

# Um Sistema Embarcado para Sensoriamento de Emissões Gasosas de Resíduos Sólidos orgânicos.

Iury Anderson Fernandes Coelho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba – (IFPB)  
Grupo de Pesquisa de Sistemas Embarcados e Inteligência Computacional  
Campina Grande – PB – Brasil.

[iury.fernandes@academico.ifpb.edu.br](mailto:iury.fernandes@academico.ifpb.edu.br)

**Abstract.** Indiscriminate production and inadequate disclosure of data are caused by the irreversibility of environmental balance and public health. In recent years, governments have been discussing their own goals and improving us to improve them. In view of this, systems capable of processing the emission levels of gases emitted by organic vehicles need to be activated and need to be developed. This work has not been optimized in the capacity of improved napper to be used in improved organic devices. The use of this component relies on the internet to do things that can generate more gas through the MQ4 gas sensor and send them through the embedded device through NodeMcu to a web application.

**Resumo.** *A produção de maneira indiscriminada e a disposição inadequada de resíduos sólidos causam danos irreversíveis ao equilíbrio ambiental e à saúde pública. Nos últimos anos, os governos mundiais têm discutido políticas que visam o aprimoramento na gestão dos resíduos produzidos pela população e igualmente o aperfeiçoamento de tecnologias que visam um melhor aproveitamento desses resíduos. Em vista disso, sistemas capazes de processar níveis de emissões de gases emitidos por resíduos orgânicos indicam uma inovação sustentável e precisam ser desenvolvidos. Este trabalho sugere um aperfeiçoamento em projetos que precisam de uma melhor adequação na obtenção de medidas pertinentes as emissões em resíduos orgânicos. O desenvolvimento deste trabalho baseia-se na utilização da internet das coisas para implementar aquisição de emissões gasosas de resíduos através do sensor de gás MQ4 e enviá-los remotamente através do dispositivo embarcado NodeMcu para uma aplicação web.*

## **1.Introdução**

Nas últimas décadas, em todo o mundo, há uma necessidade cada vez maior em reduzir a emissão de gases provocadores do efeito estufa, onde os países cada vez mais privilegiam políticas limpas no que diz respeito ao contexto ambiental. Sendo um problema mundial, a dificuldade de gerir os resíduos sólidos é mais notória nos países em desenvolvimento: os países desenvolvidos produzem grandes quantidades de resíduos sólidos, todavia são detentores de uma maior capacidade de gestão dos aterros sanitários, bem como uma melhor metodologia para modelar a produção desses resíduos. De acordo com uma pesquisa feita em 2015 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), a geração de lixo no Brasil teve um crescimento de 29 % de 2013 a 2014. Estima-se que mais de 40% das 78,6 milhões de toneladas de resíduos gerados em 2014 foram destinados a aterros. Esses aterros são inapropriados e degradam o meio ambiente, além de oferecer riscos à saúde da população. Desse modo, dentro do contexto brasileiro, é de suma importância a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias com baixo custo voltadas para o monitoramento, controle e estudo das influências de gases produzidos pelos aterros. Segundo JUSTI e MOLITERNO (2008) esses mecanismos possibilitam aos países interessados conseguirem reduzir as emissões, assegurando os custos de suas economias consideravelmente. Mesmo com a popularização de políticas de desenvolvimento limpo e a consciência sustentável por parte dos países, existe ainda uma dificuldade na modelagem dos cálculos sobre as emissões produzidas pelos aterros de resíduos. Borba (2006) destaca que a falta de monitoramento dos aterros gera dificuldades nos métodos dos cálculos que a maioria das vezes contém poucos parâmetros de avaliação e não passam de fórmulas empíricas.

Neste trabalho pretende-se oferecer recursos de baixo custo no qual seja possível monitorar valores de emissões gasosas a partir de sensores MQ4, envia-los remotamente através da wifi com o uso do NodeMcu ESP8266 e apresentar os valores das emissões numa aplicação Web.

## **2.Resíduos Orgânicos e Produção Energética**

De acordo com a norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas e Técnicas - ABNT, resíduos sólidos urbanos (RSU) são lixos resultantes das atividades de origem doméstica, hospitalar e comercial dos centros urbanos. Os resíduos sólidos orgânicos é um dos tipos de RSU porém de origem animal ou vegetal. Os resíduos sólidos urbanos contêm biomassa, matéria biológica resultante da decomposição de resíduos sólidos orgânicos.

“Esta matéria contém a energia química acumulada através da transformação energética da radiação solar e pode ser diretamente liberada por meio da combustão, ou ser convertida através de diferentes processos em produtos energéticos de natureza distinta, tais como: carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e de síntese, óleos vegetais combustíveis e outros.” (MME, 2007 p. 103). Sendo assim. Todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. (Aneel, 2005 p. 77)

A biomassa para fins energéticos destaca-se como uma das fontes renováveis com maiores possibilidades em todos os aspectos, em especial, no que se refere sua utilização para geração de energia elétrica (Mme, 2007).

#### 4.Trabalhos Relacionados

O estudo de Martin Miskuf discute a ideia da utilização da Internet das Coisas para redes smart grid e elenca ferramentas cloud computing, na qual se é possível implementar a leitura de sensores através de monitoramento remoto. A partir dessa pesquisa pensou-se na possibilidade de implementar sensores de gás metano e a IoT para viabilizar o processo de medição de emissões de um reservatório contendo lixo orgânico.

Mrs. Sudha Rajesh propõe um método para coleta de resíduos sólidos de maneira a diminuir o esforço humano e tempo. Basicamente usou-se um sensor ultrassônico ligado a um módulo NodeMcu contendo o ESP8266 com comunicação WiFi, ambos acoplados em um reservatório de lixo e uma aplicação web capaz de identificar o nível de lixo no reservatório remotamente. A partir dessa pesquisa podemos constatar o potencial inovador na gestão de resíduos ao se usar dispositivos de baixo custo que se interconectam com o uso da IoT,

Pereira (2015, apud Chagas, 2010), relata o alto custo dos trabalhos de campo, o que torna difícil a coleta de muitas amostras, em tempos diferentes, pela maior parte dos grupos de pesquisa brasileiros já Amni et al. (2013) ressalta a missão em medir as emissões de gases em grande escala que hoje é um dos grandes desafios enfrentados por esse ramo de pesquisa.

Geralmente o monitoramento de emissões gasosas ou vazamentos são realizados por pessoas da inspeção. Isso é um fator que influencia diretamente em riscos econômicos e até em prejuízos na saúde pela exposição indevida a um gás nocivo. O artigo *Review on Gas Leak Detection Techniques* discute técnicas de detecção de um gás através de dispositivos computacionais e conclui que as técnicas são capazes de detectar vazamentos muito pequenos e a localização do vazamento, porém informações transferidas através de fios podem apresentar perdas em alguma parte da rede bem como apresentam alto custo de implantação. A partir desse estudo é possível perceber a importância do uso de sistemas de sensores ligados em redes sem fio no processo de monitoramento de emissões gasosas.

O artigo *Design and Development of Gas Leakage Monitoring System using Arduino and ZigBee* propõe um sistema de monitoramento da concentração de um gás usando sensor MQ 9, labVew e zigbee, um transmissor capaz de enviar dados através de comunicação wireless. Com base na leitura da documentação técnicas sobre o ZigBee constatou-se limitações desse dispositivo quando comparado ao módulo NodeMcu com o transmissor WiFi ESP8622 pois este é capaz de ampliar os limites de monitoramento já que conecta dispositivos à rede de internet e serviços de cloud computing. Assim o uso do NodeMcu surge como uma alternativa de melhoramento pois é capaz de diminuir riscos relacionados ao tempo de detecção, dispensa uso de fiações além de apresentar vantagens na transmissão de dados. Outro ponto importante constatado em todos os trabalhos acima é o fato de nenhum tratar de explicações referente aos algoritmos implementados nas soluções.

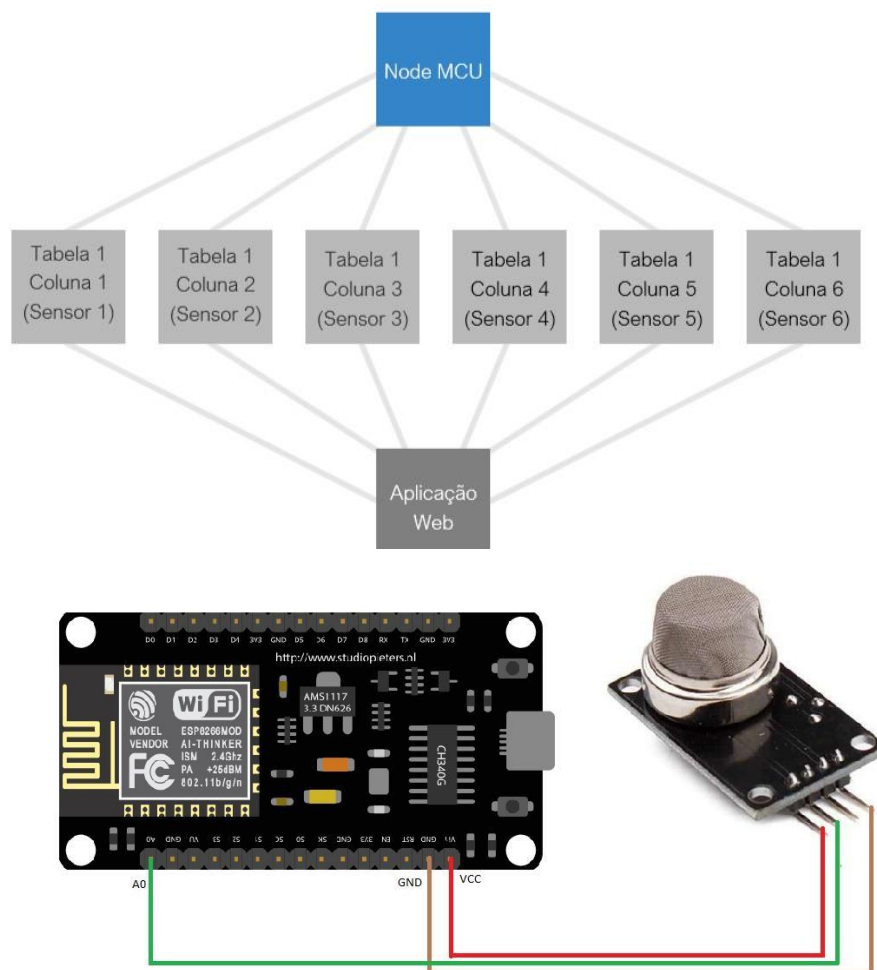
## 5. Funcionamento e Escopo do Sistema

O sistema tem como base de funcionamento um conjunto de componentes de hardwares e softwares que interligados entre si constituindo o escopo da solução implementada neste trabalho. O conjunto de elementos de hardware é formado pelos dispositivos:

NodeMcu contendo o chip de comunicação wifi ESP8266, Sensor de Gás MQ 4, Notebook e Bateria 9V. O conjunto de elementos que integram o design de software é formado por: Algoritmos de captura de dados implementados em C/C++ , algoritmos de salvamento de dados escritos em PHP , WebServer Xampp e finalmente uma página web que exibirá os valores captados pelo sensor de gás de maneira dinâmica. Todo esse processo é possível graças a interação entre as tecnologias e obedece a lógica de transferência e captura de dados mostrada na figura abaixo.

O dispositivo microcontrolado NodeMcu é responsável pela transferência de dados captados pelo sensor até o servidor web instalado no notebook. A partir das informações armazenadas no banco de dados do servidor temos a possibilidade de implementa tabelas em SQL e exibi-las através de uma aplicação web. Após a captação dos dados através do sensor de gás MQ 9 e o uso de algoritmos de captura e exibição de das informações é possível analisar as emissões gasosas em tempo real.

No desenho de software o algoritmo implementado no NodeMcu em C++ e é capaz de mandar informações via URL através do protocolo TCPIP para a ferramenta PHPmyAdmin ao qual recebe as informações e as organizam em tabelas.



# Projeto de Pesquisa - IFPB

## Monitoramento de emissões gasosas

### Sensor de Gás Metano MQ-4

mes/ano	Buscar
---------	--------

conexao estabelecida com sucesso data da pesquisa: 2020-03

Sensor1	Sensor2	Sensor3	Data/Hora
Metano	112.00	122.00	09/03/2020 13:43:27
Metano	114.00	124.00	09/03/2020 13:43:34
Metano	116.00	126.00	09/03/2020 13:43:40
Metano	118.00	128.00	09/03/2020 13:43:46
Metano	120.00	130.00	09/03/2020 13:43:52
Metano	122.00	132.00	09/03/2020 13:43:59

Figura 2. Aplicação Web em fase de Experimentação

## 6. Componentes do Sistema

### 6.1. NodeMcu ESP8266

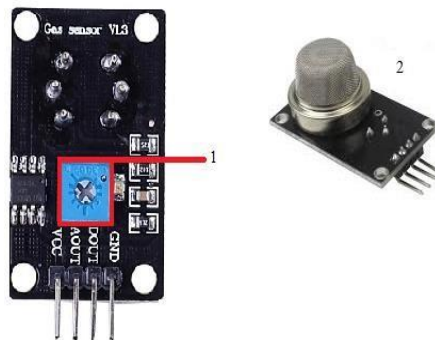
O dispositivo embarcado Nodemcu com módulo de comunicação wifi ESP8266 custa cerca de 42,90 R\$ e é usado na maioria dos projetos relacionados a IoT (*Internet of Things*) pelo fato de oferecer uma solução de rede WiFi completa e autônoma; pode ser usado para hospedar o aplicativo ou descarregar funções de rede WiFi em outro processador de aplicativo. O uso de aparelhos dotados de tecnologias embarcadas e comunicação wifi nos dar a possibilidade de integralizar uma rede de sensores ligados a módulos que se comunicam remotamente. Dessa forma podemos facilmente aferir sensores de gás enviando informações para um servidor captando e tratando as aferições de vários sensores dispostos em locais diferentes e atuando em situações distintas.

Figure 3. NodeMcu ESP8266



## 6.2 Sensor de Gás MQ4

O sensor de gás MQ 4 presente a fig. 3 é um semicondutor de alta sensibilidade ao CH<sub>4</sub>. Ele é capaz de aferir a concentração de gás pela diferença de temperatura, produzida pelo calor da combustão do gás quando este entra em contato com a superfície do sensor formada por SnO<sub>2</sub> [MQ4DataSheet]. A combustão causada na superfície cerâmica do sensor muda a resistência elétrica nos terminais do sensor de forma proporcional à concentração de gás existente no ambiente (referência). Dessa maneira a diferença dos valores das resistências antes e depois da combustão resulta em um valor que está diretamente relacionado com a concentração do gás no ambiente em estudo. A sensibilidade do sensor pode variar de acordo com o ajuste da resistência presente na parte traseira do sensor como podemos ver na fig. 3.1. **Figure 3. Sensor de Gás**



A alteração da resistência nos terminais do sensor pode ser lida e interpretada através de dispositivos digitais capazes de converter sinais analógicos em digitais [Percon]. Dessa maneira podemos transmitir dados captados via wifi com o NodeMcu para ferramentas computacionais que permitem o tratamento das informações e consequentemente uma melhor observação dos fenômenos característicos a medição de emissões gasosas.

## 7.Resultados

A aplicação desenvolvida nesse projeto apresentou resultados satisfatórios já que se apresenta com uma interface intuitiva e é capaz de mostrar as emissões captadas pelo sensor de gás de maneira dinâmica.

GasMonitor

Monitoramento

Documentações

Informações do Sistema

Tabela de Emissões Gasosas

projeto de pesquisa IFPB

Home

Gestão

Demonstrativo de dados captados

Buscar

data da pesquisa: 2020-03

Search:

Leitura do Sensor	Gás	data/hora
112.00	Metano	09/03/2020 13:43:27
114.00	Metano	09/03/2020 13:43:34
116.00	Metano	09/03/2020 13:43:40
118.00	Metano	09/03/2020 13:43:46
120.00	Metano	09/03/2020 13:43:52
122.00	Metano	09/03/2020 13:43:59

Showing 1 to 6 of 6 entries

Previous 1 Next

## 8. Conclusão

A partir do sensoriamento aliado a técnicas de monitoramento remoto pode-se alcançar padrões temporais e espaciais, dando oportunidade de analisar as transformações do objeto em estudo remotamente de maneira continuada e mais econômica. A aplicação web mostrou ser capaz de exibir os dados captados de maneira dinâmica e atingiu a finalidade prevista no início desse projeto.

## 9. Referencias

Oladejo O . E Falohun A . S, Oke A . O Abolaji B . M,Dangerous gas detection using integrated circuit and mq - 9, in International Journal of Computer Applications, 0975 8887.

Yusnita Rahayu Huan Hui Yan, Design and development of gas leakage monitoring system using arduino and zigbee , in Proceeding of International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics, 3 204 – 3 20 7.

IVETA ZOLOTOV MARTIN MIKUF, ERIK KAJTI, Smart metering iot solution based on nodemcu for more accurate energy consumption analysis, International Journal of Internet of Things and Web Services (2017), no. 2367-9115.

Ms. R. Bhakya Lakshmi<sup>3</sup> Mrs. Sudha Rajesh<sup>1</sup>, Ms. R. Aishwarya<sup>2</sup>,Garbage monitoring and management using internet of things, International Research Journal of Engineering and Tech-nology (IRJET) (2018), no. 02

S AGAR S HINDE<sup>3</sup> P URAN G OUR<sup>1</sup>, B HAUSAHEB S ONAWANE<sup>2</sup>, Review on gasleak detection techniques , in International Journal of Scientific Engeenering and Technology Reseach , 3 204 – 3 20 7.