

MICRO SENSOR PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

André Luiz da Rocha Lima (Mestrando-GETEC), andre.lima@al.senai.br;
Valéria Loureiro da Silva (Orientadora-GETEC), valeria.dasilva@fieb.org.br;
Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: Monitoramento, Qualidade do ar, Sensor, Microcontrolador, Bluetooth.

Introdução

As emissões de gases poluentes na atmosfera vêm causando um alerta para os indivíduos, que veem a sua saúde e seu bem-estar ficar cada vez pior, provocando diversas doenças. "O uso do recurso natural ar é manter basicamente a vida, todos os outros usos devem sujeitar-se à manutenção da qualidade do ar" (DERÍSIO, 2007).

Tradicionalmente, o monitoramento da qualidade do ar em ambientes urbanos é feito por algumas estações meteorológicas colocadas em pontos estratégicos de uma cidade. Estas estações permitem obter informações valiosas sobre a situação climática e ambiental numa macro-escala mas não na micro-escala, ou seja, as variações locais dentro de um centro urbano são desconhecidas (MEADE, 2013; HEIMANN, 2015). O recente progresso no desenvolvimento de rede de sensores de baixo custo, baixo consumo energético e comunicação sem fio criou a possibilidade de monitoramento distribuído e dinâmico da qualidade do ar, que tem sido proposto por vários autores, como por exemplo:

Meade (2013) demonstrou o monitoramento da qualidade do ar na cidade de Cambridge, Inglaterra utilizando uma rede densa de sensores eletroquímicos de baixo custo.

Devarakonda (2013), propõe o uso de rede de sensores distribuídos e desenvolveu uma rede de sensores para monitoramento da poluição do ar em tempo real, utilizando sensoriamento móvel.

O projeto *NoxDroid* da Universidade de Copenhagen (ANDERSEN, 2012). Propõe o uso de uma rede de sensores montadas em bicicletas de voluntários para monitoramento da qualidade do ar nas cidades. Propõe ainda a comunicação dos sensores com dispositivo *Android*, *upload* de dados para um servidor na nuvem e *display* dinâmico em um mapa da cidade.

Castell et al. (2014) descreve a abordagem do projeto *Citi-Sense-MOB* onde sensores de baixo custo montados em ônibus e bicicletas são utilizados para o monitoramento da qualidade do ar ao nível da rua da cidade de Oslo, na Noruega. Nesses trabalhos os cidadãos são envolvidos como voluntários na captura dos dados que são disponibilizados aos cidadãos num mapa através de aplicativos para dispositivos móveis.

Hasenfratz (2014) mostra em seu trabalho uma rede de 10 sensores colocados em veículos de transporte urbano que foram utilizados para mapear a qualidade do ar na cidade de Zurich pelo período de 2 anos.

O objetivo do nosso trabalho é desenvolver um sensor para monitoramento da qualidade do ar no Brasil, precisamente na região nordeste, no município de Maceió, no Estado de Alagoas, sendo o mesmo de baixo custo e baseado em técnicas de arquitetura de *software e hardware Open Source* (Fontes abertas), enviando as informações da qualidade do ar através da comunicação *Bluetooth* para um celular *Smartphone* com sistema operacional *Android* para interação com o usuário.

Serão executadas medições e teste de valores dos particulados dos gases e NH₃, NO_x, Benzeno, Fumaça e CO₂ para a monitoração da qualidade do ar em diferentes pontos da cidade de Maceió, esses pontos serão escolhidos conforme a concentração de indivíduos e fontes de emissões de gases que nele circulam. Todo o controle e coleta serão feitos através de um sensor MQ 135 que enviará uma informação para a plataforma Microcontrolada (Arduino), que por sua vez tratará essa informação e enviará outra informação via plataforma de comunicação (*Bluetooth*), informação essa mencionando se naquele local o ar está poluído ou se não está poluído.

Resultados e Discussão

O protótipo será desenvolvido tem 3 partes principais que são: sensor, plataforma microcontrolada, e plataforma de comunicação *wireless*.

Para o componente sensor encontramos disponíveis comercialmente os sensores listados na Tabela 1. Dentre eles, foi escolhido o sensor MQ 135, por ser mais barato, detectar maior número de gases nocivos à saúde e requerer um menor período de condicionamento (Tabela 1).

Um levantamento das principais plataformas Microcontrolada abertas e suas características é mostrada na Tabela 2. Dentre elas, foi escolhida a plataforma Microcontrolada Arduino mini, por ser mais barata e ter uma memória *SRAM* maior.

Tabela 1. Sensores comerciais e suas características

ITENS	MQ 135	TGS 4160	TGS 2611	MG 811
Tensão de Alimentação (v)	5V - 8V±0.1 AC ou DC	5 ± 0,2 DC	5 ± 0,2 DC	6 ± 0,1 AC ou DC
Consumo de corrente (mA)	150	250	56	200
Consumo de potência (mW)	< 800	1250	280	1200
Range de detecção (ppm)	300 - 1000	350 - 50000	500 - 10,000ppm	350 - 10000
Gases detectados	NH3, NOx, alcohol, Benzene, smoke, CO2	Dióxido de carbono	Metano	CO2
Custo em \$	\$11.06	\$95.36	\$23.09	\$57.41
Custo em R\$	R\$ 33,18	R\$ 311,57	R\$ 69,27	R\$ 172,23
Período de condicionamento antes do teste	1 dia	7 dias	7 dias	1 dia

Tabela 2. Plataforma microcontrolada e suas características

ITENS	Arduino mini	Arduino Uno	PIC 16F628	AT89C 2051
SRAM	2k	2k	224 bytes	128 bytes
Pinos de entrada e saída digital	14	14	16	15
Pinos de entrada analógica	8	6	4	2
Corrente máxima por pino (mA)	40	40	25	25
Memória flash	16k	32k	2k	2k
Velocidade de clock	16MHz	16MHz	32 MHz	0 a 24MHz
Custo (R\$)	35.00	54.00	57.00	49.00
Consumo do chip em mA	0.2	0.2	0.1	0.25

As principais plataformas de comunicação sem fio utilizadas em redes de sensores e suas características estão listadas na Tabela 3. Dentre elas, foi escolhida a plataforma de comunicação com o módulo *Bluetooth* 4.0, por ter um modo de operação de baixa energia e permitir comunicação com dispositivos móveis do tipo *smartphone*.

Tabela 3. Plataforma de comunicação

ITENS	Bluetooth 2.0 (Módulo)	Wi-fi (Módulo)	Bluetooth 4.0 (Módulo)	Módulo ZIGBEE
Protocolo	v2.0+ED	Wi-Fi P2P	Bluetooth V4.0 (BLE)	IEEE 802.15.4
Firmware	Linvor 1.8	ESP-01	N/A	N/A
Emissão de energia	<=4dBm, Classe 2	+25dBm	+3dBm to -23dBm	1 mW (0 dBm)
Tensão de alimentação	3.3 a 5v	3,3V	3.3 a 5v	2.8 - 3.4 V
Consumo de Corrente	Pareado 35mA; Conectado 8mA	135 ma transmitindo e 60 recebendo	27 mA transmitindo e 20 recebendo	45 mA transmitindo e 50 recebendo
Alcance	10m	90m aprox.	150m	120m
Custo em \$	6,38	12,12	11,7	31,8
Custo em R\$	21	39,9	49	109,05

Conclusões

O protótipo mencionado nesta pesquisa apesar de simplificado servirá para visualizar as possibilidades de emprego desta tecnologia e a viabilidade técnica de implementação de sensores de baixo custo para o monitoramento da qualidade do ar. Uma vez aperfeiçoados, esses sensores serão replicados e futuramente utilizados para monitoramento distribuído e dinâmico da qualidade do ar num centro urbano.

Referências

- ANDERSEN et al., NoxDroid – A Bicycle Sensor System for Air Pollution Monitoring, 2012. Disponível em: <<http://www.tabard.fr/publications/Noxdroid.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015, 20:40:50.
- CASTELL et al., Citi-Sense-MOB-Mobile technologies and services for environmental monitoring: The Citi-Sense-MOB approach, *Jornal Urban Climate*, vol. 14, pp. 370-382, 2015.
- DERÍSIO, J.C. Introdução ao controle de poluição ambiental. 4ª Ed. São Paulo, 2007.
- DEVARAKONDA et al., Real-time Air Quality Monitoring Through Mobile Sensing in Metropolitan Areas, In: PROCEEDINGS OF THE 2ND ACM SIGKDD INTERNATIONAL WORKSHOP ON URBAN COMPUTING, artigo Nº 15 (UrbComp'13) 2013.
- HASENFRATZ et al, Deriving high-resolution urban air pollution maps using mobile sensor nodes, *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 16, pp. 268-285, 2015.
- HEIMANN et al, Source attribution of air pollution by spatial scale separation using high spatial density networks of low cost air quality sensors, *Atmospheric Environment*, vol. 113, pp. 10 e 19, 2015.
- MEADE et al., The use of electrochemical sensors for monitoring urban air quality in low-cost, high-density networks. *Atmospheric Environment*, vol. 70, pp. 186-203, 2013.