> de planta industrial, em Espírito Santo do Pinhal, São Paulo. Investe permanentemente em pesquisa de novas tecnologias e qualidade, para evolução dos equipamentos e instalações em funcionamento (PINHALENSE, 2018a).

O secador estático Pinhalense segue um mesmo modelo, mas varia a capacidade de carga, ou seja, o volume máximo de café. Segundo a empresa o equipamento apresenta as seguintes vantagens:

- a) Baixa potência instalada;
- b) Reduz a secagem no terreiro e a necessidade de mão de obra;
- c) Forno de fogo indireto;
- d) Sistema de descarga por basculamento hidráulico;
- e) Fácil limpeza e manutenção;
- f) Painel de comando elétrico (PINHALENSE, 2018b).

Figura 04 – Secador estático Pinhalense



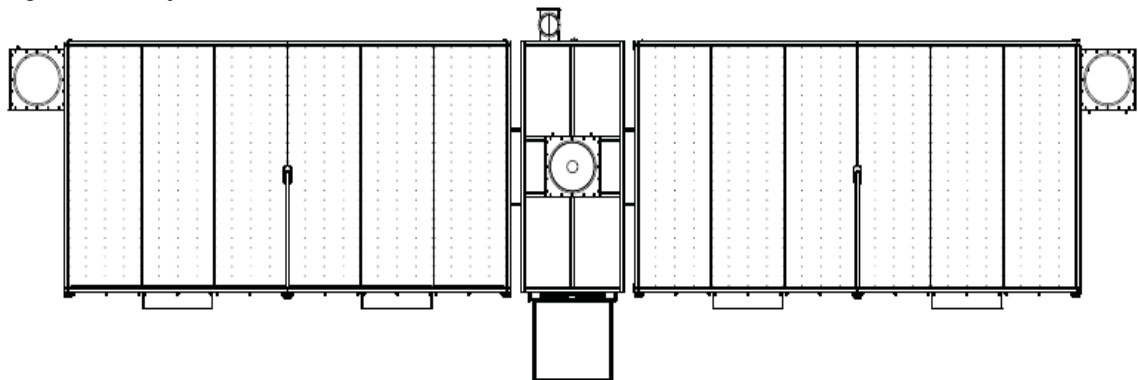
Fonte: PINHALENSE, 2018b

Figura 05 – Secador estático Pinhalense vista frontal



Fonte: PINHALENSE, 2018b

Figura 06 – Projeto secador estático Pinhalense



Fonte: PINHALENSE, 2018b

As figuras 4 e 5 mostram fotos reais do equipamento, onde é possível avaliar que toda estrutura é totalmente metálica. Já na figura 6, é possível observar a disposição dos componentes do secador estático Pinhalense, a fornalha está no centro e o ventilador de ar



quente sobre ela, as caixas estão nas laterais da fornalha e os ventiladores de ar frio estão nas laterais das caixas. O reservatório de palha está frente à fornalha.

#### 4.3.2 Secador estático Palini&Alves

Outra marca com forte presença no setor cafeeiro, a Palini&Alves fabrica maquinário para todas as etapas de produção do café. Trabalha focada nas etapas de processamento de café. Também é famosa pela fabricação de equipamentos de qualidade.

Segundo a empresa os custos de produção estão cada vez mais pressionando os cafeicultores brasileiros, dessa forma é fundamental buscar alternativas para gastar menos. Em cima disso, a Palini&Alves apresenta seu secador estático com a grande vantagem de eliminar a seca no terreiro, e a proposta de realizar o processo de secagem do grão diretamente do pé de café (PALINI&ALVES, 2018a).

O secador estático Palini&Alves permite flexibilidade em termos de volume, atendendo tanto pequenos como grandes produtores, a um custo acessível. A empresa apresenta as seguintes vantagens do equipamento:

- a) Elimina a secagem no terreiro e diminui a mão de obra nesta etapa;
- b) Forno de fogo indireto;
- c) Sistema de descarga manual ou por basculamento hidráulico;
- d) Fácil limpeza e manutenção;
- e) Painel de comando elétrico;
- f) Secagem uniforme (PALINI&ALVES, 2018a).

Figura 07 – Secador estático Palini&Alves



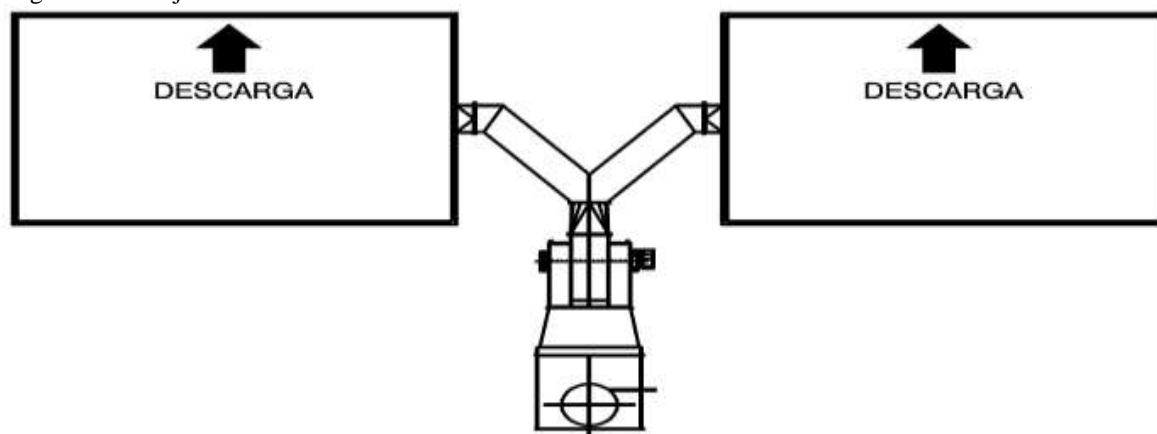
Fonte: PALINI&ALVES, 2018a

Figura 08 – Secador estático Palini&Alves vista frontal



Fonte: PALINI&ALVES, 2018a

Figura 09 – Projeto secador estático Palini&Alves



Fonte: PALINI&ALVES, 2018a

As figuras 7 e 8 mostram fotos reais do equipamento, que assim como o Pinhalense também possui toda estrutura feita totalmente metálica. Conforme figura 9, o secador estático Palini&Alves, apresenta a seguinte disposição de seus componentes: fornalha integrada com ventilador de ar quente no centro com as caixas nas laterais. Nesse equipamento o ventilador de ar frio é opcional.

#### 4.4 Secador Estático na cafeicultura

O secador estático surgiu recentemente no ramo do café e atraiu a atenção de muitos produtores com a sua proposta de trabalho e custo de implantação mais baixo que o de outros equipamentos. Contudo, o princípio de funcionamento desse equipamento não é tão recente assim, um secador semelhante foi desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa em 1984, que ficou conhecido como secador de camada fixa. Esse equipamento possui

características diferentes do secador estático, como câmara de secagem circular entre outros componentes, entretanto o modo de operação é o mesmo (SOARES et al, 2016).

Em 2015 e 2016, o secador de camada fixa, com as câmaras de secagem e plenum retangulares, denominado secador "caixa", despertou inusitado interesse e foi construído em grande número pelos cafeicultores da região das Matas de Minas, devido ao baixo custo, menor demanda de mão de obra para efetuar a secagem e à possibilidade de obter um produto de qualidade (SOARES et al, 2016, p. 1).

Por realizar o processo de secagem sem movimentação dos grãos, o secador traz insegurança a alguns cafeicultores, uma vez que uma massa de café estacionada com umidade alta sugere a formação de mofo e a proliferação de fungos e bactérias, causando a depreciação ou até a perda do produto. Por isso, para implantar o secador estático é necessário fazer uma análise completa do equipamento, considerando o modo de operação e da qualidade final do café (MANUAL DE SEGURANÇA E QUALIDADE PARA A CULTURA DO CAFÉ, 2004).

## 5 METODOLOGIA

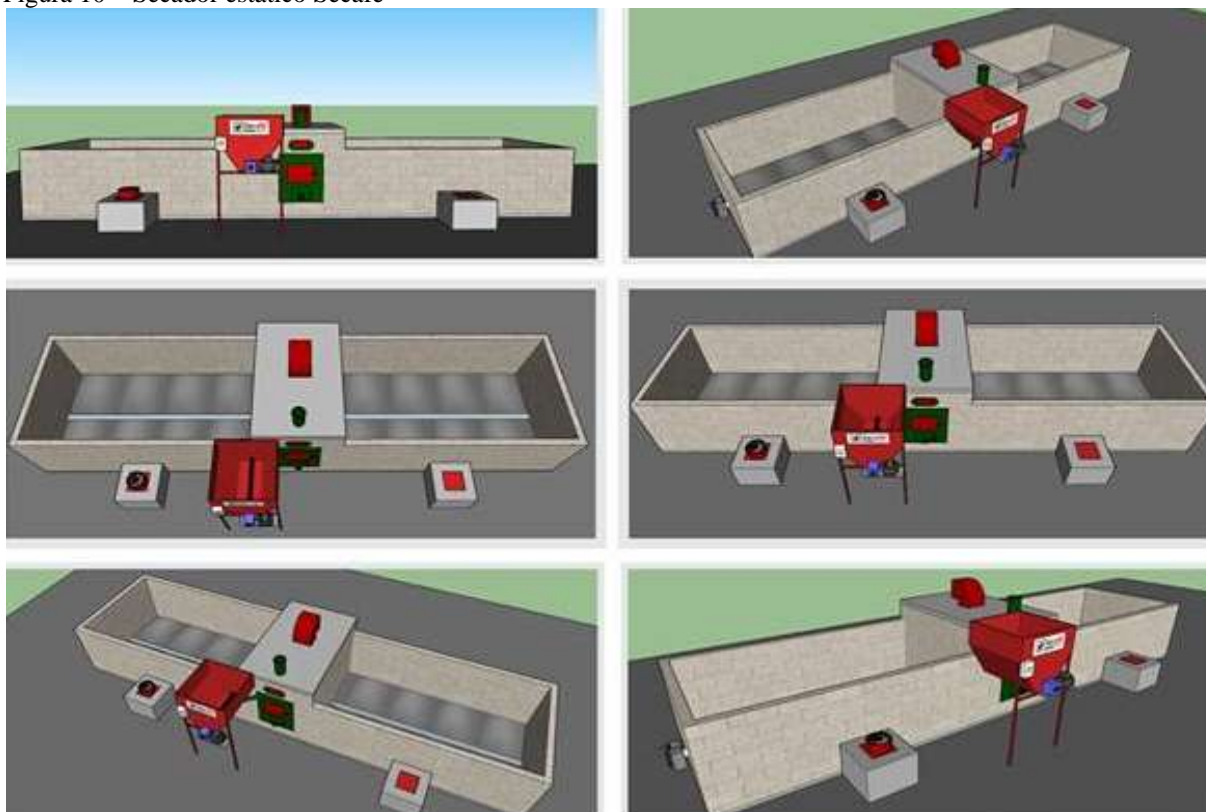
O trabalho foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica seguida de um estudo de caso relativo à análise técnica de um secador estático de grãos. Foi avaliado o modo de operação e manutenção, a eficiência energética e a qualidade final do café. Toda fundamentação teórica foi adquirida em livros, sites e revistas especializados na cultura do café. Foram realizados alguns testes no equipamento, respeitando os parâmetros de trabalho propostos pelo fabricante. Durante os testes foram feitos o gerenciamento e análise da operação. Quatro lotes de café processados no secador estático foram submetidos à análise de qualidade para garantia dos resultados.

O equipamento utilizado nos testes está implantado numa fazenda localizada no município de Três Pontas/MG.

### 5.1 Caracterização do Secador Estático

O equipamento utilizado nos testes é da marca Secafé. Essa empresa entrega o secador com a maior parte construída em alvenaria conforme mostra a figura 10.

Figura 10 – Secador estático Secafé



Fonte: SECAFÉ SECADORES, 2018

Componentes do equipamento:

- a) Fornalha de fogo indireto;
- b) Registros de ar para alternar o calor entre as caixas;
- c) Reservatório de palha com motor de 0,5 CV (cavalo-vapor);
- d) Ventilador de ar frio com motor de 3 CV;
- e) Ventilador de ar quente com motor de 3 CV;
- f) Painel eletrônico de comando com sensor de temperatura;
- g) Termômetro (vareta) para medir temperatura da massa de café;
- h) Ventoinha de injeção de ar na fornalha com motor de 0,5 CV;
- i) Sistema de descarga com correia transportadora com e motor de 1 CV (SECAFÉ SECADORES, 2018).

O secador estático Secafé possui capacidade de carga de 30.000 litros, considerando as duas câmaras de secagem, logo 15.000 litros por câmara.

As câmaras de secagem e plenum são separadas por uma chapada de aço perfurada. O reservatório de palha possui abastecimento automático e é possível regular a quantidade de palha injetada na fornalha, controlando assim a temperatura na massa de café. Todo esse controle é feito através do painel de comando.

Possui somente um ventilador de ar frio, que é portátil, sendo possível colocá-lo na câmara em que se quer trabalhar. Existe uma caixa com tampa onde é o colocado o ventilador de ar frio, assim quando não estiver em uso fecha essa caixa para evitar perda de ar quente.

## **5.2 Parâmetros de trabalho**

Para execução dos testes foi determinado alguns parâmetros de trabalho de acordo com recomendações do fabricante. São os seguintes:

- a) Não compactar a massa de café;
- b) Não exceder o volume por câmara de secagem, ou seja, 15.000 litros;
- c) Trabalhar com lote de grãos homogêneos, mesmo estágio de maturação e percentual de umidade;
- d) Evitar a presença de folhas, galhos e ciscos na massa de café;
- e) Distribuir os grãos de forma nivelada no interior da câmara de secagem;
- f) Começar com temperaturas mais brandas e aumentar gradualmente com o tempo, para não agredir a integridade e qualidade dos grãos;
- g) Fazer o controle do percentual de umidade dos grãos;

h) A temperatura da massa não deve ser exceder 40°C (Celsius);

### 5.3 Descrição do procedimento

A proposta do secador estático é receber café direto da lavoura eliminando o uso do terreiro. O café recém colhido possui elevado percentual de umidade, por isso deve-se atentar e tomar os devidos cuidados para não perder qualidade. Um lote de café maduro leva de 7 a 10 dias para atingir os níveis de umidade requeridos no secador estático.

O percentual de umidade adequado para o café ser armazenado está entre 11 e 12%. O secador estático, por trabalhar com a massa de café estacionada, possui alguns macetes importantes. Quando a umidade da massa de café atinge de 15% a 18% corta-se a injeção de ar quente e deixa-se a massa descansar. Durante esse descanso acontece a homogeneização e estabilização da umidade, que chega aos níveis ideais para armazenagem.

O procedimento foi determinado da seguinte forma:

- a) Carregar a câmara de secagem com os grãos e esparramá-los niveladamente;
- b) No primeiro dia deve-se injetar ar frio sobre a massa de café, fazendo uma pré-secagem buscando homogeneizar a umidade dos grãos;
- c) No segundo dia deve-se injetar ar quente, começando com temperaturas mais baixas, a temperatura do ar deve ser aumentada gradualmente com o tempo;
- d) A partir do terceiro dia trabalha-se com 40°C na massa de café, essa temperatura não deve ser excedida;
- e) Deve ser feito o controle de umidade a partir do quarto dia para manutenção da qualidade do café;
- f) Quando o percentual de umidade estiver próximo do requerido, corta-se a injeção de ar e deixa-se a massa descansar até atingir os níveis adequados de umidade.
- g) Uma vez seco, o café é descarregado por meio de correia transportadora que passa pelo fundo da câmara de secagem.

O controle da temperatura é alcançado com a regulagem da combustão no interior da fornalha. Através do painel de comando é possível ajustar a vazão de palha e a quantidade de ar injetado na combustão, assim determina-se a temperatura de trabalho. Aplicando 40°C na massa de café, condição normal de trabalho, o reservatório de palha tem autonomia de aproximadamente 3 horas.

## **5.4 Manutenção do secador estático**

Esse equipamento demanda pouca e simples manutenção, considerando recomendações do fabricante, os serviços necessários são:

- a) Engraxamento dos mancais de rolamento da correia transportadora;
- b) Ajuste de tensão da correia transportadora;
- c) Limpeza da fornalha;
- d) Limpeza da câmara plenum.

Como a fornalha empregada no secador estático queima combustível sólido, há geração de muitos resíduos, resultantes da combustão da palha de café. Por esse motivo, é necessário fazer a limpeza várias vezes durante um processo de secagem, devido à grande quantidade de palha queimada.

A câmara plenum por estar abaixo da de secagem, separadas por uma chapa perfurada, acumula restos das impurezas presentes na massa de café. Por isso, a cada processo de secagem é necessário fazer a limpeza desse espaço, para evitar a má distribuição de ar.

## **5.5 Operação do secador estático**

Durante funcionamento o secador foi avaliado de forma técnica considerando o modo de operação e a necessidade de mão de obra.

### **5.5.1 Carregamento**

Para carregar a câmara de secagem o café é despejado com o uso de uma pá carregadeira, e para nivelar a massa de café usam-se enxadas. Essa etapa demanda bastante mão obra e é complicado nivelar a massa, uma vez que não se pode pisar sobre ela para não compactá-la.

### **5.5.2 Processo de secagem**

O processo de secagem no secador estático leva tempo e deve ser monitorado frequentemente, no geral demanda pouca mão de obra. Um lote de café maduro, leva de 7 a 10 dias, dependendo das condições dos grãos.

No início com a injeção de ar frio não é necessária muita atenção. Nessa etapa o objetivo é realizar uma pré secagem, eliminando a necessidade do terreiro e buscando homogeneização da umidade da massa de café.

A partir do segundo dia, onde se inicia a injeção de ar quente, é preciso monitorar a temperatura e abastecer o reservatório de palha.

Com a perda de umidade o café diminui seu volume consideravelmente, abrindo vãos entres as paredes da câmara de secagem e a massa grãos. Por isso deve-se novamente nivelá-la para evitar perda de calor.

Quando o café atinge níveis de umidade entre 15 e 18%, corta-se a injeção de ar quente e deixa-se a massa descansar para homogeneização e estabilização da umidade, até níveis de 11 a 12%.

### 5.5.3 Descarga

A descarga é realizada através de correia transportadora, que está instalada no fundo da câmara de secagem. O vão por onde passa a correia é tampado por chapas triangulares na etapa de carregamento, para não impedir a passagem uniforme do ar através da massa de café. Na hora da descarga essas chapas são retiradas e os grãos são conduzidos pela correia transportadora, para fora da câmara de secagem. A partir de então são destinados ao beneficiamento.



## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O secador estático foi analisado em todos os aspectos para avaliar a viabilidade de implantação do equipamento. Foi considerada a técnica de operação e manutenção, a eficiência energética e a qualidade final dos grãos.

### **6.1 Análise técnica**

Nessa etapa o equipamento foi avaliado de forma técnica, considerando o modo de operação e manutenção, tendo em vista a facilidade e necessidade de mão de obra nesses processos.

Durante avaliação do secador estático os resultados alcançados foram: facilidade de manutenção e operação e pouca mão de obra para realizar o processo de secagem. Esse equipamento opera de maneira simples e prática, não necessitando de mão de obra especializada. Trabalha com lotes de café de maduro, eliminando a etapa do terreiro.

Na fase de carregamento houve complicação para nivelar e não compactar a massa de café no interior da câmara de secagem. Para realizar a seca corretamente é importante a massa estar nivelada e não compactada, para a distribuição do ar ser uniforme em todas as direções.

Houve grande diferença de umidade entre grãos dispostos em diferentes alturas na câmara de secagem. Os grãos situados no fundo da câmara de secagem recebem ar com mais intensidade, portanto secam mais rápido. E se a temperatura desse ar for muito elevada, esses grãos perdem qualidade consideravelmente, por atingirem níveis de umidade mais baixos que o ideal.

Uma maneira de eliminar os problemas de compactação da massa de café e a grande diferença de umidade seria o revolvimento da mesma algumas vezes durante o procedimento de secagem. Isso seria possível com uso de um equipamento descompactador. Uma ferramenta com esse objetivo foi desenvolvida recentemente para secadores estáticos, e traz a proposta de melhorar a uniformidade dos grãos e diminuir o tempo de seca.

Alguns lotes de café apresentavam alto índice de frutos verdes e impurezas. Isso causa problemas no processo de secagem, impedindo a correta passagem do ar e homogeneização da umidade. O ideal é que os grãos estejam no mesmo estágio de maturação e a massa não apresentem grande quantidade de impurezas. Nesse caso, pode-se aplicar algum processo de limpeza e separação de grãos antes de colocar o café no secador, como o processo de lavagem por exemplo.

## 6.2 Análise da eficiência energética do secador estático

Nessa fase foi analisada a potência necessária para realizar um procedimento de secagem no secador estático. E também foi feita uma comparação com a potência consumida por um secador rotativo.

Para efeito de comparativo será considerado todos os componentes elétricos do secador estático trabalhando constantemente durante um procedimento de secagem. Assim têm-se os seguintes equipamentos operando: reservatório de palha com motor de 0,5 CV, ventilador de ar frio com motor de 3 CV, ventilador de ar quente com motor de 3 CV e ventoinha de injeção de ar na fornalha com motor de 0,5 CV. Logo a potencia total será 7 CV (SECAFÉ SECADORES, 2018).

Um secador rotativo com capacidade de carga de 9.000 litros, apresenta o motor que gira o cilindro de secagem com potência 5 CV, e o motor do ventilador com potência de 3 CV. A potência do motor do reservatório de palha e do motor da ventoinha de injeção de ar na fornalha serão consideradas as mesmas do secador estático. Logo a potência total é 9 CV (PALINI & ALVES, 2018).

O secador estático tem capacidade para 30.000 litros, mas trabalha com câmaras independentes, então serão considerados 15.000 litros. Para realizar um processo de secagem, o secador estático consome 7 CV por hora, já o secador rotativo com 9.000 litros consome 9 CV por hora.

Considerando para análise da eficiência energética, o volume de grãos e o consumo de energia elétrica, o secador estático tem grande vantagem em relação ao rotativo. Portanto, é comprovada sua alta eficiência energética

## 6.3 Análise da qualidade final dos grãos

Nessa etapa o objetivo foi analisar a qualidade final do café processado no secador estático. Quatro lotes de grãos submetidos ao processo de secagem no equipamento, após beneficiados, passaram por análise de qualidade na Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de Três Pontas (Cocatrel).

O café apresentou qualidade regular, ficou dentro dos níveis mais comuns, não atingiu qualidade diferenciada. Isso é resultado de alguns pontos podem ser melhorados, como à falta de revolvimento da massa de café e à presença de impurezas, conforme discutido na análise técnica, tópico 6.1.

### 6.3.1 Classificação do café

A determinação da qualidade do café pode ser feita de várias formas: classificação por defeitos, por bebida, por peneira, por cor, entre outras. Considerando o café classificado de acordo com a bebida, têm-se as seguintes identificações:

- a) Bebida estritamente mole: considerada a melhor bebida do café, apresenta sabor agradável, suave e adocicado;
- b) Bebida mole: tem sabor agradável, suave e adocicado, porém menos intenso que a estritamente mole;
- c) Bebida dura: apresenta gosto amargo, adstringente e áspero;
- d) Bebida riada: apresenta leve aroma e sabor químico medicinal, gosto de remédio;
- e) Bebida rio: mesma característica da riada, porém com gosto mais acentuado (THOMAZIELLO, 2014).

Conforme tabela 1, os cafés foram classificados com bebida dura, o tipo mais comum no mercado. Os lotes apresentaram índices de umidade variados, contudo dentro do normal somente a amostra quatro ficou acima do recomendável, o que gera depreciação do produto.

Tabela 01 – Classificação do café

Amostras	Umidade %	Bebida
1	11,2	Dura
2	11,6	Dura
3	11,8	Dura
4	12,3	Dura

Fonte: O autor

## 7 CONCLUSÃO

Analisando o cenário econômico do Brasil hoje, onde é necessário aumentar a produtividade otimizando o uso de recursos, qualquer empreendimento deve ser muito bem planejado, para conseguir bons resultados. Na área do café o ideal é buscar soluções que ajudem a reduzir os custos de produção, aumentando a qualidade final dos grãos e também facilitando a vida do cafeicultor. Com isso, empregar equipamentos eficientes é muito importante para a sobrevivência e preservação na atividade cafeeira.

Avaliando o secador estático de forma técnica, conclui-se que é um equipamento eficiente e de qualidade, considerando a facilidade de operação e manutenção, e que todo o processo de secagem demanda pouca mão de obra. O equipamento cumpre sua proposta de eliminar a necessidade do terreiro de secagem.

Analisando a parte energética, o consumo de energia elétrica é baixo se comparado a outros equipamentos, como o secador rotativo, o que comprova a alta eficiência energética. No quesito qualidade do café, o secador estático possui algumas deficiências, mas no geral, desde que empregado corretamente, entrega um produto de qualidade regular.

Para melhoria da empregabilidade do equipamento pode-se corrigir as principais limitações encontradas, aplicando técnicas simples e efetivas. Conforme discutido no capítulo resultados e discussão, os principais pontos a serem melhorados são a compactação da massa de café e lotes com alto índice de impurezas.

Nesse sentido, pode-se utilizar algum equipamento para descompactar e revolver a massa de café durante o processo de secagem, aumentando a homogeneização e estabilização da umidade e facilitando a passagem do ar. Também é vantajoso aplicar processos de limpeza a lotes de café com presença de impurezas, como folhas, galhos e ciscos.

No geral o secador estático pode ser considerado um equipamento viável e interessante principalmente para produtores que procuram investimentos menores com retorno rápido, visto a alta eficiência do equipamento e custo baixo. Sendo assim, também é preciso desenvolver estudos em cima das dificuldades encontradas para melhorar a confiabilidade do equipamento, buscando cada vez mais atingir níveis de qualidade diferenciais para o café.

## REFERÊNCIAS

- A HISTÓRIA do café. **Revista Cafeicultura**, Rio Paranaíba, abr. 2008. Disponível em: <<http://revistacafeicultura.com.br/?mat=15312>>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Estatísticas: desempenho do setor**. 2016. Disponível em: <<http://abic.com.br/estatisticas/desempenho-do-setor/>>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Historia**. 2018. Disponível em: <<http://abic.com.br/cafe-com/historia/>>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de café da Conab mostra produção recorde: 58 milhões de sacas**. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2373-levantamento-de-cafe-da-conab-mostra-producao-recorde-58-milhoes-de-sacas>>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- GUIRALDELI, C. H. C. Secagem estática do café – Tecnologia sem movimentação dos grãos. **Revista Campos&Negócios**, Uberlândia, out. 2017. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/secagem-estatica-do-cafe-tecnologia-sem-movimentacao-dos-graos/>>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- MANUAL de segurança e qualidade para a cultura do café. Brasília: Embrapa, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18217/1/MANUALSEGURANCAQUALIDADEParaaculturadocafe.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- PALINI&ALVES. **Secador Estático**: catálogo. Espírito Santo do Pinhal, 2018a.
- PALINI&ALVES. **Secador rotativo**: catálogo. Espírito Santo do Pinhal, 2018b.
- PEDRO, F. C. **Podas em lavouras cafeeiras**. Lavras: UFLA, 2010. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/conhec\\_tecnico/monografia%20%20chico%20ufla.pdf](http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/conhec_tecnico/monografia%20%20chico%20ufla.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- PINHALENSE. **Empresa**. 2018a. Disponível em: <<http://www.pinhalse.com.br/empresa/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- PINHALENSE. **Secador Estático**: catálogo. Espírito Santo do Pinhal, 2018b.
- REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010.
- SECAFÉ SECADORES. **Secador Estático**: catálogo. Três Pontas, 2018.

SILVA, J. de S. e S. et al. **Fornalha a lenha para secagem de café e grãos**. Brasília: Embrapa, 2014a. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114620/1/Fornalha-a-lenha-para-secagem.pdf>> . Acesso em: 28 jun. 2018.

SILVA, J. de S. e S. et al. **Secador rotativo intermitente: projeto, construção e uso**. Brasília: Embrapa, 2014b. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106804/1/Secador-rotativo-intermitente.pdf> > . Acesso em: 28 jun. 2018.

SOARES, S. F. et al. Qualidade do café seco em secadores “caixa” na região das Matas de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia**: trabalhos apresentados. Varginha: Fundação Procafé, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157849/1/Qualidade-do-cafe-seco-em-secadores-caixa.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

THOMAZIELLO, R. A. A classificação do café. **Revista Cafeicultura**, Rio Paranaíba, set. 2014. Disponível em: <<http://revistacafeicultura.com.br/?mat=55115>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

TURCO, P. H. N. et al. Trajetória da pesquisa cafeeira no Brasil – 1932 a 2012. In: CONGRESSO DA SOBER – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 51, 2013, Belém. **Anais...** Belém: SOBER, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93146/1/2337.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.