

ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA SECADORES DE GRÃOS DE CAFÉ

André Guerra Batista¹, Gabriel Souza Rosa¹, José Henrique Barbosa¹ e Yago Costa da Silva¹,
Pedro Júnior Zucatelli²

1 - Acadêmico de Engenharia Mecânica

2 - Mestrado – Professor Multivix São Mateus

RESUMO

A intenção deste projeto é mostrar como os secadores de café feitos por painéis solares podem afetar a produção do café e a sua qualidade. Essa amostragem foi realizada através de um comportamento qualitativo, focada em uma pesquisa de campo relacionada com uma pesquisa feita com base na fazenda. Dentro desta abordagem foram realizados entrevistados com os profissionais que estão interligados, diretamente ou indiretamente, com a produção do café, sendo ele na colheita ou na área de secagem dos grãos de café. Os resultados primordiais, retirados da pesquisa, mostram que, o secador de café feito de partir de painéis solares obtém uma eficiência e uma agilidade maior na secagem do café, sem perder a sua qualidade, o que faz com que haja uma produtividade maior de café e que a secagem seja eficaz, já que não dependerá do clima para que o mesmo ocorra. Desta forma, é possível concluir que, para aperfeiçoar a secagem do café por meio de painéis solares, é necessário um investimento, mas que irá obter um resultado eficaz e um retorno financeiro, já que conseguirá produzir e vender mais café, de acordo com o produtor da fazenda, e utilizará a energia renovável como base para domínio do projeto.

Palavras-Chave: Energia Renovável; Secagem; Produção; Energia Solar.

ABSTRACT

The intention of this project is to show how coffee dryers made by solar panels can affect coffee production and quality. This sampling was carried out through a qualitative behavior, focused on documentary research related to a research based on the farm. Within this approach, interviewees were carried out with professionals who are directly or indirectly connected with the production of coffee, whether it is in the harvest, production or drying area of coffee beans. The primordial results, taken from the research, show that the coffee dryer made from solar panels obtains greater efficiency and agility in drying the coffee, without losing its quality, which leads to greater coffee productivity. and that drying is effective, since it will not depend on the climate for it to occur. Thus, it is possible to conclude that, in order to optimize the drying of coffee by means of solar panels, an investment is necessary, but that it will obtain an effective result and a financial return, since it will be able to produce and sell more coffee and use renewable energy as basis for project domain.

KEYWORDS: Renewable Energy; Drying; Production; Solar energy.

1.INTRODUÇÃO

O agronegócio exerce uma forte influência no PIB brasileiro correspondendo a cerca de 23% no ano de 2016, (CNA, 2016, p.1). Dentro desse seguimento, a produção de grãos como: café, milho, soja e trigo são alguns dos destaques, com produções respectivamente de 93,260, 113,920 e 6,726 milhões de toneladas, durante a safra de 2016/2017, (CONAB, 2017, p.1). “A secagem de produtos agrícolas ocorre desde os primórdios da civilização. No início, não havia qualquer preocupação com a armazenagem e a diminuição de umidade ocorria no próprio campo” (MOHAJER et al., 2013, p.43).

Com o crescimento da demanda de alimentos e também por processos em que houvesse a possibilidade de controlar o ambiente de secagem, surgiram os secadores convencionais de grande porte, usados na atualidade (TABORDA, 2017). Na secagem comercial empregam-se secadores convencionais, que utilizam fontes de energia como: lenha, resíduos agrícolas ou combustíveis fósseis, para o aquecimento do ar de secagem em suas fornalhas (SILVEIRA, 2016).

No sistema produtivo agrícola ainda há grande ênfase às pesquisas sobre secagem de grãos, pois este processo demanda uma grande quantidade de energia, no caso específico do café a energia gasta na operação de secagem pode corresponder à até 50% do consumo total de energia envolvido na produção deste grão (LOPES, AFONSO, SILVA, 2000).

Em conformidade ao que foi descrito anteriormente sobre a secagem dos grãos e ligando com a produção de energia solar para alavancar o funcionamento desses secadores, Silveira (2016), afirma que é possível dizer que a energia solar é considerada uma fonte de energia inesgotável e por essa razão, atualmente, vem se tornando uma das alternativas a serem empregadas nas fontes geradoras de energia, apresentando maiores possibilidades de uso, para auxiliar e melhorar o futuro e a vida das pessoas.

A secagem de produtos agrícolas ocorre desde os primórdios da civilização. No início, não havia qualquer preocupação com a armazenagem sendo que a diminuição da umidade ocorria dentro do próprio campo. Devido ao aumento na demanda de alimentos e aos processos em que ocorreu a possibilidade de controlar o ambiente de secagem, foram sugeridos secadores convencionais e de grande porte, utilizados hoje na zona rural (BALA, 2016, p.57).

Mediante o que foi descrito, Mohanraj e Chandrasekar (2009) afirmam que para a secagem comercial são utilizados secadores convencionais onde estes fazem o uso de fontes de energia como: a lenha ou resíduos agrícolas de combustível fóssil, para que ocorra o aquecimento do ar de secagem e também de suas fornalhas. Na prática, são utilizados diversos equipamentos que exigem um alto nível de investimento e grande custo de manutenção, além de serem causadores de problemas ambientais, como por exemplo: a emissão de gases que são nocivos ao meio ambiente provocando o efeito estufa.

De acordo com o que foi mencionado, Ribeiro (2011) mostra que, com o decorrer do tempo vem crescendo a demanda de café especial, onde cada vez mais é a sua exigência da qualidade e a valorização dos grãos. Entretanto, para que isso aconteça, existe uma grande dependência de como é realizada a sua produção. Todavia, sempre é pensado na diminuição dos gastos com a energia elétrica, para que possa gerar um lucro maior para o produtor, sem perder em ofertar uma matéria-prima de qualidade.

De acordo com o que foi descrito anteriormente, é possível afirmar que o objetivo da escolha do tema deste projeto é mostrar as qualidades da secagem automática, ou seja, por painéis solares. De forma específica o objetivo do projeto era mostrar que a secagem utilizando painéis solares tem uma ligação com a qualidade do café, que esse modelo de secagem tem um impacto nas vendas do café e que o mesmo agiliza o processo de secagem aumentando a produção.

Em conformidade ao que foi explanado no parágrafo anterior, vai ser realizado um estudo baseado em uma fazenda produtora de café, que fica localizada ao norte do estado do Espírito Santo, na cidade de Jaguaré-ES, como os donos da fazenda não permitiram a divulgação do nome, a fazenda será nomeada de "X", que tem o sistema de secagem movido à queima de lenha, mas com a intenção de mudar esse sistema de secagem.

Com o surgimento da globalização, um dos maiores avanços ocorridos no Brasil foi o investimento em fontes de energia que agridam menos o meio ambiente. De acordo com Banout (2011), o Brasil é um dos países que mais investem em energias sustentáveis, mas ainda assim é um investimento baixo. Por esse motivo muitos brasileiros estão transformando as fontes de energia renováveis em algo para consumo próprio, como os painéis de energia solar.

Mediante o que foi descrito anteriormente, Santos, Queiroz e Borges (2012) afirmam que a energia solar por ser renovável, ela vem ganhando grande espaço como uma fonte de energia alternativa, podendo, até mesmo, ser utilizada como fonte para a secagem de grãos, substituindo, assim, a fonte de energia elétrica utilizada antes.

Por isso, a maior indagação para a confecção do projeto é: Como os secadores de café automatizados podem facilitar a secagem dos grãos de café sem comprometer a qualidade do produto e como o tempo de secagem pode interferir na qualidade da mesma?

Para uma compreensão do tema e dos recursos utilizados para a montagem da pesquisa, a seguir será apresentado o referencial teórico, que explicará mais sobre o que é a energia solares e explicar sobre os secadores solar, depois iremos abordar sobre energia térmica solar e fotovoltaico como modelos de geração de energia elétrica e por último será abordado um pouco sobre a secagem do café, para melhor esclarecimento sobre o que foi analisado durante a montagem da pesquisa, e os resultados da pesquisa feita com a coleta de dados, através dos dados extraídos da Fazenda X.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENERGIA SOLAR

As fontes de energia, quase todas elas, são provenientes da energia solar de forma indireta, essas fontes são: a energia hidráulica, a proveniente da biomassa, a energia eólica, a produzida por combustíveis fósseis e a que emana dos oceanos, isso pode ocorrer pela incidência dos raios solares. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica (ANEEL, s.d.). Essa potência pode ser transformada em energia elétrica de forma direta, por meio das placas solares, essa energia pode ser tanto uma termoelétrica quando uma fotovoltaica.

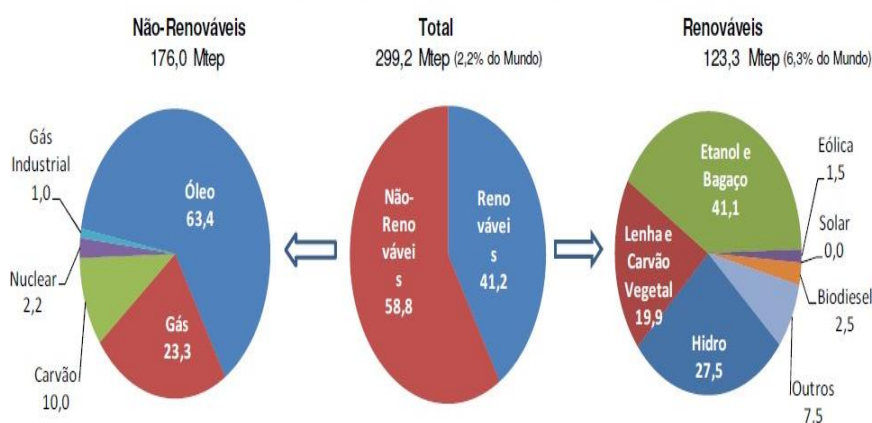
A energia solar térmica é uma forma de utilização direta da energia solar, para uma melhor eficiência de sua utilização é necessário o uso de coletores solares, os quais captam e, em alguns casos, intensificam os raios solares. Estes fornecem uma energia limpa e não lançam

resíduos na atmosfera. Com a crescente demanda de energia no planeta e a iminente escassez de energias não renováveis, torna a utilização da energia solar e outras energias renováveis cada vez mais importante. (TABORDA, 2017, p.15)

O Brasil, por sua localização e extensão territorial, recebe energia solar da ordem de 1013 MWh anuais, o que corresponde a cerca de 50 mil vezes o seu consumo anual de eletricidade, tornando a energia solar promissora para suprir grande parte da demanda da matriz energética no país (OLIVEIRA; ROCHA; MARTINS, 2015).

Apesar da alta incidência no país, a energia solar ainda é pouco utilizada na matriz energética brasileira (TABORDA, 2017). De acordo com Brasil (2016) o emprego da energia solar dentro de um cenário mundial não alcança nem 0,01% do total de energia produzido nos países. A Figura 1 abaixo explana bem o que foi descrito.

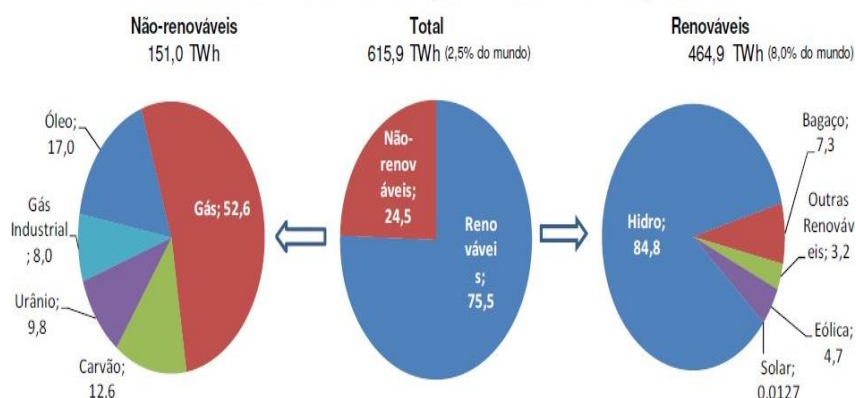
Figura 1: Oferta de Energia Mundial.



Fonte: Brasil; 2016.

Ainda segundo Brasil (2016), quando o cenário é voltado para o Brasil e é levado em consideração apenas a matriz elétrica do país, a interação da energia solar diminui e chega a representar 0,0127% do total produzido de energia, isso dá mais ou menos 59 GWh. A Figura 2, abaixo, representa de forma clara o que foi citado acima.

Figura 2: Oferta Interna de Energia Elétrica



Fonte: Brasil; 2016.

Para a implementação correta de qualquer projeto que utilize energia solar é necessário o conhecimento do potencial solar na região de implantação dos coletores solares para se realizar as estimativas de eficiência dos mesmos. Isto é, a medição do máximo possível de radiação solar incidente sobre a superfície do solo, para um determinado dia e local, estando a atmosfera presente e completamente isenta de nuvens durante todo o dia (TOBORDA, 2017, p.17)

Para a análise do potencial solar do local, é definida a constante solar com o valor de 1353 W/m^2 obtida através de medições diretas da radiação solar fora da atmosfera da Terra em diferentes programas experimentais (DUFFIE; BECKMAN, 2013). Após definida o valor da constante solar, uma série de cálculos são realizados para encontrar a radiação solar incidente no local. (TOBORDA, 2017).

Na fazenda X, o sistema fotovoltaico utilizado para a produção de energia é denominado Off Grid. “Hoje em dia a utilização dos sistemas fotovoltaicos Off-grid são utilizados para levar energia elétrica a localidades não atendidas pela rede elétrica, ou para manter algum equipamento operando mesmo quando há falta de energia na rede pública” (SOUZA, 2016, s.d). A fazenda utiliza o sistema off grid por ter a sua localização em local afastado com um acesso difícil a energia elétrica e com uma incidência na falta de energia elétrica.

2.2 COLETORES SOLARES ARMAZENADORES DE CALOR

A utilização direta da energia solar em forma de calor ou energia térmica com uma certa qualidade, é realizada com a utilização de coletores solares, como é o caso do coletor solar plano armazenador de calor. Segundo Taborda (2017) este modelo de coletor solar conta com materiais onde a energia térmica fornecida pelo sol pode ser armazenada em forma de calor sensível ou calor latente, como por exemplo o coletor armazenador com leito de rochas ou brita.

Segundo Babagana et al. (2012), em consequência a essa perda de carga o fluido deverá contar com um sistema de bombeamento para suprir essa perda de pressão, sendo fundamental o correto dimensionamento do sistema para que se encontre um ponto ótimo entre tamanho do coletor, leito rochoso, perda de carga e potência necessária para bombear o fluido.

Conforme afirma Brito (2006) o efeito fotovoltaico foi percebido pela primeira vez por volta do ano de 1839 através do físico de nome Alexandre Edmond Becquerel, que realizou algumas experiências eletroquímicas e analisou o caso que a luz solar através do contato com eletrodos de platina ou de prata faz com que ocorra o chamado efeito fotovoltaico. Essa descoberta foi fundamental para que fosse possível realizar o projeto da primeira célula fotovoltaica.

De acordo com Rosa (2012) após esses avanços, Adams e o seu aluno Richard Day foram os primeiros inventores a realizar um projeto e de construção da primeira placa sólida fotovoltaica que ocorreu no ano de 1877. Essa placa possuía em suas características uma película de selênio que era responsável por realizar o apoio em uma camada de ferro e uma película muito fina de ouro, o qual se localizava na frente para um contato frontal. Esse projeto foi responsável por realizar conversão em uma taxa de 0,5 %.

Já nas décadas de 80 e 90, os investimentos no setor da energia solar começaram a ser muito grande devido à ocorrência das mudanças climáticas. Segundo Schuck (2012), alguns exemplos dessa utilização solar foram: a realização da instalação da primeira central solar de grande envergadura (1MWp) no estado da Califórnia nos Estados Unidos por volta do ano de 1982 e o início do programa de “telhados solares” no país da Alemanha por volta do ano de 1990 e finalmente, no Japão em 1993.

De acordo com Duffie e Beckman (2013), no fim da década de 90, por volta do ano de 1998 depois de ocorrer diversos experimentos de eficiência da célula solar foi atingido o recorde de 24,7 % através do uso de células de silício mono cristalinas. As células com configurações consideradas mais complexas (que são denominadas células em cascata) permite que ocorra rendimento de conversão superiores a 34%.

2.3 ENERGIA TÉRMICA SOLAR E FOTOVOLTÁICO COMO MODELOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

2.3.1 Energia Térmica Solar

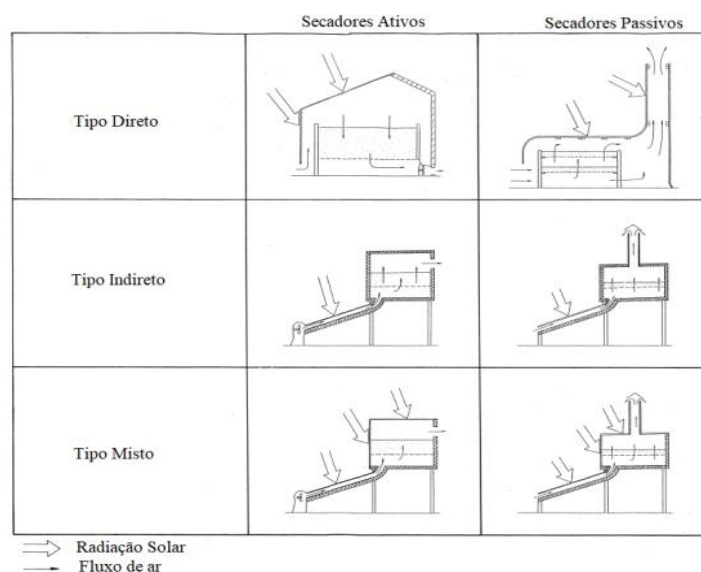
Quando se menciona energia solar térmica, pensa-se na utilização direta da energia solar simples. Por se tratar de uma fonte de energia renovável; aquela em que a sua utilização se pode manter e ser aproveitada ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento dessa mesma fonte (o sol). Babagana et al. (2012) mostram que, entretanto, para uma melhor aplicabilidade de seu uso é preciso o uso de coletores solares, os quais captam e, em alguns casos, intensificam os raios solares. Estes fornecem uma energia limpa e não lançam resíduos na atmosfera. Com a crescente demanda de energia no planeta e a iminente escassez de energias não renováveis, torna a utilização da energia solar e outras energias renováveis cada vez mais importantes.

Para Silveira (2016), a energia térmica faz um aproveitamento utilizando o calor como meio de processo termodinâmico, o uso da energia solar para aquecê-lo ocorre a geração de energia elétrica através da secagem de produtos agropecuários. A captação da energia solar acontece através da utilização de coletores ou através de concentradores solares, que através da utilização de processos térmicos transforma em calor.

É muito utilizada na secagem de grãos a baixa temperatura o coletor solar plano, que recebe energias oriundas do sol e realiza a sua transformação em energia térmica. De acordo com Rosa (2012) o coletor é formado por uma caixa que dentro do seu interior possui tubos, que são normalmente utilizados o material de cobre, por onde ocorre a circulação dos fluídos. As arestas são responsáveis pela captação e absorção da energia solar e também por realizar a sua conversão. Na Figura 3, são exemplificados modelos de secadores de café

por placas solares, a fim de mostrar formas de se implementar a energia fotovoltaica.

Figura 3: Tipos De Secadores Solares



Fonte: Ekechukwu e Norton (1999)

De acordo com Mohajer (2013), a energia térmica transmite o seu fluido por meio dos tubos, que são revestidos de escuro onde possa ocorrer uma maior absorção da radiação solar incidente. A cobertura é transparente para que possa diminuir possíveis interferências na passagem dos raios solares.

2.3.2 Energia Fotovoltaica

A energia solar é possível de ser convertida em energia elétrica através de uma absorção de luz por uma superfície semicondutora, onde esse processo é denominado de efeito fotovoltaico. De acordo com Cresesb (2014) o aparecimento distinto de um potencial nos extremos de um material semicondutor através da absorção de luz.

Para Silveira (2016), a luz solar possui uma energia chamada de energia fótons que é transferida aos elétrons, que são capazes de se movimentar e gerar energia elétrica. Os fótons são convertidos em energia elétrica através do uso de células solares. Uma vez, combinada com uma bateria se torna possível armazenar essa energia produzida através do sol.

O Brasil possui a capacidade em sua real produção de energia, ou seja, todos os tipos de usinas que produzem energia elétrica, possuem a capacidade

de 135 gigawatts (GW). Dentro desta quantidade, o número de 0,0010% é realizado esse fornecimento através do sistema solar de fotovoltaicos, esses sistemas são responsáveis por produzir a energia através da utilização da luz solar em energia elétrica. Devido a esses números é possível realizar uma reflexão que justifica a razão do Brasil em possuir uma taxa de menor custo e sustentável para a energia abundante. (SILVEIRA, 2016)

De acordo com a ANEEL (s.d), o Brasil vem tendo um aproveitamento ruim devido ao seu potencial de produção de energia solar. A produção do Brasil quando comparada a diversos países pode ser classificada como residual, como por exemplo; a eólica. A CONAB (2017) apresentou uma estimativa de produção de 283,5 milhões de MW por cada ano de energia fotovoltaica em caso de se utilizar a sua capacidade total solar. A utilização da potência do país é mais do que suficiente para suprir a necessidade do consumo doméstico por mais de duas vezes que é de 129 milhões e MW a cada ano. A cada região do país de acordo com sua capacidade, de investimento e posição é dotada através de características que servem com reflexo do seu potencial, o Nordeste é tido como uma região que contém privilégios acima do que é considerada a média nacional.

O Brasil é considerado um dos países mais privilegiados do mundo devido a sua capacidade de produção de energia fotovoltaica, onde vem ocorrendo a tentativa não satisfatória de adoção de medidas que incentivem o aumento na utilização da energia solar fotovoltaica. Porém, o que vem ocorrendo não pode ser classificado como suficiente para que aumente o nível nacional que seja satisfatório ao ponto de ser tornas a Matriz Energética Brasileira (SILVEIRA, 2016).

2.3.3 Secagem De Grãos De Café

Antigamente era empregada na secagem de grãos a chamada técnica de conservação de alimentos, onde é utilizado o vapor para extrair a água ou qualquer outro líquido que contenha no alimento. Essa técnica foi sendo observada e realizado um estudo, onde ocorreu melhorias, já que a aplicação desse procedimento foi eficiente para obtenção de produtos ocorreram com uma qualidade superior e um tempo menor de processamento, ou seja, aumentando a

eficiência (TOMERO, 2012). É de extrema relevância para assegurar a qualidade do café, a secagem dos grãos, devendo ocorrer logo após o período de colheita, com o objetivo de eliminar a alta umidade da casca mucilagem, e evitando que ocorra fermentações indesejáveis.

Em conformidade ao descrito, Weber (2005) mostra que em diversos aspectos devem ser analisados antes de ocorrer o processo de secagem: deverá ocorrer a remoção das impurezas existentes e também a separação dos grãos através do estágio de maturação que são procedimentos que, uma vez empregados, irão contribuir para aprimorar a qualidade final do produto, assim como criar a possibilidade de secar de maneira mais uniforme.

A secagem realizada em terrenos ainda é muito adotada no Brasil, principalmente em zonas rurais, onde é localizada a produção agrícola de baixa renda. Mesmo sem a aplicação de novas tecnologias de secagem de grãos e vários tipos de secadores os equipamentos que estão ofertados pelo país, apresentam um custo muito elevado, sendo um grande problema que impede o produtor rural não tenha a capacidade de adquirir e empregar tal método (ROSSI; ROA 2014, p.32; SOARES et al., 2013, p.78).

De acordo com Schuck (2012), a secagem feita em terreiros é o método mais adotado pelos produtores em pelo menos uma das fases que ocorre no processo de secagem. Porém, a baixa taxa de secagem e a exposição de alguns produtos a agente considerados biológicos, junto com a possibilidade de que ocorram condições climáticas desfavoráveis a secagem, como ocorre no norte do Estado do Espírito Santo. No terreiro, ocorre o desenvolvimento de microrganismos na superfície dos frutos que ocasionam uma elevação na respiração e também na temperatura do produto que são fatores responsáveis por acelerar o processo de fermentação. Thomazini (2015) afirma que apesar dos riscos existentes para pequenos e médios produtores é utilizado de maneira intencional terreiro como único meio ou etapa de secagem do café.

Entretanto, através de um manejo realizado de forma correta, observando-se alguns detalhes como por exemplo a orientação das leiras são empregues a utilização de rodos que são mais eficientes a esse processo, pode-se aprimorar o processo de secagem bem como minimizar as perdas qualitativas que são derivadas da utilização desse método de secagem. Além da necessidade de se

submeter a um extenso período de secagem, o método de terreiro contém algumas desvantagens, como a necessidade de ser utilizadas áreas extensas para a construção dos terreiros; e na maioria das vezes, o produto é exposto a condições climáticas adversas, o que ajuda o desenvolvimento de fungos, e o processo de fermentação, fazendo com que seja comprometido a qualidade do produto (CORREA, 1982; VIEIRA; VILELA, 1995, p.107).

Para que não ocorra um elevado custo de produção, é necessário olhar de forma diferenciada o processo de secagem do café, pois uma vez realizado esse processo de forma incorreta pode fazer com que ocorram perdas qualitativas que são importantes de serem preservadas. De acordo com Giomo (2012), da lavoura até o processamento, todos esses procedimentos devem ser conduzidos tecnicamente de maneira correta, para que conquiste um resultado de qualidade no interior das variedades cultivadas. De acordo com Mohajer (2013) um exemplo seria, apesar de haver um custo elevado, alguns erros durante a secagem são responsáveis por ocasionar prejuízos na qualidade do café, independentemente do tamanho da propriedade, os terreiros responsáveis por secagem são fundamentais para que se obtenham cafés de uma qualidade superior, por isso, é necessária uma maior atenção dada o seu dimensionamento e construção.

Para Bartholo et Pereira (1997) as pesquisas e estudos realizados com o objetivo de abranger os componentes como os açúcares, proteínas, compostos fenólicos, enzimas, lipídeos, e outras umidades, condutividade elétrica dos grãos e lixiviação de potássio e outros.

De acordo com Prete e Ribeiro (2003) existem informações comprovadas que os prejuízos que ocorrem devido à secagem dos grãos de café, são os que comprometem a obtenção de uma bebida que possui uma qualidade superior. É suposto que isso ocorra devido à desorganização e à desestruturação das membranas celulares, fazendo com que ocorra através dos componentes químicos, antes compartimentalizados entre em contato com as enzimas hidrolíticas e oxidativas, afete as características de cor, sabor e o aroma da bebida.

Para Silva (2010) trata-se de uma etapa em que acontece o pré-processamento de grãos em que ocorrer a transferência de maneira simultânea de calor e massa entre o ar de secagem e o grão, com o intuito de retirar parte da

água contida nele. A secagem pode ocorrer de duas maneiras: a secagem natural ou artificial. Mediante o que foi descrito, a Figura 4 corrobora com o que foi afirmado por Silva (2010) e mostra como uma secagem de café natural.

Figura 4: Secagem de café natural



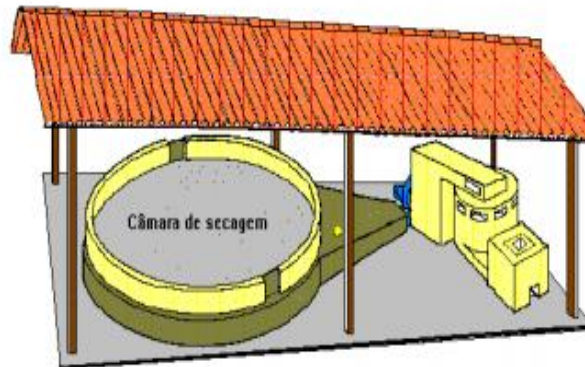
Fonte: NUNES; 2016.

A secagem natural é quando o produto é colocado na planta de secagem e a secagem artificial é aquela submetida a secadores mecânicos, onde o ar aquecido é impulsionado através de ventiladores para acelerar o processo. De acordo com Quirino (2005), estes secadores apresentam-se sob diferentes configurações e contêm acessórios como: sistema de aquecimento do ar, fornalhas a lenha; ou queimadores de gás, sistema de movimentação do ar e ventiladores. Em função da temperatura do ar de secagem, a secagem artificial é subdividida em: secagem a baixa temperatura e secagem a alta temperatura.

O secador mais utilizado para secagem é o de leito fixo. Conforme afirma Portella (2001), é no sistema de secagem de leito fixo que os grãos são colocados em uma coluna de secagem, que é constituída de chapas metálicas, madeira ou alvenaria, e possui um ventilador que é o responsável por promover a passagem do ar quente, que vem da fornalha pela massa de grãos. A secagem é o processo mais econômico para manutenção da qualidade de produtos agrícolas durante a armazenagem em ambiente natural. Os efeitos dos secadores e dos métodos de secagem sobre a qualidade de grãos e a racionalização da energia em processos agrícolas têm sido assunto de importância entre pesquisadores, processadores e fabricantes de equipamentos (SILVA, 2010, p.45).

Na Figura 5 vai ser exibido o modelo de secador com leito fixo para maior compreensão do que foi explanado anteriormente.

Figura 5: Secador com Leito Fixo



Fonte: SILVA et al., s.d

Segundo Mohajer (2013), nos secadores, quando ocorre das camadas de grãos permanece de forma estática, é recomendado que se faça o revolvimento dos grãos a ser realizado a cada três horas, para que eles possam secar de maneira uniforme. Para que seja evitado qualquer tipo de trabalho manual, são comercializados no mercado secadores que possuem um sistema mecânico que é o responsável por fazer revolvimento.

De acordo com Babagana et al. (2012), para conseguir realizar um melhor aproveitamento da energia solar na secagem de grãos é indicado que se faça a secagem através do sistema de baixa temperatura, e deve a temperatura de secagem estar superior ao calor de 10°C que é a temperatura ambiente, devido estar consumindo menos energia.

O uso de secadores artificiais, de maneira geral, intensificou-se a partir da Primeira Grande Guerra Mundial e tornou-se prática rotineira a partir da Segunda Grande Guerra Mundial. A secagem, embora seja uma operação corriqueira, devido às grandes vantagens que apresenta, tanto para a produção de grãos como para a de sementes, é necessário que se faça com muita cautela e cuidado, por ser um procedimento de alto risco, podendo danificar seriamente a qualidade do produto em processamento. Os danos são classificados como fisiológicos, devido a sua secagem ser bastante rápida ou de uma forma muito lenta (SILVA, 2010, p.56).

O autor Portella (2011) afirma que os secadores mecânicos possuem alto requerimento de potência, sendo que a maior parte da energia (entre 95 e 97%) é utilizada como energia sob a forma de calor.

2.3.4 Princípios De Secagem De Grãos

De acordo com Portella (2011) a operação de secagem de grãos possui muita importância quando a colheita do grão necessita de antecipação e os grãos estão com uma grande umidade. A ocorrência de uma secagem inadequada faz com que ocorra a deterioração qualitativa dos grãos durante a secagem e posteriormente ao seu armazenamento.

Nas palavras de Silveira (2016) quanto à secagem dos grãos, deve ser obtido a secagem de forma parcial entre o que se considera a matriz sólida e a água que contem nos grãos. A matriz sólida, no caso o grão é considerado um alimento que possui proporções e variáveis de constituintes bioquímicos, um exemplo são os carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e os minerais, o vapor da água que é aquele que ocupa os espaços intercelulares disponíveis e devido a isso, faz que ocorra uma pressão de vapor na sua superfície. O ar da atmosfera do recipiente também exerce uma pressão sobre a matéria prima(grão) que é denominada de pressão parcial de vapor do ar.

Portella e Eichelberger (2011) descrevem esse processo de secagem dos grãos como envolvendo a retirada parcial da água contida nos grãos como: o primeiro passo é a transferência de calor que está no ar para o grão e o segundo, é o fluxo do vapor de água do grão que vai para o ar.

Para Bala (2016) esses dois mecanismos podem ocorrer dentro do equipamento de maneira separada ou até mesmo simultânea. É necessário para que o produto seja submetido à secagem que a pressão ocorra de maneira parcial sobre a água da superfície do grão e que ela seja maior que a pressão parcial de vapor contida no ar.

3. METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

Para a montagem do trabalho, foi utilizada a pesquisa exploratória de caráter qualitativo, visando entender a maneira com que os grãos de café podem ser secados por meio de uma secador de café movido a energia solar e como isso pode afetar a produtividade na fazenda e a qualidade dos grãos de café secados. Gil (2002, p.41) relata que as pesquisas exploratórias “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema”.

São finalidades da pesquisa exploratória proporcionar maiores informações sobre o assunto que se vai investigar, facilitar a delimitação do tema da pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto (ANDRADE, 2002, p. 119).

Conforme os estudos de Vergara (2000, p. 261):

A pesquisa bibliográfica como sendo um estudo desenvolvido sistematicamente com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas. Ou seja, trata-se de todo material acessível ao público, em geral, o qual fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa.

O Estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas (YIN, 2001, p.43).

As técnicas utilizadas para coleta de dados foram: pesquisas bibliográficas e documentais. Para atingir o objetivo proposto, esta pesquisa foi dividida em duas etapas: Na primeira etapa - coleta de informações, por meio de dados relacionados à secagem da fazenda X, a respeito de secadores de café, através de consulta em livros, jornais, revistas, periódicos, boletins técnicos, trabalhos acadêmicos e sites na Internet, consolidando-se uma base conceitual para o início do trabalho; na segunda etapa – levantamentos bibliográficos para o referencial teórico, entrevista com os funcionário e resultados esperados.

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão, entrevistas. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido

transcritos por alguma forma, querem publicadas, quer gravadas (LAKATOS et al., 1991, p. 183).

Para adequação da proposta do estudo, foram entrevistados de produção de café, 1 produtor, 2 especialistas na colheita, 2 especialistas na secagem do café e 3 especialistas em qualidade. A coleta de dados foi realizada entre os meses de maio a junho de 2020, fragmentos das informações primários, foram alcançados através de entrevistas já pré-estabelecidas, que tinham com base um roteiro, dentro deste roteiro foi possível estabelecer: O tempo que cada entrevistado tem trabalhando na fazenda, a idade dos entrevistados, e o conhecimento dos entrevistados relacionado ao sistema de secagem automatizado. As perguntas realizadas durante a entrevista, têm como objetivo mensurar a aplicabilidade do sistema de secagem e mostrar as vantagens deste sistema. Dentro da fazenda X já existe um modelo de secador que utiliza placas solares, esse modelo será o utilizado para mover os fatos relacionados à secagem do café e a sua qualidade, tendo em vista que o grão de café quando não seco de forma ideal pode afetar sua qualidade e como esse secador consegue diminuir o tempo de secagem do café para ser comercializado e como isso pode afetar a qualidade de produção do café.

De acordo com o que foi exibido, muitas informações foram recolhidas da área, por esse motivo, duas técnicas diferentes foram utilizadas para o tratamento dos dados. A primeira técnica foi relacionada com os dados de estatísticas retirados dos produtores de café, essa técnica faz uma análise do que é realizado na fazenda e dos resultados de produção. A segunda técnica foi utilizada para realizar as entrevistas, pois foram utilizadas formas de filtrar o conteúdo, por ela possibilitar a organização dos dados obtidos.

Desta forma, o projeto foi realizado na área da cafeicultura com o intuito de aprimorar o processo de produção do café e montar uma alternativa de agilizar o processo de secagem utilizando uma energia renovável. A maior dificuldade do projeto foi estabelecer a coleta de dados, já que estamos no meio de uma pandemia, as visitas à fazenda para coletas de dados foram canceladas, por esse motivo todos os dados coletados foram feitos por e-mail e celular, a entrevista com os colaboradores foi respondida desta forma.

Na área em que foi introduzida a pesquisa estão ativos hoje uma média de 40 trabalhadores, que prestam serviços para a fazenda diretamente, e uma empresa

que cuida do empacotamento e distribuição do café, essa empresa não tem uma atuação direta no processo, mas faz parte do quadro de funcionários, indiretamente, da fazenda.

Segundo o que foi descrito, no próximo tópico serão mostrados os dados necessários para embasamento da pesquisa, utilizando como base a entrevista com os funcionários e o modelo de secador de grãos já existente na fazenda.

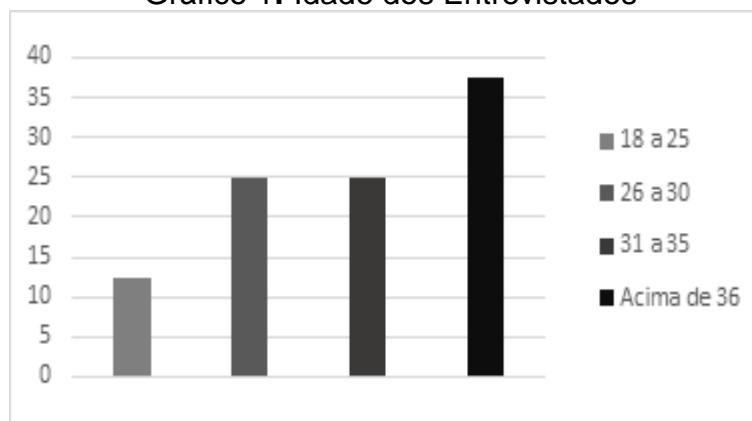
4. RESULTADOS/ANÁLISE DE DADOS

Em conformidade com tudo o que foi descrito, a cidade de Jaguaré, norte do Espírito Santo, fica localizada acima do trópico de capricórnio e da Linha do Equador, por esse motivo a incidência solar é muito intensa na região, fazendo com que a cidade seja alvo desta pesquisa e motivo pelo qual a fonte de energia solar foi a escolhida para embasamento do estudo.

A fazenda X pretende aprimorar a produção de café otimizando o tempo de secagem ampliando o galpão e implementado placas fotovoltaicas e por se fazer necessário uma câmara de secagem mais eficiente do que o que já tem disponibilizado pela mesma, com uma climatização controlada para que os grãos não sejam fermentados. Atualmente a secagem feita na fazenda X é realizada em um galpão com 4 placas fotovoltaicas e com ventiladores que auxiliam na secagem, a energia solar captada pelas placas é distribuída para um gerador que usa essa energia para alimentar a fazenda, incluído os ventiladores do galpão de secagem. De acordo com Afonso Júnior et al. (2006), os grãos que passaram pela secagem precisam estar armazenados em um ambiente com cobertura para que durante a noite, com as possíveis mudanças climáticas, o produto não perca a qualidade.

Segundo Lemana (2015), uma outra vantagem que o sistema automatizado pode trazer é a sua durabilidade, visto que o conjunto do sistema pode ser utilizado por 25 anos sem que seja necessário manutenção ou reparos, sendo resistente a qualquer alteração e condição climática.

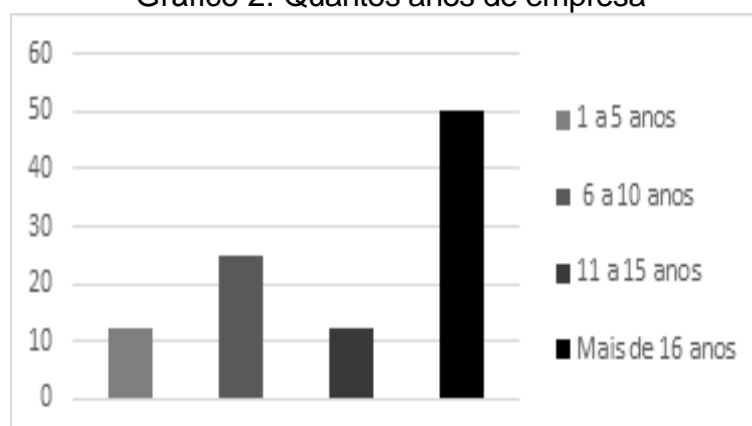
Gráfico 1: Idade dos Entrevistados



Fonte: Feita pelo Autor

No Gráfico 1: De acordo com o que foi demonstrado acima, 12,5% dos funcionários entrevistados tem entre 18 a 25 anos, 25% possuem entre 26 a 30 anos, 25% têm entre 31 a 35 anos e 37,5% dos entrevistados tem 36 ou mais anos.

Gráfico 2: Quantos anos de empresa

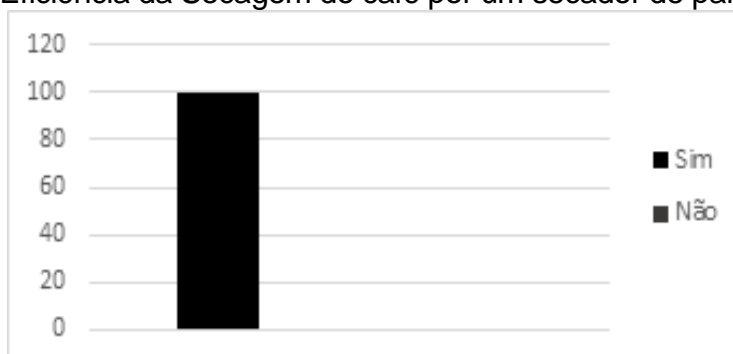


Fonte: Feita pelo Autor

No Gráfico 2: 12,5% dos entrevistados trabalham na fazenda X no período de 1 a 5 anos, 25% trabalham de 6 a 10 anos, 12,5% trabalham de 11 a 15 anos na empresa e 50% dos entrevistados trabalham a 16 anos ou mais.

Conforme foi descrito, o tempo de empresa é um dado relevante na pesquisa, pois revela que o funcionário não necessita ter um tempo elevado na organização para identificar os erros de manutenção que ocorrem na mesma, além, de mostrar também que o tempo de empresa não define na maneira como a manutenção é implementada na empresa, só afirma que independente do tempo de empresa a forma de manutenção já é estabelecida na mesma.

Gráfico 3: Eficiência da Secagem do café por um secador de painéis solares

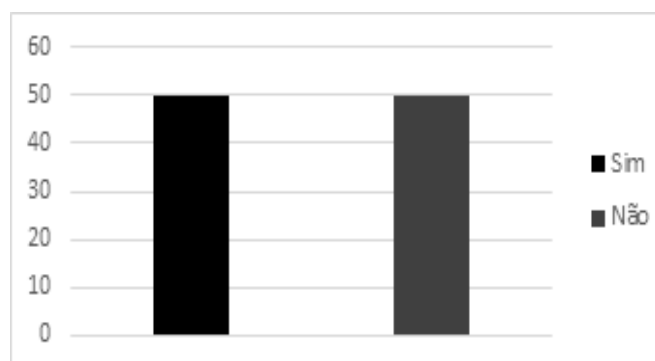


Fonte: Feita pelo Autor

No Gráfico 3 observa-se que 100% dos entrevistados disseram que os secadores de café por placas solares são mais eficientes do que a secagem natural, já que com os secadores montados por painéis solares possuem proteções as condições climáticas e os terreirões, nome dado ao local onde o café é colocado para secar, normalmente não é coberto por precisar da luz solar para completar o seu processo e está sujeito a mudanças climáticas que interferem na secagem dos grãos, como chuvas e ventos.

Em confirmação ao que foi descrito anteriormente, o autor Lemana (2015, p.42), afirma que:

A secagem em terreiros é o método mais utilizado pelos produtores em pelo menos uma fase 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.

GRÁFICO 4: Impacto nas vendas devido a capacidade de secagem do café

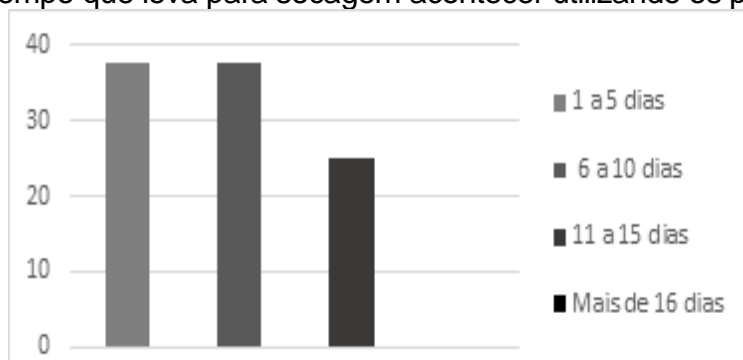
FONTE: Feita pelo Autor

E no Gráfico 4 nota-se que 50% dos entrevistados acham que a capacidade de secagem do café tem um impacto na venda do mesmo e 50% acham que a velocidade de secagem não tem impacto na venda. Os entrevistados apontam que uma velocidade de secagem muito elevada pode danificar os grãos de café e prejudicar a venda, a outra parte afirma que se a secagem for elaborada da forma correta, seguindo todos os protocolos necessários, como controle de incidência solar, controle da umidade do grão e controle sobre o processo como um todo, é possível fazer com que o processo de secagem seja mais rápido, abrindo espaço para novos grãos serem secados e agilizando o empacotamento e a venda.

A velocidade de secagem do café é influenciada por vários fatores como temperatura e fluxo de ar de secagem, umidade e temperatura do ar ambiente, teor de água inicial e final do produto (BORÉM et al., 2008; RIBEIRO et al., 2011).

De acordo com Isquierdo (2014), a secagem do café é o que vai definir a sua qualidade, desta forma é necessário tomar cuidado ao optar pela secagem mais acelerada, porém atualmente existem opções mais modernas e econômicas que podem fazer o processo sem danificar o café, como a utilização de painéis fotovoltaicos para acelerar o processo de secagem.

Gráfico 5: Tempo que leva para secagem acontecer utilizando os painéis solares



Fonte: Feita pelo Autor

No Gráfico 5 nota-se que 37,5% dos entrevistados disseram que o café leva de 1 a 5 dias para secar, 37,5% disseram que a secagem leva de 6 a 10 dias e 25% que o processo de secagem demora de 11 a 15 dias. De acordo com os entrevistados, o processo de secagem feito por painéis solares é mais eficaz que a secagem natural, que pode demorar mais de 16 dias dependendo da condição climática, isso porque a câmara onde os grãos são postos pode ser controlada, o que faz com que o café seque mais rápido sem que afete a sua qualidade.

O tempo de secagem no terreiro é entorno de 18 a 25 dias, dependendo das variáveis climáticas. Os grãos de café secos em terreiro tendem a apresentar uma desuniformidade de seu teor de umidade final, fator este que pode prejudicar a qualidade da bebida. (RIBEIRO et al., 2007, p.15). Ainda segundo os mesmos autores, “o tempo de secagem na estufa utilizando painéis solares foram de aproximadamente 10 e 15 dias respectivamente”.

Gráfico 6: Impacto do modelo de secador de café na qualidade dos grãos do café



Fonte: Feita pelo Autor

No Gráfico 6 observa-se que 100% dos entrevistados afirmam que o modelo de secagem realizada por painéis solares exerce um impacto na qualidade dos grãos de café, mesmo otimizando o tempo de secagem, a qualidade não é perdida. “A taxa de secagem tem efeito significativo sobre a qualidade do grão. Altas taxas podem provocar danos físicos, descoloração do produto, manchas, entre outros” (AFONSO JÚNIOR, 2006; RIBEIRO et al., 2011).

A produção de café de boa qualidade representa, atualmente, a melhor alternativa para a cafeicultura brasileira, principalmente quando o enfoque é a viabilidade econômica desta atividade. O processamento do café, fase que inclui preparo, secagem e armazenagem, é determinante tanto na obtenção da qualidade como na composição do custo de produção. Técnicas corretas e manejo racional do sistema de processamento são essenciais para a o sucesso da atividade cafeeira (LEMANA, 2015, p.42).

Em conformidade ao que foi explanado, o método de secagem de café por painéis solares é um método mais eficiente de secagem, apesar de envolver um custo para a sua implementação, é um método que acaba envolvendo uma

economia também, tendo em vista que toda a energia consumida será proveniente da energia solar.

5. CONCLUSÃO

Com o passar dos anos, cada vez mais o ser humano vem se aproveitando dos recursos emanados do nosso planeta, e com os grandes avanços tecnológicos um dos recursos mais utilizados é o uso das fontes de energias renováveis, esse é um dos recursos mais explorados.

Diante disso, o ser humano tem procurado formas de implementar essas fontes de energia em algo que o ajude no seu dia a dia, por isso a energia solar se transformou em uma opção de utilização mais comum, além de ser uma fonte de energia inesgotável é também uma fonte de energia limpa. Para facilitar a captação dos raios solares em energia, foram criados os painéis solares, que possuem a tarefa de transformar os raios solares em energia elétrica. Essa tecnologia tem se transformado em um equipamento com uma utilização além da industrial, ela tem sido aplicada em casa, hospitais e em propriedades rurais, onde o acesso à energia elétrica é difícil, com o intuito de auxiliar na geração de energia ou aprimorar processos, como o que foi realizado no estudo.

Este projeto teve como principal objetivo mostrar como uma energia renovável pode auxiliar e otimizar processos realizados a muitos anos, como o processo de secagem de grãos de café, aprimorando e melhorando a dinâmica da fazenda, alvo do estudo, sem que a qualidade ou a produção fossem afetadas, já que a secagem é a parte mais importante para atestar a venda do café, sem uma secagem adequada os grãos de café são fermentados e estragados, então para a venda do café é necessário esperar a próxima safra, ocasionando perda de tempo e dinheiro.

Mediante o que foi descrito, espera-se que o estudo apresentado seja base para novos estudos relacionados à utilização da energia solar no âmbito agricultura, sendo para o aprimoramento de novas plantações ou de processos relacionados à colheita e entre outros. O projeto aqui apresentado fica como base para novos trabalhos acadêmico, e esperam-se novos estudos sobre o tema apresentado para um embasamento maior sobre a nossa matriz energética,

tendo em vista que, a energia solar é renovável, é uma fonte de energia limpa e é abundante no nosso país.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

- AFONSO JÚNIOR, P. C. et al. Secagem, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes do cafeeiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 9, p. 67-82, 2006. Número especial.
- ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M. Modelagem matemática e simulação aplicados na secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 301-347.
- ANEEL. S.d. **Energia Solar**. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acessado em 20 de maio de 2020.
- BABAGANA, G.; SILAS, K.; MUSTAFA, B. G. Design and construction of forced/natural convection solar vegetable dryer with heat storage. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 7, n. 10, p. 5-6, 2012.
- BALA, G. **Drying and Storage of Cereal Grains**. John Wiley e Sons, 2016.
- BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **fundamentos de metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- BÁRTHOLO, F. G.; MAGALHÃES FILHO, A. A. R. de; GUIMARÃES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. **Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, jul. 1989.
- BORÉM, F. M. Processamento do café. In: _____. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 127-158
- BORÉM, F. M. et al. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 55- 63, abr./jun. 2006.
- BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R.; ALVES, E. Ultrastructural analysis damage in parchment Arabica coffee endosperm cells. **Biosystems Engineering**, London, v. 99, n. 1, p. 62-66, Mar. 2008.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha energética brasileira do exercício**. 2015. Brasília- DF. 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. **Instrução Normativa Nº 29, de 8 de Junho de 2011**, Brasília – DF. 2011.
- CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **PIB e Performance do Agronegócio**. Balanço 2016 | Perspectivas 2017, S.i, v. 1, n. 1, p.1-21, dez. 2016.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. v. 4 Safra 2016/17 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-161 junho 2017.
- CRESESB. **Energia Solar: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro. CEPEL. 2014.
- CORREA, P. C. Simulação de secagem de café em camada espessa. Viçosa, MG, UFV, Imprensa Universitária, 1982. 47p.
- DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes**. John Wiley & Sons, 2013.

EKECHUKWU, O. V.; NORTON, B. **Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology**. Energy Conversion And Management, [s.l.], v. 40, n. 6, p.615-655, abr. 1999. Elsevier BV.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo, Atlas S.A 2002. In: GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999

GIOMO, G. S. **Solar energy engineering: processes and systems**. 1ª edição, Academic Press, Elsevier, EUA. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br>. Acessado em 19 de maio de 2020.

ISQUIERDO, E. P. **Cinética de Secagem Natural e suas Relações com a Qualidade para Diferentes Temperaturas e Umidades Relativas do Ar**. Universidade Federal de Lavras – MG. 2011.

LABRECQUE, D. et al. Portable Device Validation to Study the Relation between Motor Activity and Language: Verify the Embodiment Theory through Grip Force Modulation. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, v. 5, n. 12, p. 5-10, 2016.

LAKATOS, E. M.; et al. **Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis, metodologia jurídica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica – 4ª edição – São Paulo: Atlas 2001**. In: LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica – 5ª edição – São Paulo: Atlas 2003**.

LEMANA, M. **Sistema De Cobertura Automatizada De Área De Secagem De Grãos Usando Energia Fotovoltaica Como Fonte De Energia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Cornélio Procópio. 2015.

MALTA, M. R.; et al. **Análise sensorial e fisiológica de cafés armazenados submetidos a diferentes formas de processamento e secagem**. 2013. Disponível

em:<http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio8/151.pdf>. Acessado em 28 de maio de 2020.

MOHAJER, A. et al. Experimental investigation of a Hybrid Solar Drier and Water Heater System. **Energy Conversion and Management**, [s.l.], v. 76, p.935-944, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.047>.

MOHANRA. J, M.; CHANDRASEKAR, P. Performance of a forced convection solar drier integrated with gravel as heat storage material for chili drying. **Journal of Engineering Science and Technology**, v. 4, n. 3, p. 305-314, 2009.

NETO, M. R. **Análise sensorial e fisiológica de cafés armazenados submetidos a diferentes formas de processamento e secagem**. 2008.

NUNES, J. L. S. Secagem, Beneficiamento E Armazenagem. 2016.

Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/secagem--beneficiamento-e-armazenagem_361343.html>. **Acessado em 29 jun. 2020.**

OLIVEIRA, A. M. de; ROCHA, A. S. F.; MARTINS, J. C. de V. Viabilidade Socioambiental De Poços Artesianos Movidos À Energia Solar Em Comunidade Rural Do Rio Grande Do Norte. **Vi Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Porto Alegre/RS, v. 1, n. 1, p.17, nov. 2015.

PINHEIRO, L. V. R. P. Fontes ou recursos de informação: categorias e evolução conceitual. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**.

- Rio de Janeiro, v.1, n.1, 2006. Disponível em: <<http://www.ibict.br/ptcib/include/getdoc.php?id=76&article=251&mode=pdf>>. Acessado em 20 de maio de 2020.
- PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos- EMBRAPA Trigo-livro técnico**. (INFOTECA-E), 2001.
- QUIRINO, W. F. et al. Poder calorífico da Madeira e de materiais lignocelulósicos. **Revista da Madeira**, v. 89, n. 100, p. e106, 2005.
- PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (Coffea arabica L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992
- RAMADAN, M. R. I. et al. Thermal performance of a packed bed double-pass solar air heater. **Energy**, v. 32, n. 8, p. 1524-1535, 2007.
- RIBEIRO, D. M. et al. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem**. 2011. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- RIBEIRO, R. M. et al. Secagem De Grãos De Café Utilizando Energia Solar Em Estufa Com Ventilação Forçada. Anais E Proceedings De Eventos. 2007.**
- ROA, G. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e ar natural. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia**. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Publicação ACIESP n 22, 12014. 295p.
- ROMERO, D. M. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem**. 2012. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- ROSA, F. N. **Aplicabilidade de Coletores Solares com Tubo Evacuado no Brasil**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.
- SANTOS, B. M; QUEIROZ, M. R; BORGES, T. P. F. **Solar Collector Design Procedure for Crop Drying**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, [s.i], v. 22, n. 02, p.277-284, jun. 2012
- SILVA, J. de S.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F de. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010.
- SCHUCK, M. L. R. **COLETOR SOLAR PARA PRÉ-AQUECIMENTO DO AR EM SISTEMAS DE SECAGEM ESTUDO DE CASO: CURA DO TABACO**. 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- SILVA, J. S. et al. **Secagem e Secadores**. S.d. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201811/23093833-secagem-e-armazenagem-cap5.pdf>>. Acessado em 29 de junho de 2020.
- SILVEIRA, L. R. da. **Modelagem de um secador solar de produtos agrícolas com sistema de armazenagem de energia térmica**. 2016. 61 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

- SOUZA, R, Di. Sistema Fotovoltaico Off-Grid (Isolado): Você Acha Que Sabe Tudo?. 2016. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-off-grid-isolado-voce-acha-que-sabe-tudo/>>. Acessado em 28 de junho de 2020.**
- TABORDA, D. de M. Uso de energia solar para o aquecimento do ar em secadores de grãos.** Programa de Pós-graduação em Engenharia da Energia, Em Associação Ampla entre o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e a Universidade Federal de São João del Rei - MG. 2017.
- THOMAZINI, L. F. V. Estudo do comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar no interior de um secador solar misto de ventilação natural.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.
- VALLÊRA, B. 2006. Meio século de energia fotovoltaica.** Disponível em:<<http://www.academia.edu/1776319/meio-século-de-história-fotovoltaica>>. Acessado em 25 de abril de 2020.
- WALISIEWICZ, Marek. Energia alternativa.** São Paulo: Publifolha, 2006. (Mais ciência).
- VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, p. 45, 2000. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/MentesEmRede/130890210-v> >. Acessado em 26 mai 2020.
- VERGARA, S. C. Gestão de pessoas.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- YIN, R. K. Estudo de caso – planejamento e métodos.** (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.
- WEBER, E. A. Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos.** Salles, 2005.