

## MONTAGEM E AUTOMAÇÃO DE UM BIODIGESTOR

Eduardo Claviso do Amaral<sup>1</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo demonstrar como foi construído um biodigestor de escala laboratorial, provido de um sistema de monitoramento e controle computadorizado. O biodigestor tem como finalidade digerir material orgânico residual do óleo de frituras através de bactérias utilizadas no tratamento de efluentes. Como resultado desse processo digestivo, obteve-se a geração de biofertilizante (adubo orgânico), o qual foi subseqüentemente encaminhado para análise experimental em outro projeto de pesquisa onde seria observada a eficácia do biofertilizante no solo para o plantio. Simultaneamente à produção do biofertilizante ocorre a geração de subprodutos como o biogás, por esse motivo, sensores de metano e monóxido de carbono foram instalados para realizar a quantificação aproximada dos gases gerados dentro do biodigestor. O modelo de biodigestor adotado para o projeto foi um reator descontínuo, ou batelada, provido de agitador elétrico e uma bomba de ar, ambos acionados pelo computador. Todo o processo de automação foi desenvolvido com a plataforma Italiana de prototipagem eletrônica Arduino UNO R3, mostrando-se uma escolha econômica e ao mesmo tempo capaz de realizar as operações de controle do agitador e da bomba de ar, assim como integrar todos os sensores instalados no biodigestor.

**Palavras-chave:** Biodigestor. Automação. Arduino.

### 1 INTRODUÇÃO

O óleo vegetal utilizado para promover a fritura dos alimentos consumidos diariamente nas cozinhas e restaurantes, alteram sua estrutura química quando submetidas ao aquecimento, contato com a água

presente nos alimentos, e as substâncias diversas encontradas nesses alimentos. Dessa forma, acumula com o passar do tempo grande quantidade de resíduos orgânicos até o momento que se torna inadequado para ser utilizado para promover as frituras ou para o consumo humano direto. Esse óleo saturado pelo processo de frituras, deve ser encaminhado para descarte adequado, caso contrário pode se tornar um efluente nocivo ao meio ambiente, contaminando o solo e lençóis freáticos quando descartado indevidamente ou quando simplesmente é descartado na rede de esgoto domiciliar (BAIRD, 2000).

Diante deste cenário, a empresa Ecobiosul do Brasil Ltda., localizada na cidade de Araquari em Santa Catarina, realiza coleta do óleo de frituras em estabelecimentos da cidade de Araquari e região, com o intuito de utilizar o óleo de frituras para a produção de biodiesel. Como o óleo recolhido é muito sujo, primeiramente deve ser realizado o tratamento desse óleo por meio de filtragem, para que haja a máxima separação do material sólido orgânico, presente em meio líquido. O acúmulo desse material sólido orgânico é denominado de Farináceo. Apesar do farináceo ter sido separado do óleo por filtragens, ele ainda retém uma pequena porção deste óleo, fato que o torna impróprio para ser utilizado como adubo orgânico.

A partir desta problemática, a proposta desse trabalho é apresentar a construção de um biodigestor e avaliar a possibilidade de transformar o farináceo em um biofertilizante de qualidade, bem como realizar o monitoramento em tempo real dos valores de temperatura e pressão e quantificar as emissões dos gases metano, monóxido de carbono e dióxido

<sup>1</sup> Centro Universitário SOCIESC – UNISOCIESC - E-mail: eduardo.xyz@outlook.com

de carbono, ou seja, o biogás gerado durante o processo de biodigestão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Biodigestor é uma central tecnológica que acelera o processo de decomposição do substrato. Em um biodigestor os produtos resultantes do processo de decomposição ou biodigestão se apresentam na forma gasosa, o biogás, e na forma líquida que dependendo do substrato e da tecnologia utilizados podem ser usados como biofertilizantes. Apesar do processo de biodigestão ser o mesmo para qualquer biodigestor, existem vários modelos dessas centrais que variam principalmente na forma como processam a matéria orgânica (MACHADO, 2015).

### 2.1 BIODIGESTOR DESCONTÍNUO

O Biodigestor é o local onde ocorre a fermentação da biomassa. Isto pode ser um tanque, uma caixa, ou uma vala revestida e coberta por um material impermeável. O importante é que, com exceção dos tubos de entrada e saída, o biodigestor seja totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbio (sem a presença de oxigênio), onde os micro-organismos degradam (decompõem) o material orgânico, transformando-o em biogás e biofertilizante. A transformação da matéria orgânica em gás é possível pela sua fermentação anaeróbia (MANUAL BIODIGESTOR WINROCK, 2010).

Dos modelos possíveis para a construção de um biodigestor automatizado em escala laboratorial, o reator descontínuo, que também é conhecido como reator batelada, é uma opção viável.

O reator descontínuo é um tanque com agitação mecânica onde todos os reagentes são introduzidos em seu interior de uma única vez. Em seguida os reagentes são misturados e reagem entre si por um período de tempo determinado pela natureza dos reagentes em questão, sendo que o produto obtido com a reação, também é retirado de uma única vez do reator. Nesse tipo de sistema as variáveis como temperatura e concentração não variam com a

posição dentro do reator, mas variam com o tempo (PEREIRA, 2013).

### 2.2 PLATAFORMA ARDUINO

Na automação do Biodigestor apresentado no presente trabalho, foi utilizada a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, desenvolvida por Massimo Banzi e David Cuartielles no ano de 2005. O Arduino como é conhecido, chegou ao mercado com o objetivo de permitir o desenvolvimento de controle de sistemas interativos de baixo custo e acessível a todos. O projeto foi criado pensando em artistas e amadores, ou seja, não é necessário ter conhecimentos prévios em eletrônica ou programação para iniciar-se no mundo Arduino. Com o Arduino é possível enviar e receber informações de praticamente qualquer outro dispositivo eletrônico. Outra característica importante é que todo material (*software*, bibliotecas, *hardware*) é *open-source*, em outras palavras, pode ser reproduzido e utilizados por todos sem a necessidade de pagamento de *royalties* ou direitos autorais (BASCONCELLO FILHO, 2008).

Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador passível de ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que pode ser chamado de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software* (MCROBERTS, 2011).

Para programá-lo utiliza-se a IDE, um *software* livre no qual o programador escreve o código na linguagem que o Arduino compreende, essa linguagem é baseada na linguagem de programação C e C++.

A IDE permite que se escreva um programa de computador, um conjunto de instruções passo a passo, das quais é feito um *upload* para dentro do microprocessador do Arduino via cabo USB. Dessa forma, o Arduino executará essas instruções interagindo com o que estiver conectado a ele. No mundo da

# ARTIGOS

programação em Arduino, esses programas são conhecidos como *sketches* (rascunhos, ou esboços).

## 2.3 SENSORES

O sensor, com certeza, é o elemento mais básico e comum em qualquer processo de automação, principalmente industrial. É através desse dispositivo que todo o sistema é capaz de coletar informações da planta fabril e, com base nisso, executar determinada tarefa (AGOSTINI, 2014).

Segundo Patsko (2006), a palavra sensor pode ser definida como “aquilo que sente”. Na eletrônica, um sensor é conhecido como qualquer componente ou circuito eletrônico que permita a análise de uma determinada condição do ambiente, podendo ela ser algo simples como temperatura ou luminosidade. Uma medida um pouco mais complexa como a rotação de um motor, a distância de um carro até algum obstáculo próximo ou até mesmo eventos distantes do nosso cotidiano, como a detecção de partículas subatômicas e radiações cósmicas.

Apesar de ser imensa a variedade de sensores eletrônicos, pode-se dividi-los basicamente em sensores analógicos e nos sensores digitais. Essa divisão é feita de acordo com o tipo de sinal elétrico que é gerado pelo componente, de acordo com às variações das condições de entrada, ou seja, as condições ao qual esse componente é submetido. **2.4 SISTEMA SUPERVISÓRIO**

A utilização de microcomputadores e computadores no dia-a-dia possibilitou mais comodidade e rapidez. Na indústria, por exemplo, tem-se a necessidade de centralizar as informações de forma a termos o máximo possível de informações no menor tempo possível. Embora a utilização de painéis centralizados venha a cobrir esta necessidade, muitas vezes a sala de controle possui grandes extensões com centenas ou milhares de instrumentos tornando o trabalho do operador uma verdadeira maratona. O sistema supervisório veio para reduzir a dimensão dos painéis e melhorar a performance homem/máquina (CARNEIRO, 2007).

Assim como na indústria, a utilização do sistema supervisório, com recursos de monitoramento de sensores, acionamento de motores, bombas e outros dispositivos eletromecânicos via computador, veio para aprimorar os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento dentro dos laboratórios, possibilitando ao pesquisador a obtenção de uma maior quantidade de medidas e resultados para sua análise em tempo real, sem a necessidade de estar próximo do experimento para a coleta de dados, pois tudo que ele precisa estará na tela computador.

Segundo Carneiro (2007), supervisório é um software destinado a promover a interface homem/máquina, onde proporciona uma supervisão plena de seu processo através de telas devidamente configuradas. Possui telas que representam o processo, onde estas podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP (Controlador lógico programável), Arduino, etc.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 MATERIAIS

Os materiais mais substanciais utilizados para o desenvolvimento do projeto de automação do biodigestor serão apresentados e destacados a seguir, sendo que, para este projeto, muitos componentes eletrônicos pequenos, discretos, foram utilizados, pois se trata de uma montagem artesanal. Muitas peças, foram adaptadas, assim como componentes eletrônicos que não serão apresentados em figuras destinadas a eles.

#### 3.1.1 FARINÁCEO

O substrato utilizado no processo de biodigestão foi o material orgânico proveniente das filtragens do óleo usado de frituras, aqui denominado farináceo, figura 1. O

# ARTIGOS

substrato foi cedido pela empresa Ecobiosul do Brasil Ltda., localizada na cidade de Araquari em Santa Catarina.

**Figura 1** – Substrato, Farináceo.

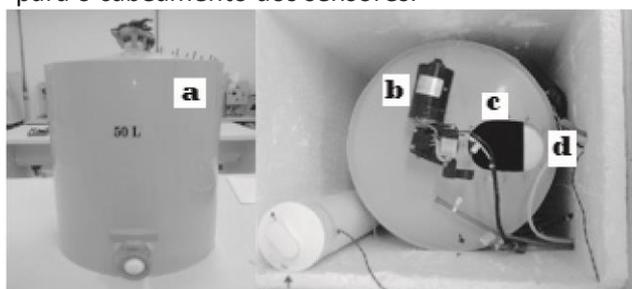


Fonte: Produção do próprio autor 3.1.2

## BIODIGESTOR

O modelo de biodigestor adotado para a o projeto foi a de um reator descontínuo (batelada), construído em material PVC e volume de 0,05 m<sup>3</sup>, conforme figura 2.

**Figura 2** – (a) Reator Descontínuo. (b) Motor do agitador. (c) Entrada dos reagentes. (d) Passagem para o cabeamento dos sensores.



Fonte: Produção do próprio autor

## 3.1.3 Arduino UNO R3

O Arduino UNO R3 apresentado na figura 3a, foi a plataforma de desenvolvimento utilizada para realizar a automação do biodigestor. Esta plataforma é composta por uma placa eletrônica que possui como sua CPU (Unidade Central de Processamento) um *chip* micro controlador da família Atmel, mais especificamente um ATmega328. Possui 14 pinos I/O (*input/output*) para sinais elétricos digitais e mais 6 pinos de entrada para sinal elétrico analógico. Este modelo de Arduino possibilita também, a expansão destes pinos de entrada e saída, a partir, de um *shield*, uma placa complementar que se encaixa ao Arduino UNO R3 expandindo a funcionalidade do Arduino UNO R3, figura 3b.

## 3.1.4 Sensores eletrônicos

### 3.1.4.1 Sensor de temperatura DS18B20

O sensor de temperatura a prova de água DS18B20 representado pela Figura 3c, foi utilizado para realizar as leituras de forma precisa que o sistema se encontra e que, através da programação correta deste sensor, ele disponibiliza os valores de temperatura já convertidos para a escala de graus Celsius. Este sensor a prova de água permite a sua instalação dentro do reator, em contato direto com material orgânico úmido, seu sinal de saída é uma tensão analógica, e sua faixa de operação está na faixa de -55 °C a +125 °C (graus célsius).

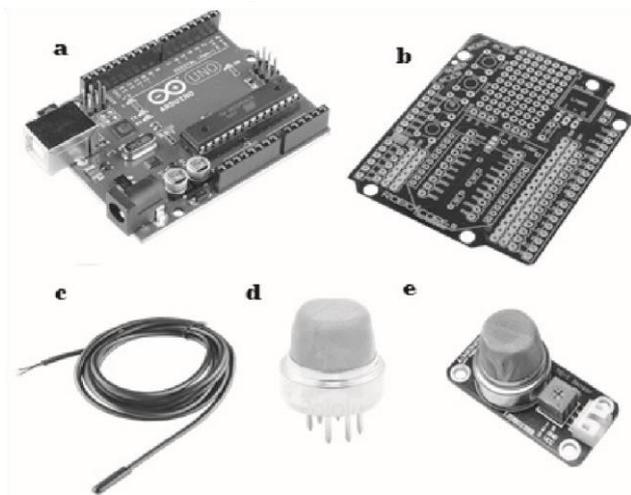
### 3.1.4.2 Sensor de Gás

O sensor para a mensuração aproximada do gás metano, emitido durante a digestão anaeróbia parcial, no processo de biodigestão foi o sensor eletrônico MQ-4, figura 3d.

O sensor para a mensuração aproximada do gás monóxido de carbono, também emitido durante a digestão anaeróbia parcial no processo de biodigestão foi o sensor eletrônico MQ-2, conforme figura 3e. Estes sensores foram instalados no interior do biodigestor próximos a tampa de estrada do

substrato, ou seja, na parte superior, para que não entrassem em contato com o material orgânico dentro do mesmo. Seus sinais de saída são uma tensão analógica, de modo que utilizando a programação adequada, eles serão capazes de detectar concentrações aproximadas de 0 a 10.000 ppm (partículas por milhão) dos gases metano e monóxido de carbono.

**Figura 3** – (a) Arduino UNO R3. (b) *Shield* de expansão. (c) Sensor de temperatura DS18B20 a prova de água. (d) Sensor de Gás metano MQ-4. (e) Sensor de Gás monóxido de carbono MQ-2.



Fonte: <http://www.robocore.net>

Acessado em: 25/12/2013 5:39 PM **3.1.4.3**

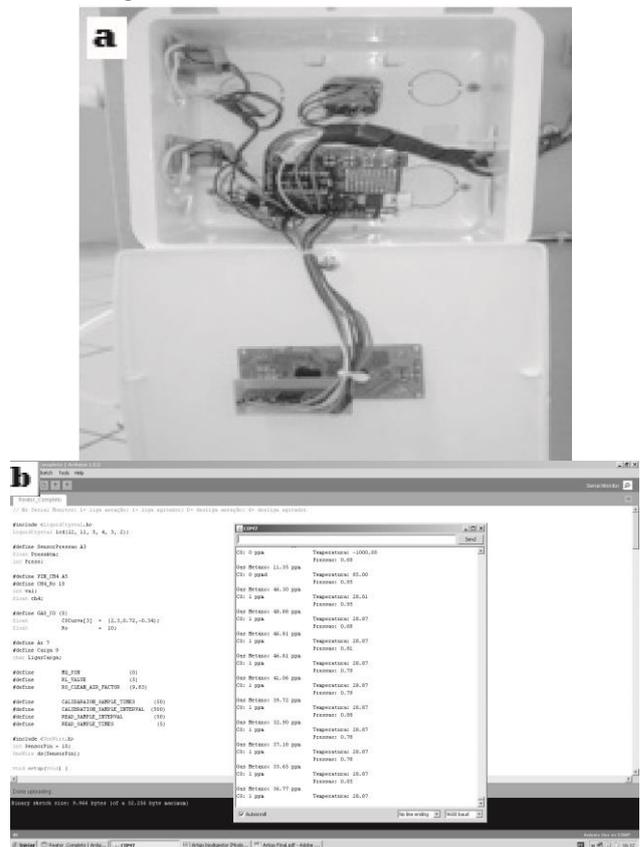
## Supervisório

O Arduino UNO R3 faz conexão via cabo USB com o computador, que por sua vez, é utilizado na realização das programações necessárias para o funcionamento dos sensores, para o acionamento das cargas, enfim, controlar os eventos que acontecerão no biodigestor. Esse controle é possível através da IDE (Ambiente integrado de desenvolvimento) do Arduino que deve ser instalada no computador. A IDE é um *software* destinado ao Arduino, possibilitando a comunicação entre o homem e a máquina através de uma linguagem de

programação baseada nas linguagens C e C++ de forma mais simplificada.

A figura 4a, apresenta o Arduino Uno R3 dentro de um painel plástico provido com um display LCD em inglês (*liquid crystal display*) e outros três periféricos menores em seu entorno. Apresenta também a IDE aberta no monitor do computador, figura 4b.

**Figura 4** – (a) Hardware. (b) Software.



Fonte: Produção do próprio autor

## 3.2 MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO

As programações finais desenvolvidas que possibilitam aos sensores de gás metano e gás monóxido de carbono entrarem em funcionamento, tiveram base em uma extensa e complexa programação de (SHAO,2013), mesmo assim, o autor da programação adverte que seu projeto não é

# ARTIGOS

orientado para ser utilizado na indústria ou onde pessoas possam se prejudicar por uma não conformidade dos valores medidos pelos sensores, que funcionam com base nessas programações.

Para programar o sensor de temperatura, foi utilizado uma biblioteca específica de acesso ao sensor DS18B20, disponível em ARDUINO.CC (2013), de modo que já fornece a programação necessária para que o sensor possa fazer suas leituras e enviá-las ao supervisor convertidas em graus Celsius.

O sensor de pressão, o acionamento do agitador e o acionamento da bomba de ar foram desenvolvidos de forma singular, utilizando a IDE do Arduino com base na leitura de artigos, tutoriais, e pela evolução do aprendizado durante o desenvolvimento do biodigestor. Vários recursos avançados de programação baseados nas leituras de (MCROBERTS, 2011) foram utilizados para possibilitar a integração de todas as programações dos sensores e periféricos do biodigestor em um único código fonte.

### 3.3 ADIÇÃO DOS REAGENTES

Para a realização do primeiro teste de funcionamento do biodigestor foram adicionados ao mesmo, 5 L (litros) do substrato farináceo, acrescido de 3 L de água, assim como a inoculação das bactérias Bioma Trat X no percentual teoricamente necessário para que ocorresse a degradação do farináceo.

## 4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

### 4.1 MONTAGEM FÍSICA DO BIODIGESTOR

A montagem do biodigestor foi realizada de forma artesanal, todo o material utilizado foi encontrado no mercado nacional, porém nenhuma peça ou acessório para esta montagem era específica, ou destinada a este tipo de projeto, pois a tecnologia de biodigestores é pouco difundida dentro da nossa comunidade.

A figura 5 apresenta a aparência final do projeto de montagem e automação, onde o reator cilíndrico mostrado anteriormente na figura 2, está dentro de uma caixa isolada, com os periféricos instalados ao

seu redor. Na parte inferior da imagem no canto direito da caixa, encontra-se a fonte de alimentação que distribui as tensões necessárias para o funcionamento da bomba de ar e para uma água que não será utilizada neste projeto, assim como para o painel com *display* que envolve o Arduino e, também, para a alimentação do motor do agitador que não aparece nesta imagem.

Todo o conjunto do biodigestor encontra-se conectado ao computador, que funciona como um supervisor de monitoração e controle.

**Figura 5** – Sistema Biodigestor completo



Fonte: Produção do próprio autor

### 4.2 DADOS OBTIDOS PELOS SENSORES

#### 4.2.1 Aquisição de dados após 24h

Ao ser realizado o primeiro teste de funcionamento do biodigestor, o agitador e a bomba de ar utilizada para oxigenar o sistema foram acionados, porém, alternando seus funcionamentos para que fosse possível observar as variações nas concentrações de

gases emitidos durante o processo de biodigestão. No Quadro 1 são mostrados valores médios coletados pelos sensores de gás monóxido de

carbono (CO) e pelo sensor de gás metano (CH<sup>4</sup>), após o período de 24h.

**Quadro 1** – Aquisição de dados após 24h de biodigestão

<b>Gases</b>	<b>Concentração em (ppm) com aeração e agitação</b>	<b>Concentração em (ppm) apenas com agitação</b>	<b>Média da temperatura do sistema (°C)</b>	<b>Média da pressão do sistema (atm)</b>
Gás CH <sub>4</sub>	31,60	1,91	28	0,9
Gás CO	1,0	25,0	28	0,9

Fonte: Produção do próprio autor

Analisando as concentrações do gás CH<sup>4</sup> quando o biodigestor está sob aeração e agitação, verifica-se uma concentração de 31,6 ppm desse gás. Este valor pode ser interpretado da seguinte maneira: pelo fato das bactérias utilizadas na digestão do farináceo serem facultativas, isto é, sobreviverem e se multiplicarem tanto na presença quanto na ausência de oxigênio, havendo uma pequena quantidade do gás CH<sup>4</sup> gerado. Nota-se também que, o fluxo de ar que entra no biodigestor faz com que o gás CH<sup>4</sup> presente no biodigestor circule com mais facilidade e seja identificado pelo sensor instalado no topo do biodigestor.

Porém, quando o fluxo de ar cessou e apenas o agitador continuava em funcionamento, observou-se um decréscimo da concentração do gás CH<sup>4</sup>, de modo que sua concentração caiu para 1,91 ppm indicando que o modelo de sensor de CH<sup>4</sup> utilizado possui suas limitações.

Analisando as emissões do gás CO, verificou-se uma concentração média de 25 ppm quando o biodigestor está apenas com o agitador em operação, ou seja, sem o fluxo de ar influenciando na leitura do sensor, fato que pode ser interpretado da seguinte maneira: Na presença de oxigênio do ar, o processo de biodigestão favorece a geração do gás CO<sup>2</sup> dentro do biodigestor, dificultando a quantificação do gás CO. Além disso, foi constatada uma interferência eletromagnética causada pela bomba de ar, quando ligada em conjunto com o motor do agitador, influenciando negativamente o funcionamento do sensor de CO.

Além dos sensores de gases, o Quadro 1 mostra a média da temperatura e da pressão no interior do biodigestor durante as primeiras 24h de biodigestão.

#### 4.2.2 Aquisição de dados após 72h

Após 72h de biodigestão os mesmos problemas identificados com os sensores de gases persistiram, no entanto, valores diferentes foram registrados conforme mostra o Quadro 2.

**Quadro 2** – Aquisição de dados após 72 h de biodigestão

<b>Gases</b>	<b>Concentração em (ppm) com aeração e agitação</b>	<b>Concentração em (ppm) apenas com agitação</b>	<b>Média da temperatura do sistema (°C)</b>	<b>Média da pressão do sistema (atm)</b>
Gás CH <sub>4</sub>	14,46	4,16	29	0,9
Gás CO	1,0	83,0	29	0,9

# ARTIGOS

Fonte: Produção do próprio autor

No Quadro 2 observa-se que uma diminuição aparente das emissões do gás CH<sup>4</sup>, apresentando uma média de aproximadamente 14,5 ppm com o passar das 72h de biodigestão. Esse valor pode ser um indicativo que está acontecendo uma fase de decaimento populacional das bactérias dentro do biodigestor ou, até mesmo, uma falha do sensor que não pode ser descartada.

No momento em que apenas o agitador ficou em operação para possibilitar a leitura correta do sensor de CO, observou-se um aumento da concentração desse gás, chegando a uma média de 83 ppm. Houve também uma pequena variação positiva na temperatura e na pressão dentro do biodigestor no decorrer das 72h.

## 5 CONCLUSÃO

A plataforma eletrônica Arduino mostrou-se capaz de monitorar quatro sensores eletrônicos simultaneamente, mostrar as leituras realizadas por esses sensores em um *display* LCD, além de possibilitar a comunicação de maneira simplificada com um computador supervisor. De modo que possibilitou o acompanhamento em tempo real das leituras realizadas pelos sensores e, também, fazer o acionamento da bomba de ar e do motor do agitador instalados no biodigestor remotamente.

Alguns problemas com soluções já previstas foram identificados no sistema de controle e automação deste biodigestor. Como a bomba de ar e o motor do agitador são cargas indutivas, essas cargas geram interferências eletromagnéticas no microprocessador do Arduino. Isto ocasiona eventuais interferências observadas no display LCD e também nas leituras realizadas pelos sensores de CO e CH<sup>4</sup>. Neste caso, medidas para minimizar as interferências que afetam o funcionamento do microprocessador do Arduino podem ser adotadas da seguinte maneira: Os cabos de comunicação existentes nos sensores de gases podem ser substituídos por cabos revestidos por uma malha (blindagem) contra interferência e, também, a substituição do painel plástico que envolve o Arduino, pode ser substituído por um painel de

alumínio, ou seja, uma blindagem contra interferências eletromagnéticas.

Para maior confiabilidade nas medições realizadas pelo sensor de gás CO, foi adquirido um equipamento padrão de medição, sendo possível comparar as leituras por este equipamento e as leituras realizadas pelo sensor do biodigestor. As leituras do sensor se mostraram muito próximas, com uma variação de aproximadamente 10% para mais em relação às leituras do padrão utilizado para comparação.

O sensor de temperatura também foi comparado com leituras obtidas por dois termômetros analógicos de uso laboratorial. As leituras do sensor se mostraram muito próximas, com desvios menores que 5% em relação aos valores obtidos pelos termômetros analógicos utilizados como padrão de medição. Já os sensores de CH<sup>4</sup> e de pressão não foram comparados com outro equipamento de medição pela dificuldade de obtenção de tais equipamentos.

Melhorias ainda podem ser realizadas neste projeto, um supervisor mais sofisticado pode ser criado, as interferências eletromagnéticas podem ser minimizadas e, com a implementação de sensores mais precisos, este equipamento pode alcançar melhores resultados.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINI, Nestor. **SENSORES E TRANSDUTORES** Disponível em: <[http://www.sibratec.ind.br/modulos/file.php?dir=binario/1001&file=AUTOMA%C7%C3O\\_IND\\_5\\_2014.pdf&iddown=255](http://www.sibratec.ind.br/modulos/file.php?dir=binario/1001&file=AUTOMA%C7%C3O_IND_5_2014.pdf&iddown=255)>.

Acesso em: 19 de jul. 2015.

ARDUINO.CC. **SITE OFICIAL ARDUINO** Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

BAIRD, C. Química ambiental. Editora LTC, 2ª Edição, 2000.

BASCONCELLO, FILHO D. O. **O QUE AFINAL É ARDUINO** Disponível em: <[http://www.robotizando.com.br/curso\\_arduino\\_o\\_que\\_e\\_arduino\\_pg1.php](http://www.robotizando.com.br/curso_arduino_o_que_e_arduino_pg1.php)>. Acesso em: 21 dez. 2013.

CARNEIRO, Sebastião A. **Supervisório Intouch**. 2007. Coordenadoria de Automação Industrial – Secretaria de Educação Média e Tecnológica, CEFETES-ES, SERRA.

MACHADO, Gleysson B. **BIODIGESTOR** Disponível em: <<http://www.portaldobiogas.com/biodigestor/>>. Acesso em: 20 de jul. 2015.

MICROBERTS, Michael. **ARDUINO BÁSICO** Disponível em: <<http://www.fema.com.br/arduino/wp-content/uploads/2014/08/arduino.pdf>>. Acesso em: 18 de jul. 2015.

PEREIRA, Marco A. **INTRODUÇÃO A ENGENHARIA DE REATORES** Disponível em: <<http://www.marco.eng.br/reatores/notasdeaula/aula1.pdf>>. Acesso em: 14 de jul. 2015.

**MANUAL BIODIGESTOR WINROCK** Disponível em: <[http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual\\_biodigestor\\_winrock.pdf](http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf)>. Acesso em: 14 de jul. 2015.

PATSKO, Luís F. **FUNCIONAMENTO E UTILIZAÇÃO DE SENSORES** Disponível em: <[http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr5000/tutorial\\_eletronica\\_aplicacoes\\_e\\_funcionamento\\_de\\_sensores.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf)>. Acesso em: 19 de jul. 2015.

**SITE ROBOCORE**. Disponível em: <[https://www.robocore.net/modules.php?name=GR\\_LojaVirtual](https://www.robocore.net/modules.php?name=GR_LojaVirtual)>. Acesso em: 20 de dez. 2013.

SHAO, T. **DEMO FOR MQ-2 GAS SENSOR MODULE V1.1**. Disponível em: <[http://www.sandboxelectronics.com/store/images/SEN000004/SEN-000004\\_Source.php](http://www.sandboxelectronics.com/store/images/SEN000004/SEN-000004_Source.php)>. Acesso em: 10 de nov. 2013.

**ASSEMBLY AND AUTOMATION OF A**

## **BIODIGESTER**

**Abstract:** *This work aims to demonstrate how was built a digester laboratory scale, equipped with a computerized monitoring and control system. The biodigester will aim to digest residual organic material from the frying oil by bacteria utilized in wastewater treatment. As result of this digestive process, obtained was the generation of biofertilizer (organic fertilizer) which was subsequently forward to another experimental analysis research project, which would be observed in the efficacy of biofertilizer recovery soil for planting. Simultaneously the production of biofertilizer occurs the generation of by-products and biogas. Simultaneously the production of biofertilizer occurs generating by-products such as biogas, so that in addition to temperature and pressure sensors installed in the digester, methane and carbon monoxide sensors were also been installed to make the approximate quantification of the gases generated inside the digester. The biodigester model adopted for the project was a discontinuous reactor, or batch, equipped with electric stirrer and an air pump, both activated by the computer. The whole process of automation was been developed with the Italian electronics prototyping platform Arduino UNO R3 showing himself an economical choice and at the same time able to perform the operation control of the stirrer and the air pump as well as integrate all the sensors installed in the digester.*

**Keywords:** Biodigester. Automation. Arduino.