MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO PARA PREPARO DE AMOSTRAS COM USO DE RADIAÇÃO INFRAVERMELHO E CONTROLE DE HARDWARE DE CÓDIGO FONTE ABERTO "ARDUÍNO" PARA ANÁLISE DE ELEMENTOS TRAÇO POR MÉTODOS ESPECTROANALÍTICOS

LOPES, R.C.L.(IFRN), GONÇALVES, L. (IFRN), DANTAS, A. N. S. (IFRN);

RESUMO

Nas últimas décadas, os notáveis avanços tecnológicos têm favorecido mudanças na instrumentação analítica, garantindo sofisticação e automação dos métodos analíticos. Todavia, nota-se também uma elevação nos custos associados aos novos equipamentos e procedimentos analíticos. Portanto, o desenvolvimento de equipamentos simples e de baixo custo é necessário, e por esta necessidade o trabalho trata-se da construção de um protótipo de preparo de amostras usando a radiação infravermelha e o controle por Hardware Arduino.

Foram utilizados materiais eletrônicos acessíveis: cavidade de um forno micro-ondas, rotor, cooler, relé, sensor de temperatura, micro servo motor, potenciômetro e a plataforma eletrônica Arduino Uno R3. O sincronismo de todos os componentes é feito pela programação, sendo essa uma das partes essenciais para a eficiência do protótipo, pois é meio dela que controlamos o aquecimento e resfriamento, assim como a potência e a temperatura. Foram preparadas amostras de sucos diferentes, que mostraram-se como soluções aquosas límpidas após a digestão.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, preparo de amostras, espectroanalítica.

A PROTOTYPE USING INFRARED RADIATION AND "Arduino " CONTROL FOR SAMPLE PREPARATION ANALYSIS TRACE ELEMENTS FOR FLAME EMISSION SPECTROSCOPY

ABSTRACT

In recent years, the remarkable technological advances have favored changes in analytical instrumentation, reaching great sophistication and automation. The result is the high cost of equipment. Therefore, development of simple and low cost equipment is required, and for this work need it be the construction of a prototype sample preparation using infrared radiation and control hardware for Arduino. accessible electronic materials were used: cavity of a microwave oven, rotor, cooler,

relay, temperature sensor, micro servo motor, potentiometer and the electronic platform Arduino Uno R3. The timings of all components is done by the program, which is one of the essential parts for the prototype efficiency, because it is through it that control the heating and cooling, as well as power and temperature. Samples were prepared from different juices, which appeared as clear aqueous solutions after digestion.

KEY-WORDS: *Arduino, sample preparation, spectroanalytical.*

MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO PARA PREPARO DE AMOSTRAS COM USO DE RADIAÇÃO INFRAVERMELHO E CONTROLE DE HARDWARE DE CÓDIGO FONTE ABERTO "ARDUÍNO" PARA ANÁLISE DE ELEMENTOS TRAÇO POR MÉTODOS ESPECTROANALÍTICOS

1. INTRODUÇÃO

Entre as principais etapas de uma sequência analítica está o preparo de amostras, sendo essa uma das etapas na qual mais ocorrem erros. Além de ser, geralmente, a mais cara e que necessita de maior consumo de tempo. Portanto, o desenvolvimento de métodos de preparação de amostras é necessário. Pois, grande parte dos instrumentos de medidas tem como requisito básico a digestão da amostra haver ou não interferência dependerá qualidade e eficiência na etapa de preparo da amostra [1]. Porém, frequentemente, não dão a devida importância para essa etapa central dos processos analíticos.

A radiação de micro-ondas em sistemas fechados permitiu o aumento da temperatura de ebulição dos reagentes, o que reduz o tempo de preparo, além de diminuir os riscos de contaminação das amostras[2]. Entretanto, o alto custo desses equipamentos é a principal desvantagem. Sendo assim, o desenvolvimento de um sistema de preparo de amostras de custo significativamente inferior aos equipamentos comerciais é altamente benéfico.

O projeto objetiva a montagem de um protótipo capaz de aquecer, resfriar, alternar a potência da radiação, assegurar o controle de todo o sistema e oferecer segurança ao analista. Para isso foi utilizado o hardware de código fonte aberto Arduino, que possibilita a realização de todos os processos necessários[3].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Na construção do protótipo foram utilizados os seguintes materiais: Cavidade de um micro-ondas comercial; sistema Arduino Uno R3 Atmega 328 e Arduino Software (IDE) gratuito; cooler para o resfriamento do sistema; rotor com suporte para até seis amostras, que permitirá a distribuição homogênea de radiação no sistema; refletor contendo lâmpada (150 W) com filamento de tungstênio; relé JQC-3F, como controlador do aquecimento e resfriamento; sensor de temperatura LM35Dz, que é um circuito integrado que varia sua tensão de saída de acordo com a temperatura (10 mV por graus centígrados); micro servo motor 5 V 9 g Tower Pro sg90; potenciômetro (Dimmer), para controle da intensidade de radiação, e isolante térmico objetivando maior aquecimento do sistema.

Para a realização dos testes foram usados ácido nítrico (HNO_3), peróxido (H_2O_2) e amostras de sucos de frutas (acerola, goiaba e maracujá). A análise dos teores de sódio(Na) e potássio(K) foi realizada no fotômetro de chama (BFC 150 - Benfer).

2.2. Procedimentos de montagem

2.2.1. Montagem do prótipo

O sistema de preparo de amostras foi montado utilizando materiais de fácil aquisição. Para otimização dos parâmetros, os equipamentos ocupam posições estratégicas na cavidade do micro-ondas, como a lâmpada localizada de forma perpendicular as amostras; o cooler na parte superior objetivando o melhor resfriamento de acordo com a densidade do ar e o sensor de temperatura no rotor, visando a obtenção da temperatura real do sistema.

Figura 1. Esquema de montagem do protótipo de amostras por via úmida com aquecimento por infravermelho e controle de hardware de código fonte aberto arduino.

2.2.2. Programação Operacional

A parte lógica foi desenvolvida usando a linguagem padrão da IDE Arduino (C e C++). Esse é um dos procedimentos mais importante do projeto, pois será responsável pela sincronização de todos os componentes eletrônicos.

```

ProjectDigestion | Arduino 1.6.7
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

ProjectDigestion $
1 #include <Servo.h> //Inclui a biblioteca Servo
2 #include <stdlib.h>
3
4 const int rele = 12; //Porta de controle do relé
5 Servo Servo1; //Estancia o objeto Servo1 da classe Servo
6 const int LM35 = A0; //Porta onde está o sensor
7
8 void setup()
9 {
10   Servo1.attach(3); //Pino onde o servo deve estar colocado
11   Serial.begin(9600); //Taxa de comunicação serial de 9600
12   pinMode(rele, OUTPUT); //Rele é porta de Saída
13 }
14
15 void loop()
16 {
17
18   if(calTemperatura() < 120){ //O aquecimento só ocorrerá se a temperatura for inferior a 120 °C
19
20     Servo1.write(0); //Deixa a potência em 75 W
21
22     digitalWrite(rele, HIGH); //Ativa a chave do relé conectada ao refletor e desativa a do cooler
23     delay(300000); //A lâmpada ficará com a mesma potência por 5 minutos
24
25     Servo1.write(180); //Após 5 minutos o servo aumenta a potência da lâmpada para 150 W
26
27     for(int i = 0; i < 2; i++){ // 2 repetições do bloco de condição de temperatura
28       if(calTemperatura() < 120){ //Condição para a permanência da lâmpada ligada
29         delay(750000); //12,5 minutos para verificação da temperatura
30       }else{
31         digitalWrite(rele, LOW);
32         i=2;
33       }
34     }
35   }
36
37   digitalWrite(rele, LOW); //Desliga a chave do refletor e liga a do cooler
38   delay(300000); //Durante 5 minutos a chave normalmente aberta ficará desligada
39 }
40
41 double calTemperatura() { //Função para leitura e conversão da temperatura
42   float temperatura = 0;
43   int ADCLido = 0;
44   ADCLido = analogRead(LM35);
45   temperatura = ADCLido * 0.4887585532;
46   return temperatura;
47 }

```

Figura 2. Código de controle do Sistema de programação para controle do protótipo de preparo de amostra.

O relé possui a funcionalidade de alternar entre o desligamento da lâmpada e do rotor, bem como do acionamento do cooler de resfriamento do sistema. Este último tem o objetivo de esfriar os frascos reacionais a temperatura ambiente, facilitando a manipulação por parte do analista. Isso garante segurança durante a realização dos experimentos, pois se reduz o risco em função da manipulação de soluções à quente. Para tanto, os contatos dos componentes foram conectados seguindo nomenclatura específica, *normalmente aberto* (estado *HIGH*; refletor e rotor) e o *normalmente fechado* (estado *LOW*; cooler), nos componentes. A alternância de estado do relé se deu de acordo com o tempo (*delay* do Arduino) necessário para a digestão total da amostra.

A finalidade do servo motor é alterar a potência de funcionamento da lâmpada, e consequentemente, o consumo de energia elétrica e a intensidade de radiação fornecida,

conforme as características das amostras e a temperatura requerida pelo sistema. A movimentação angular do servo é feita com comandos pré-programados, utilizando a biblioteca Servo (*Servo.h*) inclusa na IDE do Arduino[4]. O eixo giratório é preso ao potenciômetro, à medida que a rotação é alterada, a resistência do circuito (refletor, potenciômetro) varia, e modifica a corrente no filamento da lâmpada.

O sensor de temperatura LM35 é uma medida de segurança e de controle da potência considerando a temperatura do sistema. Por meio de um leitura analógica (*analogRead*) obteremos a temperatura na cavidade do micro-ondas.

2.3. Preparo das amostras

Foram digeridas amostras de sucos de frutas naturais dos sabores: acerola, goiaba e maracujá. Para a decomposição foram usados uma mistura contendo 3 mL de ácido nítrico (HNO_3), 2 mL de peróxido (H_2O_2) e 1 mL de amostra. Um ensaio em branco também foi realizado. O preparo da amostra ocorreu no intervalo de trinta minutos e o resfriamento em cerca de 5 minutos. Após a digestão da amostra, foi medido no fotômetro de chama as concentrações de sódio e potássio presentes na mesma.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protótipo promove eficientemente a digestão de amostras. O aquecimento durante trinta minutos atingiu a temperatura aproximada de 120 °C, e digeriu totalmente as amostras de sucos. Portanto, após o preparo, as soluções aquosas mostraram-se com aspectos límpidos e ideais para análises espectroanalíticas.

Quanto ao funcionamento dos componentes eletrônicos obtivemos os seguintes desempenhos: o servo motor modificou a posição dos terminais do potenciômetro, alterando a potência da lâmpada, consequentemente, diminuiu o consumo de energia elétrica e não interferiu nos resultados das análises. Além disso, o relé controlou o desligamento do sistema de aquecimento homogêneo e o resfriamento, evitando que funcionem junta e antagonicamente. Por fim, temos o sensor LM35 fornecendo a temperatura, permitindo assim, a execução do código fonte completo, pois nele havia a condição de temperatura máxima (120 °C) para o acionar o aquecimento.

Tabela 1: Determinação por fotometria de chama dos teores de sódio e potássio das amostras de sucos.

AMOSTRAS	Teor de Na (mmol L ⁻¹)	Teor de K (mmol L ⁻¹)
Acerola	2,0	2,1
Goiaba	3,3	3,5
Maracujá	< LD	3,2

Obtivemos as médias apresentadas na tabela acima, as amostras de cada suco foram preparadas simultaneamente. O suco com os maiores teores de Na e K foi o de goiaba. Enquanto o de Acerola apresentou valores praticamente iguais e o de maracujá apenas K.

4. CONCLUSÃO

O protótipo mostrou-se eficiente nos diversos processos de preparo das amostras. Permitiu a definição de um programa de aquecimento e o arrefecimento do sistema, além de evitar perdas e contaminações.

Contudo, novas amostras deverão ser preparadas para conhecimento das dificuldades e o melhoramento do protótipo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Campus Apodi pela disponibilização do espaço cedido e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas e apoio financeiro para realização do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Dantas, A. N. S.; Matos, W. O.; Gouveia, S. T. ; Lopes, G. S. The combination of infrared and microwave radiation to quantify trace elements in organic samples using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP OES). *Talanta*, 107 (2013) 292.
- [2] I.V. Kubrakova, E.S. Toropchenova, *Inorg. Mater.* 44 (2008).
- [3] Kamogawa, M. Y.; Miranda, J. C. Uso de Hardware de código fonte aberto “arduino” para acionamento de dispositivo solenoide em sistemas de análise em fluxo. *Química Nova* 36 (2013) 1232.
- [4] Santos, N. P.. *Arduino: introdução e recursos avançados*. 2009. 69f. Pós graduação (Engenharia Naval) – Departamento de Engenheiros Navais, ramo de Armas e Eletrônica, Universidade de Nova Lisboa, Lisboa.