



ANÁLISE DE VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE SECADOR DE FRUTAS SOLAR EM MOSSORÓ-RN.

José Eugenio Fernandes Maia¹, Antônio Gomes Nunes².

Resumo: Este trabalho apresenta a viabilidade de construção de um secador solar de exposição indireta com câmara de secagem acoplada. Para isso fez-se uma comparação com os dados do protótipo construído por Nunes, (2016) na UFCG. O foco do trabalho é a análise da efetividade de sistemas de tecnologia apropriados para uso na agricultura aliando a cultura de energia renovável e desenvolvimento sustentável no município de Mossoró. Para análise dos dados, foi feita revisão bibliográfica e comparação com dados obtidos através do LABIMC. O foco da análise foi o parâmetro eficiência de radiação média de Campina Grande e de Mossoró, além da economia agregada. Percebeu-se uma semelhança de 96,84% de rendimento térmico entre as duas cidades. O rendimento térmico em Mossoró é de 20%, condizente com as literaturas para secadores solares equivalentes. A viabilidade econômica depende da existência de consumidores do produto, porém o investimento mostra-se viável, sendo o ponto de equilíbrio do investimento em torno de seis meses. O secador, a priori, mostra-se viável para instalação. Porém, para uma análise mais robusta, faz-se necessário um método de maior obtenção de dados. É aconselhável a produção e instalação de um secador solar para sanar essa questão.

Palavras-chave: secador de frutas; energia solar; banana passa.

1. INTRODUÇÃO

Por se caracterizar como uma cidade de médio porte em pleno crescimento, Mossoró enfrenta a problemática da falta de alimentos para parte de sua população. Haja vista que 38% da população mossoroense vive com rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo [1], a questão de democratização de uma alimentação de qualidade é pertinente. Também é interessante perceber que a oferta de alimentos no mundo não acompanhará a taxa de crescimento populacional [2]. Nessa perspectiva, é interessante analisar que as frutas são fontes de nutrientes vitais aos humanos e que na fruticultura há um desperdício médio, no Brasil, de 40% da produção [3]. Assim, um aproveitamento desse desperdício seria de interesse econômico e social.

No contexto estadual, o Rio Grande do Norte é um dos maiores produtores de banana prata (*Musa spp.*) para exportação [4]. E é sabido que o controle de qualidade para exportação é rigoroso, o que valida a grande taxa de produtos descartados. Uma das maneiras de mitigar o desperdício e a questão alimentícia-nutricia é a secagem, pois este é um dos processos mais utilizados para a conservação de produtos agropecuários, sem que estes percam suas propriedades bionutritivas. Além disso, a secagem retarda o processo de deterioração do produto [5], ainda mantendo o sabor e o teor nutricional por meses ou anos [6].

A banana escolhida como objeto de estudo alvo dessa secagem possui bons valores calóricos, além de possuir vitaminas e minerais importantes para a saúde humana. Numa média, a banana madura pode apresentar 70% de água, 1,2% de proteína e 27% de carboidrato rico em fósforo em sua composição. Além disso, possui teores substanciais de vitamina A e C, tiamina, riboflavina, niacina, cálcio, ferro, cobre, zinco e iodo [6], o que a torna uma candidata ao processo em questão. Soma-se a isso o fato de ela ser um expoente produtivo no Rio Grande do Norte, perfeita para a secagem de frutas como forma de democratizar a alimentação nutricional na região de Mossoró.

Alguns modelos de secadores solares produzidos em universidades como a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), dependem diretamente da quantidade de recurso solar. Isto é, a qualidade da secagem depende de fatores ligados à exposição solar. Para que se tenha uma produção comercial, tornando a secagem solar mais sofisticada, pode-se pensar em sistemas de secagem mistos [7].

Antes de se instalar um secador de frutas solar é aconselhável realizar uma análise de viabilidade para aquela localidade, econômica e termodinamicamente. Relacionando estes parâmetros, é possível avaliar como e o quanto será produzido pelo equipamento [2].

O funcionamento de um secador de frutas solar depende de condições atmosféricas ideais para o processo, com específicos níveis de umidade do ar, incidência de luz solar e temperatura média. A fruta precisa secar a temperatura tal a não cristalizar [8].

Para instalação de sistemas de secagem indireta, assim como outras máquinas que dependam diretamente da irradiação solar incidente [9], é interessante se atentar à inclinação do equipamento, levando-se em conta a rotação e translação da Terra sobre seu próprio eixo, bem como a direção na qual mais se aproveita a irradiação

solar global [10]. Também é interessante verificar a provável potência do secador, através do desenvolvimento da primeira lei da termodinâmica, e analisar a compatibilidade com secadores solares já existentes.

Mesmo após a verificação de parâmetros termodinâmicos, para que o secador seja viável é necessário que exista mercado. É indispensável um estudo acerca dos preços de produção, compra de matéria-prima e meios de comercialização, além de levar em conta o fato de que setenta e dois por cento do mercado de aquecimento solar está concentrado no uso domiciliar, estando os equipamentos de aquecimento solar presentes em 2,2 milhões de domicílios [11].

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Materiais e métodos

O estudo foi feito com base em secador solar, semelhante ao mostrado na Figura 1, contendo: coletor solar, placa absorvedora de energia solar (uma telha de fibrocimento pintado de preto fosco), câmara de secagem, duas bandejas de secagem onde são posicionadas as bananas, base de apoio, uma chaminé e 10 termopares usados para medir a temperatura do ar de secagem, distribuídos da seguinte forma: 6 (seis) no coletor solar e 4 (quatro) na câmara de secagem). Os equipamentos foram dispostos conforme visto na Figura 2. O equipamento consiste em um secador de exposição solar indireta, possuindo câmara de secagem independente na qual o ar se movimenta através de um sistema de ventilação acionado pela energia solar que gera efeito de convecção forçada.



Figura 1: Sistema de secagem solar [7].

O fruto que foi utilizado nas bibliografias analisadas foi banana prata (*Musa spp.*). O fruto foi, unanimemente, advindo de feiras de Campina Grande. As análises de controle de qualidade do produto final (a banana-passa) foram realizadas nas instalações dos Laboratórios da UFCG.

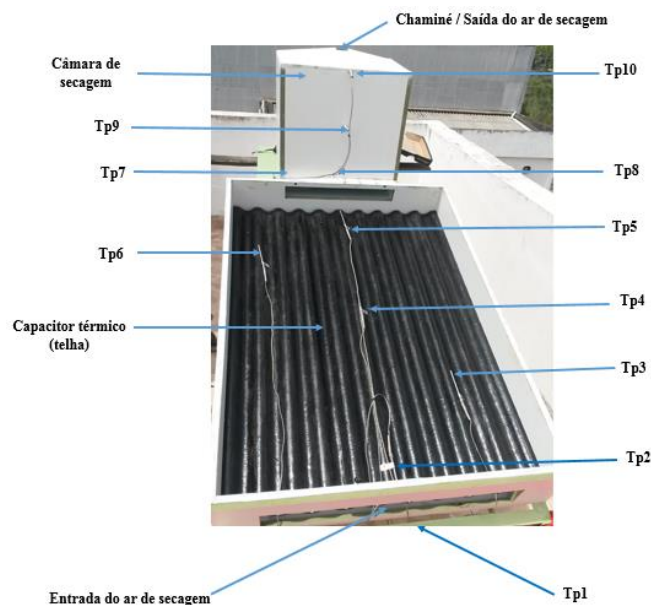


Figura 2. Dispositivos alocados no secador [7].

Par analisar características meteorológicas de Mossoró para viabilidade da instalação dos equipamentos

estudados no contexto da cidade, foram utilizados dados recolhidos na Estação Meteorológica Automática (EMA), alocado no Laboratório de Instrumentação, Meteorologia e Climatologia (LABIMC). Os dados recolhidos da EMA foram: umidade do ar a um metro e meio, temperatura do ar a um metro e meio, velocidade do vento a dois metros e radiação solar global. Todos os dados são referentes à cidade de Mossoró no período entre os dias 01 e 25 do mês de março de 2018.

Para o cálculo da eficiência do secador solar, foi utilizada a primeira lei da termodinâmica: a lei da conservação da energia. Essa lei estabelece que a taxa de variação da energia, em relação ao tempo, de um determinado volume de controle é igual a diferença entre a taxa líquida de transferência de energia entre o volume de controle e a vizinhança através de calor e trabalho num instante t , mais a taxa líquida da energia transferida para o volume de controle juntamente com fluxo de massa [12]. O volume de controle do coletor solar é mostrado pela Figura 3.

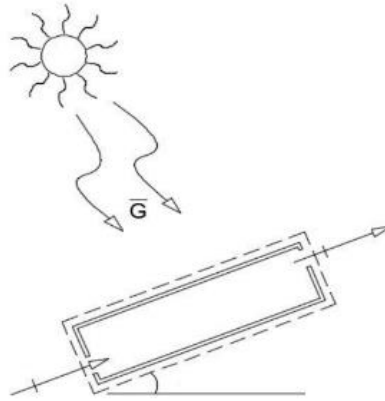


Figura 3. Volume de controle do coletor do secador solar [7].

Aplicando a lei da conservação da energia no volume de controle da Figura 3, é possível verificar a Equação (1) e seu desenvolvimento até chegar em (3), ao considerarmos que as energias cinética e potencial são iguais na entrada e na saída do coletor solar (o que é aceitável dadas as características construtivas e operacionais do coletor solar [7]).

$$\frac{dE_{VC}}{dt} = \dot{Q}_{vc} - \dot{W}_{vc} + \sum_e \dot{m}_e \left(h_e + \frac{v_e^2}{2} + gz_e \right) - \sum_s \dot{m}_s \left(h_s + \frac{v_s^2}{2} + gz_s \right) \quad (1)$$

Onde: $\frac{dE_{VC}}{dt}$ = variação temporal de energia do volume de controle (J); $\dot{Q}_{vc}$ = taxa de transferência de energia do volume de controle (J); $\dot{W}_{vc}$ = taxa de transferência de trabalho do volume de controle (J); $\dot{m}_e, \dot{m}_s$ = vazões mássicas do volume de controle para entrada e saída (kJ/kg); h_e, h_s = entalpias de entrada e saída do volume de controle ($u + pv$) (kJ/kg); $\frac{v_e^2}{2}, \frac{v_s^2}{2}$ = energias cinéticas para entrada e saída do volume de controle (kJ/kg); gz_e, gz_s = energias potenciais para entrada e saída do volume de controle (kJ/kg); Se fizermos as considerações ditas anteriormente, teremos os termos de energia cinética e potencial se anulando, culminando em:

$$\dot{Q}_{12} + \dot{m}_1 h_1 = \dot{W}_{12} + \dot{m}_2 h_2 \quad (2)$$

Como o trabalho realizado pelo coletor é nulo e as vazões mássicas são iguais, temos:

$$\dot{Q}_{12} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (3)$$

Onde $\dot{Q}_{12}$ é a energia realmente transferida para o ar (que é o fluido de trabalho deste artigo). Para secadores solares estudados nesse artigo, essa energia transferida ao ar pode ser quantificada conforme a Equação (4) [2,7].

$$\dot{Q}_{12} = A \cdot G \quad (4)$$

Onde: A = área de cobertura (m^2); G = média de irradiação solar incidente (W/m^2).

Para o devido cálculo da eficiência térmica, é necessária a potência útil do equipamento. Essa potência é calculada conforme a Equação (5) [7].

$$P_u = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (5)$$

Onde: P_u = potência útil do coletor (W); c_p = calor específico do fluido de trabalho (J/kgK); ΔT = diferença de temperatura.

A vazão mássica do fluido de trabalho varia com a velocidade do ar de entrada, para as considerações feitas, e é dada pela Equação (6).

$$\dot{m} = v_{ar} \cdot A_2 \cdot \rho \quad (6)$$

Onde: v_{ar} = velocidade de entrada do ar (m/s); A_2 = área da seção transversal da chaminé (m²); ρ = volume específico do fluido de trabalho (kg/m³);

A velocidade do ar de entrada foi calculada a partir dos dados obtidos junto ao LABIMC, nos quais se tem a direção e a velocidade do ar em diferentes períodos de tempo. Foi suposto, de maneira empírica, a velocidade com que o ar entraria num secador solar estando na posição de 10°/Norte e com inclinação semelhante a utilizada nos secadores solares existentes de 0,1505 radianos [7]. Numa análise vetorial, as direções do vento foram decompostas conforme esquema mostrado na Figura 4.

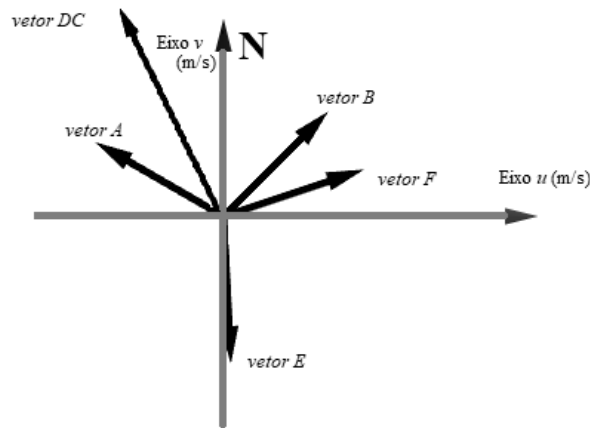


Figura 4. Esquema de decomposição de velocidades do vento conforme sua direção (Autoria própria).

Os vetores A, B, E e F são velocidades (módulo, sentido e direção) coletadas pelo LABIMC. O vetor DC é o vetor posição do secador solar. O Norte geográfico coincide com o eixo vertical positivo do plano cartesiano para esse tipo de determinação [13]. Logo, para que se ache a velocidade resultante na direção do vetor DC, tem-se o seguinte somatório (7) das velocidades coletadas entre oito e dezesseis horas do período de coleta de dados:

$$V_{DC} = \frac{\sum(v_i \cdot \sin(\alpha)) \cdot \cos(\beta)}{n} \quad (7)$$

Onde V_{DC} = velocidade no sentido do coletor (m/s); v_i = módulo do vetor velocidade (m/s); α = ângulo do vetor velocidade com o eixo v (graus); β = ângulo entre o eixo v e o vetor DC (graus); n = número de termos do somatório (adm);

A partir de V_{DC} , tem-se a suposição de que, ao decompor tal velocidade na inclinação do coletor (8), é possível obter um valor teórico para a velocidade de entrada de ar no coletor solar.

$$v_{ar} = V_{DC} \cdot \cos(\gamma) \quad (8)$$

Onde γ = inclinação que o coletor solar tem com a horizontal (graus);

A eficiência do secador solar está relacionada com seu rendimento térmico no que se refere ao processo e ao equipamento [14]. Logo, com base na lei da conservação da energia, para o cálculo da eficiência do secador solar nos termos deste artigo, foi utilizada a Equação do rendimento térmico (9) do secador e para avaliar a eficiência do processo de secagem foi verificada a diferença entre massa inicial e final do produto em relação à massa de água inicial do produto. A Equação do rendimento térmico como mostrada abaixo é uma união das anteriores.

$$\eta_t = \frac{\dot{Q}_{\text{útil}}}{\dot{Q}_{\text{solar}}} = \frac{P_u}{AG} \cdot 100 \quad (9)$$

Onde: η_t = rendimento do secador solar (%);

Para a pesquisa de mercado, foram pesquisados os preços de banana prata (*Musa spp.*) *in natura*, e buscou-se saber sobre o mercado de frutas passas em Mossoró. Além disso, foram analisados gastos com embalagem e transporte. Também foi levantado o custo com mão de obra para a fabricação e para instalação de um secador solar em domicílios e estabelecimentos comerciais. Não se levou em conta mão de obra para a produção das bananas passas, pois o volume de produção não justifica tal custo. Também foi analisado o custo advindo dos materiais de fabricação.

2.2. Resultados e discussão

Primeiramente, foram analisadas as características atmosféricas das cidades de Campina Grande (PB) e Mossoró (RN), a fim de comparar parâmetros principais e secundários que influenciam diretamente na eficiência do secador solar. Essa comparação se deu através do cruzamento de dados da EMA- LABIMC, vinculada à UFERSA, e do levantamento de dados de estudos já feitos acerca dos secadores solares [2,7]. No que se confere à EMA, é importante frisar que o período de coleta de dados se deu do dia 1 ao dia 25 do mês de março de 2018. A Tabela 1 mostra a comparação entre os dados mais relevantes.

Tabela 1 – Comparação entre parâmetros meteorológicos de Mossoró e Campina Grande. ([7], Autoria própria)

Parâmetro	Campina Grande (PB)	Mossoró (RN)
Radiação média global	635,33 W/m ²	651,37 W/m ²
Posição ideal para radiação	17° a 22°/ Norte	10° a 12°/ Norte
Variação média da temperatura ambiente	3,38 °C	7,99 °C
Velocidade média do ar de entrada	0,36 m/s	0,35 m/s
Umidade relativa média do ar	50,74%	55,64%

Já no tocante à instalação dos secadores solares, é possível verificar duas situações: a primeira diz respeito à máxima utilização da radiação solar global, fazendo uso de sistemas mais robustos que proporcionam o movimento do coletor conforme posição ideal para receber o máximo de irradiação de acordo com o movimento de translação ao redor do sol e a rotação sob o eixo da Terra. A segunda situação, que aqui será abordada, é a de um sistema mais simples que foca na escolha de uma posição ideal para máximo aproveitamento da radiação global média. Para localidades posicionadas no hemisfério sul, como Mossoró-RN, essa posição ideal é voltada para o norte geográfico, entre 10 e 12 graus [9,10].

Para a questão do rendimento e eficiência do secador solar, os estudos aqui presentes focam no coletor solar, por ser o componente que mais possibilita análises antes mesmo de sua instalação. É importante entender que os resultados serão mais exatos assim que se instalar um secador solar em Mossoró e for realizado estudo específico para ele.

Admitindo a utilização da mesma área de cobertura do coletor solar (1 m²) utilizado na literatura [7], a potência transferida ao fluido de trabalho foi calculada a partir da Equação (3), tendo o resultado exposto na Tabela 2. Em seguida, os dados para velocidade obtidos pela EMA-LABIMC, no período de oito às dezesseis horas do dia, foram utilizados nas Equações (7) e (8), resultando num valor de v_{ar} igual a 0,35 m/s. Esse resultado é compatível ao valor médio de Campina Grande, o que mostra confiança no cálculo, uma vez que as cidades possuem médias de velocidade do vento parecidas [15].

Com os resultados obtidos da Equação (8), a vazão mássica foi calculada através da Equação (6) tendo a massa específica do fluido de trabalho (ar de secagem) igual a 1,2754 kg/m³ e área de seção de saída do ar de secagem conforme a literatura (0,024m²) [7,12]. Com esses dados em mãos, teve-se uma vazão mássica como mostrada na Tabela 2.

Não obstante, para análise da potência útil transferida ao fluido de trabalho (P_u), foi necessário admitir que a média de variação de temperatura de entrada e de saída do fluido de trabalho de um coletor instalado em Mossoró será a mesma de um em Campina Grande. Além dessa suposição, a potência útil foi calculada através da média de incidência de irradiação global de Mossoró, aferida pela EMA-LABIMC, no período de oito às dezesseis horas do dia, calor específico do ar de secagem igual a 1004,8 J/kgK [12]. O seu cálculo deu-se pela Equação (5) e o resultado está na Tabela 2. A seguir, as comparações com os dados de Campina Grande deram-se graças à literatura [7].

Tabela 2 – Comparação de parâmetros de instalação em Mossoró (RN) e em Campina Grande (PB) ([7], autoria própria).

Parâmetro	Campina Grande (PB)	Mossoró (RN)
Potência média transferida ao fluido de trabalho	635,33 W/m ²	650,40 W/m ²
Vazão mássica média do fluido de trabalho	0,0111 kg/s	0,0104 kg/s
Potência útil média do coletor solar	130,37 W	131,89 W
Rendimento do coletor Solar	19,60% [7]	20,85%

Em relação a economia, a construção de um secador de frutas solar semelhante ao estudado nesse artigo custa cerca de R\$ 710,00, com custos de materiais e mão de obra vistos na Tabela 3. A produção média dos secadores solares, quando a fruta em questão é banana, é de 400 g por secador a cada processo [7].

Tabela 3 - Custos envolvidos na fabricação de um secador solar de frutas. (Autoria própria, [7])

Item	Unidade	Preço Unid. (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)
MDF Ultra	m ²	38,00	4,5	171,00
Polycarbonato	m ²	36,00	1,2	43,20
Telha	m ²	12,00	1	12,00
Velcro	m	0,50	8	4,00
Tela de Nylon	m ²	4,00	2	8,00
Insumos diversos	unid.	50,00	1	50,00
<i>Coolers</i>	unid.	12,00	1	12,00
Painel Fotovoltaico	unid.	65,00	1	65,00
Termopares	unid.	10,90	10	109,00
			Subtotal	474,20
Mão de obra	adm.	-	≅ 50% do subtotal [7]	237,00
TOTAL				711,20

É importante salientar que, em média, a massa final do produto é cerca de 40% da inicial [2], logo, esse percentual de massa precisa ser incluído no preço final do produto.

Os valores comerciais de frutas passas em Mossoró estão conforme Tabela 4 e os valores comerciais da banana prata *in natura* em Mossoró estão conforme Tabela 5.

Tabela 4 – Preços comerciais de frutas passas em Mossoró (Autoria própria).

Local de venda	Preço	Preço por quilo
Supermercado 1/ Marca A	R\$ 8,45 / 0,15 kg	R\$ 56,34
Supermercado 1/ Marca B	R\$ 4,99 / 0,1 kg	R\$ 49,90
Supermercado 2/ Marca B	R\$ 5,39 / 0,1 kg	R\$ 53,90
Supermercado 2/Marca C	R\$ 6,79 / 0,15 kg	R\$ 45,27

Apesar da variação de preços na Tabela 4, é possível notar a linearidade destes, mesmo levando em conta que não são as mesmas frutas analisadas. Isso faz corroborar a existência de um preço médio para as frutas passas no geral, preço o qual a banana passa pode acompanhar.

Tabela 5 – Preços comerciais de banana prata *in natura* em Mossoró (Autoria própria).

Local de venda	Preço	Preço por quilo
Feira 1	R\$ 2,00 / 12 unidades (aprox. 1,2 kg)	R\$ 1,66
Feira 2	R\$ 2,00 / 10 unidades (aprox. 1,05 kg)	R\$ 1,90
Supermercado 1	R\$ 1,79 / 1 kg	R\$ 1,79
Supermercado 2	R\$ 2,29 / 1 kg	R\$ 2,29

Após pesquisa de mercado realizada em Mossoró, foram verificados gastos para com embalagem do produto final, para produção de porções de 50 g, numa escala de 100 porções ao mês, sendo esta embalagem do tipo a vácuo. Além da embalagem, foi analisado o custo para transporte do produto. Não foi considerada a necessidade de mão de obra para os processos de produção, haja vista a escala de produção reduzida. Os resultados dessa pesquisa estão mostrados na Tabela 6. Ao cruzar informações das Tabelas 4 e 6 é possível formatar um preço compatível com o mercado para este produto de cerca de R\$ 2,56.

Tabela 6 – Custos diretos com a produção de bananas passas (Autoria própria).

Item	Custo por Porção de 50 g
Embalagem a vácuo	R\$ 0,85
Transporte (motocicleta)	R\$ 0,04
Banana <i>in natura</i>	R\$ 0,27
TOTAL	R\$ 1,16

É interessante resaltar que cerca de setenta e dois por cento dos equipamentos de aquecimento solar estão instalados nos lares, logo, foi realizada pesquisa para se saber o custo de instalação de um secador solar como o estudado. O custo final da mão de obra para instalação em domicílio é cerca de R\$ 100,00 por unidade de secador instalada.

3. CONCLUSÃO

As análises comparativas entre dados meteorológicos de Mossoró e Campina Grande serviram de fomento para entendimento termodinâmico do processo de produção. Primeiramente, foi percebida a semelhança entre parâmetros como velocidade do vento e umidade do ar, e o contraste da amplitude de temperatura. Mas o parâmetro mais importante, o da irradiação solar global, teve equivalência próxima dos 98%. Estas semelhanças dão outorga a utilização da literatura já existente referente a secadores solares em Campina Grande para a instalação de modelos semelhantes em Mossoró, mesmo que seja preciso atentar à questão da amplitude de temperatura.

Uma vez que para a utilização de algumas equações que determinam o rendimento térmico do secador solar foi necessária a utilização de dados da literatura, tal como a diferença de temperatura do ar de secagem na entrada e na saída do coletor, é possível haver distorções nos resultados finais. Isso não deslegitima o desenvolvimento dos cálculos, mas deixa clara a necessidade de se instalar um secador solar para a verificação dos próprios dados como meio de refinar os resultados de pesquisa.

No fim, o secador de frutas solar instalado em Mossoró tem, teoricamente e a partir das condições de contorno supracitadas, cerca de 20,50% de rendimento. Este é superior ao prático obtido em Campina Grande, mas deve-se lembrar de que as condições de contorno aqui utilizadas podem carregar erros. Ainda, esse rendimento é compatível com o que a literatura recomenda e com o que se vem obtendo em estudos já realizados [2,7].

Uma das limitações que implicam em não se ter um protótipo de secador solar para obtenção de dados é o estudo unicamente do coletor solar. Sendo esta apenas uma parte do secador, ainda há muito a se estudar sobre a câmara de secagem. Além disso, é importante entender que o sistema é conectado e se comunica. Estando o estudo da câmara de secagem limitado, limita-se, também, o estudo do rendimento do secador solar como um todo. Para trabalhos futuros, é aconselhável a fabricação de um protótipo semelhante ao dos estudos da UFCG.

A viabilidade econômica depende da existência de consumidores, porém, do ponto de vista da produção e comercialização, a banana passa é viável economicamente, uma vez que os custos para sua produção são

superados pela arrecadação com sua comercialização em cerca de seis meses. Além disso, se for vendida no nível de preço das demais frutas passas do mercado, possui lucro líquido de cerca de 40%, o que é um lucro desejável para qualquer empresa. É interessante, ainda, ressaltar a grande oportunidade de se verificar a instalação de uma produção de banana passa, uma vez que, no mercado mossoroense não tem tal variedade de fruta passa para consumo. Verificar, ainda, o mercado de instalação domiciliar de secadores solares, haja vista a grande parcela de usuários domiciliares de equipamentos de aquecimento solar.

O secador, a priori, mostra-se viável para instalação. Porém para uma análise mais detalhada, faz-se necessário um método de maior obtenção de dados. É aconselhável a produção e instalação de um secador solar para sanar essa questão.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. Panorama Mossoró: síntese de indicadores censo 2010. Rio de Janeiro.
- [2] LIMA, Wellington Sousa. Análises de sistemas de secagem: Solar, elétrico e misto na produção de banana passa. 2017. 259 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Processos, Ufmg, Campina Grande, 2017.
- [3] FACHINELLO, J. C. (Org.) ; NACHTIGAL, J. C. (Org.) ; KERSTEN, E. (Org.) . Fruticultura: Fundamentos e práticas. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.
- [4] BORGES, Ana Lucia; SOUZA, Luciano da Silva. O cultivo da Bananeira. Cruz das Almas: Embrapa, 2004.
- [5] MANDABA, Ponciano S; et. al. The thin-layer drying characteristics – of garlcs lices. Journal of Food Engineering. Vol. 29, 2007, p. 75-97.
- [6] LIMA, Antônio Gilson Barbosa; NEBRA, Silvia Azucena; QUEIROZ, Marlene Rita. Aspectos científico e tecnológico da banana. Comunicado técnico. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, PB, vol. 2, n.1, p.87-101, 2000.
- [7] NUNES, Antonio Gomes. Desenvolvimento experimental de um secador solar multienergético para secagem de frutas. Campina Grande, PB. Tese de Doutorado em Engenharia de Processos. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016, 206p.
- [8] NUNES, A. G., GOMES, I. A e GRILO, M. B., “Estudo para determinação do modelo matemático representativo de experimentos com secagem de banana usando energia solar e gás liquefeito de petróleo”, Magistra, 26, 1749-1753, 2014.
- [9] ESPÍNOLA SOBRINHO, José et al. Análise da eficiência de uma usina solar fotovoltaica em Mossoró-RN. In: XX Congresso Brasileiro De Agrometeorologia, 2017, Juazeiro-BA. Resumo Expandido, 2017. p. 21 - 26.
- [10] GRILO, Marcelo Bezerra. Fundamentos da energia solar: radiação solar e coletor solar: plano, conceitos básicos e aplicações. Campina Grande, PB: Editora da UFCG, 2007.
- [11] TRIGUEIRO, André Trigueiro. Mundo Sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise. São Paulo, Editora Globo, 399p, 2012.
- [12] SHAPIRO, Howard N. et al. Princípios de Termodinâmica para Engenharia. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- [13] SILVA, Gustavo Rodrigues. Características do vento na região nordeste. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- [14] BARBOSA, José Rui Peres. Estudo da viabilidade de uso de secadores solares fabricados com sucatas de luminárias. Natal, RN. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 69p. 2011.
- [15] CLIMATEMPO: Direção E Intensidade Do Vento. 2018. Disponível em: <www.climatempo.com.br/vento/cidade/255/campinagrande-pb>. Acesso em: 26 mar. 2018.