

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
JEAN CARLOS MACEDO

**SIMÔNIA: SISTEMA DE MONITORAMENTO DO NÍVEL DE AMÔNIA**

jeanjcm@icloud.com

LAGES - SC

2016

JEAN CARLOS MACEDO

## **SIMÔNIA: SISTEMA DE MONITORAMENTO DO NÍVEL DE AMÔNIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Coordenador Prof. Me Márcio José Sembay

Orientador Prof. Esp. João Francisco Frank Gil

LAGES - SC

2016

JEAN CARLOS MACEDO

## **SIMÔNIA: SISTEMA DE MONITORAMENTO DO NÍVEL DE AMÔNIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Coordenador Prof. Me Márcio José Sembay

Orientador Prof. Esp. João Francisco Frank Gil

Lages, SC \_\_\_/\_\_\_/2016. Nota \_\_\_\_\_

---

Marcio José Sembay

Coordenador do Curso de Ciência da Computação

LAGES - SC

2016

## **SIMÔNIA: SISTEMA DE MONITORAMENTO DO NÍVEL DE AMÔNIA**

Jean Carlos Macedo<sup>1</sup>

João Francisco Frank Gil<sup>2</sup>

### **RESUMO**

O presente trabalho descreve um projeto e o desenvolvimento de um sistema para monitorar a concentração de amônia em ambientes que utilizam do mesmo para refrigeração, principalmente em indústrias alimentícias, de Lages e região, baseado em pesquisas e estudo aplicado. Foi realizado um levantamento de informações sobre segurança do trabalho, normas regulamentadoras e estatísticas de acidentes de trabalho, visando um embasamento coerente para seu desenvolvimento. O objetivo foi desenvolver um equipamento que realiza as medições propostas, este projeto abrange a área de segurança do trabalhador desse tipo de indústria, zelando por sua vida e saúde. Para alcançar demais objetivos traçados, foram realizadas pesquisas em trabalhos acadêmicos, artigos, manuais, livros e apostilas, principalmente voltados ao conhecimento sobre Arduino e protótipos. O resultado é o funcionamento perfeito do protótipo desenvolvido, conseguindo com sua aplicação adequada, a redução de índices de acidentes de trabalho provocados por vazamento de amônia.

**Palavras Chave:** *Amônia, Arduino, Protótipo, Segurança do trabalho.*

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Ciência da Computação, 8ª Fase, do Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>2</sup> Mestrando em Práticas Transculturais no Centro Universitário UNIFACVEST

# **SIMÔNIA: SYSTEM FOR MONITORING THE LEVEL OF AMMONIA**

Jean Carlos Macedo<sup>1</sup>

João Francisco Frank Gil<sup>2</sup>

## **ABSTRACT**

The present study describes a project and the development of a system to monitor the concentration of ammonia in environment that use the same for refrigeration, mainly in alimentary industry in Lages and region, based on researches and study applied. It was accomplished a survey of information about workplace safety, rules regulated and statistics of work accidents aiming a coherent foundation for its development. As a goal to develop equipment capable to perform the proposal measurement, this project comprehends the area of the security of the workers in this kind of industry, treating carefully of his/her life and healthy. To achieve traced goals, it was done researches in academic essays, articles, manuals, books and annotations, mainly related to the knowledge about Arduino and prototype. The expected results go since the perfect functioning of the developed prototype until the reduction in the statistics of workplace accidents in this area.

**KEYWORDS:** workplace safety; ammonia; Arduino; prototype

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Ciência da Computação, 8ª Fase, do Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>2</sup> Mestrando em Práticas Transculturais no Centro Universitário UNIFACVEST

# **SIMÔNIA: SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL DE AMONÍACO**

Jean Carlos Macedo<sup>1</sup>

João Francisco Frank Gil<sup>2</sup>

## **RESUMEN**

El presente estudio describe un proyecto e desarrollo de un sistema para monitorear la concentración de amonio en ambientes que utilizan del mismo para refrigeración, principalmente en industrias alimentarias de Lages y región, fundamentado en investigaciones y estudios aplicados. Fue realizado un levantamiento de informaciones a respecto de seguridad del trabajo, normas reguladoras y estadísticas sobre accidentes de trabajo mirando un embasamiento coherente para su desarrollo. Con el objetivo en desarrollar un equipamiento que consiga realizar las mediciones propuestas, este proyecto alcanza el área de seguridad del trabajador de ese tipo de industria, tratando con celo por su vida y salud. Para tener éxito con los objetivos trazados fueron realizadas investigaciones en trabajos académicos, artículos, manuales, libros y apostillas, principalmente enfocados al conocimiento sobre Arduino y prototipos. Los resultados esperados van desde el funcionamiento perfecto del prototipo desarrollado, hasta la reducción en estadísticas de accidentes del trabajo en esta área.

**PALABRAS CLAVE:** Seguridad del trabajo; amonio; Arduino; prototipo

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Ciência da Computação, 8ª Fase, do Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>2</sup> Mestrando em Práticas Transculturais no Centro Universitário UNIFACVEST

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Microcontrolador dsPIC30F2010 .....	19
Figura 2: Placa Raspbarry PI B+ .....	21
Figura 3: IDE Arduino.....	24
Figura 4: Shield para placa Arduino - Ethernet.....	25
Figura 5: Sensor de gás MQ-135 detector de qualidade do ar.....	26
Figura 6: Relé utilizado em protótipos de SE.....	27
Figura 7: Modelo de Protoboard, largamente utilizada em eletrônica e projetos.....	28
Figura 8: Shield Display LCD 2.4" Touchscreen .....	28
Figura 9: Modelo de bateria.....	29
Figura 10: Diagrama de caso de uso do SIMÔNIA.....	33
Figura 11: Diagrama de atividade do SIMÔNIA. ....	34
Figura 12: Diagrama de estado do SIMÔNIA.....	35
Figura 13: Diagrama de Sequência para acionamento da sirene. ....	35
Figura 14: Diagrama OOHDM do SIMÔNIA.....	36
Figura 15: Cenário de instalação do SIMÔNIA. ....	37
Figura 16: Tela principal do equipamento central do SIMÔNIA.....	37
Figura 17: Tela de acesso web do SIMÔNIA.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CI	-	Circuito Integrado
CLT	-	Consolidação das Leis do Trabalho
CPU	-	<i>Central Processing Unit</i>
CRFB	-	Constituição da República Federativa do Brasil
DRTE	-	Delegacias Regionais do Trabalho e Emprego
HTML	-	<i>HyperText Markup Language</i>
IDE	-	<i>Integrated Development Environment</i>
KG	-	Quilograma
LCD	-	<i>Liquid Crystal Display</i>
MTE	-	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	-	Norma Regulamentadora
OIT	-	Organização Internacional do Trabalho
PPM	-	Partes por milhão
SE	-	Sistemas Embarcados
SSR	-	<i>Solid State Relay</i>
TCC	-	Trabalho de Conclusão de Curso
USB	-	<i>Universal Serial Bus</i>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limite de tolerância de agentes químicos insalubres. ....	17
Tabela 2. Alguns modelos oficiais de placas Arduino .....	22
Tabela 3: Cronograma do projeto .....	40

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Justificativa .....	12
1.2	Importância .....	12
1.3	Objetivos do projeto .....	13
1.3.1	Objetivo geral .....	13
1.3.2	Objetivos específicos .....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Segurança do trabalho.....	15
2.1.1	Considerações históricas.....	15
2.1.2	Ministério do Trabalho e Emprego.....	16
2.2	Amônia .....	17
2.2.1	Uso da amônia em indústrias alimentícias.....	18
2.3	Sistemas embarcados .....	18
2.3.1	Microcontrolador .....	18
2.3.2	Protótipo .....	20
2.3.3	Arduino .....	21
2.3.4	Dispositivos para protótipos com sistemas embarcados.....	25
3	METODOLOGIA.....	30
3.1	Natureza da Pesquisa .....	30
3.2	Modalidade da Pesquisa .....	30
3.3	Coleta de dados.....	30
3.4	Limitações da Pesquisa.....	31
4	PROJETO .....	32
4.1	Material.....	32
4.2	Ferramentas do projeto .....	32
4.3	Modelagem do sistema .....	33
4.3.1	Diagramas .....	33
4.4	Cenário.....	36
4.5	Tela .....	37
5	TRABALHO CORRELATO.....	39
6	CRONOGRAMA .....	40

7	RESULTADOS .....	41
	REFERÊNCIAS .....	42
	APÊNDICE A - Esquema eletrônico de ligação sem os shields .....	47
	APÊNDICE B – Projeto para montagem da caixa que abriga a central.....	48
	APÊNDICE C – Trecho do código presente no Arduino.....	49

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está cada vez mais presente no nosso dia a dia, seja no lazer, no trabalho, nos estudos e até mesmo na segurança observamos sua eficácia. Ainda assim, observa-se que não é utilizado em algumas áreas, como por exemplo, em segurança do trabalho. Segundo Barcelos (2005), na história da humanidade, o local de trabalho foi e é causa de acidentes gravíssimos. Isso ocorre em todo mundo, e o Brasil possui um alto índice de acidentes de trabalho, colocando-o em uma posição elevada.

O ser humano está propenso a falhar, e as falhas humanas são as causas da maioria dos acidentes, dos mais variados tipos e em praticamente qualquer lugar. Dessa forma, se utilizar de métodos automatizados para a realização de inspeções de segurança e avaliações de riscos, a tendência é que o número de acidentes seja reduzido.

No ambiente de trabalho é necessário um método organizacional, ou ao menos um estudo de riscos que possam estar presente naquele local. Muitas vezes, principalmente em pequenas empresas, ou empresas que expandiram muito rápido, seus proprietários não sabem como funciona a segurança no trabalho e não possuem conhecimento das perdas que isso pode ocasionar (BARBOSA FILHO, 2001).

Este trabalho apresenta um projeto e o desenvolvimento de um sistema de monitoramento do nível de amônia em um ambiente, que realiza aferições em tempo real, emite alertas em caso de detecção de níveis de amônia nocivos e transmite informações via rede, visando a automatização dessa aferição e tornando o ambiente de trabalho um local mais seguro.

Através do desenvolvimento de um protótipo com sistema de sensores para o nível de amônia, será possível reduzir as estatísticas de acidentes de trabalho envolvendo empresas do setor alimentício?

Após o desenvolvimento do protótipo, percebeu-se que seu funcionamento atendeu as expectativas, porém a curto prazo não foi possível confirmar se a redução das estatísticas de acidentes de trabalho em empresas do setor alimentício tornou-se realidade. Como o SIMÔNIA é um sistema preventivo, é capaz de evitar acidentes de trabalho atendendo seus objetivos, e conseqüentemente, reduzir as estatísticas discutidas acima.

## 1.1 Justificativa

A partir de observações feitas durante a prestação de serviços em empresas que utilizam do gás amônia, percebeu-se a carência de um método eficiente de monitoramento em tempo real dos níveis desse gás.

Reis (2007), cita que para o agente químico amônia ser caracterizado como insalubre, é necessário que seu limite de tolerância seja ultrapassado. Sem aferições, não é possível saber esse nível, e pode-se dizer que os ocupantes da área onde possa ocorrer o contato com a amônia, estão correndo riscos de saúde.

Em Natal (Rio Grande do Norte), ocorreu em 11 de julho de 2003 um vazamento de amônia, numa empresa de beneficiamento de camarões. Um dos compressores do sistema de refrigeração teve sua tampa rompida, houve vazamento de cerca de 40 kg do gás até o momento que a válvula principal do sistema foi fechada. O agente químico espalhou-se pela empresa e causou, por exposição prolongada, 2 óbitos e 127 vítimas, das quais 85 foram afastadas temporariamente (BRASÍLIA, 2005). Caso existisse uma forma de monitorar esse gás nessa empresa, os números de vítimas teria sido menor e possivelmente, os óbitos evitados.

Um sistema de sensores monitorando a concentração deste gás em tempo real, traz benefícios para a empresa onde está instalado e para os seus trabalhadores, principalmente na questão de segurança. O protótipo que foi desenvolvido pode ser utilizado em outros ambientes para a detecção de outros gases, sendo necessária a substituição do sensor e uma alteração em seu código. Existem relatos sobre o funcionamento de minas de carvão, destacando que animais (cachorros de pequeno porte e aves em gaiolas), eram utilizados como meio de mensurar a toxicidade dos gases existentes nesses ambientes.

## 1.2 Importância

A vida é o maior valor a ser preservado, e muitas vezes é perdida em acidentes. Evitar acidentes depende de diversos fatores, principalmente o humano. Porém um sistema que auxilie a prevenir acidente é sempre bem-vindo.

O sistema que foi desenvolvido nesse projeto, exhibe informações sobre o nível de amônia nos ambientes onde estão instalados os sensores, para que acidentes de trabalho sejam evitados, preservando a saúde e a vida dos ocupantes da área.

A aplicação do protótipo que foi desenvolvido a partir deste projeto, é ideal para empresas do ramo alimentício que utilizam deste gás para refrigeração. Existe uma comunicação constante com três empresas da região sobre a implantação do protótipo, porém devido a políticas internas contendo muitas fases para implantações de equipamentos, principalmente sendo protótipos, até a data de entrega deste trabalho, nenhuma empresa havia liberado.

### 1.3 Objetivos do projeto

#### 1.3.1 Objetivo geral

Foi realizado o desenvolvimento de um sistema, baseado em um equipamento central, utilizando plataforma de prototipagem Arduino que em conjunto com sensores específicos realizam a aferição do nível do gás amônia, afim de evitar acidentes de trabalho.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

O objetivo geral resulta do sucesso dos objetivos específicos, que no caso desse projeto são definidos os seguintes:

- a) **Aferição em tempo real:** medir a concentração do gás amônia em tempo real, afim de manter a informação atualizada para que haja tempo hábil em caso de constatação de níveis nocivos.
- b) **Emissão de sinal sonoro:** caso seja constatado que o nível do gás no ambiente está acima do permitido, o sistema ativa uma sirene para alertar os ocupantes da área.
- c) **Emissão de sinal visual:** complementando o item acima, o sistema ativa simultâneo a ativação da sirene, uma saída de energia a qual é conectada a uma lâmpada.
- d) **Transmissão aferições via rede:** o sistema transmite informações via rede, para que setores como manutenção e segurança do trabalho, acompanhem a situação da área monitorada.

- e) **Transmissão das aferições via *wireless*:** através de qualquer ponto de rede sem fio instalado em conjunto com a rede local da empresa ou ambiente onde seja instalado o protótipo, é capaz de acessar os dados disponibilizados pelo sistema.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Segurança do trabalho**

Segurança do trabalho é um tema que vem tendo destaque cada vez maior. Isso está ocorrendo pelo motivo de que o trabalho é uma fonte antiga de lesões, adoecimento e até mesmo morte (SANTOS, 2011).

Para entendermos o que é o tema segurança do trabalho, utilizaremos a seguinte definição:

A Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas adotadas, visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho das pessoas envolvidas (PEIXOTO, p.15, 2011).

As medidas de segurança do trabalho devem ser realizadas em todas as empresas, e devem ser praticadas pelos empregados e empregadores, tomando consciência de seus deveres e direitos para que possa haver um ambiente mais seguro e melhor para trabalhar (PEIXOTO, 2011).

#### **2.1.1 Considerações históricas**

Acidentes de trabalho são citados em diversas fontes antigas. O desabamento da Torre de Siloé, mencionado no Novo Testamento de Lucas, é um exemplo de que o tema é realmente antigo. Nessa menção, é passada a informação de que dezoito pessoas, possivelmente trabalhadoras, morreram no incidente. O tema de segurança no trabalho abrange mais do que acidentes de trabalho, como também descrição de doenças causadas pelas condições de trabalho (SANTOS, 2011).

Em meados do século XVIII, iniciava-se na Inglaterra a Revolução Industrial. Nesse período constatou-se um grande aumento no número de acidentes relacionados a trabalho. Santos (2011), defende que a decorrência disso, deveu-se ao uso de máquinas, ao acúmulo de operários em locais confinados, as péssimas condições de salubridade nos ambientes fabris, entre outros motivos. As primeiras normas trabalhistas, surgiram após uma



mobilização social que crescia, a qual aclamava para que o Estado (Inglaterra) intervisse nas relações trabalhistas, dessa forma reduzindo os riscos ocupacionais. Em 1919 foi criada a OIT (Organização Internacional do Trabalho), e até hoje é a grande referência internacional sobre segurança do trabalho (SANTOS, 2011).

### **2.1.1.1 Breve resumo histórico - Brasil**

A criação de uma legislação para a defesa dos trabalhadores, foi surgir no Brasil durante o período da República Velha (1889 – 1930), sendo ampliada durante o Governo Vargas (1930 – 1945), com a criação do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio em 1930. A CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), é realizada em 1943. Essa legislação original foi modificada posteriormente, pela CRFB (Constituição da República Federativa do Brasil) em 1988 (SANTOS, 2011).

### **2.1.2 Ministério do Trabalho e Emprego**

O papel fundamental do Ministério do Trabalho e Emprego, é inspecionar e fiscalizar os ambientes e condições de trabalho em todo território nacional. Para conseguir realizar essas tarefas, o MTE segue o Capítulo V da CLT, o qual trata sobre condições de segurança e medicina do trabalho. A Portaria n. ° 3.214/78 regulamentou o Capítulo citado e também criou as chamadas Normas Regulamentadoras, citado abaixo. Para melhor entendimento, vamos definir Portaria como:

...Ato normativo interno pelo qual os ministros e seus secretários, estes somente no âmbito de sua competência material, estabelecem regras, baixam instruções para aplicação das leis ou tratam da organização e funcionamento de serviços de acordo com a sua natureza administrativa (Brasília, p. 15, 2010).

As representantes do MTE nos estados, são as DRTE (Delegacias Regionais do Trabalho e Emprego), as quais fiscalizam os ambientes de trabalho nas regiões, através de um setor específico (BRASÍLIA, 2002).

### 2.1.2.1 Normas Regulamentadoras

As normas regulamentadoras, também conhecidas como NRs, tem a função de regulamentar e orientar os procedimentos de segurança do trabalho no Brasil.

#### 2.1.2.1.1 NR 15

O projeto deste trabalho está diretamente ligado à essa NR. Ela define as atividades e operações insalubres, e em seu anexo número 11, encontra-se os agentes químicos cuja insalubridade é definida através de um limite de tolerância.

Um trabalhador pode estar sendo prejudicado quando a exposição a esses agentes químicos ultrapassa o limite de tolerância previsto nesse item, que no caso da Amônia, é maior que 20 ppm (partes por milhão) ou 14 mg/m<sup>3</sup> (miligramas por metro cúbico). Estes valores são para até 48 horas semanais de trabalho (BRASIL, 2015).

Tabela 1. Limite de tolerância de agentes químicos insalubres.

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	mg/m <sup>3</sup> **	
Amônia			20	14	médio

Fonte: adaptação Brasil (2015)

\* ppm - partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado.

\*\* mg/m<sup>3</sup> - miligramas por metro cúbico de ar.

A tabela acima, adaptada do anexo 11 da NR 15, demonstra os valores limites de tolerância de amônia em um ambiente de trabalho.

## 2.2 Amônia

A amônia é um composto químico, constituído por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio (NH<sub>3</sub>), sendo que seu estado físico em temperatura e pressão ambiente é gasoso.

Possui várias aplicações, porém merece destaque seu uso como agente refrigerante (substância que absorve grande quantidade de calor quando passa do estado físico líquido para o gasoso) e na fabricação de um importante fertilizante, a ureia (BRASÍLIA, 2005).

### **2.2.1 Uso da amônia em indústrias alimentícias**

A amônia é largamente utilizada em indústrias alimentícias que necessitam de refrigeração, principalmente para manter em uma temperatura ideal os alimentos perecíveis. Os sistemas de refrigeração que a utilizam, são compostos geralmente por uma série de tubulações por onde o agente refrigerante é comprimido e bombeado para os ambientes a serem resfriados ou congelados (BRASÍLIA, 2005).

## **2.3 Sistemas embarcados**

Sistemas embarcados estão presentes em nosso dia-a-dia, mas muitas vezes por não conhecermos, nem percebemos sua presença. Sistemas embarcados podem ser definidos como dispositivos que possuem um computador programável, mas não para uso geral, ou seja, uma central telefônica, uma impressora, sistemas de freios antitravamento em veículos e até mesmo um telefone celular, pode ser um exemplo de um sistema embarcado (TANENBAUM, 2003).

Segundo Tanenbaum (2003), um sistema computacional que seja limitado fisicamente, e que também possui limitações de memória, energia, potência e um número específico de funções, é um sistema embarcado. Na maioria das vezes, está embutido ou associado a outro produto, como nos exemplos citados acima, e também possui características de sistema de tempo real, possuindo alta velocidade de transmissão de dados e tratamento dos mesmos. Geralmente, possui entrada e saída de dados e um microcontrolador.

### **2.3.1 Microcontrolador**

Ouve-se muito falar que microcontrolador é um microcomputador em um único chip. Um microcomputador, é composto basicamente, por um microprocessador, memória e periféricos que se interligam e fazer o sistema todo funcionar (ZANCO, 2005).

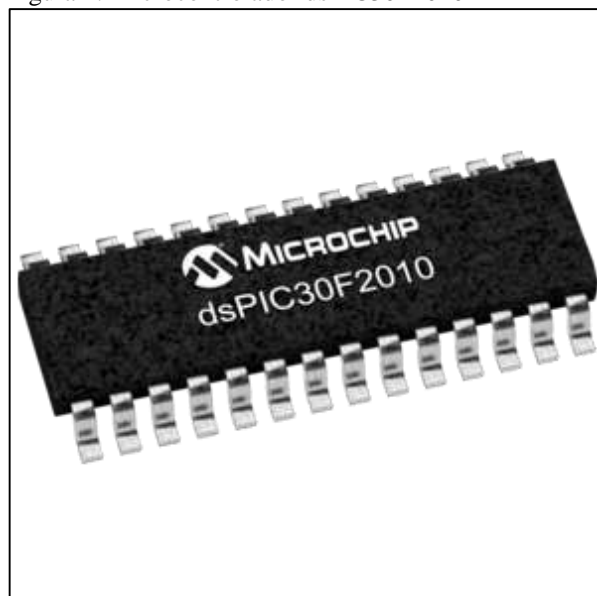
Segundo Gimenez (2002), um microcontrolador pode ser definido como um dispositivo em forma de CI (Circuito Integrado), que possui as partes básicas de um microcomputador. São essas partes: CPU (microprocessador), memória e portas de entrada e saída.

Existem vários fornecedores de Microcontroladores. Alguns exemplos são:

- Atmel;
- Motorola;
- Microchip;
- Mitsubishi;
- NEC;
- Philips;
- SGS;
- Intel;
- Hitachi;
- Toshiba.

Microcontroladores estão presentes em Sistemas Embarcados e também em diversos dispositivos autônomos ou eletrônicos presentes em nosso dia-a-dia. O microcontrolador que foi utilizado no desenvolvimento desse projeto é fabricado pela Atmel.

Figura 1: Microcontrolador dsPIC30F2010



Fonte: MICROCHIP TECHNOLOGY INC. (2016).

A figura acima, demonstra um modelo de um microcontrolador, fabricado pela empresa americana Microchip.

### 2.3.2 Protótipo

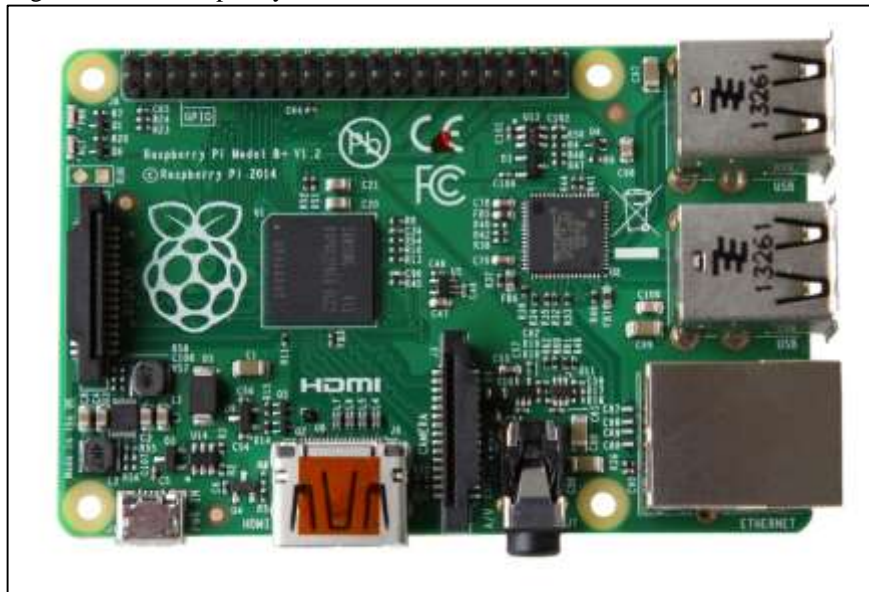
A definição para protótipo, é um primeiro modelo desenvolvido, um modelo exemplar (BUENO, 2000).

O protótipo pode ser classificado de acordo com os objetivos alcançados após seu desenvolvimento. Para Reis (2003), um protótipo pode ser classificado da seguinte maneira:

- **Protótipo físico:** artefato criado para se aproximar o máximo possível as características do produto;
- **Protótipo analítico:** apresenta o produto de uma forma não-tangível;
- **Protótipo compreensivo:** apresenta todas as características do produto;
- **Protótipo focado:** apresenta apenas um ou poucos atributos do produto, focado em alguma função ou funcionalidade específica.

Existem algumas plataformas desenvolvidas, para auxiliar na criação de um protótipo eletrônico, voltados principalmente para a área de automatização de processos e envolvendo, inclusive, a robótica. Dois modelos destas plataformas são Raspberry Pi e Arduino.

Figura 2: Placa Raspberry PI B+



Fonte: [https://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2014/07/rsz\\_b-.jpg](https://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2014/07/rsz_b-.jpg)


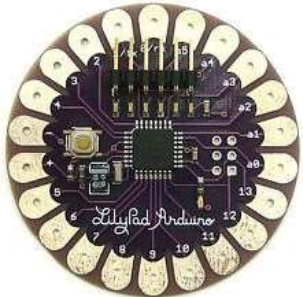

A placa exibida na figura acima, é voltada para o desenvolvimento de protótipos eletrônicos. Ela possui portas para entrada e saída de informações e também um microcontrolador, sendo considerada uma placa de um sistema embarcado (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2014).

### 2.3.3 Arduino

Desenvolvido na Itália, no ano de 2005, o projeto Arduino foi objetivado em oferecer uma plataforma para o desenvolvimento de protótipos eletrônicos de custo baixo, e também possui um manuseio fácil para que qualquer pessoa com conhecimentos básicos de eletrônica computacional e que esteja interessada em desenvolver projetos com ambientes e objetos interativos, consiga utilizá-lo (PINTO, 2011).

Composto por uma placa eletrônica como hardware, e um ambiente de desenvolvimento como software, a plataforma Arduino é definido como um projeto *open source*, afinal a documentação para sua elaboração estão disponíveis abertamente para os usuários (ARDUINO, 2016).

Tabela 2. Alguns modelos oficiais de placas Arduino

<b>Modelo</b>	<b>Hardware</b>
<p><u>UNO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microcontrolador ATMEGA328</li> <li>• Conexão USB (chip ATmega8U2)</li> <li>• Suporte a —Shields para aumento das funcionalidades</li> <li>• Melhor identificação de entradas e saídas</li> </ul>	 <p>The image shows an Arduino Uno R3 board, which is a popular microcontroller board based on the ATmega328P. It features a USB Type-B port, a DC power jack, a reset button, and a large integrated circuit (the ATmega328P) in the center. The board is blue and has a standard breadboard-compatible pin header.</p>
<p><u>LILYPAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microcontrolador ATMEGA328V</li> <li>• Projetado para aplicações em tecidos. Alimentação e conexão com sensores e atuadores através de fio condutor)</li> </ul>	 <p>The image shows a LilyPad Arduino board, which is a circular, flexible board designed for use in wearable electronics. It features a central ATmega328P microcontroller, a USB Type-B port, and a DC power jack. The board is purple and has a circular shape with 16 gold-plated pads around the perimeter for easy connection to other components.</p>
<p><u>MEGA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microcontrolador ATMEGA2560</li> <li>• Conexão USB (chip ATmega8U2)</li> <li>• Maior capacidade de memória de programa</li> </ul>	 <p>The image shows an Arduino Mega 2560 R3 board, which is a high-pin-count microcontroller board based on the ATmega2560. It features a USB Type-B port, a DC power jack, a reset button, and a large integrated circuit (the ATmega2560) in the center. The board is blue and has a standard breadboard-compatible pin header.</p>

Fonte: Pinto (2011, p. 50-51).

A tabela acima, exibe alguns modelos de placas Arduino. Cada uma delas atende a casos diferentes de uso, sendo os principais fatores que influenciam em sua escolha o espaço físico disponível para a acomodação da placa e quantidade de entradas e saídas, analógicas e

digitais necessárias para o desenvolvimento do projeto. As características principais dessas placas são:

- Possuir entradas e saídas, digitais e analógicas;
- Comunicação USB para programação;
- Microcontrolador como elemento inteligente.

Devido a característica de *open source*, inúmeros modelos não-oficiais desse tipo de placa surgiram, sendo geralmente compatíveis com a forma de programação dos modelos oficiais (PINTO, 2011).

Para a programação de placas Arduino, é utilizado um software próprio, que será especificado no tópico 2.3.3.1 deste trabalho.

### **2.3.3.1 Programação**

No próprio site Arduino, é disponibilizado o software para que seja feita a programação para gravação na placa. A linguagem de programação utilizada, é *Wiring*, que lembra muito C++, porem com algumas alterações voltado para a placa Arduino (RODRIGUES; CUNHA, 2014).

O IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino foi desenvolvido em JAVA e a partir do mesmo, pode-se encontrar exemplos e encaminhar a placa Arduino (PINTO, 2011).



Figura 3: IDE Arduino



Fonte: RODRIGUES; CUNHA (2014, p.8).

A figura acima mostra o ambiente de desenvolvimento para algoritmos a serem executados na placa Arduino.

### 2.3.3.2 Shields

Empresas de hardware, visando aumentar as funcionalidades das placas Arduino, desenvolvem placas eletrônicas que encaixam perfeitamente nos pinos de entrada e saída, digital e analógica da placa Arduino. Denominadas como *Shields*, estas placas expandem o potencial da placa principal, acrescentando funções que vão desde o controle de motores elétricos, até sistemas de controle a distância via redes sem fio (PINTO, 2011).

#### 2.3.3.2.1 Ethernet Shield W5100

O Ethernet Shield W5100 possui a função de conectar o sistema embarcado Arduino, na rede e controlá-lo remotamente. É uma placa que encaixa diretamente sobre o

sistema embarcado, possuindo um controlador para efetuar as funções de processamento que não são possíveis de serem realizadas apenas com o Arduino (ARDUINO, 2016).

Figura 4: *Shield* para placa Arduino - Ethernet



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Guide/ArduinoWithEthernetShield.jpg>

A figura 4 exibe um exemplo o módulo Ethernet Shield W5100. Nota-se como seus pinos macho-fêmea são alinhados, permitindo um encaixe perfeito a placa principal e utilizando poucas portas da mesma (ARDUINO, 2016).

#### **2.3.4 Dispositivos para protótipos com sistemas embarcados**

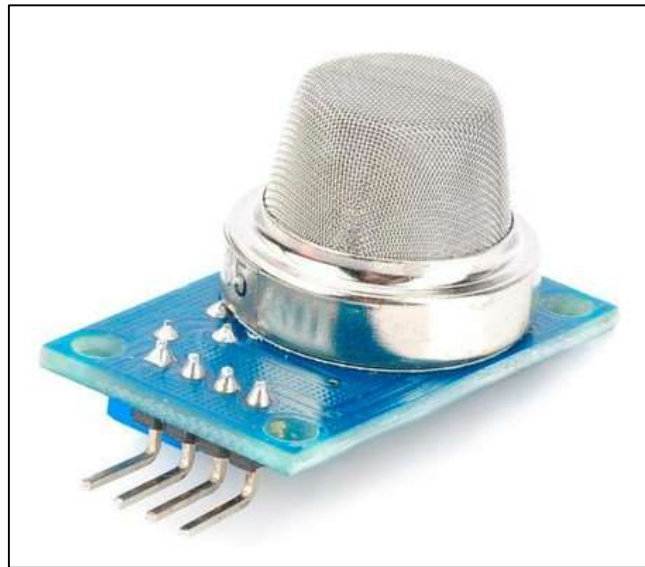
Para o desenvolvimento de protótipos, existem inúmeros dispositivos que podem ser conectados a placas como de Arduino ou de Raspberry PI, sendo eles sensores, reles, dispositivos de entrada e saída de informação em diversas formas entre outros (PONTES, 2014).

Abaixo, serão citados e exemplificados alguns destes dispositivos, que foram utilizados para o desenvolvimento do protótipo proposto neste projeto.

### 2.3.4.1 Sensores

Sensor é definido como um aparelho capaz de localizar, prever ou pressentir objetos ou compostos químicos (SCOTTINI, 2009). Sensores para protótipos ou até mesmo para produtos finais, possuem seu método de sensoriamento e conexões para transmissão de informações e alimentação elétrica do mesmo.

Figura 5: Sensor de gás MQ-135 detector de qualidade do ar



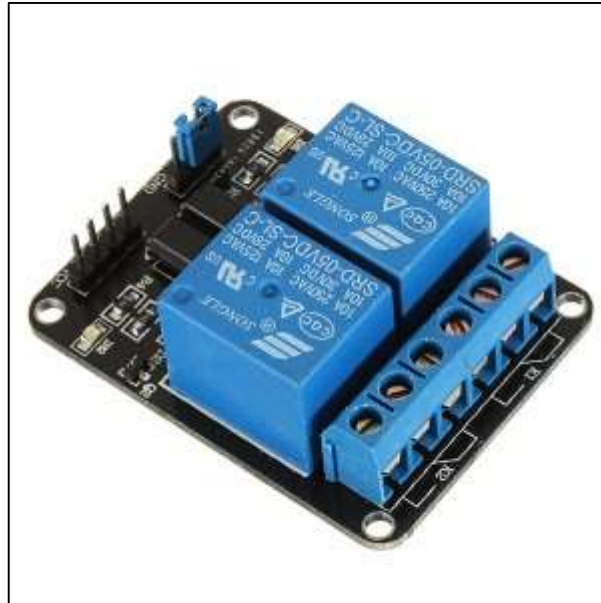
Fonte: <http://www.eletrogate.com/pd-1bd220-sensor-de-qualidade-do-ar-mq-135.html>

O sensor exibido na figura acima, foi utilizado na execução do projeto proposto nesse trabalho, o mesmo detecta concentrações de Amônia que estejam entre 10 e 300 ppm.

### 2.3.4.2 Relé

Quando necessita utilizar alguma fonte de energia externa, para ligar ou desligar algum dispositivo que consome uma quantidade de energia o qual o sistema embarcado não suporta, é utilizado um relé como interruptor do sistema. Segundo Bueno (2000), relé é dispositivo controlado por um circuito através de variações de condições elétricas, internas ou externas.

Figura 6: Relé utilizado em protótipos de SE.



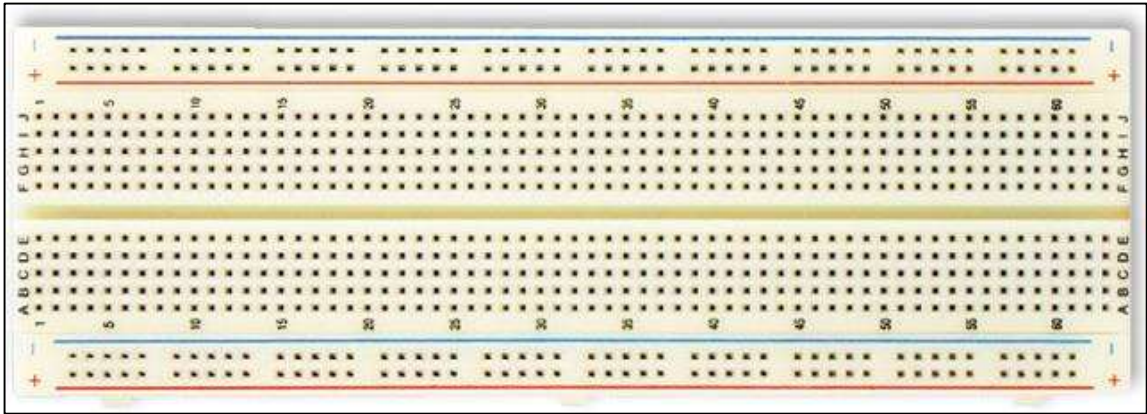
Fonte: [http://blog.filipeflop.com/wp-content/uploads/2013/02/Rele\\_Arduino-300x300.jpg](http://blog.filipeflop.com/wp-content/uploads/2013/02/Rele_Arduino-300x300.jpg)

O modelo de relé presente na figura acima, foi utilizado para o desenvolvimento do protótipo sugerido neste trabalho.

### 2.3.4.3 Protoboard

Para o desenvolvimento de protótipos eletrônicos e montagem provisória de componentes eletrônicos, são utilizadas as protoboards. As protoboards ou placas-matriz, possuem orifícios interligados através de chapas de materiais condutores de energia elétrica, sendo isoladas através de material plástico (ELETRÔNICA DIDÁTICA, 2016).

Figura 7: Modelo de Protoboard, largamente utilizada em eletrônica e projetos.



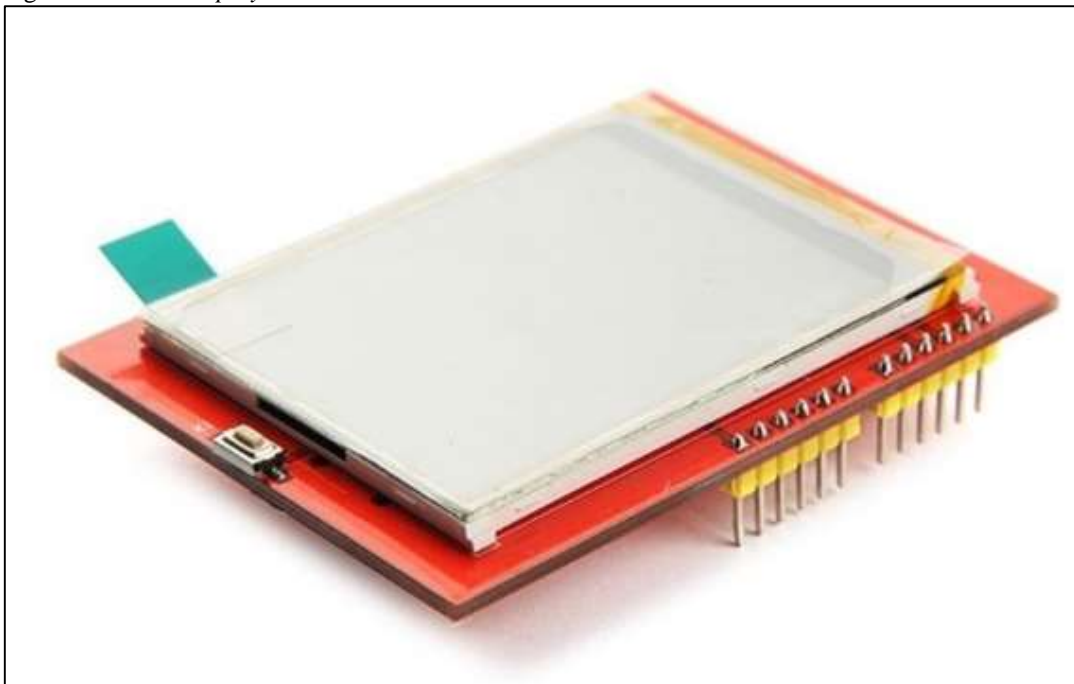
Fonte: [http://www.eletronicadidatica.com.br/images/wwb\\_img1.jpg](http://www.eletronicadidatica.com.br/images/wwb_img1.jpg)

#### 2.3.4.4 *Display*

*Display* ou tela LCD, é um dispositivo de saída de dados, que utiliza de tensão elétrica, presente ou não, para formar caracteres. Presente em muitos equipamentos eletrônicos atualmente, como por exemplo, forno micro-ondas, aparelhos telefônicos e auto rádios, os *displays* tornam fácil a transmissão de informação pelo meio visual (ZANCO, 2010).

Para o desenvolvimento do protótipo, foi utilizado um display em formato Shield, que possui sensores de pressão e também transmite informações de entrada de dados, sendo possível realizar diversas funções através do mesmo.

Figura 8: Shield *Display* LCD 2.4" Touchscreen .



Fonte: <http://www.filipeflop.com/pd-70544-display-lcd-tft-2-4-touchscreen-shield-para-arduino.html>

### 2.3.4.5 Bateria

Segundo Bueno (2000), baterias podem ser definidas como um conjunto de pilhas ou de qualquer outro tipo de acumuladores de energia, em qualquer seja sua forma, que possa transformá-la em energia elétrica. Baterias são fontes de energia utilizadas na maioria dos equipamentos portáteis atuais, ou até mesmo como forma de redundância em caso de falha ou falta de energia elétrica pela concessionária local.

Figura 9: Modelo de bateria



Fonte: <http://www.casadaantena.com.br/bateria-9v-recarregavel-rontek-120mah.html>

Protótipos em que utilizam Arduino, geralmente utilizam baterias semelhantes à exibida na figura 8.

### **3 METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento de uma pesquisa e a elaboração de um projeto de pesquisa, é necessário um baseamento em planejamento cuidadoso, conceituadas reflexões e ligação com conhecimentos existentes (SILVA; MENEZES, 2005).

A seguir, são citados os métodos científicos empregados nesse projeto.

#### **3.1 Natureza da Pesquisa**

O presente trabalho é baseado em pesquisa aplicada, afinal os conhecimentos gerados a partir deste, foram aplicados para a resolução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

#### **3.2 Modalidade da Pesquisa**

Podemos definir o presente trabalho, com pesquisas nas modalidades de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo em indústrias.

Para Fonseca (2002), uma pesquisa bibliográfica é a base para praticamente qualquer trabalho científico, afinal o caráter exploratório em referencial bibliográfico é um dos meios mais utilizados e eficiente na maioria dos casos. É desenvolvida a partir de teorias já analisadas e publicadas, em meios físicos ou eletrônicos.

Quanto a pesquisa de campo, vai além da pesquisa bibliográfica ou documental, pois a partir seu caráter investigativo são realizadas coleta de dados junto a pessoas.

#### **3.3 Coleta de dados**

Muitas informações para o desenvolvimento deste projeto, foram concebidas a partir da coleta de dados, juntamente com profissionais, principalmente na área de segurança do trabalho, de indústrias do setor alimentício de Lages e região. O estudo sobre a viabilidade,

a necessidade de um sistema com as características desse projeto e a preocupação com a saúde dos funcionários dessas indústrias foram de suma importância para seu desenvolvimento.

### **3.4 Limitações da Pesquisa**

Algumas limitações foram destacadas por uma questão de delimitação inclusive de abrangência do projeto. O sistema suporta algumas expansões, pois a quantidade de portas no modelo de Arduino escolhido, é grande o suficiente para atender com sobra as necessidades do sistema, exposto nesse trabalho. Caso seja necessária uma expansão grande, deve ser estudado a quantidade de portas necessárias para essa expansão, e se é possível implementar juntamente com o Arduino e com o sistema desenvolvido. O protótipo não conta com conectividade sem fio nativo no equipamento, pois seu custo elevaria muito com esse diferencial.



## 4 PROJETO

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessária a utilização de uma série de materiais e ferramentas, os quais são descritos a seguir.

### 4.1 Material

Como foi desenvolvido um protótipo para o sistema, a base é em uma placa Arduino MEGA 2560 R3, a qual faz a comunicação entre os sensores, habilita os alarmes e gera as informações a serem exibidas no visor e em uma *web Page*.

A partir dessa base, há a interação entre os seguintes dispositivos:

- a) Display LCD TFT 2.4" Touchscreen Shield (item 2.3.4.4, p. 28);
- b) Ethernet Shield W5100 (item 2.3.3.2.1, p. 24);
- c) Módulo Relé de Estado Sólido SSR 2 Canais 5V (item 2.3.4.2, p 26);
- d) Sirene Eletrônica;
- e) Lâmpada para sinalização;
- f) Sensor de Gás MQ-135 (reagente a amônia, item 2.3.4.1, p. 26).

Além do material citado, foram utilizados cabos, protoboard, uma caixa para acomodação da central e demais componentes eletrônicos necessários no desenvolvimento do protótipo.

### 4.2 Ferramentas do projeto

Praticamente todo o software necessário para o funcionamento básico do sistema, foi desenvolvido no Arduino Software (IDE). A linguagem de programação utilizada foi *Wiring*.

Para a transmissão dos dados via rede, foi necessária a criação de um pequeno código HTML, o qual está disponível em um cartão de memória, alocado no Ethernet Shield W5100 (item 2.3.3.2.1, p. 24).

### 4.3 Modelagem do sistema

O sistema foi modelado e seus diagramas básicos foram desenvolvidos, visando a melhor documentação do mesmo e melhor entendimento do leitor.

#### 4.3.1 Diagramas

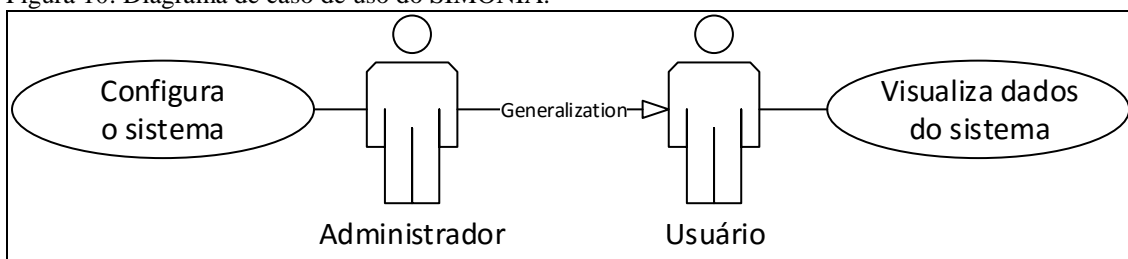
Os diagramas utilizados para esse sistema foram os de caso de uso, estado, atividade, sequência e OOHDM, os quais confere-se abaixo.

##### 4.3.1.1 Caso de uso

Diagramas de caso de uso identificam e descrevem as ações disponibilizadas para os usuários do sistema, conhecidos como atores (NUNES; O'NEILL, 2016).

O diagrama de caso de uso do SIMÔNIA, é exibido na figura abaixo. O Administrador pode configurar o sistema e também realizar o que o Usuário é capaz, que nesse caso é a visualização de dados do sistema.

Figura 10: Diagrama de caso de uso do SIMÔNIA.



Fonte: O próprio autor.

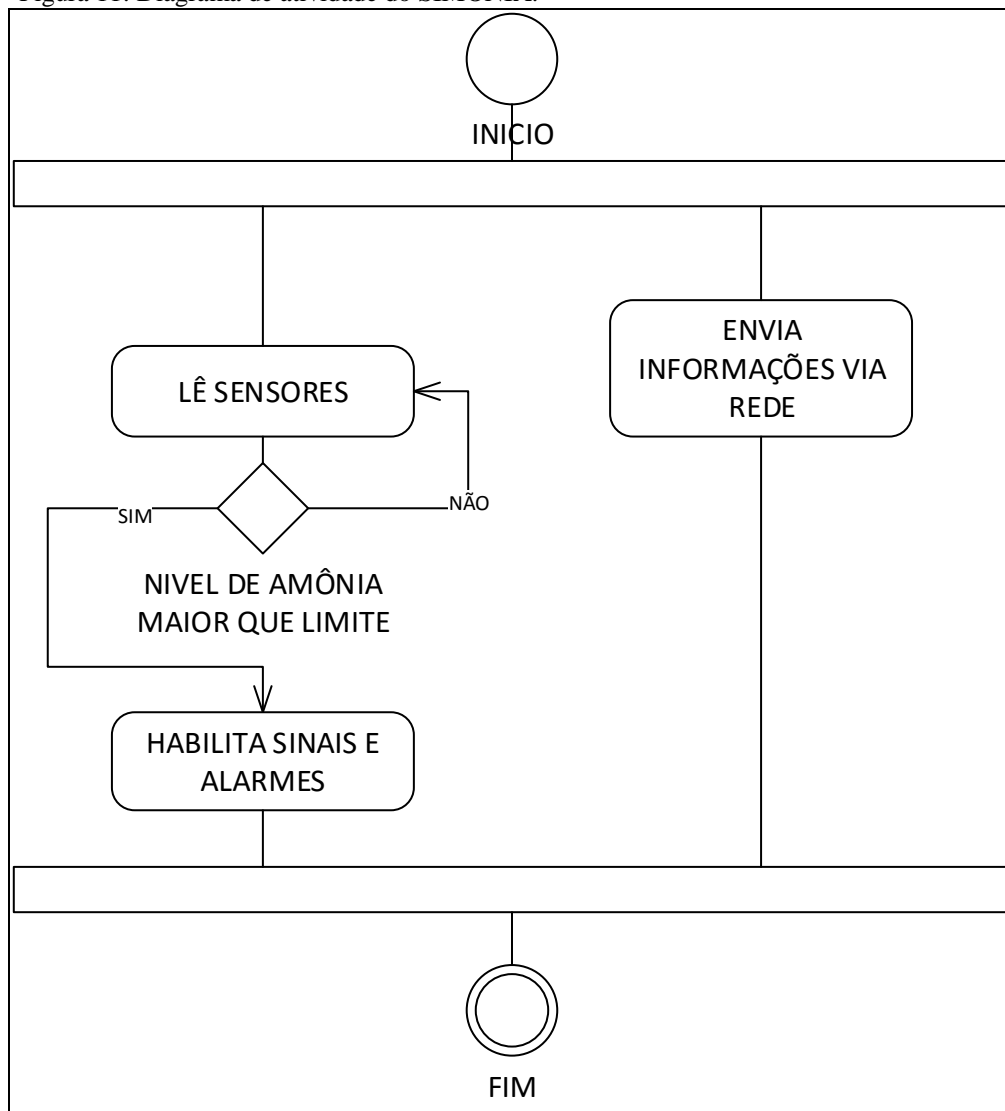
Por ser um sistema praticamente autônomo, o diagrama de caso de uso é pequeno e demonstra suas interações.

##### 4.3.1.2 Atividade

Diagrama de atividade é utilizado para descrever o fluxo de funcionamento de processos (NUNES; O'NEILL, 2016).

O diagrama de atividade do SIMÔNIA é exibido na figura abaixo. Nele contém o ciclo de funcionamento do sistema, seus estados e fluxo de informação.

Figura 11: Diagrama de atividade do SIMÔNIA.



Fonte: o próprio autor.

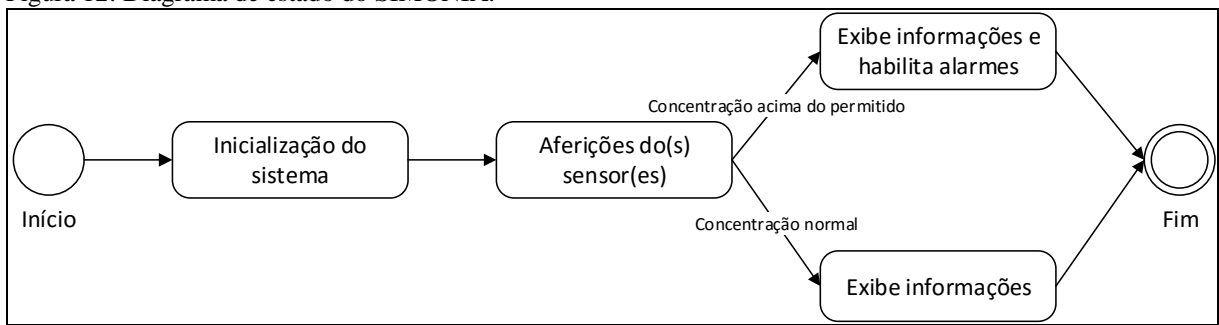
Como podemos observar na figura 11, o sistema paralelamente, envia informações via rede, e faz a leitura dos sensores instalados, tomando a ação de habilitar os alarmes caso seja detectado valores acima dos limites de ppm de amônia configurados.

#### 4.3.1.3 Estado

Diagrama de estado representam os possíveis estados de um sistema e suas transições. Assim como o diagrama de atividade, visa mostrar o ciclo de vida de um sistema, porém ilustra os estados em que o sistema pode entrar (RAMOS, 2013).

Abaixo temos o diagrama de estado do sistema, demonstrando os estados em que o sistema pode entrar.

Figura 12: Diagrama de estado do SIMÔNIA.



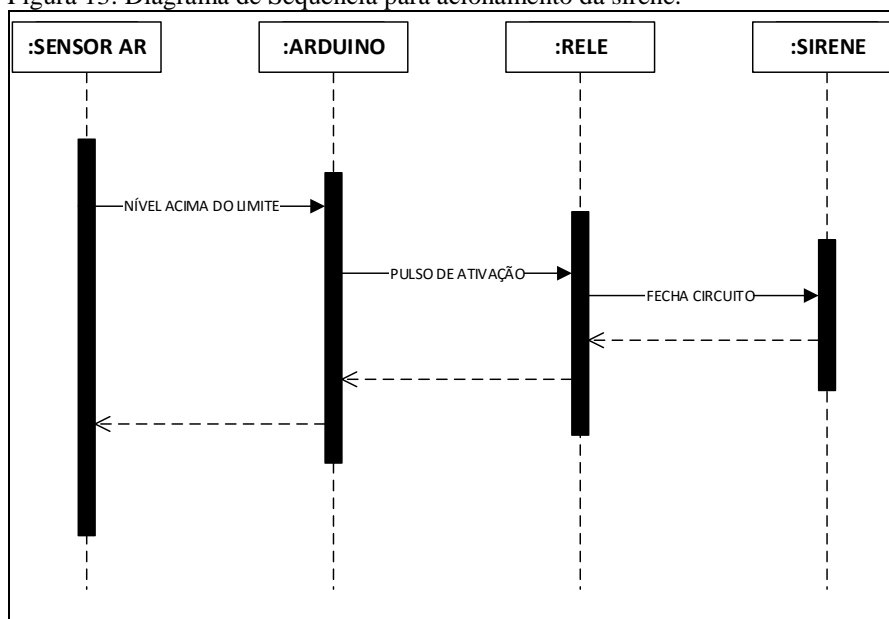
Fonte: o próprio autor.

É possível observar no diagrama acima, o ciclo de vida do SIMÔNIA e estados em que possa estar. Após a inicialização do sistema, os sensores entram em estado de monitoramento, sendo que o sistema muda seu estado e habilita os alarmes quando a concentração de amônia é maior do que a permitida.

#### 4.3.1.4 Sequência

O diagrama de sequência sobre o acionamento dos alarmes do SIMÔNIA é definido pela figura 12, o qual mostra as interações para toda a atividade, desde o momento da detecção de um nível acima do valor limite estabelecido, até o momento em que o circuito de acionamento dos alarmes é fechado, ativando a sirene e a lâmpada de sinalização visual.

Figura 13: Diagrama de Sequência para acionamento da sirene.



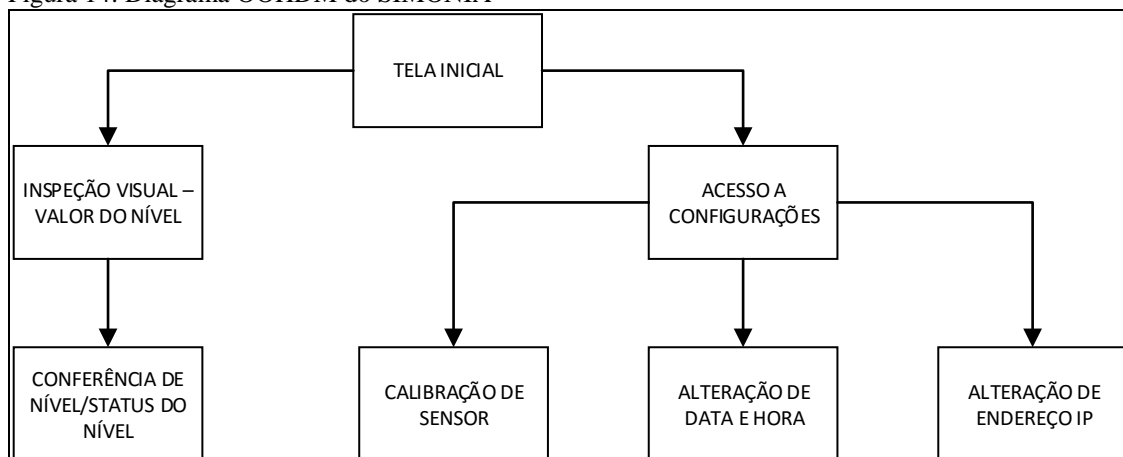
Fonte: o próprio autor.

### 4.3.1.5 OOHDM

OOHDM é um método que foi desenvolvido voltado principalmente para aplicações web, porém seu uso não fica restrito a esse formato. É um processo de desenvolvimento que segue a engenharia de software tradicional e possui um diagrama que passa um fácil entendimento sobre o uso do projeto (CONDACK; SCHWABE, 2004).

A figura a seguir demonstra o diagrama OOHDM do projeto SIMÔNIA. A partir da tela inicial, é possível verificar visualmente o nível de amônia presente no local, e também saber se esse nível é normal ou alto, que pode causar riscos à saúde de quem ocupa a área. Caso seja acessado a parte de configuração, é possível fazer a alteração do endereço de IP do equipamento, de data e hora e inclusive calibrar o sensor caso seja necessário.

Figura 14: Diagrama OOHDM do SIMÔNIA



Fonte: o próprio autor.

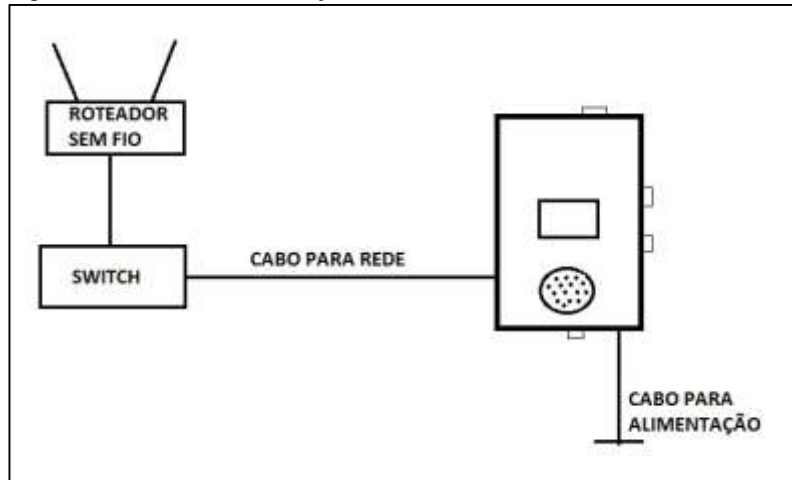
## 4.4 Cenário

O cenário no qual pode ser implantado o sistema, é em perfil de área fabril, onde possui grande fluxo e grande quantidade de pessoas trabalhando.

Na versão desenvolvida (protótipo), o sensor fica alocado na própria estrutura do equipamento central, caso seja necessário monitorar mais de uma área, os sensores ficarão alocados estrategicamente para conseguir maior cobertura possível, afinal essa é a parte fundamental do funcionamento de todo o sistema.

Basicamente, o cenário onde o sistema pode ser aplicado é o demonstrado na figura a seguir, a qual exhibe a facilidade para instalar o protótipo desenvolvido, que necessita apenas de conexão à rede elétrica e à rede lógica para iniciar seu funcionamento.

Figura 15: Cenário de instalação do SIMÔNIA.

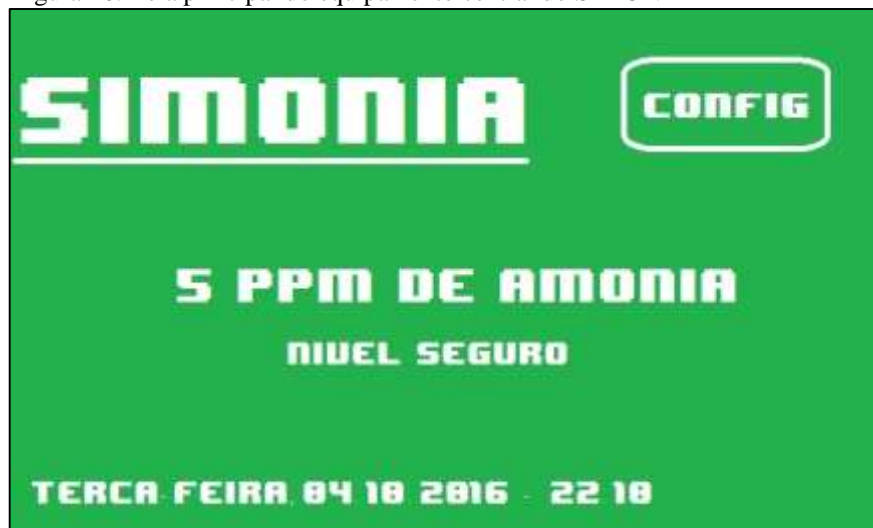


Fonte: o próprio autor.

#### 4.5 Tela

O SIMÔNIA é um protótipo utilizado como uma nova ferramenta de melhoria para segurança dos trabalhadores das indústrias onde pode ser aplicado. De acordo com as funções desenvolvidas, as informações são exibidas em dois formatos. Um deles é através de uma tela alocada no meio do painel central do equipamento principal, e o outro, será através do acesso do endereço do equipamento na rede, podendo ser feito de qualquer dispositivo conectado à mesma rede que o protótipo e que possua um navegador para abrir páginas web.

Figura 16: Tela principal do equipamento central do SIMÔNIA



Fonte: o próprio autor.

Figura 17: Tela de acesso web do SIMÔNIA



Fonte: o próprio autor.

## **5      TRABALHO CORRELATO**

Trabalhos que utilizam da plataforma Arduino não são novidades. Fonseca (2013) desenvolveu como seu Trabalho de Conclusão de Curso, um sistema para monitorar presença de gases tóxicos.

Não foram encontrados trabalhos semelhantes, empregando o uso do sensor de amônia de comunicação via rede no mesmo projeto, esse foi um dos motivos do desenvolvimento desse projeto.



## 6 CRONOGRAMA

Desde a concepção do projeto, foi adotado um cronograma para a realização das atividades. O cronograma é exibido na figura abaixo.

Tabela 3: Cronograma do projeto

Atividades Realizadas	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Idealização do projeto e levantamento de requisitos										
Pesquisa bibliográfica										
Estudo de técnicas e metodologia										
Especificação do projeto										
Pré-apresentação TCC										
Entrega Final TCC I										
Defesa e apresentação TCC I a banca avaliadora										
Adequação da proposta para o projeto										
Definição das funcionalidades do sistema										
Execução do projeto										
Testes										
Entrega Final TCC II										
Defesa e apresentação TCC II a banca avaliadora										

Fonte: Arquivo do autor.

## 7 RESULTADOS

A partir da aprovação do projeto, foi desenvolvido o protótipo que foi testado e suas funcionalidades e atendeu suas expectativas e objetivos, sendo um equipamento robusto e eficaz. Caso seja permitido pelas empresas do setor alimentício da região, será implantado em caráter de teste.

O principal resultado é o funcionamento do equipamento, o qual atendeu os objetivos propostos no início do trabalho, colaborando para a redução de acidentes de trabalho envolvendo o gás amônia nas empresas onde será, se permitido, implantado o sistema. O protótipo ficou com boa estética e funcionalidade, dessa forma acredita-se que será de boa aceitação para sua aplicação.

Percebeu-se a possibilidade de desenvolver um upgrade ou uma versão atualizada, visando agregar mais recursos ao equipamento, tornando seu custo x benefício melhor e aumentando a capacidade de atividades a serem realizadas pelo sistema.

Conclui-se que o mercado de sistemas embarcados é promissor, sendo que o protótipo desenvolvido pode ser aplicado e aprimorado, inclusive servir de base para outros sistemas, tornando-se um sistema distribuído, responsável por aferições e sensoriamento no local onde seja aplicado.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO (Itália). **Arduino - Home**. 2016. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do trabalho & gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001. 160 p.

BARCELOS, Mary Angela. Mapeamento de riscos ambientais. In: VIEIRA, Sebastião Ivone. **Manual de saúde e segurança do trabalho: Segurança, higiene e medicina do trabalho**. São Paulo: Ltr, 2005. p. 23.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Norma regulamentadora n° 15**. 2015. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

BRASÍLIA. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde. **Saúde do trabalhador**. Brasília: Ms, 2002. 68 p. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd03\\_12.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd03_12.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2016.

BRASÍLIA. Ministério da Saúde. Secretaria-executiva. **Manual de orientação: elaboração de portarias no Ministério da Saúde**. Brasília: Ms, 2010. 68 p. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_de\\_orientacao\\_elaboracao\\_portarias.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_de_orientacao_elaboracao_portarias.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2016.

BRASÍLIA. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Nota técnica n° 03/2004: refrigeração industrial por amônia**. Brasília: Secretaria de Inspeção do Trabalho, 2005. 31 p. Disponível em: <[http://acesso.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3E7A205F013F861DEE1D167F/pub\\_cne\\_refrigeracao.pdf](http://acesso.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3E7A205F013F861DEE1D167F/pub_cne_refrigeracao.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2016.

BUENO, Silveira. **Dicionário escolar Silveira Bueno**. 2. ed. São Paulo: Ediouro, 2000. 1016 p.

CASA DAS ANTENAS (Londrina). **BATERIA 9V RECARREGÁVEL RONTEK 120mAh**. Disponível em: <<http://www.casadaantena.com.br/bateria-9v-recarregavel-rontek-120mah.html>>. Acesso em: 14 maio 2016.

CONDACK, João Felipe Santos; SCHWABE, Daniel. **AgileOOHDM**. 2004. Disponível em: <[ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/04\\_46\\_condack.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/04_46_condack.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2016.

ELETROGATE - COMPONENTES ELETRÔNICOS (Belo Horizonte). **Sensor de Qualidade do Ar MQ-135**. 2016. Disponível em: <<http://www.eletrogate.com/pd-1bd220-sensor-de-qualidade-do-ar-mq-135.html>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

ELETRÔNICA DIDÁTICA (Brasil). **Protoboard**. 2016. Disponível em: <<http://www.eletronicadidatica.com.br/protoboard.html>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

FONSECA, Elói. **Emprego de rede modular automatizada remota de plataformas de monitoramento da presença de metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono**. 2013. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p.

GIMENEZ, Salvador Pinillos. **Microcontroladores 8051: Teoria do hardware e software/ Aplicações em controle digital/ Laboratório e simulação**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

MICROCHIP TECHNOLOGY INC. (Estados Unidos da América). **DsPIC30F2010**. 2016. Disponível em: <<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/dsPIC30F2010>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

NUNES, Mauro; O'NEILL, Henrique. **Fundamentos de UML**. 2 ed. São Paulo: Editora FCA, 2016.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do Trabalho**. Santa Maria: Ministério da Educação, 2011.

PINTO, Marcos de Castro. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre**. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Informática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PONTES, Aline Santos de. **Desenvolvimento de um fotômetro LED-Vis portátil e microcontrolado por Arduino**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Química, Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

RAMOS, Ricardo Argenton. **UML – Aula III Diagramas de Estado, Atividades, Componentes e Instalação**. Petrolina: Univasf, 2013. Disponível em: <[http://www.univasf.edu.br/~ricardo.aramos/disciplinas/ES\\_II\\_2013\\_1/UML\\_Aula3.pdf](http://www.univasf.edu.br/~ricardo.aramos/disciplinas/ES_II_2013_1/UML_Aula3.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2016.

RASPBERRY PI FOUNDATION (Reino Unido). **NEW PRODUCT LAUNCH! INTRODUCING RASPBERRY PI MODEL B+**. 2014. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/blog/introducing-raspberry-pi-model-b-plus/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

REIS, A.V.; MENEGATTI, F.A.; FORCELLINI, F.A. **O uso do ciclo de vida do produto no projeto de questionários**, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 4., 06 - 08 out. 2003a, Gramado.

REIS, Roberto Salvador. **Segurança e medicina do trabalho: Normas Regulamentadoras**. 2. ed. São Caetano do Sul: Yendis Editora, 2007. 704 p.

RODRIGUES, Rafael Frank de; CUNHA, Silvio Luiz Souza. **Arduino para físicos: uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos**. Porto Alegre: Ufrgs, 2014. 34 p.

SANTANA, Fábio Evangelista. **Desenvolvimento do protótipo de uma máquina para lavagem de lanternas no cultivo de ostras**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <[https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/2/2a/Dissertacao\\_Fabio\\_Santana.pdf](https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/2/2a/Dissertacao_Fabio_Santana.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

SANTOS, Adolfo Roberto Moreira (Comp.). O ministério do trabalho e emprego e a saúde e segurança no trabalho. In: Instituto de pesquisa econômica aplicada (Org.). **Saúde e segurança no trabalho no Brasil: Aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores**. Brasília: Ipea, 2011. p. 21-75.

SCOTTINI, Alfredo (Comp.). **Minidicionário escolar da língua portuguesa**. Blumenau: Todolivro, 2009. 352 p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: Ufsc, 2005. 138 p.

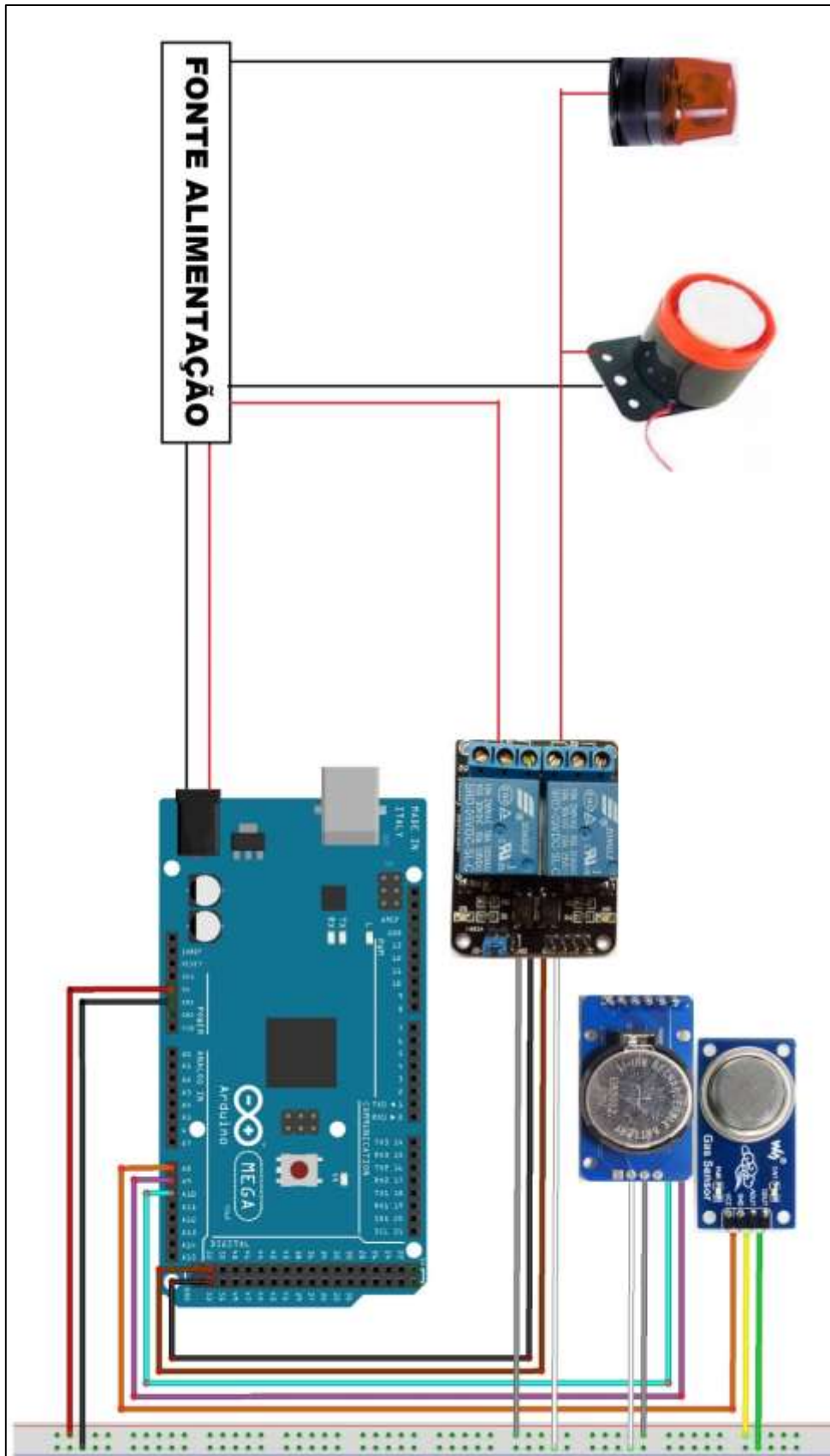
TANENBAUM, A. S. **Sistemas operacionais modernos**. 2.ed. São Paulo: Livro Técnico, Prentice Hall, 2003.

THOMSEN, Adilson. **CONTROLANDO LÂMPADAS COM MÓDULO RELÉ ARDUINO**. 2013. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/modulos/controle-modulo-rele-arduino.html>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

ZANCO, Wagner da Silva. **Microcontroladores PIC 16F628A/648A: Uma abordagem prática e objetiva**. São Paulo: Érica, 2005. 368 p.

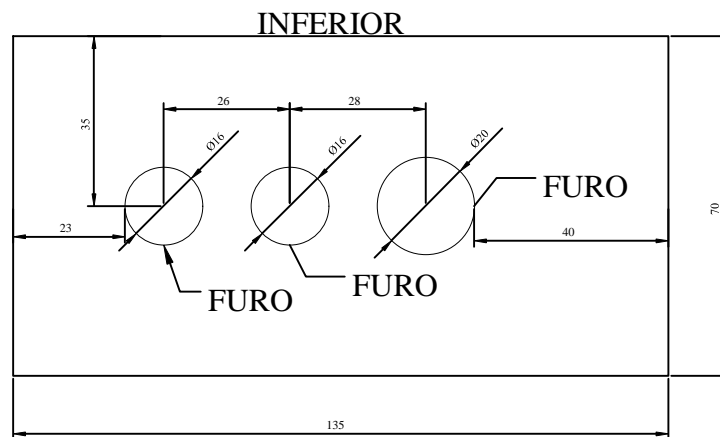
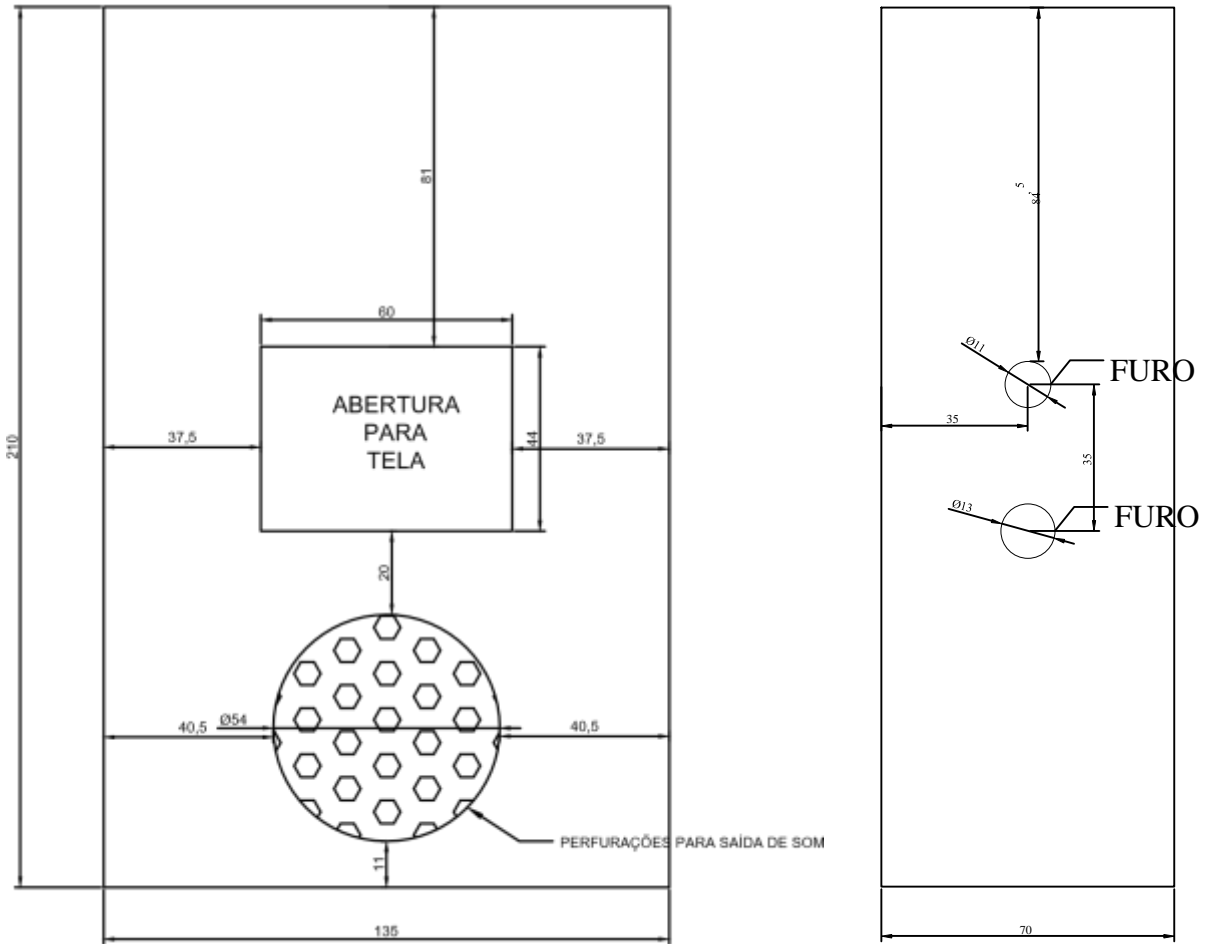
ZANCO, Wagner da Silva. **Microcontroladores PIC18 com linguagem C: uma abordagem prática e objetiva**. São Paulo: Érica, 2010.

## APÊNDICE A - Esquema eletrônico de ligação sem os shields





**APÊNDICE B – Projeto para montagem da caixa que abriga a central**



**APÊNDICE C – Trecho do código presente no Arduino**

```
... #include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <DS3231.h> // Relógio...

...DS3231 rtc(A9, A10); //pinos relógio

const int pinoSensorGas = A8; //PINO ANALÓGICO UTILIZADO PELO SENSOR DE GÁS
int leituraA8; //VARIÁVEL QUE ARMAZENA O VALOR LIDO NA PORTA ANALÓGICA
...
void setup(void)
{
  pinMode(pinoLED, OUTPUT); // SETUP DA TELA - DEFINE QUE A VARIÁVEL SERÁ
  UMA SAÍDA
  pinMode(pinoSensorGas, INPUT); // SETUP SENSOR - DEFINE A PORTA COMO
  ENTRADA / PINO DE LEITURA DO SENSOR

  Serial.begin(9600); //INICIALIZA A PORTA SERIAL

  rtc.begin(); // inicializa relógio

  tft.reset();
  tft.begin(0x9341);

  // Configuração da tela inicial
  tft.fillScreen(BLACK);
  tft.setRotation(3);

  tft.setTextColor(WHITE, BLACK);

  tft.setTextSize(3);
```

```
tft.setCursor(0, 0);  
tft.println("SIMONIA");
```

```
tft.drawRoundRect(235, 0, 78, 32, 5, WHITE);  
tft.setCursor(240, 7);  
tft.setTextSize(2);  
tft.print("CONFIG");  
}
```

```
void loop()
```

```
{  
  TSPoint p = ts.getPoint();  
  pinMode(XM, OUTPUT);  
  digitalWrite(XM, LOW);  
  pinMode(YP, OUTPUT);  
  digitalWrite(YP, HIGH);  
  pinMode(YM, OUTPUT);  
  digitalWrite(YM, LOW);  
  pinMode(XP, OUTPUT);  
  digitalWrite(XP, HIGH);
```

```
// Leitura do sensor em looping
```

```
leituraA8 = analogRead(pinoSensorGas); //LÊ O VALOR NA PORTA ANALÓGICA  
(VALOR LIDO EM BITS QUE VAI DE 0 A 1023 BITS)
```

```
// Apaga o valor anterior com um retângulo preto, e preenche com novo valor do sensor
```

```
tft.setTextSize(4);  
//tft.fillRoundRect(140, 100, 70, 30, 0, BLACK);  
tft.setCursor(140, 100);  
tft.println(leituraA8);
```

```
//Escreve data e hora
```

```
tft.setTextSize(1);
```

```
//tft.fillRect(1, 220, 320, 30, 0, BLACK);  
tft.setCursor(1, 220);  
tft.print(rtc.getDOWStr());  
tft.print(", ");  
tft.print(rtc.getDateStr());  
tft.print(" - ");  
tft.print(rtc.getTimeStr());
```

...

