

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA SECAGEM DE ERVAS MEDICINAIS COM CONTROLE DE TEMPERATURA

Camila Aparecida Zavolski (UNEMAT) kaamy\_x3@hotmail.com

Érica Santana Mendes (UNEMAT)

Riciely Lopes de Souza (UNEMAT)

Talita Meneghini (UNEMAT)

Tadeu Miranda de Queiroz (UNEMAT) tdmqueiroz@yahoo.com.br

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo descrever a elaboração de um protótipo de um secador para medir a temperatura de secagem de ervas medicinais. Utilizou-se como princípio de funcionamento um microcontrolador, cujos dados do sistema foram elaborados no software Basic Step, e sendo usado o sistema de acionamento de comando via relê/contactador. Foi aplicado ao projeto o sistema de malha fechada e ação de controle ON/OFF. A variável do processo é a temperatura, e a variável manipulada é liga/desliga. Os resultados demonstraram que a erva perdeu cerca de 2,75 gramas de água em aproximadamente 19 minutos. O protótipo operou como desejado, se enquadrando dentro de um processo de automação industrial automática. Através dele foi possível obter a erva cidreira desidratada, processo no qual pode ser empregado para a conservação de alimentos ou até mesmo para a criação de novos produtos.

**Palavras-chave:** Automação; Microcontrolador, Sensores.

## A PROTOTYPE DEVELOPMENT FOR DRYING HERBS WITH TEMPERATURE CONTROL

**Abstract:** This paper aims to describe the development of a prototype of a dryer, which measures the drying temperature of medicinal herbs. A microcontroller was used as operation principle, which system data have been prepared in Basic Step software, and a relay/contactador actuation system has been used. A closed loop system and ON/OFF action control was been applied in the project. The process variable is temperature and the manipulated variable is On/Off. The results showed that the herbs lost 2,75 grams of water in 19 minutes. The prototype operated as intended, being categorized as an industrial automation process. It was possible to obtain dried lemongrass through this process, which can be used for food preservation or even for new products development.

**Keywords:** Automation, microcontroller, sensors.

### 1. INTRODUÇÃO

A automação está presente no cotidiano das empresas que visam à melhoria da produtividade e a qualidade dos processos. Em virtude disso, o mercado de instrumentação e automação tem demandado nos últimos anos equipamentos de campo que apresentam alto desempenho e confiabilidade com a finalidade de reduzir custos operacionais e de manutenção, além de otimizar e melhorar os processos (CASSIOLATO, 2012; TERUEL et al., 2011).

Nos controles industriais é frequente a presença dos avanços tecnológicos da física e da eletrônica por meio da inserção de microcontroladores e componentes eletrônicos que proporcionam facilidades para as áreas de produção (GRATON; CASSIOLATO, 2010;

TERUEL et al., 2011). Com o intuito de melhorar os processos operacionais, os microprocessadores estão cada vez mais poderosos (CASSIOLATO, 2012).

Um sistema de controle é um conjunto de componentes físicos que estão conectados com o objetivo de comandar, dirigir ou regular um sistema (PEREIRA, 2012 [A]). Para uma análise eficaz de um processo é necessário se conhecer os elementos que compõem essa linha de produção e como estes afetam o controle de processos em aplicações industriais (PEREIRA, 2011). Os sistemas de controle podem ser divididos em analógicos, que são os que trabalham com sinais do tipo contínuo, ou sistemas digitais, que são os que trabalham com sinais tudo ou nada (PEREIRA, 2012 [B]).

A forma pela qual o sistema de controle produz o sinal de controle recebe o nome de ação de controle. Uma das mais comuns é o controle de duas posições, denominada por ON/OFF, cujo elemento acionador possui duas posições fixas. O tipo de sistema empregado é classificado como sendo de malha aberta ou fechada. No sistema de malha aberta a ação de controle é independente do sinal de saída. Já no de malha fechada são utilizados sensores que detectam o comportamento do processo, sendo a ação de controle dependente do sinal de saída (PEREIRA, 2012 [A]).

A combinação de equipamentos constitui uma cadeia de controles, cuja função é de monitorar, analisar e corrigir parâmetros, como o sistema de controle em malha, a variável controlada, a variável do processo e o Set Point (PEREIRA, 2011). Uma aplicação industrial de todas essas variáveis está presente quando se quer medir a temperatura de secagem de determinado produto. Ao se conhecer o tempo e a temperatura pode-se monitorar e controlar processamentos industriais (ALVES; CASSIOLATO, 2010).

Diversos equipamentos são importantes na área de automação e controle dos processos, como os sensores, que contribuem para a melhoria contínua dos processos e para a qualidade do produto (GRATON; CASSIOLATO, 2010). Os sensores tem a função de fornecer informações de entrada no sistema a partir do mundo externo. Eles são classificados conforme a saída do sinal em digitais, que assumem somente dois valores de saída, ou analógicos, cujo sinal de saída varia ao longo do tempo (JIMENEZ; PIZA, 2014; PEREIRA, 2012 [B]).

Para que todos os componentes do circuito estejam interligados e funcionem adequadamente, se faz necessário aplicar um software que comportará o algoritmo, acionando assim o sistema. O Basic Step é um microcontrolador, cujo sistema pode ser programado em linguagem de fácil entendimento, tornando simples o acionamento do circuito.

Nesta aplicação industrial, o tempo de secagem é acompanhado mediante a medição da temperatura. Esta é uma grandeza básica para a medição e controle da secagem, sendo uma variável bastante utilizada na indústria de processos em diversos segmentos (GRATON; CASSIOLATO, 2010). É importante que seja constantemente monitorada a fim de operar máquinas e sistemas com segurança, sendo uma solução confiável, pois apresenta alta precisão (JIMENEZ; PIZA, 2014).

Segundo Kajiyama e Park (2008), a secagem é uma operação unitária que consiste na retirada de água de um produto por evaporação ou sublimação, com aplicação de calor sob condições controladas. Tem como finalidade conservar alimentos através da diminuição da atividade de água do mesmo. Nos últimos anos a ciência e a tecnologia empenharam-se no sentido de aprimorar novos sistemas na área de preservação de alimentos, tornando viável a desidratação de produtos para fins comerciais.

A escolha do método de secagem é motivada pela potencialidade dos diferentes equipamentos secadores. Para isso deve ser analisado o tipo de produto a ser desidratado e a capacidade de produção, considerando-se também a relação custo/benefício (SILVA et al., 2012). Um tipo de produto bastante comercializado sob a forma desidratada são as plantas

medicinais e aromáticas. Sua maior importância econômica para a indústria de alimentos reside na produção do seu óleo essencial, o qual é obtido após o processo de desidratação (COSTA et al., 2015). Devido as suas funcionalidades e propriedades, são aplicadas também para a atribuição de aroma e aspectos mais agradáveis aos alimentos (SANTOS et al., 2013).

O uso de plantas medicinais pela população brasileira é uma prática muito tradicional (MAIOLI-AZEVEDO; FONSECA-KRUEL, 2007), sendo muitas vezes o único recurso utilizado na atenção básica de saúde (VEIGA JUNIOR; PINTO; MACIEL, 2005). Em virtude disso, este ramo de mercado tem mostrado-se uma opção rentável aos pequenos agricultores, devido à alta procura por esse tipo de produto e o crescente uso entre as populações. Entretanto, exigem um tratamento diferenciado em seu beneficiamento, como a secagem. Esta operação deve ser realizada de maneira adequada a fim de não comprometer o teor de princípios ativos presentes em sua composição (ISENBERG; NOZAKI, 2011; SOUZA; PEREIRA; FONSECA, 2012).

Visto que a secagem nas espécies medicinais é uma operação unitária de preparação para o armazenamento, Costa et al., (2005), caracteriza a secagem das plantas aromáticas e medicinais como um método que visa minimizar a perda de princípios ativos e retardar a sua deterioração em decorrência da redução da atividade enzimática, permitindo a conservação das plantas por um período maior para a sua posterior comercialização.

Dentre umas das espécies de ervas mais utilizadas para a secagem encontra-se a *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf, originária da Índia. Pertence à família *Poaceae* e se constitui em uma erva perene, que forma touceiras compactas e robustas de até 1,2 m de altura. No Brasil assume diferentes nomenclaturas conforme a região onde se encontra (COSTA et al., 2005), encontrando-se entre as dez plantas medicinais e aromáticas mais produzidas. É largamente utilizada para fins medicinais, especialmente na forma de chá. Além da alimentícia, tem seu uso nas indústrias de cosméticos, perfumaria e farmacêuticas (MARTINAZZO et al., 2007).

No processo de secagem a coloração é um parâmetro de qualidade muito importante para a obtenção de um produto que atenda as expectativas de quem consome. O consumidor ao observar uma cor muito escura das folhas, poderá considerar que ao utilizar estas folhas como fonte para um tratamento, possivelmente não farão o efeito esperado, pois com o uso de altas temperaturas pode-se danificar a coloração e comprometer o princípio ativo da planta (GASPARIN et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é a elaboração de um secador de ervas medicinais utilizando um sensor de temperatura, que através do uso de um microcontrolador interpretará as informações provenientes do sensor. Para isso, será necessário aplicar o software Basip Step para a elaboração de um algoritmo que controlará o acionamento do sistema e as variáveis do processo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Automação e Controle (LAC) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *campus* de Barra do Bugres, pertencente ao Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial (DEPA).

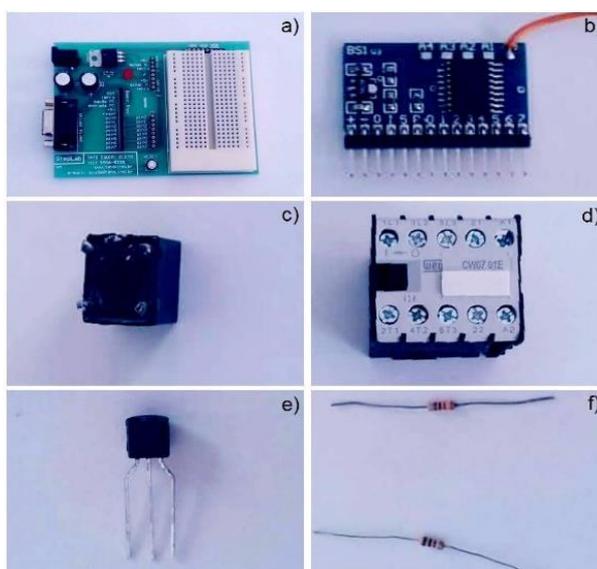
O protótipo do secador para medição de temperatura a ser utilizado para a secagem de ervas medicinais tem como variável do processo a temperatura, e a variável manipulada é a vazão do ar quente.

### 2.1. MATERIAL

A descrição dos equipamentos eletrônicos utilizados para a montagem do circuito deste projeto é citada ao decorrer do trabalho, no qual é enfatizado seus conceitos e características pelas quais foram selecionadas.

Para a montagem do circuito foi utilizada a placa matriz conforme mostrada na Figura 1.a, onde é muito usada para construção de protótipos simples e com circuitos eletrônicos. As filas horizontais podem ser usadas como linhas de alimentação (positivo e negativo) e nas filas verticais tem acesso aos terminais dos componentes podendo fazer a conexão de elementos como resistores, transistores e entre outros, como também fazer as interligações entre pontos ou componentes com fios rígidos.

Figura 1: Componentes utilizados para a montagem do circuito: a) placa matriz; b) microcontrolador; c) relê; d) contator; e) transistor; f) resistor



Fonte: Autores, 2015

Também, foi utilizado um Microcontrolador Basic Step (Figura 1.b) que é a integração do microprocessador com interfaces de entrada e saída e outros periféricos, como temporizadores, em um único chip. Um microcontrolador geral tem pinos para conexões externas de entradas e saídas, alimentação, clock e sinais de controle. Os pinos para as entradas e saídas são agrupados em unidades denominadas portas. Nesse dispositivo é gravado o algoritmo de comando do sistema.

O relê utilizado no protótipo que pode ser visto na Figura 1.c, é de 5VDC. É um dispositivo elétrico que tem a finalidade de produzir modificações súbitas e predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída, quando alcançadas determinadas condições no circuito de entrada que controlam os dispositivos. Esse equipamento, quando ligado a uma instalação, tem a função de permitir o funcionamento de outros aparelhos conectados ao mesmo ou em outro circuito elétrico que estejam ligados ao relê, devido a uma alteração nas condições do equipamento pela passagem da corrente elétrica.

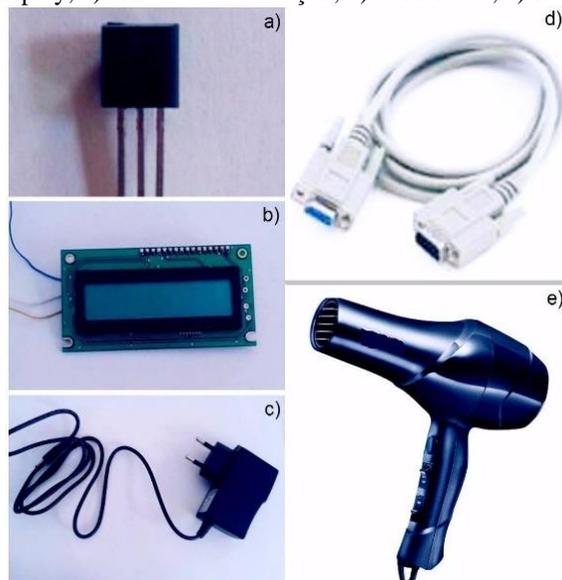
O contator, observado na Figura 1.d, é usado para realizar um elevado número de manobras em corrente nominal, ele pode estabelecer, conduzir e interromper correntes elétricas em condições normais de cargas como motores, iluminação, banco de capacitores, resistências e circuitos auxiliares, etc. A partir de um circuito de comando, ele faz o controle de cargas em um circuito de potência.

Também será utilizado o transistor NPN 30V (figura 1.e) que está presente na maioria dos equipamentos eletrônicos, produzindo ou amplificando sinais, operando como chaves eletrônicas, etc. Um transistor comum do tipo NPN, são denominados coletor, emissor e base. O coletor e o emissor não podem ser invertidos devido ao fato das características e dos valores nominais mudarem significativamente.

Na Figura 1.f, são apresentados os resistores de  $330 \Omega$  e  $10 \text{ k}\Omega$  que foram utilizados na montagem do protótipo, no qual os resistores são componentes de resistência elétrica que permanece constante independentemente da tensão ou corrente elétrica que circular pelo dispositivo, eles podem ser fixos ou variáveis, neste caso são chamados de potenciômetros ou reostatos, onde o valor nominal é alterado ao girar um eixo ou deslizar uma alavanca.

Para medir a temperatura foi utilizado sensor de temperatura LM35 (Figura 2.a), que tem a função de medir a grandeza física da temperatura. A temperatura é um fator crítico para muitos processos industriais e tem de ser constantemente monitorada a fim de operar máquinas e sistemas com segurança e eficiência é uma solução confiável e prática para medição de temperatura. Este dispositivo apresenta saída de tensão linear relativa à temperatura em que ele se encontra no momento em que for alimentado por uma tensão de 4-20 Vcc, tendo em sua saída um sinal de 10mV para cada Grau Celsius de temperatura, a baixa saída linear e calibração constante.

Figura 2: Componentes utilizados para a montagem do circuito: a) sensor de Temperatura LM 35; b) display; c) fonte de alimentação; d) cabo serial; e) secador



Fonte: Autores, 2015

Observado na Figura 2.b, os displays são mostradores que exercem função de interface para visualização de informações, sendo parte ou componente de um aparelho ou módulo eletrônico. Os módulos LCD (Liquid Crystal Display – Display de Cristal Líquido) são constituídos basicamente de um display de cristal líquido e de um controlador de displays. O módulo LCD utilizado no protótipo é um modelo que utiliza 16 caracteres e 2 linhas. Esse sistema utiliza um controlador próprio interligado à placa matriz através de seus pinos.

A fonte de alimentação utilizada será de 9V, como representada na Figura 2.c, que converte a corrente alternada em corrente contínua, necessária para o funcionamento da placa matriz. Esta é uma fonte de alimentação de alta qualidade que produz uma saída (DC) regulada de 12V.

Também foi utilizado um cabo serial que é um cabo padronizado e pode-se utilizar algum tipo de protocolo serial onde o transmissor envia apenas um bit por vez para o receptor. Este método é utilizado quando a taxa do tráfego na rede é baixa e quando a distância de comunicação é longa, sua imagem pode ser visto na Figura 2.d.

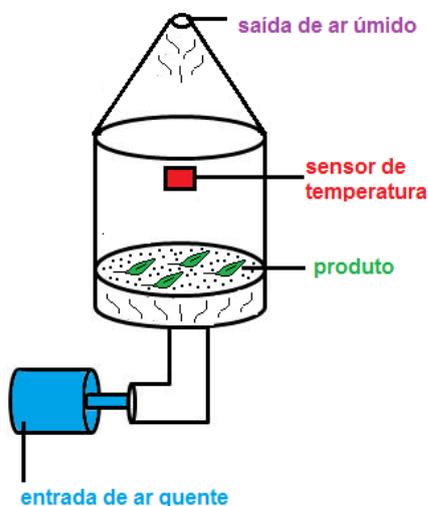
Também será utilizado um secador de cabelo (Figura 2.e) de potência 1200W, com o intuito de fazer a secagem das ervas com vapor de ar quente.

## 2.2. MÉTODOS

O secador é um protótipo com princípios de circulação forçada de ar proveniente de um ventilador de ar quente. O ar aquecido é então forçado para o interior da câmara de secagem, com auxílio de um ventilador, acoplado em uma abertura na parte inferior. Essa passagem de ar acontecerá através de pequenos furos para que o ar não entre em contato brusco com as folhas. Na parte superior do secador existe um pequeno orifício que faz com que parte do ar úmido contido dentro da câmara de secagem seja mandado para fora a fim de evitar o acúmulo de umidade.

Será utilizado um recipiente de alumínio para armazenagem da erva que simulará um secador industrial, conforme apresentado na Figura 3. No recipiente será instalado um ventilador de ar quente e um sensor de temperatura LM 35 para o monitoramento e controle de temperatura durante o processo.

Figura 3: Modelo do protótipo do secador de ervas medicinais



Fonte: Autores, 2015

O circuito será montado na placa matriz Step Lab e consistirá na montagem dos componentes necessários, juntamente com o microcontrolador e o display que converterá informações para sinal analógico.

O algoritmo será elaborado no software Basic Step 1 e armazenado na memória do microcontrolador. O microcontrolador é a integração do microprocessador com interfaces de entrada e saída e outros periféricos, como temporizadores, em um único chip.

O circuito para comunicação serial com o computador serve para enviar dados coletados pelo circuito e processados no microcontrolador ao computador. Deve-se notar, para que haja uma conexão física entre o microcontrolador e o computador pessoal, a uma

necessidade da utilização de componentes eletrônicos que convertem as informações entre o microcontrolador e o computador.

Quando o ar no interior da câmara de secagem atinge a temperatura estipulada no comando, automaticamente o ar quente é cessado. O aumento do potencial de secagem acontece a medida que há aumento da temperatura do ar, causado pela diminuição da umidade relativa do ar, levando à evaporação da água livre dentro das células. Esse ar aquecido deve entrar em contato com o material a ser desidratado para então poder efetuar a retirada dessa umidade.

As espécies de ervas utilizadas no experimento foram coletadas na cidade de Barra do Bugres – MT, as quais foram selecionadas conforme características como cor, aparência, textura e odor para melhores resultados. As partículas foram cortadas medindo-se aproximadamente 8 cm, tamanho do qual é apropriado para o armazenamento no interior da câmara e também na embalagem do produto. No teste realizado foram utilizadas 13 unidades, totalizando peso inicial de, aproximadamente, 4,66 gramas. A acomodação das folhas aconteceu de maneira que não dificultasse a passagem de ar, onde o ar aquecido deve chegar a todo o material de uma forma homogênea, não causando desuniformidade no processo.

Costa et al. (2005) determina que as temperaturas de secagem em estufas com ventilação, em geral, devem ficar entre 20° e 40°C, o que pode variar de acordo com os métodos empregados. Porém, conforme Barbosa et al. (2006) cada espécie de planta deve ter o próprio processo de secagem, pois apresenta comportamento diferenciado em relação à preservação dos princípios ativos para mesma temperatura do ar. Para fins de comercialização, a secagem de erva-cidreira deve ser realizada utilizando ar aquecido entre 40 e 80°C para que seja preservado o teor adequado do óleo essencial. Diante disso, a temperatura que o secador operará será de 38 a 42°C.

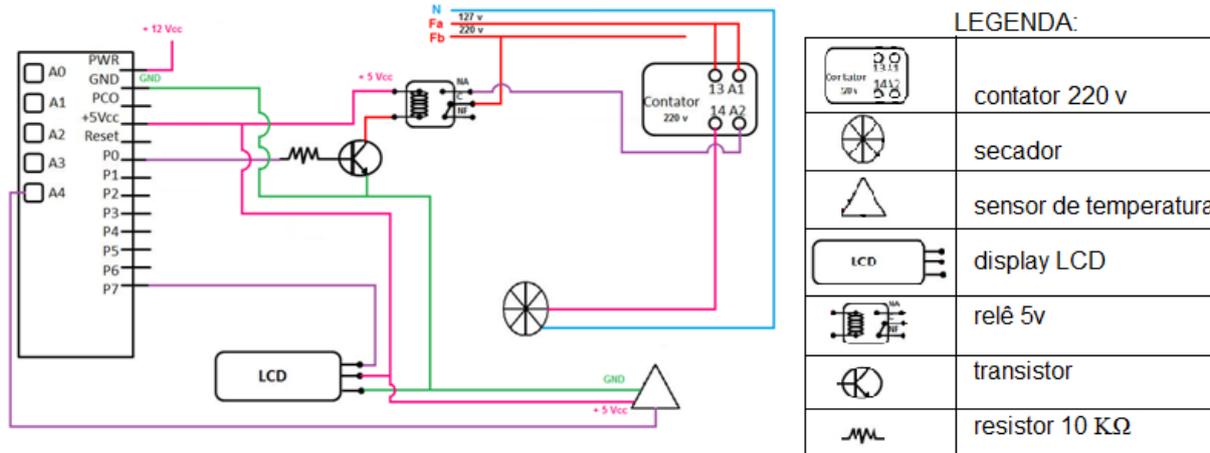
### 2.2.1. Funcionamento do Protótipo

Após a implementação dos equipamentos, será feita a interação dos mesmos. Para que esse conjunto mantenha a variável do processo no valor próximo ao *set point*, o papel do microcontrolador é de fundamental importância, pois o mesmo é o elemento central do protótipo responsável por todo o controle do sistema. O microcontrolador estabelece e comanda todos os recursos responsáveis para o funcionamento do protótipo, de acordo com a programação inserida em sua memória.

O programa algoritmo será desenvolvido, permitirá que o microcontrolador comande o funcionamento do relé, através de um sinal de entrada que é obtido pelo sensor de temperatura.

O sinal de temperatura será convertido de analógico para digital utilizando o maior número de bits que o microcontrolador suporta, 10 bits, a conversão da temperatura, e algumas informações do sistema será mostrada instantaneamente no display LCD embutido no kit desenvolvido. A partir do sinal final convertido de temperatura, as condições para acionamento ou desligamento do relé é estabelecida. A representação do circuito do microcontrolador e a ligação de todos os componentes são apresentadas na Figura 4.

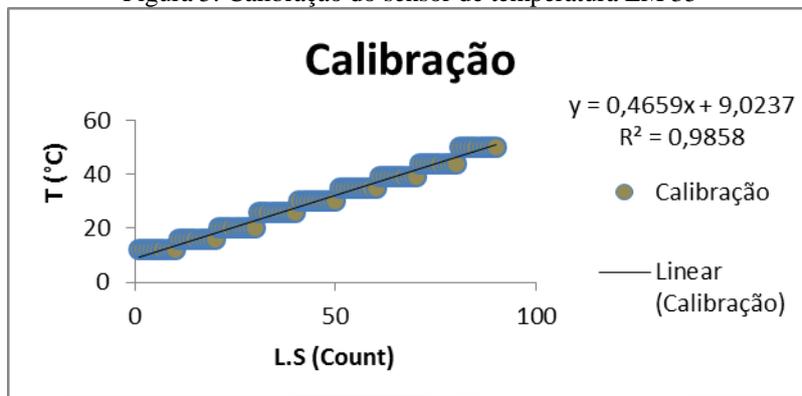
Figura 4: Diagrama do circuito



Fonte: Autores, 2015

Para a obtenção de uma medição correta da temperatura deve ser realizada a calibração do sensor, cuja finalidade é obter as curvas de ajuste dos sensores, para quando sejam ligados a um sistema, os mesmos apresentem valores coerentes e conseqüentemente obtenham maior exatidão e confiabilidade dos resultados (FAGUNDES et al., 2011). Na figura X é apresentada a curva de ajuste para a calibração do sensor de temperatura LM 35.

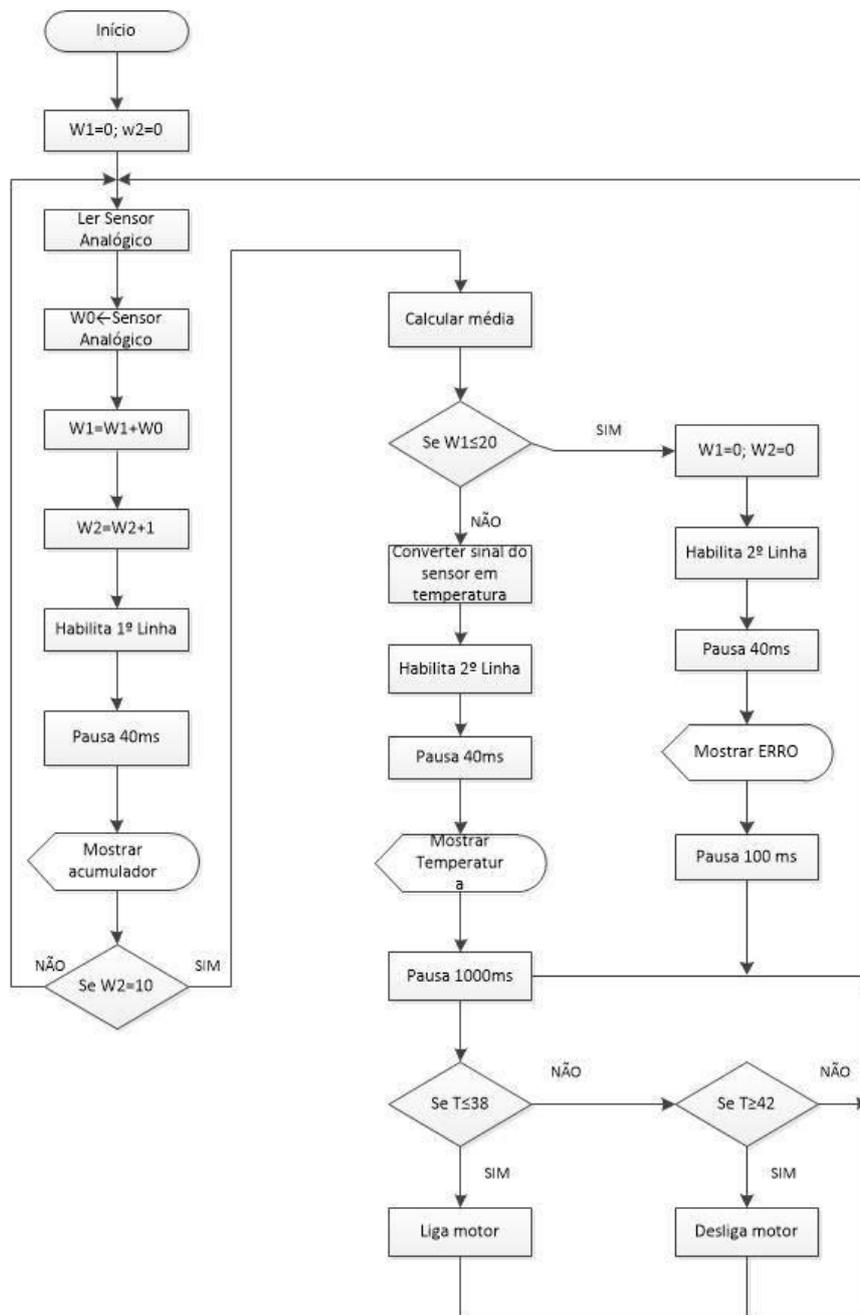
Figura 5: Calibração do sensor de temperatura LM 35



Fonte: Autor, 2015

A seqüência dos comandos enviada pelo algoritmo seguem a ordem da análise dos dados recebidos, conforme é apresentado no fluxograma exposto na Figura 6.

Figura 6: Fluxograma do funcionamento do sistema



Fonte: Autores, 2015

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O circuito integrado para o sistema foi montado tomando como base os circuitos apresentados nas aulas da disciplina de Controle de Processos, conforme mostra a Figura 7:

Figura 7: Sistema de comando para acionamento do secador



Fonte: Autores, 2015

Após a montagem do circuito de acionamento e do protótipo, foi realizada a verificação do sistema e constatou-se que o mesmo estava em perfeito estado de funcionamento.

Quando o circuito foi ligado a uma fonte de energia, o secador foi acionado para que houvesse a entrada de ar quente no protótipo. Ao atingir a temperatura de 38 a 42°C, o secador foi desligado, com isso a temperatura foi reduzida, e o processo iniciado novamente. Através deste processo contínuo foi possível que se obtivesse a secagem da erva medicinal.

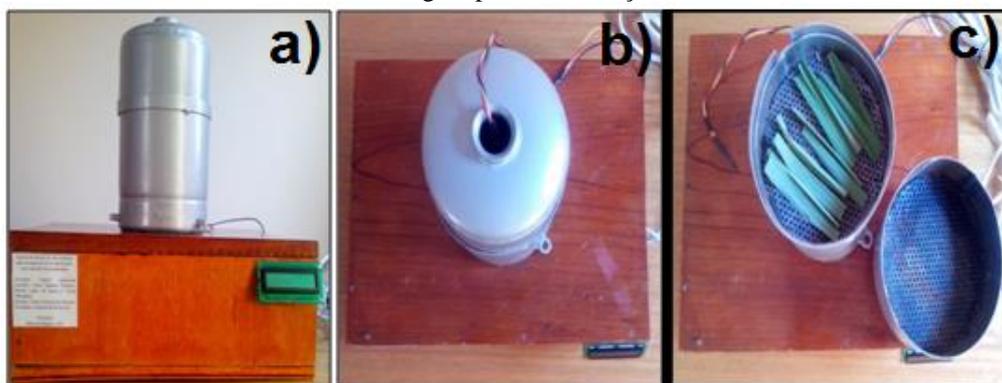
Ao acionar o sistema, o secador apresentou potência suficiente para que elevasse a temperatura, atuando no sistema, ligando ou desligando o mesmo.

A ação de controle on/off é a que melhor se aplica ao projeto, visto que é uma ação de controle simples que consiste em analisar e comparar o sinal de entrada com dois sinais de referência.

Este sistema ocorre em malha fechada, pois é utilizado o sensor de temperatura, o qual detecta o comportamento do processo dependendo do sinal do *set point*.

Na Figura 8 é apresentado o protótipo finalizado, mostrando o secador e a disposição do display, o qual indicará a temperatura de secagem. O circuito do sistema encontra-se oculto no interior do recipiente de madeira.

Figura 7: Secador de ervas medicinais. a) visão frontal; b) visão superior; c) visão superior com abertura da câmara de secagem para visualização das ervas



Fonte: Autores, 2015

O peso obtido de produto seco foi de 1,91 gramas. Isto significa que foi perdido 2,75 gramas do produto inicial, com isso, também houve diminuição da largura das partículas, reduzindo seu tamanho em média 1 cm. Sua coloração apresentou-se sob a forma próxima ao natural, resultado do qual era desejado em virtude das expectativas dos consumidores. A aparência foi satisfatória, pois foram mantidas as características próximas ao original da planta. Em virtude da desidratação, a textura apresentou modificações, o que também era esperado devido à perda de água. O odor foi realçado visto que suas propriedades aromáticas foram acentuadas, o que influenciará também no sabor após o preparo do chá, por exemplo.

Neste trabalho observou-se que o tamanho das partículas não interferiu no processo de secagem, entretanto a quantidade de folhas interfere na uniformidade do processo, já que o ar aquecido pode não chegar a todo o material de uma forma homogênea. Costa et al. (2005) conduziu um estudo cujo objetivo era comparar dois métodos de secagem, sendo um em estufa de ventilação forçada a 40°C e o outro por desumidificação, a fim de determinar o rendimento extrativo do óleo essencial das folhas de capim-limão. Também testou o tamanho das folhas com 1 e 20 cm de comprimento. Foi concluído que o óleo essencial obtido com o material seco na sala com desumidificador apresentou maior rendimento, entretanto não houve diferenças significativas para os tamanhos das folhas.

Ao comparar dois métodos de secagem, o artificial e o natural, pode-se avaliar que os dois apresentam resultados satisfatórios, embora um seja rápido que o outro. Isenberg e Nozaki (2011) avaliaram os efeitos da temperatura e as diferentes posições de secagem do capim-limão em um secador a base de energia solar (método natural), objetivando analisar a menor perda dos princípios ativos do produto final. Foi notado que esta erva apresentou perda de massa fresca a uma temperatura de secagem de 40°C. Em relação à posição dentro do secador, a perda de massa mais acentuada foi constatada nas folhas que estavam mais próximas da entrada do ar de secagem em comparação a outras espécies analisadas.

Ao final da montagem do protótipo, o valor contabilizado em gastos foi de aproximadamente R\$ 280,00. Este valor, relativamente baixo, é justificado devido a utilização de materiais reciclados de outros projetos como madeira e secador. Para a montagem da câmara de secagem foi utilizado um extintor usado. Dessa forma, fica evidente que é possível a construção de um secador sem ter gastos elevados.

#### 4. CONCLUSÃO

O protótipo do secador para a secagem de ervas medicinais operou como desejado, se enquadrando dentro de um processo de automação industrial automática. Através dele foi possível obter a erva cidreira desidratada. Na indústria de alimentos, este processo é aplicável para a conservação de alimentos, bem como a criação de novos produtos. Dessa forma, é possível realizar a montagem de um protótipo de bancada, utilizando o microcontrolador Basic Step, o qual executou os comandos de modo ordenado e eficiente.

#### REFERÊNCIAS

ALVES, E. O.; CASSIOLATO, C. DT303 Transmissor de densidade com tecnologia Profibus PA. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.8, n.46, p.34-37, junho. 2010.

BARBOSA, F. F.; BARBOSA, L. C. A.; MELO, E. C.; BOTELHO, F. M. SANTOS, R. H. S. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p.1221-1225, 2006.

CASSIOLATO, C. Uso de entradas e saídas remotas em Profibus – PA, facilitando a automação de processos em sistemas de controle. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.10, n.55, p.44-46, abril. 2012.

COSTA, L. C. B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.956-959, 2005.

FAGUNDES, M. C.; MORAES, M. O.; SCHAFFER, D.; QUEIROZ, T. M. Calibração de sensores para determinação do teor de Água do solo. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.9, n.1, p.53-58, 2011.

GASPARIN, P. P, et al. Qualidade de folhas e rendimento de óleo essencial em hortelã pimenta (*Mentha x Piperita* L.) submetida ao processo de secagem em secador de leito fixo. **Rev. bras. plantas med.** Botucatu, vol.16, n. 2, 2014.

GRATON, M.; CASSIOLATO, C. Medição da temperatura. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.9, n.48, p.29-35, dezembro. 2010.

ISENBERG, C.; NOZAKI, M. H. Influência da temperatura e das posições na secagem de plantas medicinais em um secador a base de energia solar. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 57-64, jan./mar. 2011.

JIMENEZ, M.; PIZA, V. Tipos de sensores industriais. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.12, n.66, p.16-21, fevereiro. 2014.

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. Influência da umidade inicial da alimentação no tempo de secagem em secador atomizador. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.1, p.1-8, 2008.

MAIOLI-AZEVEDO, V.; FONSECA-KRUEL, V.S. Plantas medicinais e ritualísticas vendidas em feiras livres do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil: estudo de caso nas zonas Norte e Sul. **Acta Botânica Brasílica**, v. 21, n. 2, p.263-75, 2007.

MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MELO, E. C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p.301-306, 2007.

PEREIRA, F. [A]. Automatismos eletromecânicos: parte I. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.11, n.56, p.18-24, junho. 2012.

PEREIRA, F. [B]. Sensores: guia prático. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.10, n.55, p.16-20, abril. 2012.

PEREIRA, Filipe. Controladores de temperatura PID. **Revista Mecatrônica Atual**. Tatuapé, v.9, n.50, p.34-38, dezembro. 2011.

SANTOS, B. S.; BARRETTO, L. C. O.; SANTOS, J. A. B.; SILVA, G. F. Obtenção, liofilização e caracterização de extrato de capim-limão (*Cymbopogon citratus* D.C.) e hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Revista Geintec**, São Cristóvão, v. 3, n. 5, p.90-99, 2013.

SILVA, R. M. F.; GOMES, T. C. B. L.; ALBUQUERQUE, M. M.; SILVA JUNIOR, J. O. C.; BARBOSA, W. L. R.; ROLIM NETO, P. J. Abordagem sobre os diferentes processos de secagem empregados na obtenção de extratos secos de plantas medicinais. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.1, p.103-109, 2012.

SOUZA, M. R. M.; PEREIRA, R. G. F.; FONSECA, M. C. M. Comercialização de plantas medicinais no contexto da cadeia produtiva em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, 2012.

TERUEL, B. et al. Desempenho de rede de sensores sem fio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.16, n.12, p.1374-1380, dezembro. 2012.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p.519-28, 2005.