



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102017002725-2 A2

(22) Data do Depósito: 10/02/2017

(43) Data da Publicação: 02/10/2018



(54) Título: SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA

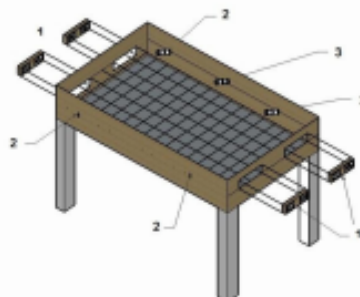
(51) Int. Cl.: F24D 19/10; A23N 12/08

(73) Titular(es): INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISA, UNIVERSIDADE TIRADENTES, INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE SERGIPE

(72) Inventor(es): VANINA CARDOSO VIANA ANDRADE; RENAN TAVARES FIGUEIREDO; ODÉLSIA LEONOR SÁNCHEZ DE ALSINA; IRAÍ TADEU FERREIRA DE RESENDE; AMÉLIA GAIA NASCIMENTO; JÚLIA CAROLINE SANTOS VIEIRA; DIEGO LOPES CORIOLANO; DENILSON PEREIRA GONÇALVES; JULIANNA FREIRE DE SOUZA; LUAM DE OLIVEIRA SANTOS; ANA CLAUDIA DE MELO OLIVEIRA

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/02/2017

(57) Resumo: A presente invenção é um equipamento de baixo custo para a secagem de frutas através de aquecimento solar com controle e monitoramento do processo, utilizando plataforma eletrônica Arduino. A invenção apresenta um novo conceito de controle de temperatura para os equipamentos de secagem de frutas de baixo custo, que não possuem qualquer tipo de controle de temperatura, através da utilização de secador solar, constituído por Arduino, sensor de temperatura e umidade compatível com o Arduino, ventoinhas (coolers), relé, cabos e conexões elétricas e alimentação DC 5-12V. Os dispositivos são montados em uma placa de circuito impresso ou placa protoboard e conectados ao Arduino já programado para papel de controle, formando o sistema eletrônico de controle. Tal sistema é acoplado ao secador solar, com os sensores de temperatura e umidade distribuídos de maneira uniforme. O Arduino gerencia a informação enviada pelos sensores acionando ou não os coolers com o uso do relé. Os coolers são instalados nas aberturas do secador com função de forçar a entrada e saída de ar. O sistema tem como função a manutenção uniforme da temperatura padronizand(...)



SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A invenção concerne a um equipamento que utiliza a energia solar para a secagem de frutas, em que este possui um sistema de monitoramento de temperatura e umidade e controle da temperatura interna do secador solar com a utilização de ventoinhas para o resfriamento do sistema, controlado por uma placa eletrônica Arduino de baixo custo, para que seja possível a padronização de frutas secas.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO E TÉCNICA ANTERIOR.

[002] A utilização da energia solar nos últimos anos tem recebido um extraordinário destaque, por se tratar de uma fonte de energia alternativa limpa e renovável. Isto se deve ao aumento da escassez dos combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás (EL-SEBAIL e SHALABY, 2012).

[003] Com o aumento crescente da população e da demanda energética, em um futuro próximo, a relação oferta/demanda de energia pode ser desproporcional gerando uma escassez de energia no mercado. Por isso é de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas aplicadas ao setor energético e entre elas a utilização da energia solar (RÜTHER e SALAMONI, 2012).

[004] Para a ascensão de pequenos produtores de alimentos, a união da utilização da energia solar com a diversificação dos produtos, para agregar valor da matéria-prima, promove a igualdade e a inclusão social. O mesmo pode ser inserido em um mercado competitivo, com alimentos produzidos a partir de uma forma sustentável (MALUF, 2004).

[005] A secagem de frutas é de grande importância no setor alimentício no Brasil, possibilitando a redução de desperdício, aproveitando a matéria-prima local além de agregar valor de mercado ao produto.

[006] Frutas frescas são conhecidas por serem produtos saudáveis com excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibras, entretanto o valor nutricional depende bastante do tipo, qualidade e estágio de maturação das frutas (HUANG E HSIEH, 2005).

[007] Um método de conservação de alimentos é a secagem, que aumenta a vida de prateleira do produto; entretanto, após o processamento de qualquer alimento, existem perdas consideráveis de nutrientes.

[008] Em processos industriais o uso de microcontroladores é muito comum, o arduino é um computador limitado em que se pode programar, para processar as entradas e as saídas entre o dispositivo e outros componentes externos, como leds e sensores conectados a ele (MCROBERTS, 2011).

[009] A placa Arduino, é formada por um micro controlador e outros componentes eletrônicos que possui circuito impresso, que contém tomada que permitem uma fácil conexão de dispositivos externo de entrada analógica e saída digital, com uma interface serial para comunicação com um computador padrão, e pequenas dimensões de (6,8x5,5x1,0cm). Além disso, ainda existem outros conectores que podem ser interligados com circuitos externos como placas solares, sensores, leds, entre outros (KOENKAA et al., 2014).

[010] Existem estudos que têm utilizado o Arduino para realizar o monitoramento das condições ambientais como o de temperatura e umidade como BARROCA *et al.* (2013), que utilizaram a plataforma de arduino para medir temperatura e umidade no interior de uma estrutura de concreto por Wireless. Outra pesquisa foi realizada por MESAS-CARRASCOSA *et al.* (2015) que utilizaram a técnica para realizar o monitoramento da temperatura e umidade tanto no ar quanto no solo, para a agricultura.

[011] A literatura técnica especializada revela alguns documentos de patentes que fazem referência ao sistema de secagem de frutas com aquecimento solar monitorado por plataforma eletrônica para diversos fins. Para embasar o critério de novidade e atividade inventiva foi realizada uma pesquisa na base de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) que compila o acervo de patentes depositadas do Brasil, e na base europeia de Patentes (Espacenet) que compila o acervo de patentes depositadas em mais de 90 países. Na pesquisa realizada não foi identificada nenhum documento de patente que faz referência ao sistema de secagem de frutas com aquecimento solar monitorado por plataforma eletrônica com as mesmas características e potencial de aplicação.

[012] Os documentos de maior relevância serão descritos a seguir, entretanto, é importante deixar claro que nenhum deles fere o quesito de novidade da patente de invenção requerida nesse documento, tendo em vista que o conceito inventivo aqui proposto difere consideravelmente dos documentos citados e revelados.

[013] A patente PI 0700672-1 trata de um secador industrial que utiliza a secagem solar com radiação indireta para aquecimento de um fluido e este será utilizado para posterior secagem de diversos produtos, sem nenhum tipo de monitoramento de temperatura e umidade, e muito

menos o controle de temperatura, a patente em questão é um secador solar de radiação direta em que se realiza o monitoramento de temperatura e umidade interna do secador e o controle da temperatura interna do secador utilizando uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo.

[014] A patente PI 0400536-8 consiste de um processo de resfriamento de sementes que utilizam ventiladores para aspirar o ar frio para o recinto, vale salientar que esse movimento é constante e que não há um monitoramento da temperatura para que o mesmo pare quando há o alcance da temperatura estabelecida, já a patente em questão utiliza ventoinhas em que param quando a temperatura fica abaixo da temperatura que se quer atingir para que seja possível o aquecimento do secador com a utilização da energia solar, utilizando uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo.

[015] A patente PI 0206329-8 é semelhante ao secador utilizado na patente em análise por possuir um único sistema que conjuga as funções e coletar a energia do sol para aquecer o ar que será utilizado na desidratação de produtos, este possui também um exaustor em fibra de vidro o que não há na patente em análise. Entretanto a patente PI 0206329-8 não possui um sistema de controle e monitoramento da temperatura interna do secador solar, utilizando uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo.

[016] O modelo de utilidade CN204351030 (U) possui coletor solar separado da câmara de secagem o que difere da secagem realizada na patente em questão, e também não há monitoramento e nem o controle da temperatura interna do secador com uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo.

[017] A patente RS1379 (U) utiliza a secagem solar e possui sistema de aquecimento elétrico, e não possui o sistema de monitoramento e controle de temperatura utilizando uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo.

[018] O modelo de utilidade CN203735427 (U) é um hidratante e dispositivo de secagem em que utiliza também aquecedores elétricos, utilizando o CLP que é um sistema de alto custo para monitoramento de temperatura. Já a patente em questão utiliza uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo para o sistema de monitoramento e controle de temperatura com a utilização de ventoinhas.

[019] A patente US5584127 (A) é um sistema de secagem que possui uma chaminé, o que diferencia do secador utilizado e não possui a utilização das ventoinhas controladas por uma

plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo para o controle da temperatura interna do secador solar.

[020] A patente CN85106768 (A) utiliza a ventoinha para controlar a taxa de fluxo de ar e a patente em questão utiliza ventoinhas para o controle da temperatura interna do secador solar, utilizando uma plataforma prototipada microcontrolada de baixo custo com sensores de baixo custo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[021] O objetivo deste trabalho é propor um equipamento de baixo custo que realize o monitoramento da umidade e também o controle de temperatura interna de um secador solar para a secagem de frutas, para que seja possível a manutenção das características físicas e químicas dos produtos elaborados.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1 visão geral do equipamento de secagem solar com (1) conjunto de ventoinhas (2) sensores de temperatura (3) sensor de umidade.

Figura 2 consiste de componentes utilizados para o monitoramento e controle do processo (1) Conjunto de ventoinhas (2) sensores de temperatura (3) Sensor de umidade (4) Arduino (5) relê (6) Fonte de tensão (7) placa de circuito impresso ou protoboard.

Figura 3: Gráfico das temperaturas internas do secador com radiação solar direta, durante a com o controle de temperatura de 60°C.

Figura 4: Gráfico das temperaturas internas do secador com radiação solar direta, durante a com o controle de temperatura de 70°C.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[022] A presente invenção apresenta equipamento de baixo custo para controle e monitoramento de temperatura interna em secador de fruta solar de baixo custo, de forma a obter padronização na produção de frutas secas.

[023] A produção de frutas secas requer equipamento de secagem, contendo essencialmente um secador solar. O processo de produção acontece em temperaturas que dependem da incidência solar do dia da secagem e atingem temperaturas dentro do secador que pode atingir em torno de 90°C.

[024] O secador solar de baixo custo, é um equipamento composto por lâ de rocha ou lâ de vidro, acomodada sob chapa de zinco pintada com tinta para melhorar absorção térmica, ambos dentro de uma caixa de madeira, com aberturas laterais para favorecer a convecção de

ar. Sobre a placa de zinco acomoda-se uma tela de aço inox tipo moeda onde é posto o material para secagem. Na caixa, em sua parte superior, é instalada uma peça de vidro de área suficiente para selá-la, com intuito de permitir a passagem de radiação térmica.

[025] O processo de secagem solar se dá através da exposição da fruta, posta sob recipiente, onde a comporta, e dentro do secador, onde se dá início a secagem.

[026] O equipamento de baixo custo para controle e monitoramento da temperatura e umidade interna do secador, para secagem de frutas, deve ser caracterizado essencialmente por: placa eletrônica Arduino de qualquer modelo, sensor de temperatura e umidade compatível com o Arduino de qualquer modelo, preferencialmente sensor de temperatura DS18B20 e sensor de umidade Dht11, relé compatível com o Arduino, ventoinhas (coolers) de qualquer modelo, fonte de Tensão DC 5-12V, cabeamento elétrico, placa de circuito impresso ou protoboard para montagem dos dispositivos eletrônicos.

[027] A placa Arduino é um dispositivo eletrônico prototipado, microprocessado, de software e hardware livre, programável e compatível com diversos tipos de outros dispositivos eletrônicos, como sensores e atuadores.

[028] Os dados da aquisição podem ser visualizados no software próprio do Arduino com utilização de um computador, ou através de dispositivos eletrônicos acoplados ao circuito como: módulo de *bluetooth*, módulo de internet, entre outros.

[029] Com a inserção do controle eletrônico automático de temperatura, foi possível manter a estabilidade da temperatura interna do secador, teste foram realizados e obtidos resultado do controle nas temperaturas de 60 °C e 70 °C ambas, com variações de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Há picos negativos salientes que ultrapassam a margem de variância. Esses picos ocorreram quando o secador foi aberto para a retirada de amostras que foram utilizadas para a avaliação da umidade durante o processo de secagem, diminuindo momentaneamente a temperatura interna do sistema.

[030] O sistema atua com o acionamento do conjunto de ventoinhas de qualquer modelo, insuflando ar na saída do secador e ventilando o ar na entrada, para que seja possível o resfriamento do sistema de secagem atingindo assim temperaturas desejáveis. O controle é realizado de modo on/off, pois no momento em que a temperatura é superior a desejável o sistema entra em atuação, e quando a temperatura é inferior o sistema para de funcionar para que a temperatura se eleve. Após a instalação do equipamento foi verificada uma oscilação de temperatura de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

REINVIDICAÇÃO

1- SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

caracterizado por compreender uma caixa de madeira com aquecimento solar e ventoinhas (coolers) (1) de qualquer modelo sensor de temperatura (2), sensor de umidade (3), compatíveis com o placa eletrônica Arduino de qualquer modelo (4), relé (5) compatível com Arduino, fonte de tensão DC 5-12V (6), montados sob placa de circuito impresso ou protoboard (7) e cabeamento elétrico.

2- SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** caixa de madeira coletora (1) composta por lâ de rocha ou lâ de vidro estar sob aquecimento solar gerando uma temperatura entre 50°C e 90°C.

3- SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

caracterizado pelo arranjo de fluxo de ar compreender um fluxo de ar quente convectivo de forma forçada.

4- SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

caracterizado pela plataforma eletrônica ser um Arduino, programável e compatível com diversos dispositivos eletrônicos, como sensores e atuadores.

5- SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

caracterizado pelo controle da temperatura ser realizado de modo ON/OFF, com acionamento de ventoinhas insuflando ar na saída do secador e ventilando o ar na entrada.

6-SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

caracterizado pela estabilidade da temperatura interna controlada ser de 60°C e 70°C, com variações de mais ou menos 2°C.

7-SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA,

caracterizado por compreender um valor mínimo de umidade entre 14% e 16%.

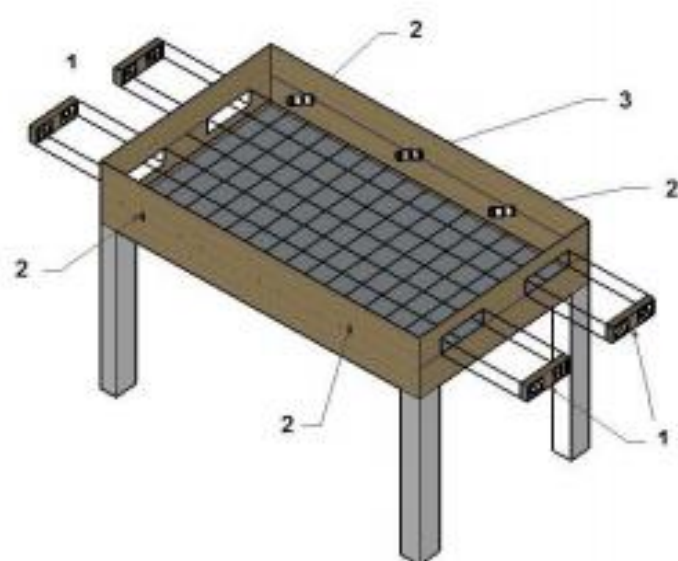


Figura 1

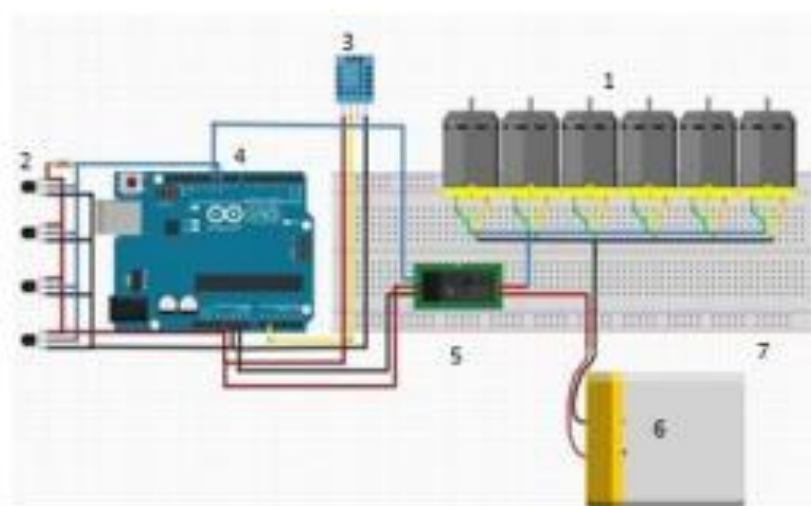
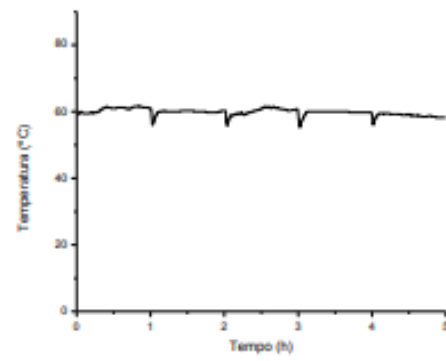
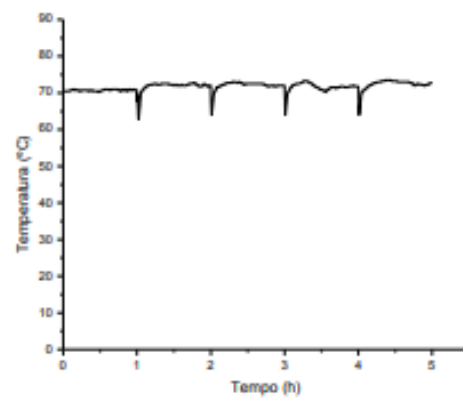


Figura 2

**Figura 3****Figura 4**

RESUMO**“SISTEMA DE SECAGEM DE FRUTAS COM AQUECIMENTO SOLAR MONITORADO E CONTROLADO POR PLATAFORMA ELETRÔNICA”**

A presente invenção é um equipamento de baixo custo para a secagem de frutas através de aquecimento solar com controle e monitoramento do processo, utilizando plataforma eletrônica Arduino. A invenção apresenta um novo conceito de controle de temperatura para os equipamentos de secagem de frutas de baixo custo, que não possuem qualquer tipo de controle de temperatura, através da utilização de secador solar, constituído por Arduino, sensor de temperatura e umidade compatível com o Arduino, ventoinhas (coolers), relé, cabos e conexões elétricas e alimentação DC 5-12V. Os dispositivos são montados em uma placa de circuito impresso ou placa protoboard e conectados ao Arduino já programado para papel de controle, formando o sistema eletrônico de controle. Tal sistema é acoplado ao secador solar, com os sensores de temperatura e umidade distribuídos de maneira uniforme. O Arduino gerencia a informação enviada pelos sensores acionando ou não os coolers com o uso do relé. Os coolers são instalados nas aberturas do secador com função de forçar a entrada e saída de ar. O sistema tem como função a manutenção uniforme da temperatura padronizando assim o processo de secagem.