

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS GUARAPUAVA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET

THIAGO FERREIRA DE ALMEIDA

**PLATAFORMA PARA O MONITORAMENTO DA EMISSÃO DE CO₂
EM AMBIENTES INTERNOS**

PROJETO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA

2015

THIAGO FERREIRA DE ALMEIDA

**PLATAFORMA PARA O MONITORAMENTO DA EMISSÃO DE CO₂
EM AMBIENTES INTERNOS**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet - TSI - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Guarapuava como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet.

Orientador: Prof. Me. Paulo Henrique Soares

GUARAPUAVA

2015

RESUMO

ALMEIDA, Thiago. Plataforma para o Monitoramento da Emissão de CO₂ em Ambientes Internos. 37 f. Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2015.

Com o desenvolvimento social e a urbanização, o ser humano passou a ficar mais tempo em locais fechados, muitas vezes esses ambientes não são lugares adequados para ficar por um longo período de tempo. Por conta disto, o projeto tem como foco o desenvolvimento de uma plataforma para monitoramento da qualidade do ar de um determinado ambiente interno, através dos dados de CO₂, temperatura e umidade obtidos no ambiente. Para a coleta dos dados será utilizado uma plataforma de prototipagem eletrônica chamada Arduino, juntamente com um sensor MG811, o qual mede o nível de CO₂ ao seu redor. Após a coleta dos dados será avaliado como a relação do CO₂ presente no ambiente pode afetar a saúde do ser humano.

Palavras-chave: Arduino, Qualidade do Ar, Dióxido de Carbono, Código Aberto

ABSTRACT

ALMEIDA, Thiago. Platform for Monitoring CO2 Emission in Internal Environments. 37 f. Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2015.

With the social development and urbanization, humans began to spend more time indoors, often these environments are not suitable places to stay for a long period of time. Because of this, the project focuses on the development of a platform for monitoring the air quality of a given indoor environment, through the CO2 data, temperature and humidity obtained in the environment. To collect the data will be used an electronic prototyping platform named Arduino, along with MG811 sensor, which serves to capture the level of CO2 around. After collecting the data will be evaluated as CO2 this relationship in the environment can affect human health.

Keywords: Arduino, Air Quality, Carbon Dioxide, Open Source

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Poluentes Atmosféricos	10
Figura 2	–	Concentração de CO2 na Atmosfera	11
Figura 3	–	Efeitos de diversos níveis de CO2	11
Figura 4	–	Placa Arduino Uno Rev3	13
Figura 5	–	Ethernet Shield W5100	14
Figura 6	–	Sensor de CO2 MG-811	15
Figura 7	–	Sensor de Temperatura e Umidade DHT11	15
Figura 8	–	Fritzing	16
Figura 9	–	Arduino Software (IDE)	17
Figura 10	–	Ranking das linguagem de programação Junho/2015	18
Figura 11	–	Ranking dos SGBDs Junho/2015	19
Figura 12	–	Exemplo de um servidor em nuvem	20
Figura 13	–	Mobile Sensing Box	21
Figura 14	–	Personal Sensing Device	21
Figura 15	–	Diagrama de sistema de fluxo de dados	22
Figura 16	–	Distribuição de CO2 conforme localização	23
Figura 17	–	Autopilot Desktop CO2 Monitor	26
Figura 18	–	cSense CO2 + RH/T Monitor	27
Figura 19	–	Mini CO2 Monitor	27
Figura 20	–	Esquema Fritzing display LCD	28
Figura 21	–	Esquema Fritzing DHT11	29
Figura 22	–	Esquema Fritzing MG-811	30
Figura 23	–	Esquema Fritzing completo da plataforma	30
Figura 24	–	Fluxo de dados da plataforma	31

LISTA DE SIGLAS

PPM	Parte por milhão
WMO	World Meteorological Organization
CEPAGRI	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
PWD	Pulse Width Modulation
ICSP	In-Circuit Serial Programming
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
IDE	Integrated Development Environment
PHP	Hypertext Preprocessor
SQL	Structured Query Language
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
CONIC	Congresso Nacional de Iniciação Científica
SEMESP	Sindicato das Mantenedoras de Ensino Superior
MSB	Mobile Sensing Box
PSD	Personal Sensing Device
CO2	Dióxido de Carbono
USB	Universal Serial Bus
LCD	Liquid Crystal Display

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	OBJETIVOS	8
1.1.1	Objetivo Geral	8
1.1.2	Objetivos Específicos	8
2	REFERENCIAL LITERÁRIO	9
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1.1	Poluição do Ar	9
2.1.1.1	Dióxido de Carbono	10
2.1.1.2	Umidade	12
2.1.2	Arduino	13
2.1.2.1	Arduino Uno Rev3	13
2.1.2.2	Ethernet Shield W5100	14
2.1.2.3	Sensor de Dióxido de Carbono MG-811	14
2.1.2.4	Sensor de Temperatura e Umidade DHT11	15
2.1.3	Tecnologias Empregadas	16
2.1.3.1	Fritzing	16
2.1.3.2	Arduino Software	17
2.1.3.3	PHP	17
2.1.3.4	MySQL	18
2.1.3.5	Servidor em Nuvem	19
2.2	ESTADO DA ARTE	20
3	METODOLOGIA	24
4	DESENVOLVIMENTO	26
4.1	DIFERENCIAL TECNOLÓGICO	26
4.2	ESQUEMA FRITZING	28
4.2.1	Display LCD	28
4.2.2	DHT11	29
4.2.3	MG-811	30
4.2.4	Esquema Final	30
4.3	FLUXO DE DADOS	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
5.1	CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO	32
5.2	DIFICULDADES ENCONTRADAS	32
5.3	LIÇÕES APRENDIDAS	32
6	CRONOGRAMA	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O homem busca abrigo, proteção e segurança nos ambientes artificiais onde vive. As características atuais das sociedades desenvolvidas e em desenvolvimento fazem com que um elevado número de indivíduos passe a maior parte do seu dia em ambientes fechados. Com o desenvolvimento social e a urbanização, as formas de trabalho sedentárias tomam o lugar do trabalho ao ar livre nas cidades urbanizadas, podendo-se afirmar que passamos a maior parte do tempo em ambientes fechados (QUADROS; AMBIENTAL, 2008).

Numerosos estudos durante o passar dos anos, continuam sugerindo que a maioria das populações estudadas acreditam que os riscos impostos pela inexistência da qualidade do ar em ambientes externos são superiores aos riscos de uma má qualidade do ar interna (JONES, 1999). Porém se levamos esta questão mais a fundo, podemos perceber que essa opinião não leva em consideração o tempo em que se passa em cada um dos ambientes.

O debate sobre qualidade do ar interno não é algo novo, existem publicações do século XIV que já discutiam o assunto e até sugeriam algumas soluções (HAINES; WILSON, 1998), segundo essas publicações a solução para o problema é a ventilação adequada desses ambientes. Anos mais tarde surgiam os sistemas de ar condicionado, porém com o passar do tempo, observou-se que trabalhadores de ambientes internos estariam reclamando da qualidade do ar desses ambientes, com isso estudos revelaram que as concentrações de poluentes nesses ambientes poderiam ser de até 5 vezes maiores que as de ambientes externos (ZHANG, 2004).

Sabendo que ambientes internos podem muitas vezes serem mais poluídos que ambientes externos, esse trabalho propõe o desenvolvimento de uma plataforma utilizando hardware livre para o monitoramento desses ambientes.

O "poluente" em foco do trabalho é o dióxido de carbono, que mesmo sendo essencial para a vida na Terra, pode causar sérios problemas à saúde humana. Por se tratar de um gás incolor e inodoro, torna-se de difícil detecção sem o uso de equipamentos adequados (ECYCLE, 2015).

O grande número de horas que as pessoas passam em ambientes internos e a difícil

detecção do dióxido de carbono, são uma justificativa social para a realização desse trabalho.

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção estão descritos os objetivos para a realização deste projeto.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse projeto consiste em desenvolver uma plataforma utilizando *hardware* livre, para o monitoramento da emissão de CO₂ em um determinado ambiente interno.

1.1.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos desse trabalho:

- Fazer integração da plataforma Arduino com o sensor MG811 e DHT11;
- Desenvolver algoritmo para capturar a presença de CO₂ no ambiente;
- Realizar testes da plataforma em no mínimo dois locais distintos;
- Salvar dados em uma base de dados;
- Enviar dados para um servidor em nuvem.

2 REFERENCIAL LITERÁRIO

Nesse capítulo são abordados a fundamentação teórica (Seção 2.1), onde é proposto conceitos fundamentais para a resolução do problema, juntamente com o estado da arte (Seção 2.2) onde é descrito o que já foi feito, dito e discutido a respeito do tema.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção está detalhado o referencial teórico que toma por base a importância do estudo sobre a poluição (Seção 2.1.1), a plataforma Arduino e os componentes utilizados para a elaboração do projeto (Seção 2.1.2) e, por fim, as tecnologias empregadas para o funcionamento da plataforma (Seção 2.1.3).

2.1.1 Poluição do Ar

Com o desenvolvimento dos grandes centros urbanos e o consumo cada vez mais exagerado, os humanos são os grandes responsáveis por tornar o mundo cada dia mais poluído. O ar poluído pode causar sérios problemas tanto para o homem como para os demais seres vivos, respirar um ar poluído é impróprio e nocivo. Esta poluição pode ser definida como a presença de substâncias geradas por humanos ou pela própria natureza, essas substâncias podem colocar em risco a qualidade de vida de todos os seres vivos (SANTOS, 2011).

Desde a revolução industrial que aconteceu na Europa nos séculos XVIII e XIX (HISTÓRIA, 2012), a poluição começou a crescer, mas foi no começo do século XX que se intensificou com o crescimento de indústrias automobilísticas, porém como citado anteriormente a poluição do ar pode ocorrer por causas naturais também, um exemplo disso seria os vulcões (SANTOS, 2011).

Através da Figura 1, podemos identificar os principais agentes poluidores do ar. Nesta figura é importante destacar a presença do Dióxido de Carbono (parte do objeto de estudo deste projeto) e do Monóxido de Carbono, que por meio de processos naturais do ambiente

POLUENTES ATMOSFÉRICOS		
Poluentes primários	Efeitos	Emissão
Material particulado – Poeira, fumaça.	Podem causar nos seres humanos dificuldades respiratórias, irritação, asma e bronquite.	Queima de combustíveis, tempestades de areia e chaminés de indústrias.
Monóxido de carbono (CO)	Apresenta grande toxicidade para os seres humanos, causando a redução da oxigenação do sangue e afetando o sistema nervoso.	Queima de combustíveis fósseis e incêndios.
Dióxido de carbono (CO ₂)	Acentua o efeito estufa.	Queima de combustíveis fósseis e respiração de seres vivos.
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Provoca doenças cardiovasculares e respiratórias.	Queima de combustível que possui enxofre, como o óleo diesel e a gasolina.
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	Provocam danos ao sistema respiratório.	Queima de combustíveis fósseis e liberação por vulcões e queimadas.

Figura 1: Poluentes Atmosféricos

Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/biologia/agentes-poluidores-ar.htm>

é eventualmente oxidado para Dióxido de Carbono (WHITE et al., 1989), o que nos leva a próxima seção desse trabalho.

2.1.1.1 Dióxido de Carbono

O Dióxido de Carbono, também conhecido como gás carbônico, é um composto químico formado por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono, é representado pela fórmula química CO₂. Expelido naturalmente como subproduto da respiração humana, o CO₂ é um elemento incolor, inodoro e essencial para a vida na Terra. A concentração típica do CO₂ em um ambiente interno varia entre 700 a 2,000 PPM (GIODA, 2003).

A Organização Meteorológica Mundial (WMO), registrou que em 2012 e 2013, ocorreu o maior aumento entre os anos na concentração de CO₂ na atmosfera desde 1984, chegando a cerca de 399 ppm¹, mais de 6 ppm a mais que o ano anterior (WMO, 2014). Em maio de 2015 cientistas do governo dos Estados Unidos indicaram que a concentração de CO₂ na atmosfera já era superior a 400 ppm (PRESSE, 2015), como podemos visualizar na Figura 2, um gráfico montado pelo site CO₂ Now que mostra o avanço da concentração de CO₂ na atmosfera durante os anos.

O CO₂ é considerado um asfixiante, que atua no sistema respiratório. Entretanto, para que o gás atue de tal forma é necessária a exposição a concentrações extremamente altas, superi-

¹Neste contexto, significa que a cada 1 milhão de moléculas na atmosfera, 399 são de dióxido de carbono.

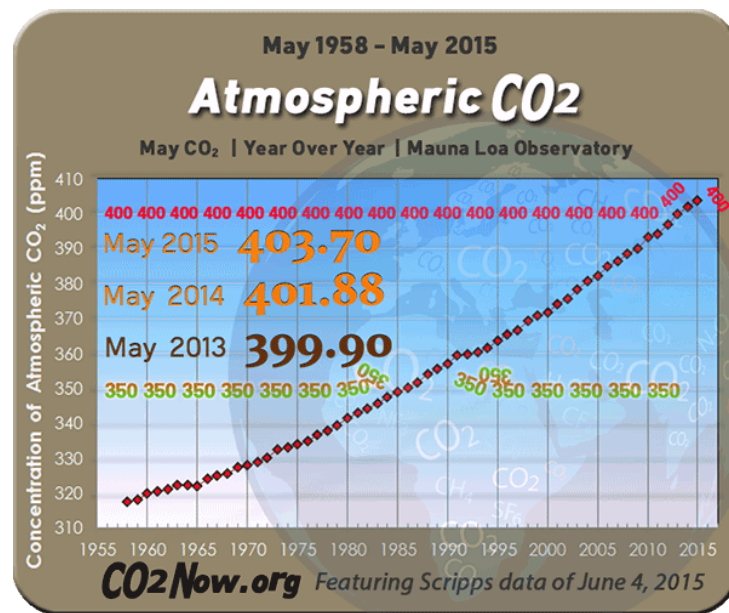


Figura 2: Concentração de CO₂ na Atmosfera

Fonte: <http://co2now.org>

ores a 30,000 ppm, para que possa causar danos significativos a saúde humana (JONES, 1999), podendo acarentar em vômitos, náuseas, irritações nas vias aéreas, tontura e até mesmo a morte (FUNHEN, 2015). Mesmo o CO₂ sendo mais perigoso se encontrado em altas concentrações, não significa que abaixo desses valores se torne inofensivo, em concentrações moderadas pode causar desconforto, como se o ambiente estivesse "abafado", redução no nível de concentração e sensação de cansaço (ONLINE, 2007). Na Figura 3, é possível identificar os efeitos dos diversos níveis de CO₂ na atmosfera de um ambiente interno.

Efeitos de diversos níveis de CO ₂	
CONCENTRAÇÃO	EFEITO
350 a 450 ppm	Concentração típica na atmosfera
600 a 800 ppm	Qualidade aceitável para o ar interno
1.000 ppm	Qualidade tolerável para o ar interno
5.000 ppm	Limite médio de exposição por período de 8 horas
6.000 ppm a 30.000 ppm	Preocupante, somente exposição rápida
3 a 8%	Aumento na taxa de respiração, dor de cabeça
> 10%	Náuseas, vômitos, inconsciência
> 20%	Inconsciência rápida, morte

Figura 3: Efeitos de diversos níveis de CO₂

Fonte: <http://www.vaisala.com/Vaisala>

2.1.1.2 Umidade

Em termos simplificados a umidade é a quantidade de água em forma de vapor que existe na atmosfera no momento, levando em consideração o total máximo que pode existir considerando a temperatura do ambiente (HAYDEN, 2009).

A umidade do ar tende a ficar mais baixa principalmente no final do inverno e início da primavera, no período da tarde, entre 12 e 16 horas. A umidade pode aumentar devido a alguns fatores naturais, como por exemplo sempre que chove devido à evaporação que ocorre posteriormente e quanto a temperatura diminui (processo que gera o orvalho) (CEPAGRI, 2009).

Alguns cuidados precisam ser tomados com a umidade também, por isso esse projeto conta com um sensor específico para cuidar da captura do nível de umidade do ambiente. Na lista abaixo feita pelo CEPAGRI da Unicamp é possível identificar os níveis e os cuidados que precisam serem tomados quando a umidade está baixa.

Entre 20% e 30% - Estado de atenção

- Umidificar o ambiente através de vaporizadores, toalhas molhadas, recipientes com água, molhamento de jardins etc;
- Consumir água à vontade;
- Sempre que possível permanecer em locais protegidos do sol, em áreas vegetadas etc.

Entre 12% e 20% - Estado de alerta

- Evitar aglomerações em ambientes fechados;
- Observar as recomendações do estado de atenção;
- Usar soro fisiológico para olhos e narinas.

Abaixo de 12% - Estado de emergência

- Observar as recomendações para os estados de atenção e de alerta;
- Determinar a suspensão de atividades que exijam aglomerações de pessoas em recintos fechados como aulas, cinemas etc entre 10 e 16 horas;
- Durante as tardes, manter com umidade os ambientes internos, principalmente quarto de crianças, hospitais etc.

2.1.2 Arduino

A placa Arduino é um projeto italiano iniciado em 2005 por um grupo de desenvolvedores do finado Interaction Design Institute Ivrea, que tinha primeiramente propósito educacional, que reduzisse os custos dos alunos referente ao aprendizado de hardware. É utilizada como uma plataforma de prototipagem eletrônica open source, isso tornou o desenvolvimento robótico acessível a todos (CIRCUITSTODAY, 2014).

O sucesso da placa foi tão grande que vendeu mais de 50 milhões, em 2010 ganhou um documentário² produzido pela *LABoral Centro de Arte y Creación Industrial*, falando sobre como o projeto teve início (TECHTUDO, 2013).

Os componentes necessários para a realização do trabalho estão detalhando nas subseções a seguir.

2.1.2.1 Arduino Uno Rev3

O Arduino Uno Rev3 é uma placa de microcontrolador baseado no chip ATmega328, possui 14 pinos de entrada/saída digital, dentre estas 6 podem ser usadas como saídas PWD, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSPICSP, uma conexão USB e um botão de reset. Para utilizá-lo basta conectar em um computador utilizando a entrada USB ou alimentá-lo com uma fonte (ARDUINO, 2015). Representado pela Figura 4.

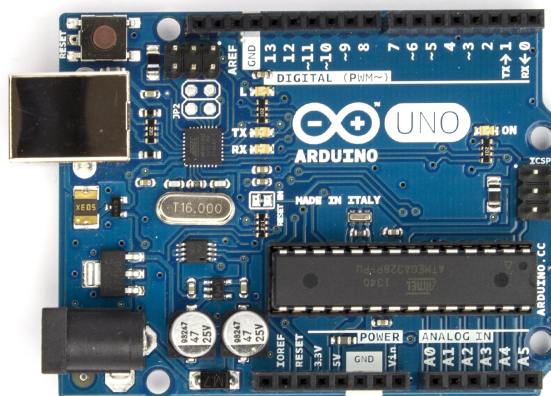


Figura 4: Placa Arduino Uno Rev3

Fonte: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

A escolha do Arduino Uno para o desenvolvimento do trabalho, se da por conta do

²Arduino The Documentary, hospedado em <https://vimeo.com/18539129>

baixo custo e disponibilidade no mercado, como se trata de uma plataforma *open source*, possui uma comunidade bastante grande e disposta a ajudar, tornando o desenvolvimento de aplicações utilizando a plataforma mais fácil.

2.1.2.2 Ethernet Shield W5100

A placa *Ethernet Shield* é um componente que permite que o arduino se conecte à uma rede local ou à Internet, baseado no chip *WIZnet Ethernet W5100*, que fornece acesso a rede nos protocolos TCP e UDP, acompanha um slot micro-SD que pode servir para armazenar dados e suporta até quatro conexões. Para utilizá-la é preciso usar as bibliotecas *Ethernet Libray* e *SD Library* (ROBOKITS, 2015). A placa é representada pela Figura 5.

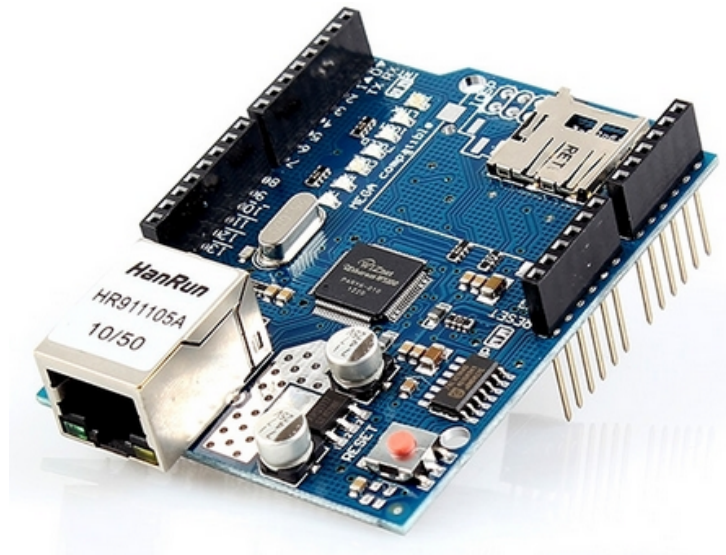


Figura 5: Ethernet Shield W5100

Fonte: <http://blog.filipeflop.com/arduino/tutorial-ethernet-shield-w5100.html>

A placa *Ethernet Shield* escolhida para o desenvolvimento do trabalho a W5100, não é de fabricação da própria Arduino, e foi escolhida principalmente pelo baixo custo, bastante significativo quando comparado a placa produzida pela Arduino, chegando a \$ 50 dólares de diferença.

2.1.2.3 Sensor de Dióxido de Carbono MG-811

O MG-811 é um sensor de CO₂ que consegue detectar de 0 a 10,000 ppm de CO₂, com um tempo de resposta de até 60 segundos. O sensor funciona através de uma reação química que ocorre quando o dióxido de carbono passa pelo sensor. Na primeira vez que o sensor é ligado ele começa a aquecer, isto leva em torno de 30 a 60 segundos, até que se estabilize. Uma vez

estabilizado, o sensor está pronto para detectar a presença do CO₂. Com a entrada de dados a tensão do sensor irá cair rapidamente, é através desta queda de tensão que se detecta a presença do CO₂ (PAPENMEIER, 2013).



Figura 6: Sensor de CO₂ MG-811

Fonte: <http://www.cutedigi.com/images/CO2-SEN-1.jpg>

Atualmente no mercado não existem muitos sensores de CO₂, também não são componentes muito fáceis de se encontrar. Dentre os poucos disponíveis o MG-811 é o que possui o mais baixo custo, uma vez que o produzido pela *CO₂ Meter*³ varia de \$ 85 a \$ 225 dólares.

2.1.2.4 Sensor de Temperatura e Umidade DHT11

O sensor DHT11 é um sensor de temperatura e umidade, que possibilita medir temperaturas de 0 a 50 graus Celsius e umidade na faixa de 20% a 90% (D-ROBOTICS, 2010), não é um sensor extremamente preciso, porém suficiente para o desenvolvimento do projeto. Possui uma precisão de 2 graus e 5% de umidade.

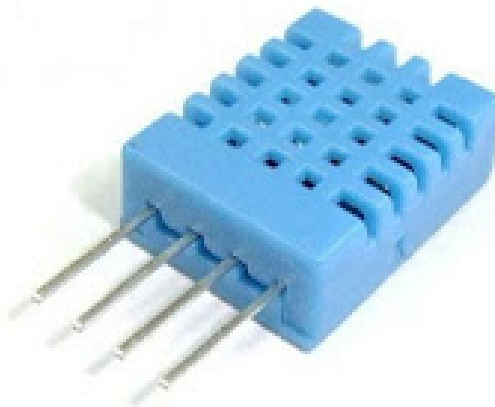


Figura 7: Sensor de Temperatura e Umidade DHT11

Fonte: <http://www.arduinoecia.com.br/2013/05/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11.html>

Esse sensor será utilizado para medir os níveis aceitáveis de umidade no ambiente (conforme descrito na subseção 2.1.1.2).

³Site oficial: www.co2meter.com

2.1.3 Tecnologias Empregadas

Essa seção está descrito as tecnologias necessárias para a interligação dos componentes referenciados na Subseção 2.1.2 e o desenvolvimento da plataforma para monitoramento da qualidade do ar.

2.1.3.1 Fritzing

Fritzing é um *software* que serve para a criação de protótipos de circuitos elétricos, é uma plataforma gratuita, que apoia a iniciativa de *hardware* livre (FRITZING, 2015). A empresa desenvolvedora do *software* ainda fornece um site onde a comunidade pode interagir, compartilhando entre si projetos. Imagem do ambiente gráfico do *software* pode ser conferida na Figura 8.

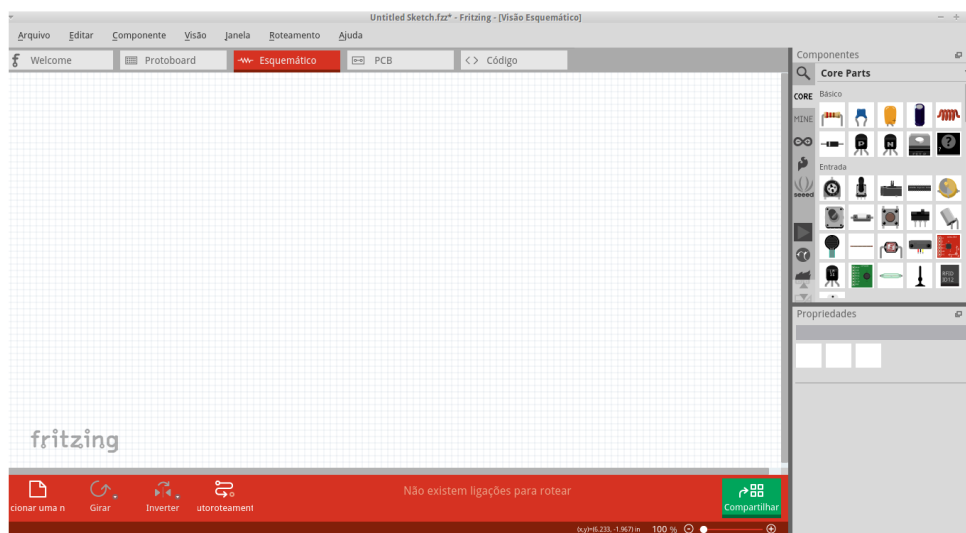


Figura 8: Fritzing

Fonte: O Autor

Embora o *software* pareça simples, funcionando no sistema de clicar e arrasta, ela exige um certo grau de conhecimento técnico para a composição dos itens de maneira correta. Atualmente o *software* está em versão Beta, tendo a ultima versão (0.9.2b) sendo liberada em abril de 2015. O *software* possui interface em português e roda nos sistemas Linux (32 bit e 64 bit), Microsoft Windows (32 bit e 64 bit) e Mac OS X 10.5 ou superior.

Com o *software* é possível visualizar o protótipo da plataforma desenvolvida nesse projeto, mais detalhes são encontrados no capítulo 4.

2.1.3.2 Arduino Software

O *Arduino Software* é uma IDE de código aberto, é baseado em processamento e outros *softwares* de código aberto, que pode ser utilizado em qualquer placa arduino (ARDUINO, 2015). Ela é escrita em Java, o que a torna possível de ser rodada em qualquer sistema operacional, desde que o Java esteja instalado. Ambiente gráfico mostrado na Figura 9.

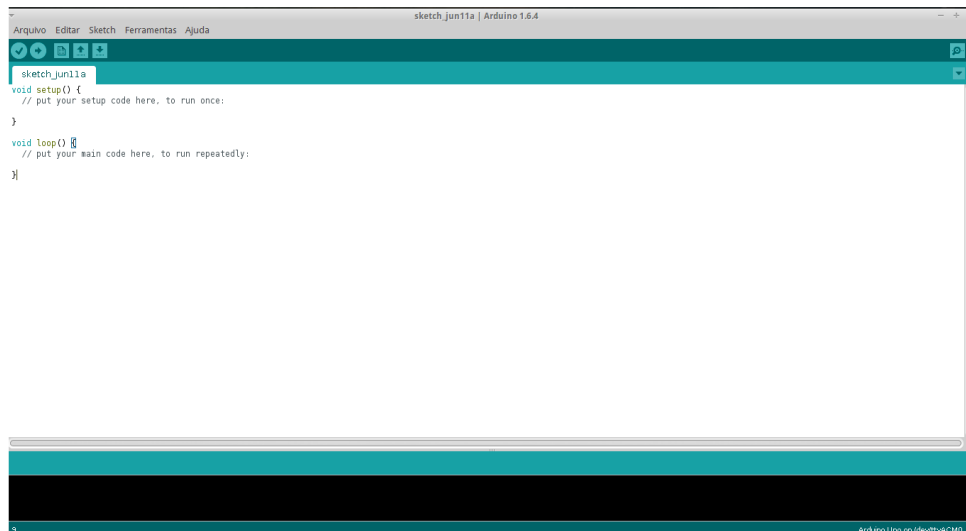


Figura 9: Arduino Software (IDE)

Fonte: O Autor

A linguagem de programação utilizada pelo Arduino é uma implementação do *Wiring*, uma plataforma computacional física semelhante, que é baseada no ambiente multimídia de programação Processing (MELLO, 2010). A IDE permite a criação de *sketches*, e quando pressionado o botão de *upload*, o código escrito é traduzido para a linguagem C, que então é transmitido para o compilador que traduz para uma linguagem a qual pode ser compreendida pelo microcontrolador (SOUZA, 2013). Feito o *upload* a placa arduino não precisa mais do computador para executar o código escrito, desde que seja ligado a uma fonte de energia.

2.1.3.3 PHP

O PHP, é uma linguagem de programação interpretada, criada por Ramus Lerdorf em 1995. Foi originalmente desenvolvida para deixar a navegação de páginas mais dinâmica, é uma linguagem que trabalha do lado servidor. O PHP é uma linguagem *open-source*, mantida pela organização chamada *The PHP Group* (PHP, 2015).

Segundo pesquisas feitas nos principais fóruns e repositórios de código, o PHP atualmente é a 8ª linguagem de programação mais utilizada no mundo, sendo a 5ª em desenvolvimento web (TIOBE, 2015). Na da Figura 10 está o *ranking* das 10 primeiras.

Jun 2015	Jun 2014	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	2	▲	Java	17.822%	+1.71%
2	1	▼	C	16.788%	+0.60%
3	4	▲	C++	7.756%	+1.33%
4	5	▲	C#	5.056%	+1.11%
5	3	▼	Objective-C	4.339%	-6.60%
6	8	▲	Python	3.999%	+1.29%
7	10	▲	Visual Basic .NET	3.168%	+1.25%
8	7	▼	PHP	2.868%	+0.02%
9	9		JavaScript	2.295%	+0.30%
10	17	▲	Delphi/Object Pascal	1.869%	+1.04%

Figura 10: Ranking das linguagem de programação Junho/2015

Fonte: <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>

A escolha do PHP, como linguagem para a salvar os dados no banco e respectivamente enviar os mesmos para a nuvem. Essa escolha se da por conta da facilidade de uso, a velocidade e a enorme comunidade por trás da linguagem, por outro lado o PHP sofre tendo uma documentação incompleta de muito de seus recursos e a compatibilidade de versões pode se tornar um problema pela falta de padronização entre as versões, fazendo com que algumas funcionalidades precisem ser refeitas (FUCTURA, 2013).

2.1.3.4 MySQL

O *MySQL* é um sistema gerenciador de banco de dados relacional, open source que utiliza a linguagem SQL, criada por David Axmark, Allan Larsson e Michael Widenius e em 2008 foi comprado pela *Sun Microsystems*, por cerca de \$ 1 bilhão de dólares, logo no ano seguinte a Sun foi comprada pela *Oracle* e o *MySQL* se tornou propriedade da empresa (ORACLE, 2009).

O *MySQL* se tornou um dos maiores SGBD, devido a fácil integração com a linguagem PHP, hoje em dia é difícil encontrar um site de hospedagem que não disponibilize o uso do gerenciador.

Atualmente o *MySQL* é o 2º SGBD mais utilizado no mundo ficando atrás somente do *Oracle*, que por vez detém os direitos do *MySQL* também, conforme a Figura 11 (DBENGINES, 2015).

Entre as principais vantagens do *MySQL*, pode se destacar a estabilidade e excelente desempenho, facilidade de uso, portabilidade, além da vasta compatibilidade com as linguagens de programação. Por ser considerado um gerenciador tão completo, conquistou usuários como:

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Jun 2015	May 2015	Jun 2014			Jun 2015	May 2015	Jun 2014
1.	1.	1.	Oracle	Relational DBMS	1466.36	+24.26	-34.56
2.	2.	2.	MySQL	Relational DBMS	1278.36	-15.91	-31.20
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational DBMS	1118.05	-12.98	-105.74
4.	↑ 5.	4.	PostgreSQL	Relational DBMS	280.90	+7.39	+40.92
5.	↓ 4.	5.	MongoDB +	Document store	279.05	+1.73	+47.61
6.	6.	6.	DB2	Relational DBMS	198.70	-2.35	+0.67
7.	7.	7.	Microsoft Access	Relational DBMS	146.49	+0.91	+4.13
8.	8.	↑ 9.	Cassandra +	Wide column store	108.91	+2.36	+27.06
9.	9.	↓ 8.	SQLite	Relational DBMS	107.97	+2.81	+18.79
10.	10.	↑ 12.	Redis	Key-value store	95.49	+0.76	+30.36

Figura 11: Ranking dos SGBDs Junho/2015

Fonte: <http://db-engines.com/en/ranking>

NASA, HP, Cisco Systems, Dataprev, entre outras (MYSQL, 2015).

Por se tratar de um gerenciador de banco de dados tão poderoso, de fácil uso e livre foi o escolhido para armazenar os dados capturados pelos sensores.

2.1.3.5 Servidor em Nuvem

O conceito de servidor em nuvem, refere-se à utilização das capacidades de armazenamento, da memória e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da *Internet*, seguindo o princípio da computação em grade (GARTNER, 2008).

O armazenamento de dados é feito em serviços que poderão ser acessados a qualquer hora e de qualquer lugar do mundo, não havendo necessidade de instalação de programas ou de armazenar dados. O acesso a programas, serviços e arquivos é remoto, através da *Internet*, por isso ficou conhecida por nuvem (SISNEMA, 2009).

Com a utilização de um servidor em nuvem, é possível identificar várias vantagens, sendo as principais delas:

- Economia;
- Flexibilidade;
- Dados disponíveis a qualquer hora e em qualquer lugar;
- Consolidação dos recursos de hardware para que possam ser aproveitados ao máximo e gerenciados de forma inteligente.



Figura 12: Exemplo de um servidor em nuvem

Fonte: <http://www.itaraujo.com.br/computacao-em-nuvem/>

2.2 ESTADO DA ARTE

Desde que a plataforma arduino foi lançada, várias coisas se tornaram possíveis serem construídas, uma dessas coisas são as plataformas para monitoramento da qualidade do ar. Nessa seção serão descritos alguns trabalhos acadêmicos semelhantes ao proposto nesse documento.

Durante o XIV Congresso de iniciação científica, o CONIC-SEMESP, o autor Jaison dos Reis Alves, propõe a construção de uma ferramenta para o monitoramento da qualidade do ar de uma instituição de ensino superior da cidade de Araxá, uma das cidades da mesorregião do Estado de Minas Gerais, através de dados de CO₂, temperatura e umidade. A metodologia empregada pelo autor foi a de coleta dos dados dentro de uma sala de aula, durante todo o dia, com a plataforma arduino sendo movimentada para diversos lugares do ambiente. Os resultados obtidos pelo autor durante o projeto, comprovam um certo grau de poluição atmosférica, e em grande excesso prejudica a saúde dos seres humanos expostos diariamente a ele (ALVES, 2014). A plataforma construída pelo autor conseguiu obter dados bastantes precisos segundo as estatísticas ao final do trabalho, onde o autor afirma que os respectivos dados foram validados com o centro de meteorologia do Uniaraxá, o qual afirmou que a curva de CO₂ está muito parecida com a medida pelo equipamento.

No artigo escrito (DEVARAKONDA et al.,) por um grupo de estudantes da Universidade de *Rutgers, Piscataway, New Jersey* são desenvolvidos duas ferramentas, a primeira uma caixa de sensoriamento móvel, chamada pelos autores de MSB (Figura 13), para controlar a

qualidade do ar no interior de um automóvel, a caixa é constituída por um sensor MQ-7 de monóxido de carbono, um de poeira, um GPS e um modem de celular e tudo isso passa a ser alimentado pela bateria do veículo. Foi utilizado um Arduino Mega128 como protótipo de implementação, juntamente com o sensor MQ-7 para captura do monóxido de carbono. O custo da plataforma chegou a cerca de U\$ 700 dólares mais o valor do plano de dados pré-pago de 1,5 gigabytes do modem de celular para a transmissão dos dados. Podemos perceber que o valor do projeto ficou em torno de U\$ 725 dólares.

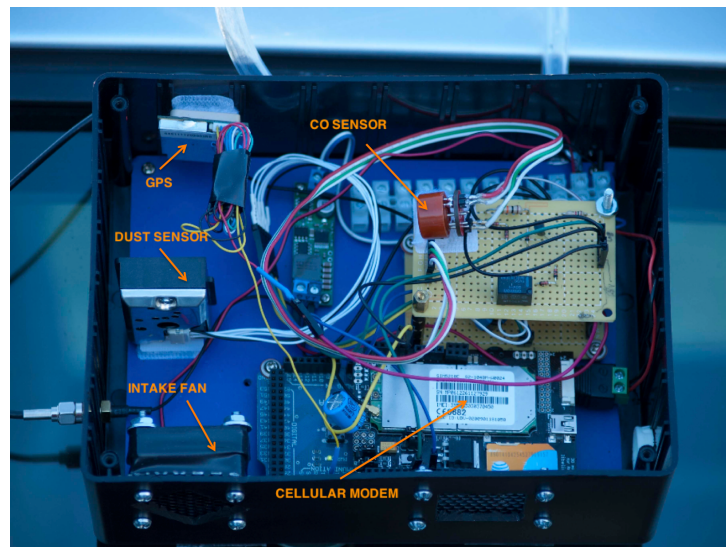


Figura 13: Mobile Sensing Box

Fonte: <http://doi.acm.org/10.1145/2505821.2505834>

A segunda ferramenta implementada pelo grupo é um sensor pessoal, chamado de PSD (Figura 14), é composto por um sensor móvel de qualidade do ar e um *smartphone* usado como repositório central, o custo para desenvolvimento foi de U\$ 400 dólares.

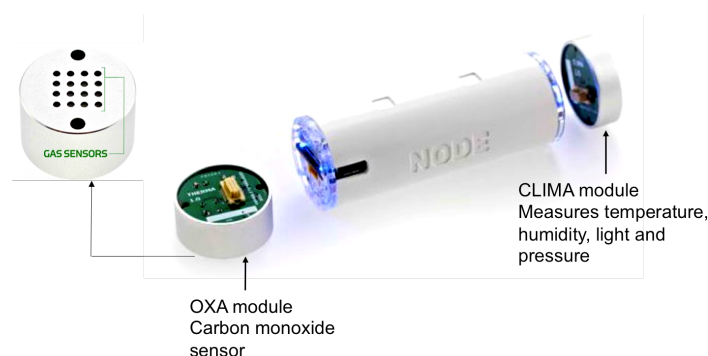


Figura 14: Personal Sensing Device

Fonte: <http://doi.acm.org/10.1145/2505821.2505834>

Ao final dos experimentos realizados pelos estudantes é concluído que as duas aplicações são viáveis, mostrando ainda que o dispositivo chamado PSD pode ser utilizado conveniente-

mente no interior de um carro e ainda assim produzir dados significativos.

Em 2009 (NARIYA et al., 2009) por um grupo de estudantes da Universidade de Tóquio, tendo como principal objetivo aumentar a consciência das pessoas em relação aos perigos do CO₂. O sistema desenvolvido pelos estudantes é composto por um dispositivo de detecção e de um *software* de navegação. O sistema é portátil e inclui um arduino, um sensor de CO₂ e um computador portátil (Figura 15). O sensor de CO₂ é embalado em uma caixa de plástico com furos, para detectar a localização de onde o usuário do sistema está, foi utilizado uma tecnologia de núcleo que através de sinal *Wi-Fi*, permite determinar a localização atual, chamada *PlaceEngine*. Carregando esse sistema o usuário pode gravar simultaneamente a concentração de CO₂, levando em consideração o tempo e localização.

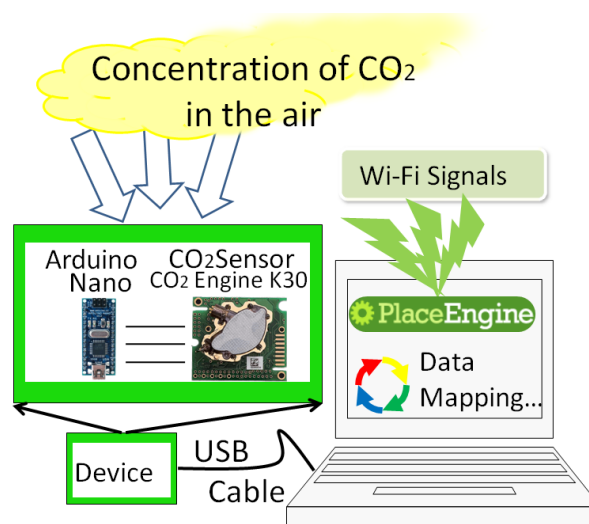


Figura 15: Diagrama de sistema de fluxo de dados

Fonte: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1599396>

Por último foi implementado um *software* para a visualização dos dados obtidos conforme o tempo e localização. Esse *software* traça os dados em formato de círculos coloridos no mapa (Figura 16), esses círculos variam de cor indo do azul ao vermelho, sendo a cor azul a valores menores de CO₂ e vermelho a valores mais altos.

Como resultado obtido pelos autores, puderam notar que a concentração de CO₂ nos ambientes testados difere conforme o meio ambiente presente, em ambientes onde a um número de árvores elevado, se obteve baixos níveis de CO₂, já em áreas centrais foram registradas altas concentrações de CO₂. Relatos de alguns dos usuários que testaram o sistema, afirma que o mesmo pode ser utilizado como uma ferramenta que proporciona uma percepção intuitiva da concentração de CO₂ nos ambientes circundantes.

Os três trabalhos descritos nessa seção mostram que o desenvolvimento da plataforma



Figura 16: Distribuição de CO2 conforme localização

Fonte: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1599396>

não é apenas possível, como viável e importante para o conscientização a respeito do CO2.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve os passos para o desenvolvimento da plataforma arduino para monitoramento da qualidade do ar. Os passos metodológicos a seguir descritos sugerem como o projeto deve ser elaborado.

- Estudo das tecnologias: Nessa etapa será estudado as tecnologias empregadas para a execução e construção do projeto proposto, para isso será preciso compreender o funcionamento da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino em comunicação com o módulo *Ethernet Shield*, do sensor de captura de CO₂ o MG811 e do sensor auxiliar DHT11 de temperatura e umidade, juntamente com a integração da linguagem PHP com o arduino.
- Interligar componentes: Nesta etapa será interligado a placa arduino com o módulo *Ethernet Shield*, sensores, display LCD e a *protoboard*, conforme esquema detalhado no capítulo 4.
- Desenvolvimento do algoritmo: Juntamente com a interligação dos componentes, através do *software* Arduino IDE será implementado o algoritmo para captura do nível de CO₂, temperatura e umidade e a exibição dos dados obtidos no display. Através da linguagem PHP será escrito o código responsável por pegar os dados obtidos pelo arduino e salvar em uma base de dados e posteriormente na nuvem.
- Testes: Em paralelo com o desenvolvimento do algoritmo será efetuado primeiramente testes básicos, para verificar se os componentes estão interligados corretamente e em perfeito funcionamento. Os testes serão executados durante vinte e quatro horas nos dias iniciais para verificar a taxa de variação dos dados. Após a conclusão dos testes será analisado a possibilidade de testes em ambientes reais.
- Preparação dos ambientes: Com a etapa de implementação do algoritmo terminada e os testes iniciais concluídos, será preciso preparar os ambiente de teste reais para a plata-

forma, esses serão os mais variados possíveis, desde escritórios normais a oficinas automobilísticas.

4 DESENVOLVIMENTO

Nesse capítulo será apresentando o diferencial tecnológico e o desenvolvimento inicial da plataforma de monitoramento da emissão de CO₂ em ambientes internos.

4.1 DIFERENCIAL TECNOLÓGICO

Nessa seção será referencial o diferencial proposto por esse trabalho em relação a ferramentas já existentes para o monitoramento do CO₂.

Atualmente é possível encontrar no mercado diversas ferramentas que se propõem a monitorar a emissão de CO₂, entre elas estão o *Autopilot Desktop CO2 Monitor* (Figura 17), produzido pela *Hydrofarm*, focado especialmente para o monitoramento em casa de vegetação, sala de hidroponia, e outros lugares onde as plantas precisam de ajuda para crescer bem (HYDROFARM, 2015), o *cSense CO2 + RH/T Monitor* (Figura 18), produzido pela CO₂ Meter¹, ferramenta focada em ambientes internos, outro monitor desenvolvido pela CO₂ Meter, porém esse sendo portátil, sendo possível carregar através da USB de um computador ou uma fonte 12VAC, chamado de *Mini CO2 Monitor* (Figura 19).



Figura 17: Autopilot Desktop CO2 Monitor

Fonte: <https://www.hydrofarm.com/p/APCEM>

Conhecendo algumas das ferramentas de monitoramento da emissão de CO₂ disponíveis no mercado, é possível entender melhor a plataforma proposta nesse trabalho. Para a realização desse trabalho será utilizado os seguintes componentes, seguido de seus respectivos valores de

¹ Site oficial: <http://www.co2meter.com>



Figura 18: cSense CO2 + RH/T Monitor

Fonte: <http://www.co2meter.com/products/csense-wallmount-co2-temp-rh-monitor-with-relay>



RAD-0301

Figura 19: Mini CO2 Monitor

Fonte:

<http://www.co2meter.com/collections/data-loggers/products/co2mini-co2-indoor-air-quality-monitor>

aquisição:

- Plataforma de Prototipagem Eletrônica Arduino Uno Rev 3 - \$ 27,99 dólares;
- Módulo Ethernet Shield W5100 - \$ 9,18 dólares;
- Sensor de dióxido de carbono MG811 - \$ 46,99 dólares;
- Sensor de temperatura e umidade DHT11 - \$ 3,11 dólares;
- Protoboard 840 - \$ 3,36 dólares;
- Fios jumper - \$ 2,14 dólares;
- Display LCD do tipo JHD 162A de 16x2 - \$ 3,50 dólares;
- Servidor de internet.

Os recursos para construção da plataforma são todos de responsabilidade do autor do projeto, somente o servidor de internet que será utilizado um fornecido pela instituição de ensino, tendo um custo total de \$ 96,27 dólares. Sabendo-se como a plataforma é composta,

- Pino 2 do LCD ligado ao 5V do arduino;
- Pino 4 do LCD ligado ao pino digital 12 do arduino;
- Pino 5 do LCD ligado ao GND do arduino;
- Pino 6 do LCD ligado ao pino digital 11 do arduino;
- Pino 11 do LCD ligado ao pino digital 6 do arduino;
- Pino 12 do LCD ligado ao pino digital 5 do arduino;
- Pino 13 do LCD ligado ao pino digital 3 do arduino;
- Pino 14 do LCD ligado ao pino digital 2 do arduino;
- Pino 15 do LCD ligado ao 5V do arduino;
- Pino 16 do LCD ligado ao GND do arduino.

4.2.2 DHT11

Ligação do sensor de temperatura e umidade DHT11 a placa arduino, da esquerda para a direita (Figura 21).

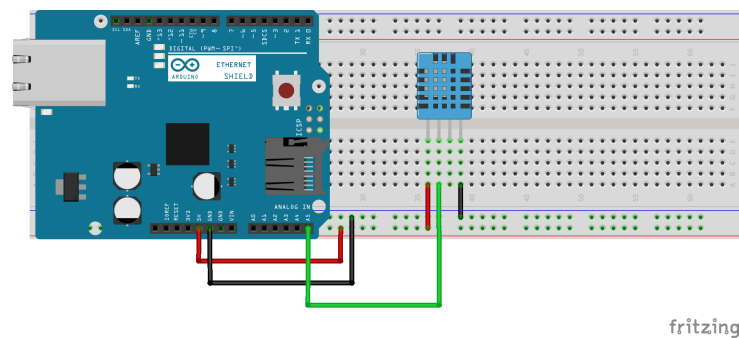


Figura 21: Esquema Fritzing DHT11

Fonte:

<http://blog.filipeflop.com/sensores/monitorando-temperatura-e-umidade-com-o-sensor-dht11.html>

- Pino 1 do DHT11 ligado ao 5V do arduino;
- Pino 2 do DHT11 ligado a entrada analogia A5 do arduino;
- Pino 4 do DHT11 ligado ao GND do arduino;

4.2.3 MG-811

Ligação do sensor de dióxido de carbono MG-811 a placa arduino, da esquerda para a direita de baixo para cima(Figura 22).

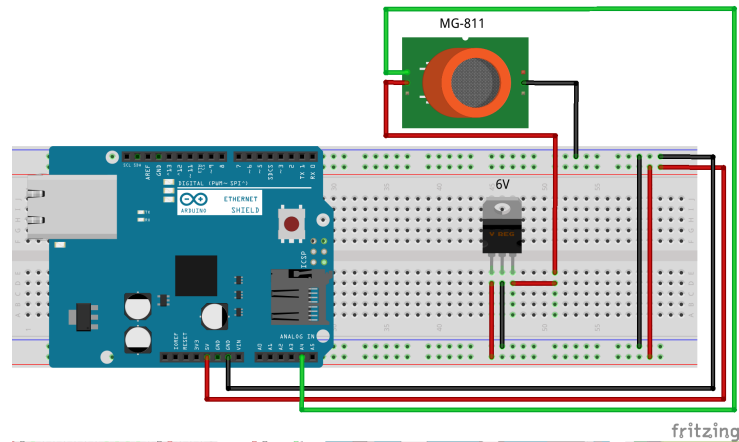


Figura 22: Esquema Fritzing MG-811

Fonte: http://www.veetech.org.uk/Prototype_CO2_Monitor.htm

- Pino 1 do MG-811 ligado ao 5V do arduino;
- Pino 2 do MG-811 ligado a entrada analógica A4 do arduino;
- Pino 3 do MG-811 ligado ao GND do arduino;

4.2.4 Esquema Final

Ao final de todas as ligações é esperado que o circuito fique parecido com o da Figura 23.

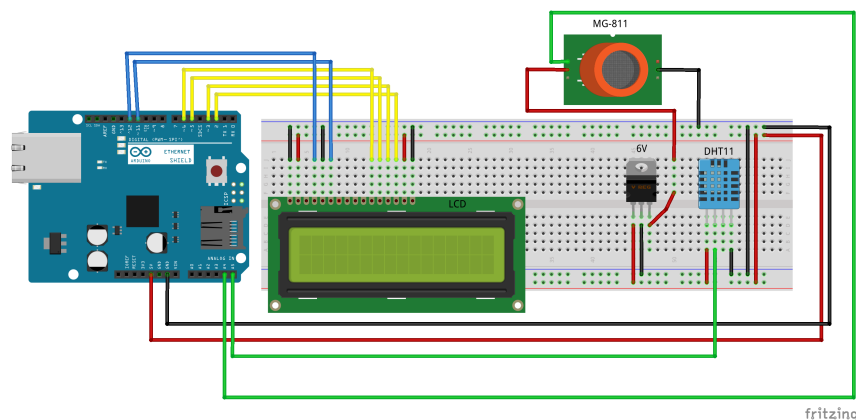


Figura 23: Esquema Fritzing completo da plataforma

Fonte: O Autor

4.3 FLUXO DE DADOS

A plataforma para monitoramento da emissão de CO₂, após pronto o algoritmo de captura de dados, deverá ter um fluxo semelhante ao da Figura 24.

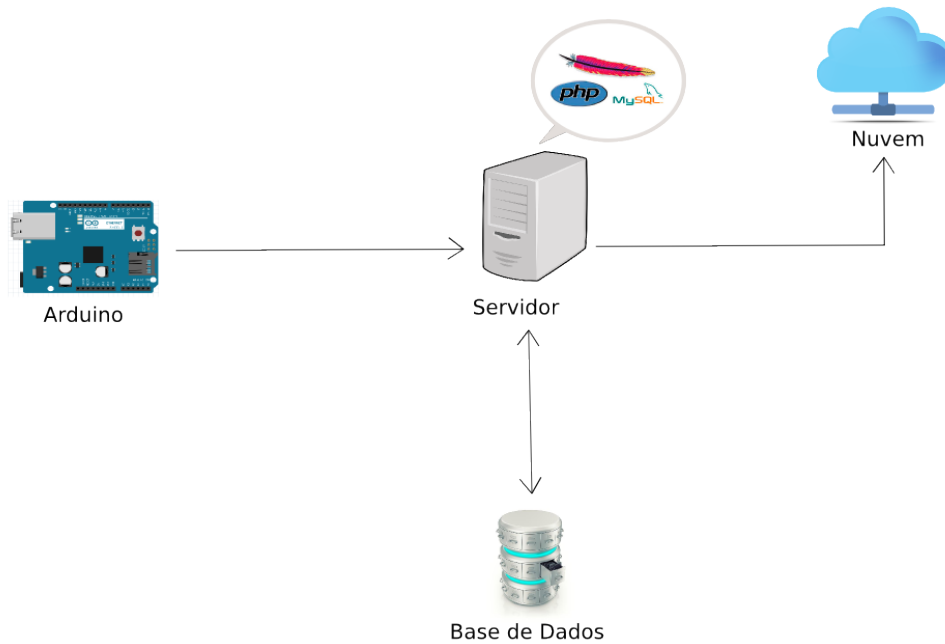


Figura 24: Fluxo de dados da plataforma

Fonte: O Autor

A plataforma arduino deverá ao capturar dados com seus sensores, para então enviá-los para o servidor, o qual através da linguagem de programação PHP irá salvar os dados recebidos em uma base de dados, essa controlada pelo SGBD *MySQL*. Uma vez salvo esses dados, o servidor estará apto a consultá-los e enviá-los para um servidor de nuvem. Com os dados salvos na nuvem, é possível visualizá-los através de qualquer dispositivo com acesso a *Internet*.

Dessa forma, a plataforma consegue atingir seus objetivos, proporcionando um monitoramento da emissão de CO₂ no ambiente e garantindo um meio virtual de acompanhar a qualidade do ar, esse através de um servidor de nuvem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse capítulo é destacado as considerações finais desse trabalho, tomando como base a contribuição do mesmo, as dificuldades encontradas e algumas das lições aprendidas.

5.1 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

Após a concretização desse projeto, é esperado que a atenção a respeito da qualidade do ar interno, seja maior, uma vez que já afirmado por *Yuanhui Zhang* no excelente *Indoor Air Quality Engineering*, que o ar de ambientes interno pode ser até 5 vezes mais poluído e ocasionalmente até 100 vezes mais, que o ar de ambientes externos.

Como as pessoas tendem a passar mais tempos em ambientes internos, isso torna o desenvolvimento da plataforma quase uma obrigação social, para alertar e possivelmente evitar que a saúde de pessoas sejam afetada por uma qualidade de ar ruim.

5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A principal dificuldade encontrada durante a escrita desse documento, foi encontrar referências claras e passível de confiança a respeito do sensor de dióxido de carbono, o MG-811.

Outro ponto onde foi encontrado dificuldade, foi a de falta de continuidade em alguma das referências, um exemplo disso é o artigo escrito pelo autor Jaison dos Reis Alves, no CONIC de 2014, porém mesmo incompleto teve grande importância durante a escrita desse documento.

5.3 LIÇÕES APRENDIDAS

Durante a escrita desse documento, pode-se aprender duas lições importantes:

- Importância de uma boa qualidade do ar;

- Efeitos das grandes concentrações de CO₂;

REFERÊNCIAS

ALVES, J. R. Acompanhamento da qualidade do ar dentro de uma instituição de ensino superior da cidade de araxá-mg, através dos dados de co2, temperatura e umidade. **Congresso Nacional de Iniciação Científica**, v. 14, 2014. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2014/trabalho-1000018561.pdf>>.

ARDUINO. **Arduino Uno**. 2015. Acesso em: 05 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>.

CEPAGRI. **Escala Psicrométrica UNICAMP para Indicação de níveis de Umidade Relativa do Ar Prejudiciais à Saúde Humana**. 2009. Acesso em: 28 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html>>.

CIRCUITSTODAY. **Story and History of Development of Arduino**. 2014. Acesso em: 05 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.circuitstoday.com/story-and-history-of-development-of-arduino>>.

D-ROBOTICS, U. **DHT11 Humidity & Temperature Sensor**. 2010. Acesso em: 06 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>>.

DBENGINES. **DB-Engines Ranking**. 2015. Acesso em: 07 de junho de 2015. Disponível em: <<http://db-engines.com/en/ranking>>.

DEVARAKONDA, S. 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**. New York, NY, USA: [s.n.]. Acesso em: 20 de mar. de 2015. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2505821.2505834>>.

ECYCLE. **Dióxido de Carbono: essencial por um lado, prejudicial por outro**. 2015. Acesso em: 04 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/63-meio-ambiente/2375-dioxido-de-carbono-co2-essencial-prejudicial-composto-gasoso-fotossintese-respiracao-noturno-fontes-usos-industria-decomposicao-erupcoes-atividade-humana-efeito-estufa-excesso-poluicao-sumidores-sequestradores-doencas-aquecimento-global-alternativas.html>>.

FRITZING. **FRITZING Eletronic Made Easy**. 2015. Acesso em: 06 de junho de 2015. Disponível em: <<http://fritzing.org/home/>>.

FUCTURA. **Vantagens e desvantagens do PHP**. 2013. Acesso em: 07 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.fuctura.com.br/2013/01/vantagens-e-desvantagens-do-php/>>.

FUNHEN. **Quais são os perigos de CO2 do gás?** 2015. Acesso em: 20 de março de 2015. Disponível em: <<http://www.funhen.com/quais-sao-os-perigos-de-co2-do-gas/>>.

GARTNER, I. **Gartner Says Cloud Computing Will Be As Influential As E-business**. 2008. Acesso em: 08 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/707508>>.

GIODA, A. **Poluição atmosférica e de interiores: influência mútua e seus reflexos na saúde**. 212 f. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado Química Orgânica–Instituto de Química)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Acesso em: 03 de junho de 2015. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/6406666/controle-da-poluicao-atmosferica-capitulo-9-ar-interno/12>>.

HAINES, R.; WILSON, C. **HVAC Systems Design Handbook**. McGraw-Hill, 1998. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=pM5SAAAAMAAJ>>.

HAYDEN, B. P. **Climate, humans, and human affairs**. 2009. Acesso em: 28 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.britannica.com/science/climate-meteorology/Climate-humans-and-human-affairs>>.

HISTORIA, S. **Revolução Industrial**. 2012. Acesso em: 3 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>>.

HYDROFARM. **APCEMCO2 Monitor Operating Instructions**. 2015. Acesso em: 4 de junho de 2015. Disponível em: <<https://www.hydrofarm.com/p/APCEM>>.

JONES, A. Indoor air quality and health. **Atmospheric Environment**, v. 33, n. 28, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231099002721>>.

MELLO, H. **O que é Arduino?** 2010. Acesso em 06 de junho de 2015. Disponível em: <<https://projeto39.wordpress.com/o-arduino/>>.

MYSQL. **Why MySQL?** 2015. Acesso em: 07 de junho de 2015. Disponível em: <<https://www.mysql.com/why-mysql/>>.

NARIYA, T. et al. Spatio-temporal sensing and visualizing of co 2. In: ACM. **SIGGRAPH'09: Posters**. 2009. p. 95. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1599396>>.

ONLINE, J. **CO2 pode deixar trabalhadores doentes e reduzir a concentração**. 2007. Acesso em: 4 de junho de 2015. Disponível em: <<http://quest1.jb.com.br/extra/2007/11/16/e161125733.html>>.

ORACLE. **About Oracle**. 2009. Acesso em: 07 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.oracle.com/br/corporate/index.html>>.

PAPENMEIER, A. **Beestatistics on behalf of the “SPULLENMANNEN”**. University of Twente, 2013. Acesso em: 06 de junho de 2015. Disponível em: <<http://andrea.taheri-create.com/pics/gallery/projects/b/breport.pdf>>.

PHP. **PHP**. 2015. Acesso em: 06 de junho de 2015. Disponível em: <<http://php.net>>.

PRESSE, F. **Concentração de CO2 na atmosfera bate recorde e preocupa, diz agência**. 2015. Acesso em: 05 de junho de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/05/concentracao-de-co2-na-atmosfera-bate-recorde-e-preocupa-diz-agencia.html>>.

QUADROS, M.; AMBIENTAL, U. F. de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em E. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental., 2008. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=MDGBkgEACAAJ>>.

ROBOKITS. **Ethernet Shield W5100 For Arduino**. 2015. Acesso em: 05 de junho de 2015. Disponível em: <<http://robokits.co.in/arduino/ethernet-shield-w5100-for-arduino>>.

SANTOS, V. S. **Poluição do ar**. 2011. Acesso em: 8 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/biologia/poluicao-ar.htm>>.

SISNEMA. **Cloud Computing - Novo modelo de computação**. 2009. Acesso em: 08 de junho de 2015. Disponível em: <<http://sisnema.com.br/Materias/idmat019433.htm>>.

SOUZA, F. **Arduino - Primeiros Passos**. 2013. Acesso em: 06 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/arduino-primeiros-passos/>>.

TECHTUDO. **O que é um Arduino e o que pode ser feito com ele?** 2013. Acesso em: 05 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/o-que-e-um-arduino-e-o-que-pode-ser-feito-com-ele.html>>.

TIOBE. **TIOBE Index for June 2015**. 2015. Acesso em: 06 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>>.

WHITE, J. et al. **Global Climate Change Linkages: Acid Rain, Air Quality, and Stratospheric Ozone**. Springer, 1989. (Icss Study; 13). Acesso em: 03 de junho de 2015. ISBN 9780444015150. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=gnaNHeU4rgQC>>.

WMO. **Record Greenhouse Gas Levels Impact Atmosphere and Oceans**. 2014. Acesso em: 05 de junho de 2015. Disponível em: <<https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press-releases/pr-1002-en.html>>.

ZHANG, Y. **Indoor Air Quality Engineering**. Taylor & Francis, 2004. Acesso em: 03 de junho de 2015. ISBN 9780203488553. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=mUjLBQAAQBAJ>>.