



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

HEVELLYN TAYS LIMA DA SILVA

**O MAPEAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO), UMIDADE E
TEMPERATURA NA CIDADE DE ARAGUAÍNA**

Araguaína-TO
2019

HEVELLYN TAYS LIMA DA SILVA

**O MAPEAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO), UMIDADE E
TEMPERATURA NA CIDADE DE ARAGUAÍNA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Federal do
Tocantins, como requisito parcial para a
obtenção de título de Licenciado em
Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Deive B. Alves

Araguaína-TO
2019

HEVELLYN TAYS LIMA DA SILVA

O MAPEAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO), UMIDADE E
TEMPERATURA NA CIDADE DE ARAGUAÍNA

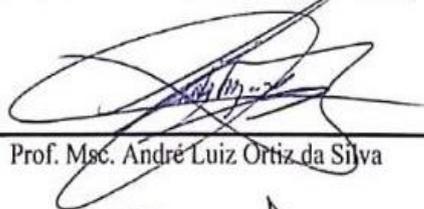
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Federal do
Tocantins, como requisito parcial para a
obtenção de título de Licenciado em
Matemática.

Aprovada em 18/12/2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Deive Barbosa Alves (Orientador)



Prof. Msc. André Luiz Ortiz da Silva



Prof. Msc. Gildemberg da Cunha Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- S586m Silva, Hevellyn Tays Lima da.
O MAPEAMENTO DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO), UMIDADE E TEMPERATURA NA CIDADE DE ARAGUAÍNA. / Hevellyn Tays Lima da Silva. – Araguaína, TO, 2019.
55 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Matemática, 2019.
Orientador: Deive Barbosa Alves
1. Internet das coisas . 2. Qualidade do ar. 3. Saberes matemáticos. 4. Modelagem Matemática . I. Título

CDD 510

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Esta caminhada acadêmica não foi trilhada sozinha, então cabe aqui destacar algumas pessoas que foram importantes nesta jornada. E prestar meus devidos agradecimentos.

Primeiramente agradeço a Deus, pelos momentos de alegrias e de sofrimentos, pois foram eles que me constituíram como a pessoa que sou hoje.

Há minha família, em especial minha mãe Maria de Fátima e ao meu pai Antônio, que sempre acreditaram que eu conseguiria, aos meus irmãos Klaywer Matheus e Klaus Afonso, pelos momentos de descontração, mesmo através de ligações deixaram meus dias cheios de alegrias. Um agradecimento mais que especial a minha querida irmã Kevellyn Samara que compartilhou de dias de tristeza e alegria e que contribuiu imensamente no desenvolvimento desta pesquisa. Meus sinceros Agradecimento a minha tia Vanessa Alves e a minha vó Joaquina Tavares.

Agradeço imensamente a meu orientador Deive Barbosa, por todos os ensinamentos, pelas orientações nos corredores da universidade e acima de tudo, por acreditar que uma simples garota do interior conseguiria trabalhar com tecnologia.

Estendo meus agradecimentos os professores do Colegiado do Curso de Licenciatura em Matemática, por contribuírem em minha formação como futura professora, em especial agradeço a Professora Fernanda Vital, que colaborou muito na constituição da análise deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de turma, em especial, o pessoal do grupo “Os Revoltados”: Teylane Lemos, Lara Borges, Thallya Horrany, Vanessa Silva e Bruno Neres, estendo meus agradecimento aos demais colegas da turma de 2016/1, Nelly Almeida, Victor Wender, Maria Cristina, Aico Alves, Matheus Pires, Jusciel Kvan, Arisleia Silva, foi um imenso prazer compartilhar desta jornada com vocês. Agradeço muitíssimo a minha amiga/irmã Daniela Pereira que me chamava para a realidade quando necessário.

Meus Agradecimentos as companheiras de Residência Pedagogia Ariane Andressa, Janina Fernanda e Joyce Carvalho.

Agradeço também, a todos que contribuíram com essa pesquisa, em especial, as famílias Almeida, Neres e Tavares, por permite que fizesse de suas residências um ambiente de pesquisa.

Por fim, agradeço a CAPES e UFT por auxiliar nestes anos de formação.

RESUMO

Temos o objetivo de compreender matematicamente os dados coletado por um dispositivo de internet das coisas, com o intuito de compreender qual região de Araguaína tem a melhor qualidade do ar. A internet das coisas vai além de conectar dispositivos através da internet, ela possibilita a interação de coisas virtuais e não virtuais, possibilitando a partir daí então a tomada de decisão, sobre o que está sendo observado. Hoje já se cria projetos voltados para questões ambientais que possibilita a compreensão, nos casos dos efeitos climáticos na atmosfera, e a prevenção, como em desastres ambientais. O nosso dispositivo foi constituído a partir da integração da placa NodeMCU esp8266 e os sensores MQ-7 e DHT11, na qual, ele coleta e envia os dados para servidor da plataforma Ubidots, possibilitando visualização dos dados em tempo real. Ele coletou dados das seguintes variáveis: CO, Umidade e Temperatura, buscando compreender como ocorre o processo de variação destas, foi coletado dados de 18 dias em setores distintos da cidade, para a análise utilizamos uma abordagem estatística das variáveis. Assim, analisamos diferentes padrões estatísticos, e com isso nossa pesquisa, apesar não ter uma maior abrangência, pois não contemplar muitos dias ele mostra a possibilidade do uso da internet das coisas no monitoramento de questões ambientais, trabalhando com diversas ferramentas matemáticas, tanto na construção como na análise.

Palavras-chave: Internet das coisas. Qualidade do ar. Saberes matemáticos.

ABSTRACT

We aim to mathematically understand the data collected by an IoT device in order to understand which region of Araguaina has the best air quality. The internet of things goes beyond connecting devices through the internet, it enables the interaction of virtual and non-virtual things, making it possible from then on to make a decision about what is being observed. Today projects are already being created focused on environmental issues that make it possible to understand, in the case of climate effects on the atmosphere, and prevention, as in environmental disasters. Our device was built from the integration of the NodeMCU esp8266 board and the MQ-7 and DHT11 sensors, in which it collects and sends data to the Ubidots platform server, enabling real-time data visualization. He collected data of the following variables: CO, Humidity and Temperature, seeking to understand how the process of variation of these occurs, was collected data of 18 days in different sectors of the city, for the analysis we used a statistical approach of the variables. Thus, we analyze different statistical patterns, and with this our research, although not having a broader scope, because it does not contemplate many days it shows the possibility of using the internet of things to monitor environmental issues, working with various mathematical tools, both in the construction as in the analysis.

Keywords: Internet of things. Air quality. Mathematical knowledge.

Sumário

1- INTRODUÇÃO	9
1- REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Problemas Ambientais	12
2.1.1- <i>Efeito estufa: poluição do ar</i>	13
2.1.2- <i>Temperatura e Umidade</i>	16
2.2- INTERNET OF THINGS (IoT)	17
2.2.1- <i>NodeMCU ESP8266</i>	18
2.2.2- <i>Sensores</i>	21
2.2.2.1- <i>Sensor DHT11</i>	21
2.2.2.2- <i>Sensor MQ-7</i>	22
2.2.3- <i>IDE Arduino</i>	23
2.2.4- <i>Protoboard</i>	25
3- METODOLOGIA	26
4- ANÁLISE DOS DADOS	29
4.1.1- Interação	29
4.1.1.1- <i>Situação inicial: A construção do DISMUCOT</i>	29
4.1.1.2- <i>Familiarização</i>	29
4.1.2- Matematização	30
4.1.2.1- <i>Situação problema: Quais os saberes científicos e tecnológicos na construção do DISMUCOT?</i>	30
4.1.2.2- <i>Resolução</i>	30
4.1.2.3- <i>Programação do Circuito</i>	31
4.1.3- Situação Final -Validação do que foi produzido	39
4.2- LEITURA DOS DADOS PRODUZIDOS PELO DISMUCOT	39
4.2.1- Interação	40
4.2.1.1- <i>Situação inicial: A matemática dos dados produzidos</i>	40
4.2.1.2- <i>Familiarização</i>	40
4.2.2- Matematização	40
4.2.2.1- <i>Situação problema: Dos dados coletados, qual região de Araguaína tem menor concentração de CO ?</i>	40
4.2.2.2- <i>Resolução</i>	40
4.2.3- Situação Final	50
5- Considerações finais	51
REFERENCIAS	53

1- INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial houve um grande avanço nos setores industriais e tecnológicos, esse pela necessidade do desenvolvimento do primeiro. Tais avanços levou ao aperfeiçoamento e criação de ferramentas tecnológicas que possibilitou a indústria uma produção rápida, que economizassem em mão de obra e tempo. Deste modo, hoje vivemos em uma sociedade industrializada e altamente tecnológica, talvez esse não seja o auge de ambos setores, porém, com certeza, teve-se grandes avanços a partir da invenção do computador.

O avanço digital que foi rápido e tem seu preço, o maior pagador, neste caso, é o meio ambiente, que perde recursos e o que leva em troca são toneladas de resíduos que poluem os solos, os lagos, os rios e o ar. Há, hoje, discussões de como as tecnologias digitais podem ser uma auxiliadora para essas questões. Um exemplo é a possibilidade de utilização delas para o aperfeiçoamento da prevenção de desastres ambientais. Para tanto, discute-se sobre investimentos em pesquisa voltadas para tais fins; segundo a lei de número 6.938/81 que dispõem de questões ambientais no seu Art. 4º parágrafo IV e V traz como objetivo,

[...] ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;
à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (BRASIL,1981, p.1);

No âmbito dessa lei está o processo de criação e divulgação de tecnologias que possam gerar dados, informações e conhecimento sobre a consciência pública da necessidade de preservação da qualidade ambiental e equilíbrio ecológico. Destaca-se que não são apenas leis federais que tratam de questões, existem leis municipais, um exemplo na cidade de Araguaína, na qual nos localizamos, dispõe da lei 1.659/96, a qual legisla sobre as especificidades das questões ambientais do município, de acordo com Araguaína (1996):

Poderá ser instituído prêmios de mérito ambiental para incentivar a pesquisa e apoiar os inventores e introdutores de inovações tecnológicas que visem proteger o meio ambiente, em homenagem àquelas que se destacaram em defesa da ecologia definida pelo Conselho Municipal do Meio Ambiente (Araguaína, 1996, p.2).

A mesma procura incentivar pesquisadores e financiadores na produção de tecnologias voltadas para questão citada. Destaca-se que deve haver premiação a quem apresentar e incentivar novas tecnologia que vise a diminuição da degradação ambiental, assim procuram incentivar inovações tecnológica voltada para a área.

Para os dias atuais não se pode falar em inovação tecnológica sem pensarmos na internet, pois é indiscutível que ela é um dos maiores avanços inventivos dos últimos tempos, pois além, de propiciar uma forma de vida mais interativa, na qual cada um tem uma máquina que, por meio dela, podemos nos comunicar com diversas pessoas e coisas possibilitando a interação entre pessoas, entre máquinas e máquinas, máquinas e meio ambiente. Fato que muda totalmente a forma de relacionamentos com o mundo. Essa diversificação na forma de interagir com o mundo emprega o termo Internet das Coisas (IoT), sua implementação segundo Oliveira (2017) “[...] estão mudando totalmente a forma como nos relacionamos com as coisas que estão ao nosso redor, transformando segurança, energia, meio ambiente, trânsito, mobilidade e logística” (OLIVEIRA, 2017, p. 15). Portanto ela permite que as “coisas falem” e assim podemos produzir informações sobre elas, a partir disso formulamos problemas e, às vezes, os resolvemos.

Em virtude do que foi mencionado, destaca-se que a internet é uma ferramenta que por sua interação, versatilidade e característica intangível não interfere diretamente na natureza, porém as máquinas que se comunicam podem nos informar sobre os grandes impactos ambientais, um deles é o que chamamos de poluição do ar. Segundo Magalhães (2019, p. 1)

A Poluição do Ar ou Poluição Atmosférica é o resultado do lançamento na atmosfera de grandes quantidades de gases ou partículas líquidas e sólidas, que provocam impacto ambiental e problemas de saúde humana.

Dentre os principais poluentes que causam o desequilíbrio no ar atmosférico temos:

- **Monóxido de carbono: Produto resultante da queima incompleta dos combustíveis.** [...] (MAGALHÃES, 2019, p. 1)

A conceituação dessa pesquisadora é importante para compreendermos que a qualidade do ar limpo é um requisito básico para o bem-estar e saúde humana. Ainda, segundo essa pesquisadora as medições de concentração dos poluentes são feitas por estações de monitoramento que tem um alto valor monetário tanto para aquisição quanto para manutenção, portanto investir na criação de tecnologias, de baixo custo, que informem a população sobre a qualidade do ar em uma determinada região em uma linguagem acessível em tempo real é, sem dúvida, uma questão de saúde pública.

Obviamente temos que nos atentar que a criação de um instrumento, de medição de poluição de ar, também gera impacto ambiental, lixo eletrônico, esse impacto deve ser irrisório quando comparados com os benefícios que o instrumento trará a população. Dito isso, criamos um sistema de mapeamento de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura, utilizando a placa NodeMCU ESP8266 e os sensores MQ-7, DHT11, na qual os dados gerados foram

registrados na plataforma Ubidots STEM, (ciência tecnologia, Engenharia e Matemática), para a tabulação e organização de dados.

No intuito de entrelaçar a criação de uma tecnologia de mapeamento e investigar os dados gerados por ela nosso trabalho foi norteado pelo questionamento: **Quais os saberes matemáticos não no mapeamento de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura na cidade de Araguaína?**

A partir dessa indagação temos como objetivo geral compreender matematicamente os dados coletado por um dispositivo, criado por nós, que mapeie a concentração de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura na cidade de Araguaína-TO. Dessa forma nossos objetivos específicos para desenvolver projeto de sensoriamento com internet das coisas são:

1. Desenvolver o dispositivo de mapeamento de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura;
2. Compreender e desenvolver aplicativos na plataforma Ubidots STEM;
3. Produzir dados de concentração de carbono (CO), umidade e temperatura;
4. Estabelecer saberes matemáticos aos dados produzidos;

Para responder o questionamento e alcançar o objetivo este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi dividido em capítulos. No **Capítulo 1** foi realizado **uma introdução** sobre o entrelaçamento da autoria de um dispositivo de mapeamento de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura com os saberes matemáticos que explique os dados gerados. Para o **Segundo capítulo** nos dedicamos tecer **um referencial teórico** que conceituasse os conceitos envolvidos no trabalho. O **Terceiro Capítulo** foi dedicado a **Metodologia** do trabalho, nela usamos uma abordagem qualitativa amarrada aos conceitos de modelagem matemática estruturando um caminho de explicação dos dados gerados. Para o **Quarto Capítulo** foi feito a **análise dos dados** usando, em grande parte, conceitos matemáticos da Estatística. Por fim, o **Quinto Capítulo**, faz-se **Considerações Finais** sobre o que encontramos ao usar a estatística para ler os dados do mundo do monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura na cidade de Araguaína.

1- REFERENCIAL TEÓRICO

Ao ler este trabalho há necessidades de compreensão e entendimentos de alguns conceitos: ambientais, físicos e tecnológicos. Para tal fim, destaco que, as questões ambientais apresentadas não haverá uma profundidade maior, pois não cabe aqui esta tarefa. Cabe aqui definir as ferramentas que iremos utilizar e seus conceitos prévios como, por exemplo, o conceito de Internet das Coisas e os componentes eletrônicos que fazem parte desse para construção do nosso dispositivo.

2.1 Problemas Ambientais

As questões ambientais são umas das grandes preocupações do século XXI, Brasil (1981, p. 2) define meio ambiente como “ o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”, dessa forma falar sobre meio ambiente não só falar de fauna e flora, mas também no conjunto de condições interações com eles. Essa mesma lei trata das questões de degradação definida como:

[...] a alteração adversa das características do meio ambiente; poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (BRASIL, 1981, p.3)

A degradação direta e indireta da natureza altera as condições de vida da população, Sirvinskas (2018, p, 220) faz uma reflexão sobre esse conceito legalista, “Trata-se de um conceito abrangente, incluindo a proteção do homem, do patrimônio público e privado, do entretenimento, da flora e da fauna, do patrimônio cultural, artístico, arqueológico e natural e da qualidade de vida nos centros urbanos”. Apesar de seu conceito abrangente, municípios criaram as próprias leis referente as questões ambientais procurando atender necessidade específica de suas regiões. O município de Araguaína dispõe de várias leis. Para a lei 1.659/96 “Art. 1. A política de meio ambiente do Município visa a proteção, recuperação e conservação do meio, suas paisagens e seus recursos naturais[...]”, portanto atender necessidades desta região a mesma, também, apresenta objetivos e um plano para controle da poluição:

Art. 29. Os programas compreenderão o monitoramento, a fiscalização e o controle da poluição, efetiva ou potencial causado por obras, atividades, instalações e equipamentos. § 1º. Na formulação dos programas serão definidos padrões ambiente que assegurem: I. **a eliminação ou redução dos efeitos poluidores de emissões que agravem a qualidade do ar e da água**; II. o controle de agentes poluidores em áreas de cabeceiras de cursos d’água, lagos, lagoas e das áreas dos estuários; III. o estímulo

à utilização de fontes energéticas alternativas; IV. a redução dos efeitos da poluição sonora e visual em áreas de maior concentração de urbana e nas áreas previstas no Código de Postura do Município.

Ambas leis tratam *ambiente* no âmbito nacional e municipal, e as duas se destacam pela preocupação com o bem-estar da população levando a desenvolver objetos e metas em relação a degradação ambiental. Estas leis se tornam necessárias para preservação da natureza e, assim, da vida humana. Desatacando algumas poluições que estas leis procuram abranger, um deles é o “efeito estufa”.

2.1.1- Efeito estufa: poluição do ar

Os pesquisadores Biscuola, Bôas e Doca (2010) explicam o que é o “efeito estufa”:

A atmosfera Terrestre é formada principalmente por nitrogênio (78%), oxigênio (20%) e argônio (0,9), aparecendo ainda em quantidade bem pequena neônio, o hélio, o hidrogênio e outros gases. A essa composição devemos acrescentar os chamados “gases estufa”, que dificultam a dispersão dos raios solares que incidem sobre a terra. São eles o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), e os compostos de clorofluorcarbono (CFC) proveniente da queima de carvão, petróleo (na sua forma de seus derivados), florestas e pastagens e da decomposição de materiais orgânicos (como dejetos humanos e de outros animais) Além desses, gases, o vapor de água na atmosfera também contribui para o efeito estufa. (HELOU; GUARLTER, 2010 p.39),

Desse ponto de vista, a atmosfera é uma camada de gases que envolve o planeta, o “efeito estufa” é causada pela retenção de gases na atmosfera dificultando a saída do calor, logo há o aumento da temperatura no planeta, o qual se transforma em uma estufa gigantesca. Esse efeito, como uma causa natural, não é prejudicial ao meio ambiente, até ajuda o crescimento plantas, porém com o aumento de carros, aumento de grandes industrias poluidora, o crescimento acelerado do desmatamento para transformar o ambiente em algo favorável à agricultura e pecuária, provoca uma liberação demasiada de gases na atmosfera, desencadeando desequilíbrios ambientais, Sirvinskas (2018, p. 222), destaca que:

Dependendo dos poluentes lançados no ar, eles podem permanecer ali durante muito tempo. Cientistas calculam que o dióxido de carbono (CO₂) permaneça no ar pelo período de 200 anos, o óxido nitroso (N₂O), 114 anos, o metano (CH₄) por 12 anos e o tetraclorido de carbono (CCl₄), 85 anos. O metano, o óxido nitroso e outros gases de efeito estufa aquecem mais a atmosfera do que o gás carbônico, encontrando-se em menor quantidade na atmosfera. O metano é produzido no cultivo do arroz, na mineração do carvão, na produção de energia, nos rebanhos de gado, nos aterros sanitários etc. O óxido nitroso é produzido na agricultura mediante a utilização de fertilizantes à base de nitrogênio[...] e de estrume de gado, nas emissões do lixo, dos processos industriais e do consumo de energia. Os gases manufaturados são os halocarbonos, incluindo os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), os hidrofluorcarbonos (HFCs) e os perfluorcarbonos (PFCs) e os compostos como o hexafluoreto de enxofre (SF₆) (SIRVINSKAS, 2018, p. 222)

Esses dizeres nos mostra que nas atividades não só urbana, mas em outras do meio rural como, por exemplo, agropecuária acarreta poluição do ar, as queimas indiscriminadas são contribuem muito para a poluição do ar. Elas são um tipo de poluição do ar que são visíveis, pela fuligem e fumaça, há outras que não como informa Malhadas et al. (2002)

Como os efeitos da poluição atmosférica são muitas vezes bastante sutis devido ao fato dos poluentes dispersos no ar não serem percebidos visualmente com facilidade e o monitoramento e controle realizado pela maior parte dos órgãos de defesa do meio ambiente não serem feitos a contento, a situação tem sido encarada com menos seriedade do que realmente demanda (MALHADAS et al, 2002, p.58).

Um dos problemas do “efeito estufa” é o aumento do calor, segundo Junges, Santos e Massoni (2018, p.133) isso ocorre, pois a presença excessiva de gases na atmosfera impede a saída da radiação infra vermelha, que é uma radiação natural emitida pelo planeta terras, impedindo-a de sair o calor em sua superfície do aumenta. Essa poluição atmosférica que não conseguimos detectar é mais um fator que contribui para nos preocuparmos com a medição desse tipo de poluição. Tal instrumentação é necessária, também para o cumprimento de leis ambientais, pois há leis que visam a punição para pessoa física e jurídicas que cometerem crimes de degradação ao ambiente, proteção do meio ambiente

[...] que podem ser encontrados na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n. 6.938/81). Todos eles já foram comentados oportunamente. São estes os principais instrumentos administrativos para o controle da poluição: a) fixação de padrões de qualidade do ar; b) zoneamento ambiental; c) estudo prévio de impacto ambiental e seu relatório de impacto ambiental; d) licenciamento ambiental e sua respectiva revisão; e) auditoria ambiental; f) monitoramento da qualidade do ar; g) vistorias periódicas realizadas pelo Poder Público; h) denúncias levantadas pelos empregados e pelas organizações não governamentais (ONGs) etc (BRASIL,1981 apud SIRVINSKAS, 2018, p. 222).

Como podemos observar as tecnologias de medição de poluição são essências para que se cumpra o conjunto de leis ambientais. Tais medidas são importantes, uma vez que há padrões de qualidade, por exemplo, o monitoramento da qualidade do ar segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece padrões para a qualidade do ar, ela define que poluentes atmosféricos como;

[...] qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade (CONAMA, 2018, p.1).

Esse conselho faz uso da agência mundial de saúde para apresentar certos padrões de qualidade do ar, eles são apresentados na Figura 1:

Figura 1- Padrões da qualidade atmosférica

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	
		mg/m ³	m/m ³	mg/m ³	mg/m ³	ppm
Material Particulado - MP10	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP2,5	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1 hora ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
Ozônio - O ₃	8 horas ³	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas ³	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb ₅	Anual ¹	-	-	-	0,5	-
1 - média aritmética anual						
2 - média horária						
3 - máxima média móvel obtida no dia						
4 - média geométrica anual						
5 - medição nas partículas totais em suspensão						

Fonte: CONAMA (2018, p. 1)

Segundo o CONAMA (2018, p. 1) “Adota-se como unidade de medida de concentração dos poluentes atmosféricos o micrograma por metro cúbico (mg/m³) com exceção do Monóxido de Carbono que será reportado como partes por milhão (ppm)”. Ela esclarece, ainda, que os três primeiros “padrões de qualidade do ar intermediários” (PI-1, PI-2 e PI-3) são processo de transição que devem ser alcançados antes do “padrão de qualidade do ar final” (PF), cabe aos Estados apresentar planos que adotem estes padrões ambientais e a cada três anos apresentar relatórios referente a poluição do ar.

Deve-se destacar o CO, pois além de ser o único a não utilizar as medidas em (mg/m³) é um poluente gasoso, em grande parte, produzido pela ação humana, segundo Lacerda, Leroux e Mora (2019, p. 404) “Aproximadamente 60% do CO presente na troposfera se origina das atividades humanas pelos processos de combustão incompleta de materiais carbonáceos orgânicos como carbono, madeira, papel, óleo, gás, gasolina, entre outros”.

Portanto dentro das nossas atividades estamos há todo momento em contato com este gás e contribuindo para o aumento dele. É gás que não somos capazes de identificá-lo e a exposição a grandes quantidades concentrações, por certo período, podem ser fatal às pessoas. Ainda segundo Lacerda, Leroux e Mora (2019, p. 404). “Membro da família dos asfixiantes químicos, o CO é um gás perigoso, incolor, inodoro, sem sabor e não irritante. Ele pode deixar uma pessoa inconsciente ou mesmo matar em poucos minutos”, por isso a necessidade de

instrumentos de medição desse gás. A figura a seguir destaca os efeitos do gás dependendo de sua proporção e exposição.

Figura 2- nível de concentração de CO, para a saúde.

Concentração de CO (ppm)	Sintomas em seres humanos
10	Nenhum
15	Diminuição da capacidade visual
60	Dores de cabeça
100	Tonturas, fraqueza muscular
270	Inconsciência
800	Morte
Qualidade do ar	Concentração de CO-ppm* (média de 8h)
Inadequada	15 a 30
Péssima	30 a 40
Crítica	Acima de 40

Fonte: ENEM (1998)

Observe-se que a concentração de CO determina a qualidade do ar, quanto menor a quantidade de Co melhor é o ambiente em que estamos. Segundo o CONAMA (2018) são relevantes considerar a temperatura nos processos de medição desse gás: “[...] Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25°C [...]”, consideramos, ainda, a umidade por interferir da temperatura e nos focos de queimadas, além desses dois fatores, temperatura e umidade, impactarem na qualidade de vida das pessoas.

2.1.2- Temperatura e Umidade

Para os pesquisadores, do campo da climatologia, Souza e Miranda (2013) a “temperatura é reconhecida cognitivamente como o nível de calor que existe no ambiente, resultante, por exemplo, da ação dos raios solares ou do nível de calor existente num corpo” (SOUZA; MIRANDA, 2013 p. 12). Desse contexto a temperatura do nosso planeta se dá em boa parte pela incidência dos raios solares e, como discutidos no tópico anterior o crescimento acelerado do “efeito estufa”.

Já a umidade relativa do ar, que interfere diretamente na qualidade de vida, os autores Fiorin e Ross (2015, p. 55) destacam que “A umidade do ar é a quantidade de vapor d’água presente na atmosfera, proveniente da evaporação da água dos oceanos, mares, lagos, rios e também dos solos” essa evaporação é causada principalmente pelo calor excessivo. No que se refere a questão de saúde, Souza e Miranda (2013) diz que

[...] para o homem, considera-se que a faixa de umidade relativa entre 40 e 70% proporciona conforto máximo. Acima de 70%, a umidade relativa é alta, o que reflete na dificuldade de a água evaporar – o ambiente fica abafado. Abaixo de 40%, a

evaporação ocorre com muita facilidade, refletindo em problemas respiratórios, garganta seca etc.[...] (SOUZA; MIRANDA, 2013, p.159)

São essas três variáveis que estamos interessados, na concentração de CO medidos em ppm, pois gera problemas graves à saúde humana; a temperatura, pelo desconforto e problemas de saúde aos seres humanos, além de facilitar em problemas ambientais como as queimadas; por fim, a umidade que embora um intervalo [40%, 70%] fora dele pode trazer prejuízo à saúde. Assim, o interessante é termos um equipamento de baixo custo que nos informe em tempo real o valor delas. A Figura 3 apresenta um monitor para umidade e temperatura, para essas é relativamente fácil encontramos no mercado, contudo para o gás CO isso não ocorre, ao menos com valores monetários atrativos.

Figura 3- Monitor de umidade e temperatura



Fonte: Montini (2019)

Esse monitor é um dos utilizados em residências e em diversas indústrias, contudo aparelhos desse tipo não oferecem informações pela internet, além de não trabalhar com a outra variável, a quantidade de CO. Dessa necessidade, ter os dados na internet, passamos a estudar o conceito de IoT.

2.2- INTERNET OF THINGS (IoT)

Não tem como negar que hoje está quase tudo conectado à Internet, por ela os celulares conectam-se aos aparelhos de ar condicionado, às televisões, aos carros, à irrigação de jardins, entre outros. Essa conexão que gera dados e tudo o que vamos fazer necessita de dados, são fontes básicas à informação e, essa ao conhecimento humano-tecnológico. Logo o ideia central da IoT é: tudo que está conectado pode ser monitorado e controlado. Lemos (2017) a conceitua como

[...] uma infraestrutura de rede global dinâmica, baseada em protocolos de comunicação em que “coisas” físicas e virtuais têm identidades, atributos físicos e personalidades virtuais, utilizando interfaces inteligentes e integradas às redes telemáticas. As coisas/objetos tornam-se capazes de interagir e de comunicar entre si e com o meio ambiente por meio do intercâmbio de dados. As coisas reagem de forma autônoma aos eventos do “mundo real / físico” e podem influenciá-los por processos sem intervenção humana direta (LEMOS, 2107, p.20).

Há uma mutualidade entre a infraestrutura de rede global, na qual vamos definir até então como a Internet, e há coisas que são máquinas que estão conectadas a essa rede. Desse modo, essa relação se dá pela necessidade que a rede tem de uma máquina ter contato com o meio físico fazendo alterações e captando dados, do mesmo modo para haver uma comunicação entre máquinas é necessária uma rede de conexão. Oliveira (2017, p.15) salienta que a “Internet das Coisas é muito mais que apenas ligar lâmpadas pelo smartphone. Não é somente ligar as “coisas” pela internet, mas também torná-las inteligentes, capazes de coletar e processar informações do ambiente ou das redes às quais estão conectadas”. Para que haja uma comunicação entre coisas a uma rede necessitamos de aparatos que possibilitem essa conexão, para tal fim necessitamos de uma máquina/coisa que possibilite esse intercâmbio de dados, existem diversos dispositivos para isso, nós escolhemos o microcontrolador ESP8266, Oliveira (2017) salienta que,

Para tornar Internet das Coisas uma realidade, foi preciso que o custo das soluções se tornasse compatível com as “coisas” a serem conectadas. O microcontrolador ESP8266 da Espressif é uma solução à altura da tarefa, visto que é um circuito totalmente integrado, com interfaces de I/O digitais e analógicas e, ainda, interface WiFi, com um processador de 32 bits, capaz de executar a 160 MHz. Isso tudo ao custo de cerca de 2,5 dólares, considerando já o módulo, pronto para utilização, à venda em sites chineses, para o consumidor final. Com esse módulo, se torna viável colocar um produto de IoT no mercado por 10 dólares, bastante atrativo para um público consumidor bem diversificado. (OLIVEIRA, 2017, p.17)

Nós o escolhemos por sua versatilidade e facilidade de programar, além de um preço acessível. Ele varia de R\$ 3,55 se comprado direto no site *AliExpress*, contudo a entrega pode chegar a quatro meses ou mais; ou de R\$ 19,00 à R\$ 100, 00 no site do Mercado Livre, no Brasil, com entrega em no máximo 15 dias.

2.2.1- NodeMCU ESP8266

Para o desenvolvimento de projetos com a Internet das Coisa uma das tecnologias que se pode usar é microcontrolador NodeMCU ESP8266, segundo Oliveira (2017a, p.7) “[...] o NodeMCU, permite que o ESP8266 seja programado em Lua, linguagem de script de multiparadigma, que foi projetada para expandir aplicações, e também faz com que possa ser

utilizado o IDE do Arduino para programá-lo [...]”, para seu funcionamento pela internet é necessário trabalhar com um modelo de comunicação Protocolo de Controle de Transmissão/protocolo de interconexão (TCP/IP) ou *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT), basicamente são modelos de comunicação com a Internet. Nós usamos a primeira que utiliza duas principais atribuições cliente e servidor, Oliveira (2017, p. 19) define como,

O servidor é um software que mantém uma porta de comunicação aberta à espera do cliente. Sua localização, seja pelo seu endereço ou nome, deve ser conhecida por todos os clientes que querem acessá-lo. Um servidor pode receber um grande número de solicitações simultâneas de clientes, por isso, normalmente, executa em um computador de alto desempenho

Embora o NodeMCU possa ser programado com a linguagem Lua, preferimos usar a *Processing*, uma linguagem de programação do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino, segundo Oliveira (2017a, p.8)

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto, que possui seus próprios micro controladores e a sua próprio IDE. O Arduino tem uma grande comunidade de usuários, diversos trabalhos e projetos que se utilizam dessa plataforma, pela sua facilidade de uso, eficiência e seu IDE gratuita, além do grande número de ferramentas já implementadas para o mesmo[...]

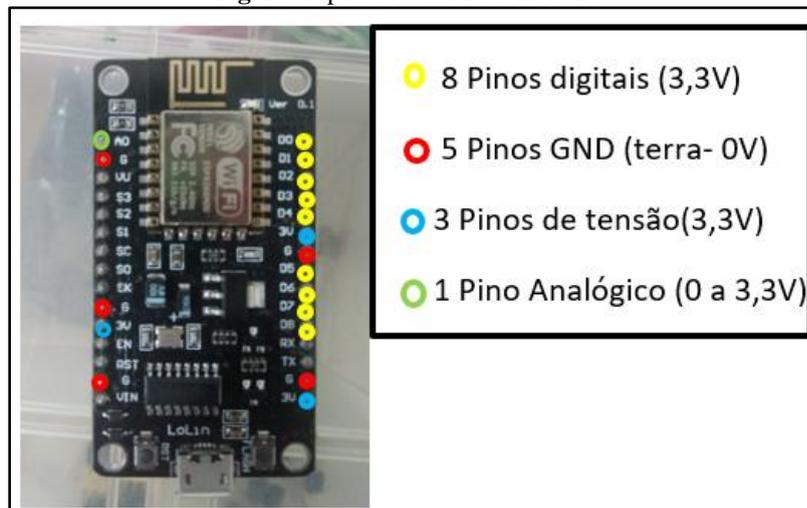
Essa plataforma permite que programadores criem seus projetos usando o ESP8266 enviando dados para um servidor. Escolhemos como servidor a plataforma Ubidots STEAM, segundo Karumbaya, Satheesh (2015) é uma plataforma utilizada para conectar pessoas, servidores e coisas, em que o seu usuário pode ter acesso em tempo real aos dados capturados pelo sensor. Para isso o usuário pode ativar o cliente, “[...] um software, normalmente acionado por um usuário, razão pela qual é comum que tenha uma interface gráfica amigável [...]” (OLIVEIRA, 2017, p.19). Assim o usuário por meio do cliente pode solicitar ao servidor da plataforma acesso aos dados. Ao nos referir ao monitoramento é essencial trabalharmos com uma rede de sensores que permitam a produção de dados. Sobre a rede de sensores Oliveira (2017, p. 16) destaca que

As RSSF (Redes de Sensores sem Fio, ou Wireless Sensor Network [WST]) formaram a tecnologia seguinte desenvolvida no âmbito de IoT. São redes compostas de dezenas, centenas ou até milhares de nós microprocessados, com capacidade de comunicação sem fio e alimentados por baterias. Foram propostas especialmente para função de monitoramento, seja ambiental ou em situações de risco, guerra ou emergência. Várias técnicas, diversos protocolos e padrões foram desenvolvidos para atender aos requisitos de redes de sensores, como eletrônica embarcada de baixo custo e consumo mínimo de energia (OLIVEIRA, 2017, p.16)

Logo, as redes de sensores são peças muito importante, para não dizer essencial, no cenário da IoT, pois possibilita trabalhar em diferentes ambientes viabilizando a coleta e dados no mundo físico.

Oliveira (2017) destaca, ainda, que a placa ESP8266 é indicada para iniciantes, pois seus pinos facilitam a montagem de pequenos circuitos, além de “[...]facilitar a gravação do software e tem um regulador de tensão de 5 volts para 3,3 volts, o que possibilita ligar os módulos diretamente em interfaces USB, bem como em fontes de 5 volts, bem mais comuns que as fontes de 3,3 volts” (OLIVEIRA, 2017, p. 53). Outra característica importante da placa NodeMCU ESP8266 são as portas digitais e analógicas, ela contém uma porta de entrada analógica (A0) e 8 entradas ou saída digital, como mostra Figura 4.

Figura 4- placa NodeMCU ESP8266



Fonte: arquivos pessoais

Destacamos na Figura 4 os principais pinos da placa, ela tem três pinos de tensão de 3,3 V, isso quer dizer que nesses pinos pode-se ligar circuitos externos suportando uma corrente elétrica máxima de um ampère. Nela temos cinco pinos GND, é o "terra", serve como negativo de todos os circuitos. Para enviar dados ou recebê-los temos um pino analógico e oito pinos digitais. Sobre entradas e saídas digitais/analógicas os pesquisadores Tocci, Widmer e Moss (2011) esclarecem que os sistemas analógicos podem variar ao longo de uma faixa continua de valores, sendo os digitais mais fáceis de trabalhar que os analógicos, pois o digital só assume valores discretos trabalhando com faixa ALTA (HIGH ou 1) e BAIXA (LOW ou 0), basicamente se há energia elétrica ou não, respectivamente. Segundo o documento de fabricação da placa ESP8266, chamado de Datasheet, esse microcontrolador trabalha com 10 bits de resolução, define-se como bits a menor unidade da informação, bit só assume 2 valores, 0 e 1, que indica a passagem ou não de energia.

Deste modo a porta analógica pode trabalhar em uma faixa de 0 e 1023 unidades, ou seja, são 1024 unidades diferentes, que podem estar ligadas (1) ou desligadas (0). Essa faixa de tensão de alimentação (α) é calculada pela equação $\alpha = 2^b$, em que b é número de bits da placa. Assim a NodeMCU tem a seguinte faixa:

$$\alpha = 2^{10} = 1024$$

Segundo Tocci, Widmer e Moss (2011) quando se atinge o maior valor (1023) a voltagem de energia atinge ao máximo, nesse caso (3,3 V). Uma porta Analógica é a única nessa placa que pode variar de zero a 1023 unidades, as quais representam uma variação na tensão elétrica de zero à 3,3 V. Com tais informações é possível calcularmos a Resolução de nossa placa. A Resolução quer dizer precisão, quanto maior o número de bits mais preciso é o microcontrolador. Para os mesmos pesquisadores é possível calcular a Resolução de nossa placa substituindo os valores referente aos dispositivos na equação

$$resolução = \frac{V_{ref}}{2^b}$$

Sendo V_{ref} a voltagem da placa (3,3 V), e b a quantidade de bits (10 bits),

$$resolução = \frac{3,3}{2^{10}} = \frac{3,3}{1024} \approx 0,00322 \text{ V}$$

Convertendo esse valor em milivolts, temos:

$$resolução = 0,00322 * 1000 \approx 3,22 \text{ mV}$$

Isso significa que para a saída de um dado é necessária uma corrente de 3,22 mV. Outra parte fundamental em qualquer projeto são os sensores de captação de dados, os que foram testados apresentaremos a seguir, como os demais componentes.

2.2.2- Sensores

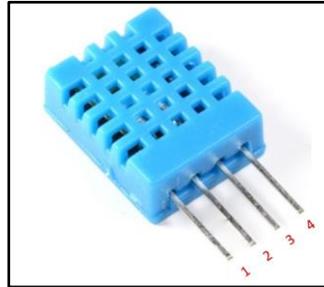
Nosso trabalho usou dois tipos de sensores: o sensor de temperatura e umidade DHT11 e o sensor de detecção de monóxido de carbono (CO) MQ-7.

2.2.2.1- Sensor DHT11

É um sensor de temperatura e umidade digital que segundo o seu Datasheet é um componente que contém a saída de sinais digitais e consegue fazer a leitura de temperatura em um intervalo de zero a 50 graus Celsius, sua faixa de medição de umidade e entre 20% a 90% de umidade relativa do ar, tendo como tempo de reposta para a leitura 2 segundos, sua precisão de leitura para umidade relativa do ar $\pm 5\%$ e de temperatura $\pm 2\%$, como é um sensor com

saída digital não há necessidade de calibragem. Ele contém 4 pinos de saídas como mostra na Figura 5,

Figura 5- sensor DHT11



Fonte: Filipeflop (2019)

Cada uma das 4 entradas tem uma função sendo elas:

- Representado por 1 na Figura 5, a fonte de alimentação VCC 3.5 ~ 5.5V DC
- Representado por 2 na Figura 5, dados seriais DATA, pino da saída digital.
- Representado por 3 na Figura 5, NC, pino vazio
- Representado por 4 na Figura 5, terra, pode ser chamado de negativo (GND).

Estes componentes se mostrou uma ferramenta de fácil manipulação, deste modo não houve alteração em sua aquisição. Outro sensor utilizado foram os sensores para a detecção de monóxido de carbono (CO), este sensor diferente do anterior não é digital permitindo seu ajuste pelos valores da porta analógica (A0) do NodeMCU, variação que vai zero a 1023 unidades como já foi dito.

2.2.2.2- Sensor MQ-7

Segundo o Datasheet dele, esse sensor é composto pelo dióxido de estanho na estrutura rutila (SnO₂), que possui menor condutividade em ar limpo. Isso faz uma detecção pelo método do ciclo de alta e baixa temperatura. Detecta-se o CO quando temperatura é baixa (aquecida por 1.5V). A condutividade do sensor é mais alta juntamente com o aumento da concentração de gás. Quando a temperatura é mais alta (aquecida por 5.0V), limpa os outros gases adsorvidos em baixa temperatura. O sensor de gás MQ-7 tem alta sensibilidade ao monóxido de carbono, a Figura 6 ilustra o sensor.

Figura 6- sensor MQ-7

Fonte: arquivos pessoais

Ele contém seis pinos, dois deles são responsáveis pelas correntes de aquecimento e são internos. Os outros quatro são externos tendo as seguintes funções:

- Representado por 1 na Figura 6, é de voltagem de 5 volts (VCC),
- Representado por 2 na Figura 6, é o pino referente ao fio terra (GND),
- Representado por 3 na Figura 6, pinos da saída digital (D0),
- Representado por 4 na Figura 6, pino de saída analógica (A0),

A saída de dados do nosso sensor MQ-7 foi feita no intervalo [0-100] ppm. Segundo Oliveira (2017) os sensores com saídas analógicas fornecem uma maior precisão. Assim quando a porta A0 do NodeMCU indica seu valor máximo 1023 quer dizer que o sensor informou uma concentração de gás de 100 ppm. Por ser um sensor analógico ele deve passar por um processo de calibragem. Segundo Pereira (2018) “De uma maneira geral, o processo de calibração consiste em submeter o sensor a entradas conhecidas para que sejam comparadas ao seu valor de saída”. Assim nosso sensor MQ-7 foi submetido a um ambiente em que não, consideramos não ter, ou ter o mínimo, de CO. Cabe destacar que ao desenvolver o projeto testamos o sensor MQ-2, porém ele se mostrou pouco preciso, ele fixava uma unidade para o CO e não variava, assim optamos houve a necessidade da mudança, passamos a usar o MQ-7, por se mostrar mais preciso.

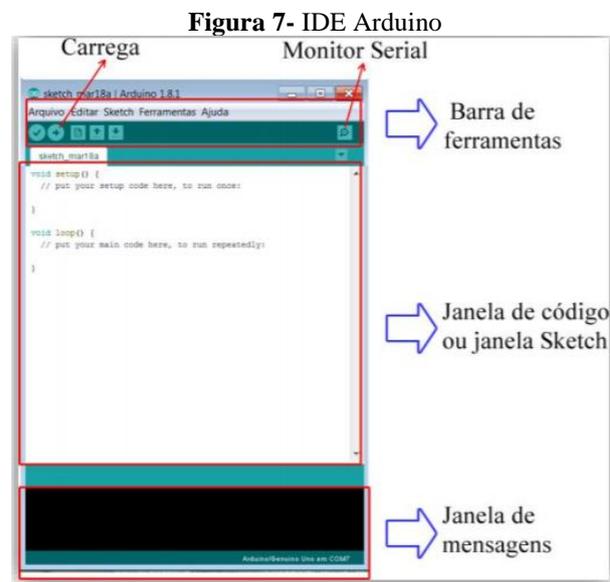
2.2.3- IDE Arduino

Para a programação do microcontrolador NodeMCU ESP8266 usamos o IDE do Arduino, Oliveira (2017) diz que

A mesmo IDE Arduino pode ser usada para programar o módulo NodeMCU, ou qualquer módulo que utilize o microcontrolador ESP8266. E a maior parte dos

exemplos e programas disponíveis para o Arduino pode também ser compilada e carregada nos módulos com esse microcontrolador (OLIVEIRA, 2017 p.108).

A programação no IDE do Arduino pode favorecer aos programadores com pouca experiência, sobre esse ambiente de programação podemos afirmar que a “[...] maior vantagem desse processo é garantir maior poder de processamento, visto que o processador ficará totalmente dedicado ao programa. Como desvantagem, deve ser observado que não há nenhum tipo de gerência de hardware e software disponível” (OLIVEIRA 2017 p.108). A Figura 7 ilustra o IDE do Arduino.



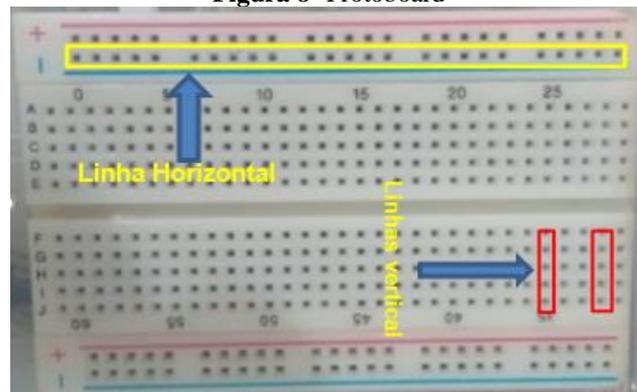
Fonte: arquivos pessoais

Esse ambiente é dividido em três partes: a barra de ferramentas (Toolbar) no topo, no centro a janela de código ou Sketch, e na base, a janela de mensagens. Ele apresenta, ainda, uma estrutura básica para a programação de duas funções: `setup()` e `loop()`. Na primeira inicializa-se as variáveis e/ou outros elementos, na segunda atualizasse essas variáveis e/ou elementos, ou seja, usa-se para processar os dados do programa. Essa é uma função que fica executando o código repetidamente. As duas funções são obrigatórias e executadas de forma procedimental logo ao ligar a placa que contém o código.

2.2.4- Protoboard

A Protoboard tem vários nomes, o que mais se encaixa com sua função é “placa de ensaio”, ela serve para desenvolver circuitos elétricos dos mais simples aos mais complexos, é feita de plásticos com furos na horizontal e vertical, podendo ter 830, 400 ou 170 furos, Figura 8.

Figura 8- Protoboard



Fonte: Arquivo pessoais

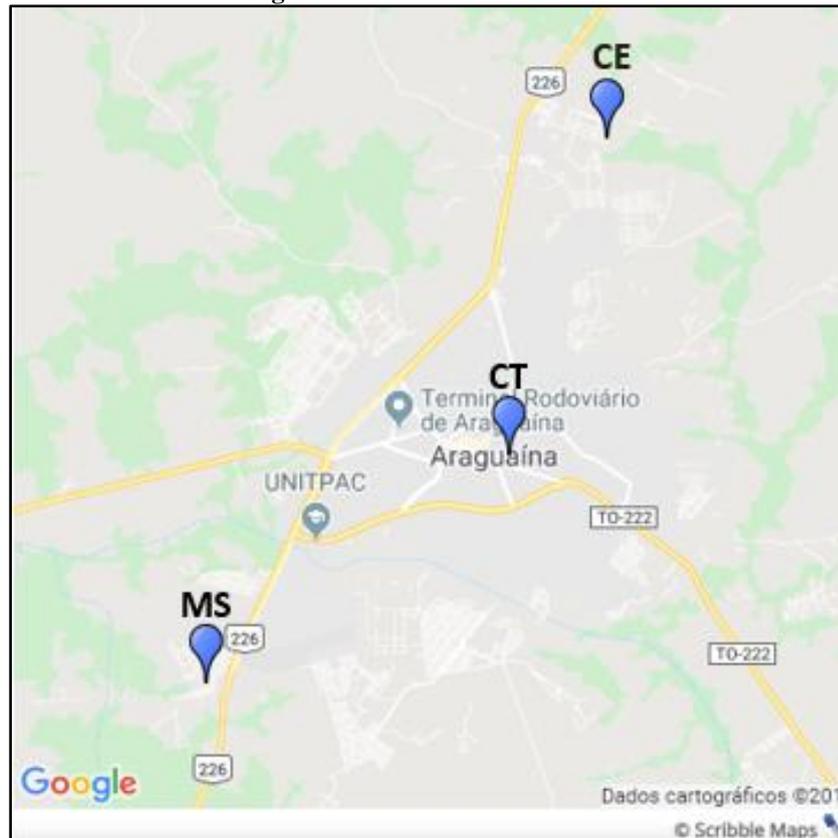
Nas “linhas” horizontais, indicada pelo contorno amarelo, geralmente é colocado o cabo da fonte de alimentação (3,3 V), e na paralela azul coloca-se o terra (GND), nas “linhas” verticais da figura, que está indicado pelo contorno vermelho, coloca-se os componentes eletrônicos, considerando que eles estão distribuído de cinco em cinco furos. Para fazer a conexão com os dispositivos e a placa, para montar os projetos, um item indispensável são jumpers, que são fios que possibilita a fixação nos pinos de saída/entrada dos sensores com a placa de ensaio e dessa para o NodeMCU.

3- METODOLOGIA

Trabalhamos com a abordagem de investigação qualitativa, pois procuramos compreender qualitativamente o desenvolvimento de projetos de monitoramento de algumas grandezas de poluição atmosférica. Para Gil (2002) a “[...] análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação” (GIL, 2002, p. 133).

O primeiro passo foi criar um dispositivo para ler a temperatura, a umidade (sensor DHT11) e o monóxido de carbono (sensor MQ-7), para isso usamos o NodeMCU ESP8266 como tecnologia de recebimento desses dados e o enviamos para um servidor *on-line* (plataforma Ubidots STEM). O qual podemos chama-lo de Dispositivo para Mapeamento de Umidade, CO e Temperatura (DISMUCOT).

O DISMUCOT foi colocado em três residências da cidade de Araguaína no Estado do Tocantins. Ele ficou oito dias, de 31/10/2019 à 08/11/2019, no setor costa esmeralda (CE) na saída norte da cidade. Desconsideramos dois dias iniciais para manter a mesma escala de produção de dados. A segunda estadia foi em uma residência no setor monte Sinai (MS) na saída sul da cidade, foram registrados seis dias do dia 09/11/2019 ao dia 15/11/2019. A última coleta de dados foi em uma residência no setor central (CT) da cidade do dia 16/11/2019 ao dia 22/11/2019. Escolhemos estes lugares para ter uma compreensão das poluições tanto no centro quanto nos extremos da cidade, assim a cada 6 dias procuramos fazer um rodizio entre residências, Figura

Figura 9- localidade dos sensores

Fonte: Adaptação google maps

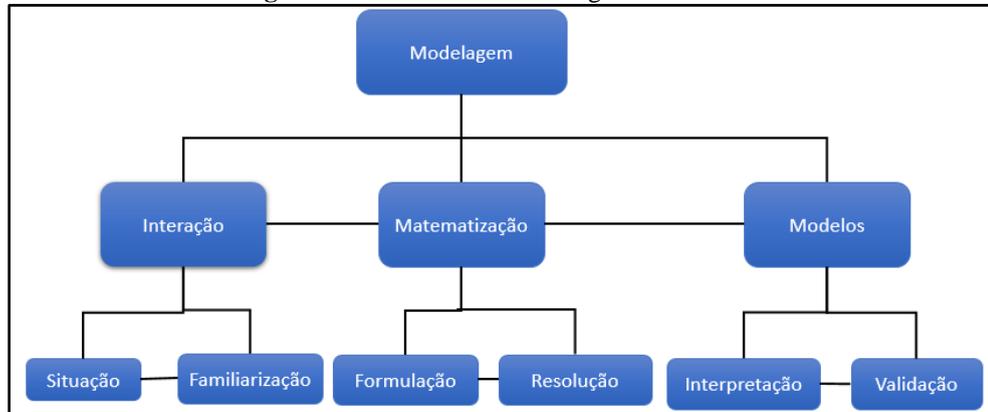
Este representa os pontos em que o dispositivo esteve. Para analisar os dados obtidos pelo DISMUCOT usamos a Modelagem Matemática como método de análise, para Bassanezi (2016)

[...]” a modelagem-pode ser tomada tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem-tem se mostrado muito eficaz. A *modelagem matemática* consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. [...]”(BASSANEZI, 2016 p. 16, grifo do autor)

Ao destacar a Modelagem Matemática como um método de pesquisa nos atentamos que ela fornece alguns requisitos essenciais para os desenvolvimentos de atividades que visa a interação do mundo real e que possibilite a criação de modelos. Um “[...] modelo matemático é um conjunto consistente de equações ou estruturas matemáticas, elaborado para corresponder a algum fenômeno - este pode ser físico, biológico, social, psicológico, conceitual ou até mesmo um outro modelo matemático” (BASSANEZI, 1999, p. 12), na qual através deste, pode-se fornecer ao pesquisador a possibilidade de entendimento por meio da Matemática de situações do cotidiano. Ainda, segundo esse autor a “[...] modelagem matemática, concentrada no desenvolvimento e análise de modelos, tônica da pesquisa contemporânea, passou a ser uma arte em si mesma” (BASSANEZI, 1999, p. 13). Assim, para desenvolver os modelos

matemáticos há necessidade de fases, as quais são estabelecidas na modelagem matemática como um caminho a ser seguido para leitura do mundo. Estas etapas são estabelecidas na Figura 10.

Figura 10- Dinâmica da modelagem matemática



Fonte: BIEMBENGUT (1999)

A *interação* trata-se de buscas em bancos de dados (por meio de livros, revistas, sites artigos entre outros), que tem como objetivo desenvolver situações problemas. A *Matematização*, formula-se o problema e busca resolvê-lo utilizando ferramentas matemáticas. O *modelo matemático*, é interpretar a luz da situação real, resume em verificar se o modelo condiz com a realidade, analisando-o e validando-o se os resultados condizem com a realidade.

No eixo de análise deste trabalho está dois momentos, o primeiro trata da construção do circuito destacando como foi sua arquitetura, programação e como usamos a plataforma Ubidots STEM para coletar os dados em tempo real. A segunda etapa dependeu diretamente da construção do projeto destacado na primeira parte, pois analisamos os dados coletados, procurando discutir os dados a partir de modelos estatísticos. A análise foi feita setor por setor e, por fim, o geral da cidade de Araguaína.

4- ANALISE DOS DADOS

Nesse capítulo analisamos com uma estrutura da Modelagem Matemática, pautados em Biembengut (1999), a construção do hardware e softwares que compõem o DISMUCOT. Em segundo momento, analisamos os dados produzidos pelo dispositivo. Ambas as análises usaram a estrutura referida simplificada nos seguintes processos:

- 1- Interação
 - a. Situação Inicial
 - b. Familiarização
- 2- Matematização
 - a. Situação problema
 - b. Resolução
- 3- Modelo Matemático
 - a. Situação Final

O objetivo desta análise é apresentar à comunidade científica a situação de problema de sensoriamento remoto de poluição atmosférica usando um dispositivo que gera dados sobre a umidade, temperatura e concentração de monóxido de carbono. Nesta análise consideremos conceitos de equação, função matemática, média, mediana, moda, desvio padrão, variância, entre outros que de forma implícita ou explícita não foi possível registrar neste relatório. Consideramos duas situações problemas: A construção do DISMUCOT e os saberes matemáticos dos produzidos.

4.1- Criação do DISMUCOT - Hardware e Softwares

Para a construção do DISMUCOT, o qual permite a captação de dados referente ao meio ambiente, utilizando a IoT como ferramenta de envio, recebimento e armazenamento de dados em um servidor.

4.1.1- Interação

4.1.1.1- Situação inicial: A construção do DISMUCOT

4.1.1.2- Familiarização:

Na busca em compreender matematicamente a concentração de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura na cidade de Araguaína-TO, um município com estimativa em 2019 de 180.470 habitantes, um crescimento de 21% da última pesquisa do IBGE (2010) sobre a população araguaíense. Com o referido crescimento da cidade é natural que haja ampliação na quantidade de carros e de indústrias, o que pode resultar em aumento da poluição atmosférica. Com o intuito de fornecer a comunidade em geral uma ferramenta de mapeamento de poluição do ar vimos a necessidade de criação de um dispositivo que faça a

captação destes dados e que utilizasse uma plataforma online para a organização, tabulação e divulgação dos dados.

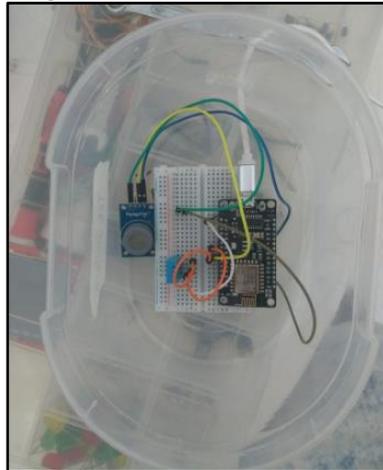
4.1.2- Matematização

4.1.2.1- *Situação problema*: Quais os saberes científicos e tecnológicos na construção do DISMUCOT?

4.1.2.2- *Resolução*:

No *primeiro momento* foi a criação do circuito elétrico, em que foi utilizado uma a protoboard para conectar os sensores MQ-7 e o DHT11 a placa ESP8266, conectando-os por meio de jumpers. A Figura 11 mostra o circuito montado, usamos um recipiente de plástico para fixá-lo.

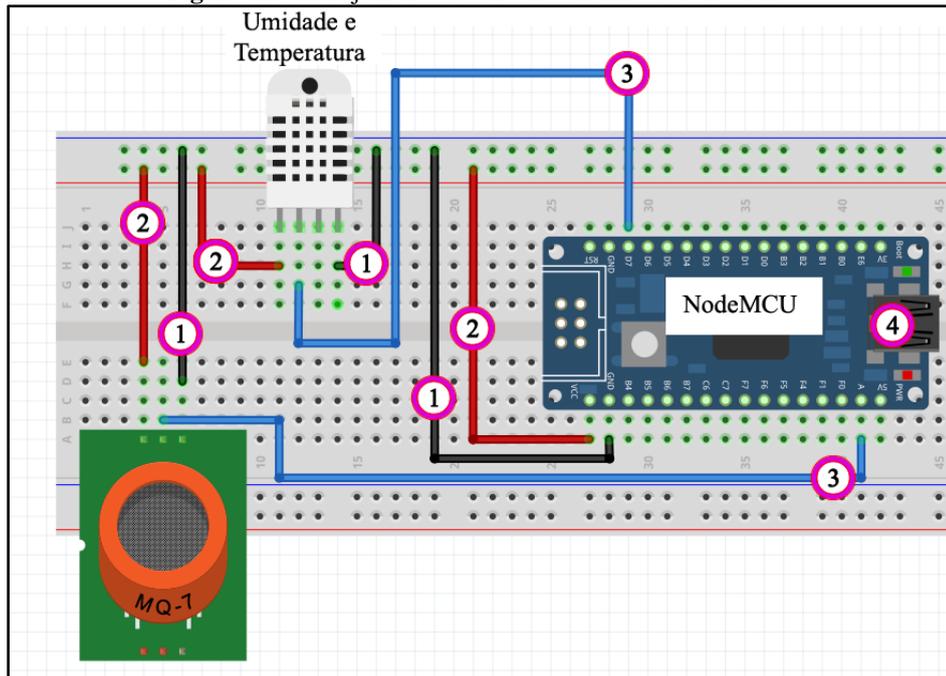
Figura 11- circuito desenvolvido



Fonte: arquivos pessoais

Fixamos a Protoboard no recipiente plástico, pois os jumpers estavam desconectando ao movimentar o dispositivo, acarretando em problemas na medição dos dados. Usamos, ainda, um cabo, de mais ou menos dois metros, com uma entrada micro USB, em uma das pontas e, na outra, uma entrada USB para a alimentação da placa. Esse cabo também serviu para exportar o código no IDE do Arduino, do computador para a placa NodeMCU. De modo que ele ficou montado de acordo com o esquema da Figura 12,

Figura 12- Planejamento do circuito elétrico desenvolvido



Fonte: arquivos pessoais

Nesse esquema, de circuito elétrico, os números de 1 a 3 representam os jumpers que conectam os pinos da placa NodeMCU ESP8266 aos sensores DHT11 e MQ-7, Umidade e Temperatura e ao de monóxido de carbono, respectivamente. O 1 são jumpers que conectam GND (0V), o terra; o 2 conectam ao pino de Volt Corrente Continua (VCC) de 3,3 V; o 3 faz a conexão ao pino “dados” dos sensores. É importante lembrarmos que esses pinos produzem dados de forma diferente, o DHT11 “entrega” os dados na forma digital, ou seja, há neles programado uma matemática que já entregam valores de temperaturas entre 0 a 50 Celsius e umidade entre 20 a 90%, com uma calibragem digital, isto é, calibra-se automaticamente. O pino “dados” do MQ-7 é analógico, o que implica em uma produção de dados variando no intervalo de 0 a 1023 unidades. Nele precisa-se de uma matemática que converta a unidade analógica recebida para a unidade de medida desejada, bem como a calibragem é feita de forma manual.

4.1.2.3- Programação do Circuito

Para a entrega de dados do MQ-7 pode-se optar por saberes matemáticos embutidos no IDE do Arduino como a função *map* (*long x, long in_min, long in_max, long out_min, long out_max*). Embora à primeira vista essa função pareça intimidadora ela, nada mais é do que uma regra de três. Por exemplo, suponhamos que o sensor tenha nos retornado 723 unidades na escala de “de tonturas, fraqueza muscular” da concentração de CO, o qual segundo a Figura 2

é 100 ppm, ou seja, se a concentração de CO chegar a esse valor o sujeito terá tontura e/ou fraqueza muscular, já tendo passado por capacidade visual reduzida e dores de cabeça. Na função *map*, ficaria assim:

$$valor = map(723, 0, 1023, 0, 100)$$

Criamos uma variável *valor* para receber o resultado da função *map*, assim queremos converter 723 unidades que estão em um intervalo de [0, 1023] para um *valor* que está em um intervalo [0,100] ppm. Em termos de programação do Arduino essa função executa o seguinte comando:

```
long map(723, 0, 1023, 0, 100) {
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
    // retorne (723 - 0) * (100 - 0) / (1023 - 0) + 0;
    //retorne (723)*(100)/(1023)
}
```

O software retornaria, nesse caso, *valor* = 70 e não o resultado supracitado. Esclarecemos que *long* é o tipo de dados para armazenamento de números inteiros. Assim a função *map* só retorna números nesse tipo de conjunto numérico, se há a necessidade de uma precisão decimal, então tivemos que programar a placa para fazer uma regra de três que retorne o tipo de dado *float*, o qual refere-se ao conjunto dos números reais. No Arduino programar uma regra de três seria:

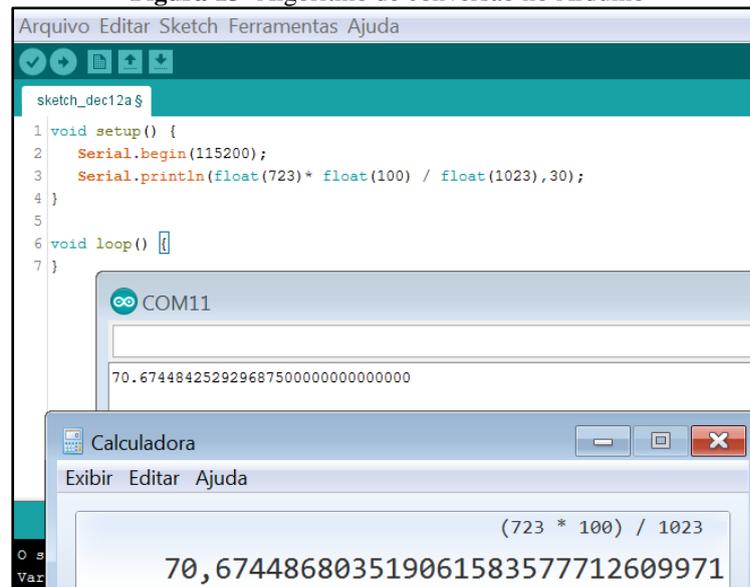
```
float converteValor(723) {
    return float(723)*float(100)/float(1023);
    //retorne (70,6744)
}
```

Agora o resultado seria *valor* = 70.6744842529, ou algo próximo disso. Fizemos alguns testes com a linguagem de programação Arduino, basicamente escrevemos:

```
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial.println(float(723)* float(100) / float(1023), 30);
}
void loop() {}
```

Esse código imprime na tela o resultado da operação matemática com 30 casas decimais, ele nos retornou *valor arduino* = 70.674484252929687500000000000000. Fizemos a mesma conta na calculadora do computador, em sistema operacional Windows 7, o resultado foi *varlor calculadora* = 70,674486803519061583577712609971, Figura 13.

Figura 13- Algoritmo de conversão no Arduino



Fonte: arquivos pessoais

Observamos que até a quinta casa decimal os valores são iguais:

$$\text{varlor}_{\text{arduino}} = 70.67448$$

$$\text{varlor}_{\text{calculadora}} = 70,67448$$

Contudo, a partir da sexta casa decimal os valores são diferentes:

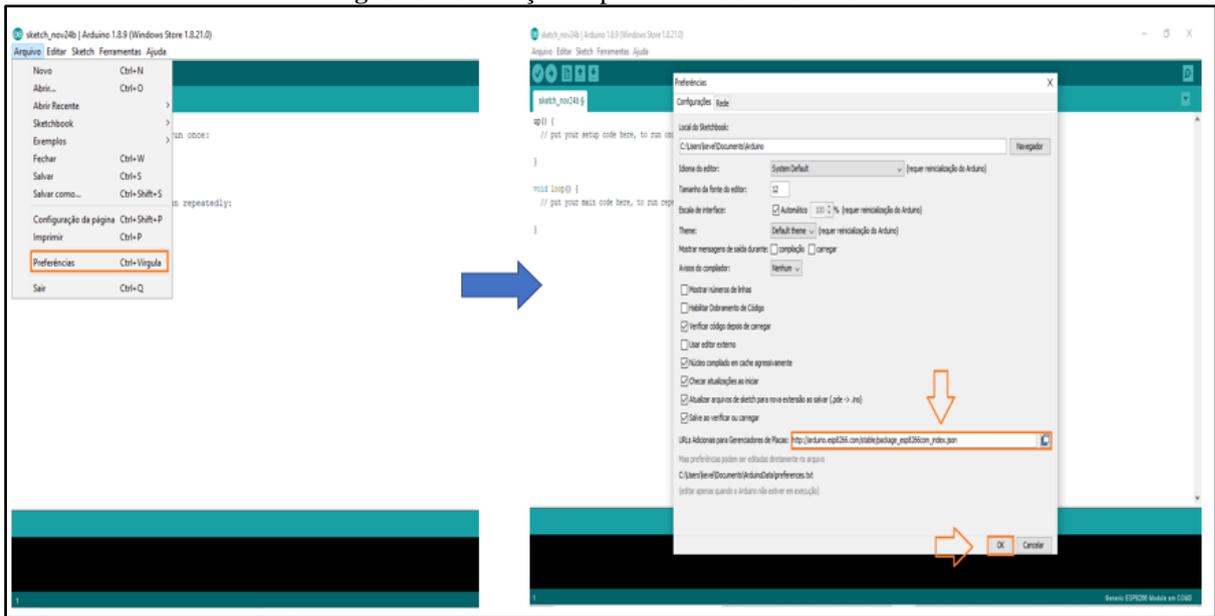
$$\text{varlor}_{\text{arduino}} = 70.674484$$

$$\text{varlor}_{\text{calculadora}} = 70,674486$$

Por falta de tempo, como nossas medições não exigem uma precisão numérica decimal e por não ser parte do escopo deste trabalho tal análise, não fizemos uma investigação mais aprofundada sobre o assunto. Contudo, ficamos intrigado nos permitindo realizar a conta à mão e nosso valor conferiu com o valor da calculadora. A única certeza que temos é que o algoritmo para divisão do Arduino é diferente do algoritmo usado pela calculadora do computador e pelo algoritmo “método da chave” que tradicionalmente se usa no Brasil para realizar contas de divisão. Há de se justificar que a programação Arduino usa como separador decimal o ponto, comum em países de cultura inglesa. Já a calculadora do computador usa a vírgula com separador decimal, comum na cultura em países da América não inglesa e da Europa.

Para trabalharmos com a placa NodeMCU ESP8266 no IDE do Arduino, temos que instalá-la, Figura 14. Esse processo foi feito para o sistema operacional é o Windows. Portanto seguindo os passos estabelecidos por Oliveira (2017), em que primeiramente deve se instalar a placa.

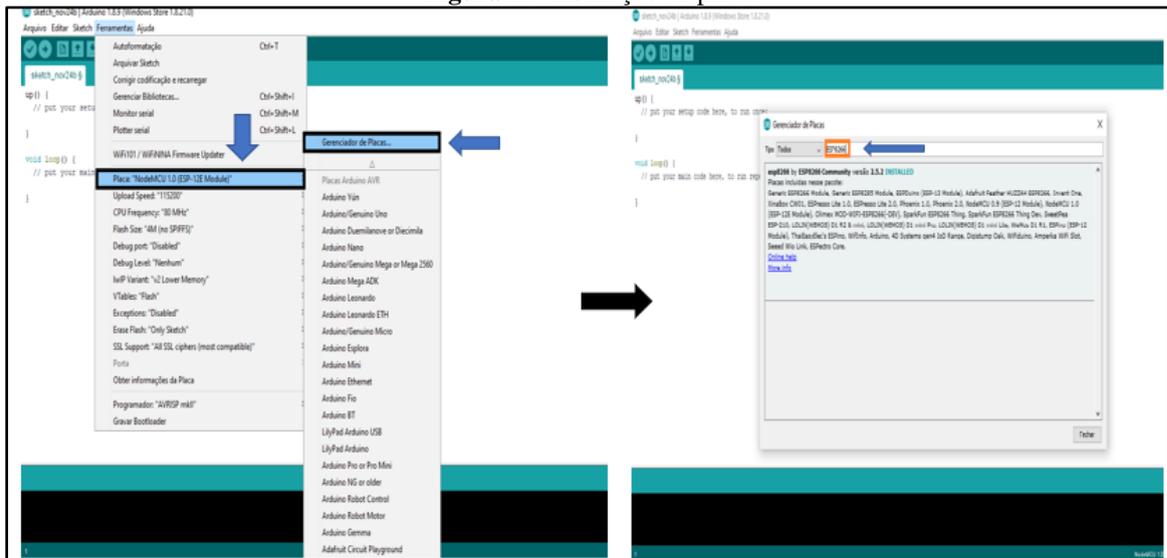
Figura 14- Indicação da placa NodeMCU ESP8266



Fonte: Arquivos pessoais

Depois de instalar o programa e abrir o Arduino IDE é necessário entrar nas preferências do ambiente de programação (*arquivo>preferencia*), no gerenciador de placas adicionamos a URLs http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, em seguida clicamos em ok. Assim a placa indicada vai está disponível para instalação, como mostra na Figura 15,

Figura 15- instalação da placa

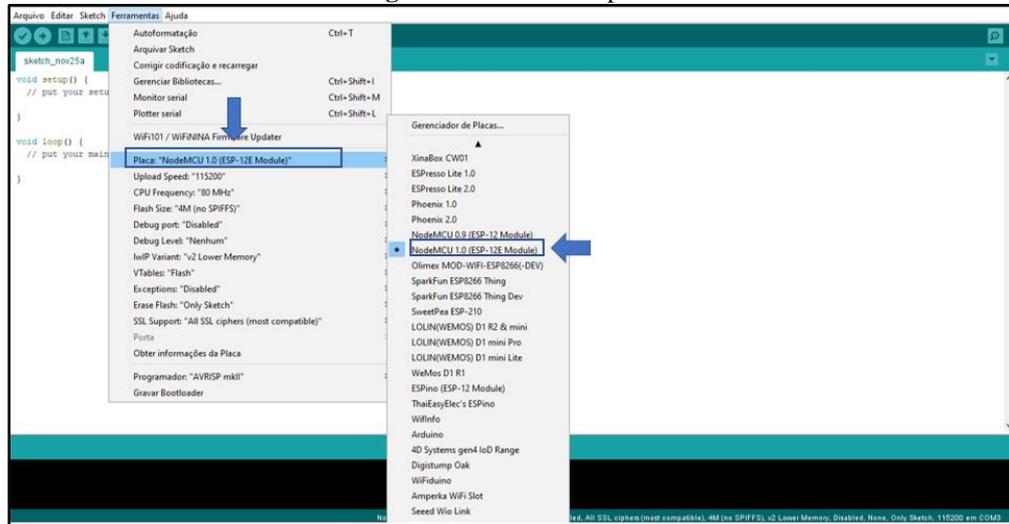


Fonte: arquivos pessoais

Agora é necessário acessar o gerenciador de placas (*ferramenta>placa>gerenciador*), em seguida digita-se o nome da placa ESP8266, se for a primeira vez que trabalha com o

Arduino vai aparecer uma única placa, então é só clicar e esperar instalar. Por fim, fechamos o IDE e abrimos novamente, vamos em gerenciador de placas e escolhemos a placa NodeMUC (*ferramentas < Placa < NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)*). Figura 16.

Figura 16- escolha da placa



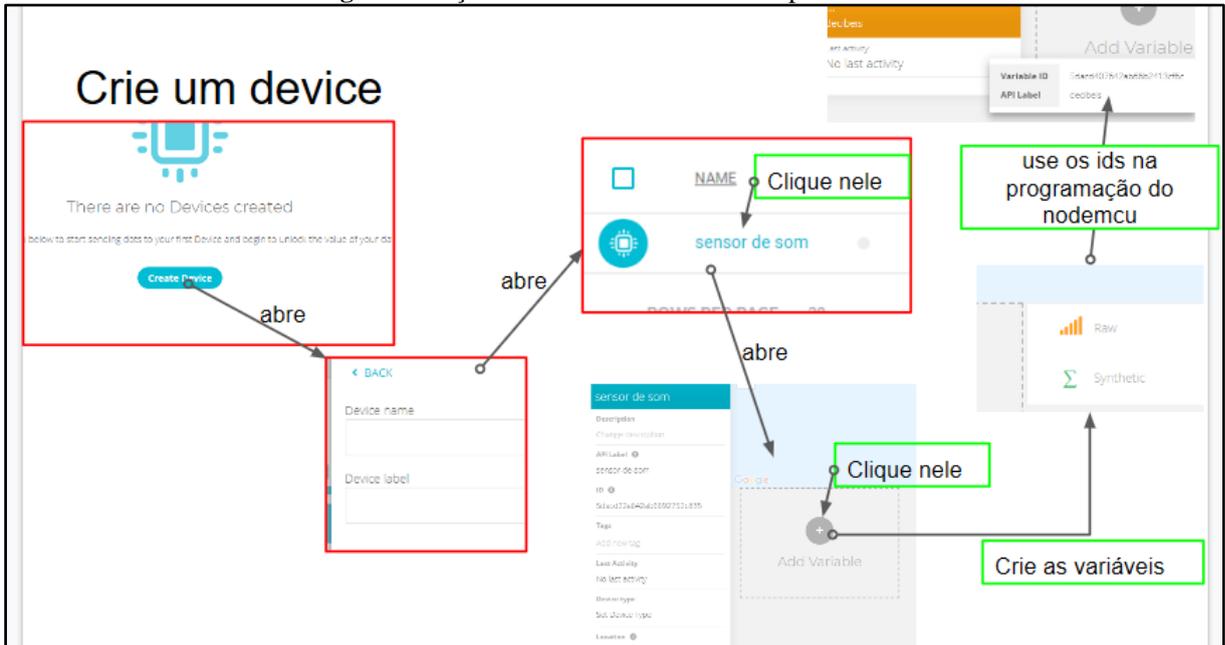
Fonte: arquivos pessoais

Com o IDE configurado para a placa, fomos configurar a plataforma Ubidots, essa plataforma é um servidor remoto para os dados produzidos pelos sensores:

O Ubidots é um construtor de aplicativos da Internet das Coisas (IoT) com análise e visualização de dados. Transformamos dados de sensores em informações importantes para decisões de negócios, interações máquina a máquina, pesquisa educacional e uma maior economia de recursos globais (UBIDOTS, 2019, p. 1).

Essa plataforma é paga, mas tem uma versão para estudante denominada Ubidots STEM, ela necessita de cadastro, e ao entrar é necessário seguir alguns passos, os explicamos na Figura 17 a programação do circuito no IDE Arduino depende dessa configuração.

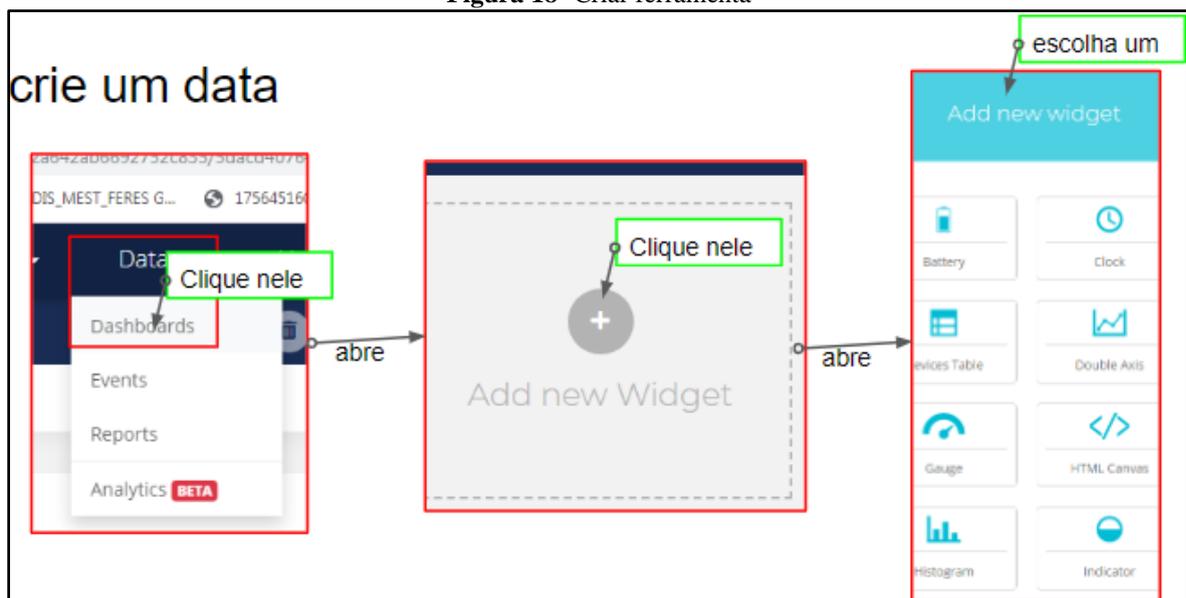
Figura 17- ações a serem desenvolvidas na plataforma



Fonte: Arquivos pessoais

Ao entrar na plataforma clicamos no *dispositivo > criar dispositivo*, depois de nomear o dispositivo, clicamos nele para criar suas variáveis, elas são importantes, pois o ID de cada variável e o ID geral permite a comunicação entre os sensores e a plataforma. Há como visualizar os dados capturados. A Figura 18 mostra o processo de criação de um visualizador dos dados produzidos, na plataforma Ubidots ele se chama *Dashboard*, pode ser um gráfico, um simples indicador, um relógio entre outros.

Figura 18- Criar ferramenta

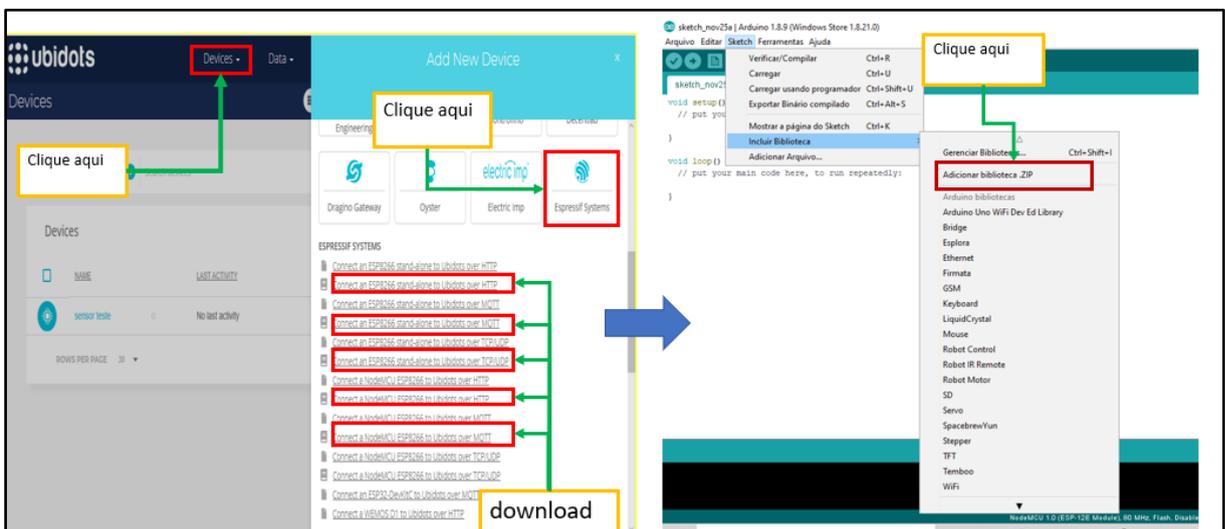


Fonte: Arquivo pessoais

Ao criar os *Dashboard* eles resgatam uma variável que foi criada anteriormente, em nosso caso, no final do processo de criação desses visualizadores teremos um para cada variável. Isso não é uma obrigação, mas sim boas normas de trabalho, uma vez que ao usarmos duas variáveis por *Dashboard* houve uma confusão entre as variáveis. Nosso erro ocorreu quando atribuímos a variável de ligar um Diodo emissor de luz (Led) e outra ao gás monóxido de carbono, a cada vez que ligávamos ou desligávamos o Led havia alteração na variável do Gás, depois de algumas observações percebemos o erro era na troca delas, assim a concertamos.

Configura a plataforma Ubidots, fez-se necessário estabelecer a interação entre a placa NodeMCU e a Ubidots, essa ação se faz na linguagem de programação Arduino, colocando bibliotecas de, Figura 19,

Figura 19- biblioteca Ubidots



Fonte: Arquivos pessoais

Para instalar a referida biblioteca de códigos vamos na plataforma *Ubidots*>*device*>*Espressif Systems* fazer download dela em formato ZIP. Logo em seguida, no IDE do Arduino vamos no seguinte caminho *sketch*> *incluir biblioteca*> *adicionar biblioteca ZIP*, Figura 18. Com a instalação da biblioteca o IDE está pronta para programação do circuito usando a plataforma NodeMCU.

Com todas as plataformas configuradas e bibliotecas instaladas, passou-se a construção do software que conectou os sensores à Ubidots. Foi desenvolvido três variáveis para o DISMUCOT: Gás, temperatura e umidade. Programar a interação entre sensores e Ubidots parte de uma ideia aparentemente simples: os sensores enviam dados para a plataforma por meio da Internet, conectada a partir de uma rede Wi-Fi, que aceita mediante login e senha a entrada desses dados.

Esse processo exige o nome de uma rede Wi-Fi e a sua chave de segurança de rede (senha) a partir desses dois elementos o NodeMCU ESP8066 conecta-se a Internet, retângulo vermelho na Figura 20. A questão do Wi-Fi é complicada em uma escola, na UFT, por exemplo, ela é limitada aos cadastrados na rede Eduroam (education roaming), segundo a UFT (2019, p. 1) ela é “um serviço desenvolvido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa [RNP] para a comunidade internacional de educação e pesquisa que oferece acesso sem fio (wi-fi) à internet sem a necessidade de múltiplos usuários e senhas, de forma simples, rápida e segura”. Nessa rede não conseguimos conectar a placa ESP8266, nossa solução foi usar o “Roteador Wi-Fi” do celular. Com a Internet funcionando na NodeMCU programas o acesso a plataforma Ubidots, ela exige uma chave de acesso para cada variável criada, retângulo verde na Figura 20, no nosso caso três chaves importantes para o CO, umidade e temperatura. Além das chaves das variáveis é necessária uma chave de segurança geral, a qual a Ubidots chama de Token, retângulo azul na mesma figura

Figura 20- programação do circuito

```

sensorDHT11_temperatura_umidade_led_gas_ubidots | Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sensorDHT11_temperatura_umidade_led_gas_ubidots
|
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "DHT.h"
#include "UbidotsMicroESP8266.h"

#define DHTPIN 12
#define DHTTYPE DHT11

#define ID_TEMPERATURA_2 "5db6e2671d84723d53b3addf"
#define ID_UMIDADE_2 "5db6e2711d84723c53065687"
#define ID_LED_2 "5db6e2481d84723d216d420a"
#define ID_GAS_2 "5db6e2831d84723dc8dbdffa"

#define TOKEN "BBFF-9mxemsToxCJy8nGjV2kyxBWPM5IVUX"

int ledPin = 13;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

const char* ssid = "hevellyn";
const char* senha = "tays123456";

Ubidots cliente(TOKEN);

int pinoGas = A0;

//
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  //pinMode(2, INPUT);

```

ID das variáveis
 ID Geral/token.
 Senha e login

Fonte: arquivo pessoal

As chaves de segurança das variáveis ficam nelas mesmas, já a geral/tokem para ter acesso basta entrar na plataforma Ubidots clicar *Username>API credentials*, que a encontrará. Ela não se altera, só ocorre essa alteração se mudarmos a conta na plataforma.

A programação de captação da umidade e temperatura são fáceis e a diversas fontes na Internet que convergem para a mesma programação, como por exemplo, Hernández (2019) e Thomsen (2013); mas para a codificação para captura do monóxido de carbono as informações não convergem. A dificuldade está no não atendimento ao que se pede o *Datasheet* do MQ-7, ele pede para aquecer o sensor por um minuto, depois desliga o aquecedor e mede-se o CO por 90 segundos só daí repete-se o ciclo. A melhor indicação que encontramos foi Instructables (2017), a qual seguimos.

4.1.3- Situação Final -Validação do que foi produzido

Os sensores de medição de gás são diversos, na produção do DISMUCOT usamos dois o MQ-2 e o MQ-7. O primeiro mostrou-se instável, não ocorrendo variação quando submetido a ambientes com mais ou menos fumaça, assim decidimos substituí-lo pelo segundo que é altamente sensível a concentração de monóxido de carbono, o problema maior dele são os vários tutoriais que apresentam codificações diferentes para o sensor, além de um dos cinco sensores que usamos não ter funcionado, trabalhos futuros de comparação de codificação fazem se necessário para mostrarmos se há diferenciação entre elas ou não e havendo qual é mais confiável, infelizmente não tivemos tempo para tal.

Testamos duas plataformas a ThingSpeak¹ e a Ubidots, ambas permitem agregar, visualizar e analisar fluxos de dados on-line na nuvem. Nossa escolha foi pela segunda, pois ela tem muito mais formas de se visualizar um dado e oferecer, mais facilmente, a exportação dos dados. Com a medição de CO, temperatura e umidade realizadas fomos estudá-los.

4.2- LEITURA DOS DADOS PRODUZIDOS PELO DISMUCOT

Em dezoito dias de captação de dados de temperatura, umidade e monóxido de carbono na cidade de Araguaína, no Estado do Tocantins, produzimos 10368 dados, exportamos da plataforma Ubidots na extensão CSV, que é um formato de arquivo que significa “comma-separated-values” (valores separados por vírgulas). Essa quantidade de dados nos assustou, uma vez que não estamos habituados a trabalhar com tanta informação ao mesmo tempo.

¹ Disponível em < <https://thingspeak.com/> >, acessado em 14/11/2019

Começamos a estudá-los no Excel, mas acabamos tendo que migrar para RStudio, software livre de ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para a linguagem de programação R, a qual é específica para gráficos e cálculos estatísticos.

4.2.1- Interação

4.2.1.1- *Situação inicial: A matemática dos dados produzidos*

4.2.1.2- *Familiarização:*

As poluições podem afetar diretamente no bem-estar, e o CO é um dos grandes problemas, suas emissões pode acarretar doenças até a morte, como ocorreu como uma família em Santo André, em que um casal e os dois filhos morreram, no dia 14 de julho deste mesmo ano, segundo RIBEIRO (2019) como o apartamento não tinha sinais de arrombamento e o aquecedor estava sem chaminés, realizou-se uma leitura de gases pela perícia, a qual encontrou um índice elevado de CO dando a polícia a suspeita de que eles morreram asfixiados. Infelizmente notícias desse tipo já não são raras, o que leva a necessidade de estudos sobre tecnologias, coletas e organização de dados referente a poluição do ar por CO, outro fator que afeta ao bem-estar da população e o auto índice da temperatura (TP) e a baixa umidade (UD), considerando a cidade de Araguaína.

4.2.2- Matematização

4.2.2.1- *Situação problema:* Dos dados coletados, qual região de Araguaína tem menor concentração de CO ?

4.2.2.2- *Resolução:*

Nosso estudo pauta-se nas medidas de posição Moda (M_0), que é o valor que tem a maior frequência, mediana (M_d), que divide o conjunto de dados ao meio, se for ímpar considera-se como valor o número central. Quando for par, para encontrar a mediana (M_d), devemos encontrar os dois valores centrais (a_1 e a_2), a média aritmética desses dois valores será M_d , para os dados devem estar agrupados em ordem crescente ou decrescente. Já a média aritmética (\bar{M}), segundo o IBGE (2019, p.1) serve para

[...]obter um valor justo/eqüitativo para uma distribuição uniforme [...] elemento representativo de um conjunto de dados, cuja distribuição é simétrica[...] um valor mais provável quando aleatoriamente tomamos um elemento de uma população[...]uma boa estimativa para a média de uma população [...]uma estimativa da variável para tempo futuro.

Para um conjunto com n valores $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$, Souza (2013) obtém-se a \bar{M} somando todos os valores e dividindo pela quantidade de valores (n):

$$\bar{M} = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n}$$

Ao obter a \bar{M} , temos algumas estratégias para saber se os dados tem uma distribuição simétrica ou não e o quão distantes um do outro eles podem estar. Chama-se *variância* de dispersão (s^2) a medida de dispersão que mede o quanto os dados estão espalhados em torno da média:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{M})^2}{n - 1}$$

Porém a variação apresentada está elevada quadrado, portanto devemos utilizar o desvio padrão, $s(x)$, como uma forma de voltar a forma dos dados pela propriedade de radicação:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{M})^2}{n - 1}}$$

Com esse valor pode-se dizer qual a variações dos dados em torno da média. Entretanto quando trabalhamos com mais de uma amostra, não se pode dizer nada em relação a outra amostra. Essa função que permite saber quais os dados são mais homogêneos ou heterogênicos, para comparar a variabilidade de conjuntos distintos, em que a média são desiguais é responsabilidade do coeficiente de variação amostral ($C.V$), dado em porcentagem:

$$C.V. (\%) = \frac{s(x)}{\bar{M}} \cdot 1000$$

Por ter o caráter de comparar a precisão de diferentes experimentos. Há a seguinte relação entre as amostras:

1. Baixa dispersão: $C.V. \leq 15\%$;
2. Média dispersão: $15\% < C.V. \leq 30\%$
3. Alta dispersão: $C.V. \geq 30\%$.

Para estudar os dados produzidos utilizamos o RStúdio, como já foi dito, por meio dele aplicamos o teste o da estimativa por máxima verossimilhança (maximum-likelihood estimation- MLE), cujo o comando que se usa no *software* foi:

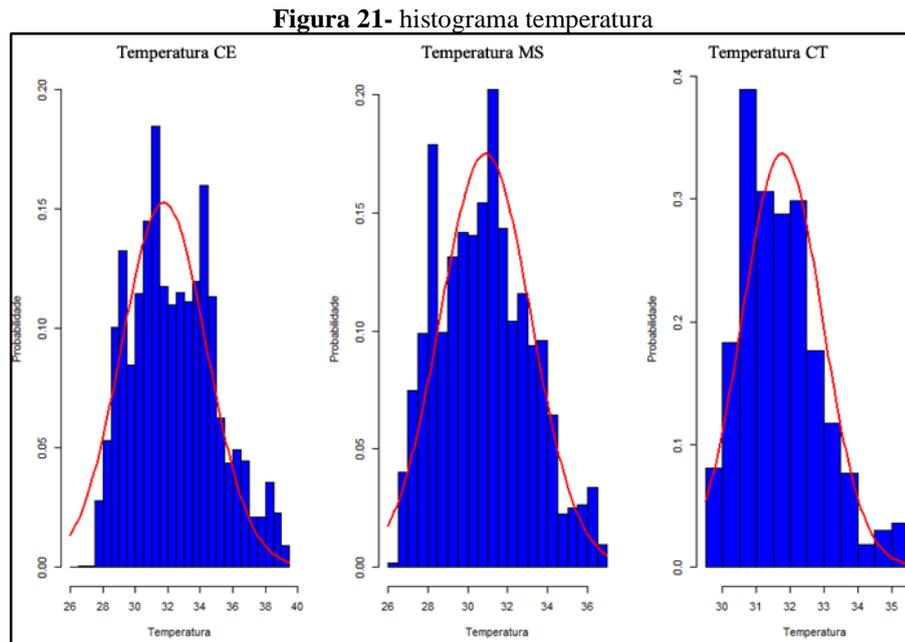
`library(maxLik)`

```

loglik <- function(param) {
  mu <- param[1]
  sigma <- param[2]
  ll <- 0.5*N*log(2*pi) - N*log(sigma) - sum(0.5*(bru - mu)^2/sigma^2)
  ll
}
N <- length(bru)
res <- maxLik(loglik, start=c(  $\bar{M}$ ,  $s^2$  )) # use 'wrong' start values
summary( res )

```

Nossa primeira variável a ser analisada foram os dados da temperatura, ao aplicar o teste comprovou que ela seguia o modelo de distribuição normal nas três localidades: setor Costa Esmeralda (CE); setor Monte Sinai (MS) e setor Central (CT); como mostra na figura,



Fonte: arquivos pessoais

Ao observar os histogramas, têm-se que os dados da temperatura CE estão mais dispersos dos outros apresentados, e a probabilidade de apresentar certa temperatura é maior que as demais, para compreender este fenômeno organizamos a seguinte tabela.

Tabela 1: Tabela de temperaturas

Setor	Sigla	\bar{M}	M_o	M_d	S^2	s	$C.V$ (%)
Costa Esmeralda	CE	32,47	31,4	32,2	6,84	2,61	8,05

Monte Sinai	MS	30,89	31,4	30,9	5,19	2,27	7,38
Central	CT	31,73	32,4	31,7	1,40	1,18	3,72

Fonte: Arquivos pessoais

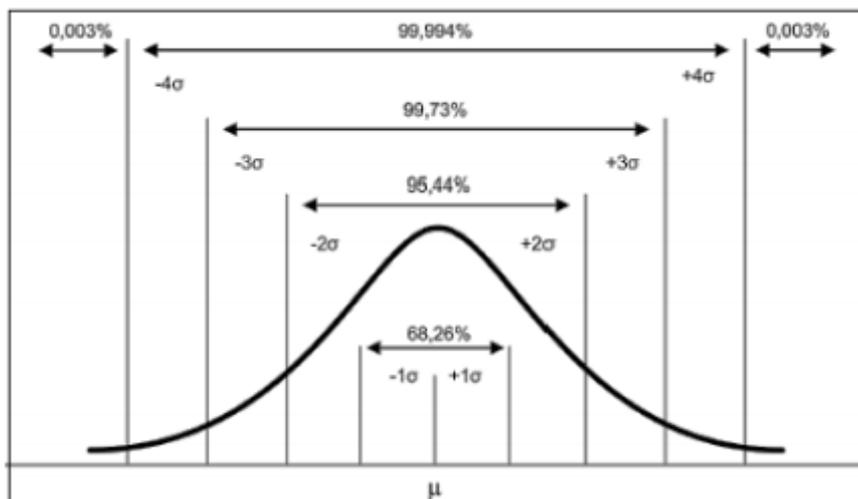
Destacamos que as medidas de posição conservam a unidade de medida da variável temperatura, portanto elas são dadas por graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). O comportamento das médias da temperatura, captada pelo sensor, foi da seguinte forma $CE > CT > MS$, contudo, como mostra a Tabela 1, a média da temperatura foi em todas os três locais muito próximos, tanto uma em relação a outra, quanto dentro do próprio setor. Pode-se conferir tais dizeres na diferença da máxima temperatura para mínima (D_{ma-mi}) foi:

$$D_{ma-mi} = CE - MS = 32,47 - 30,89 = 1,58 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Deste modo, devemos recorrer as médias de dispersão para compreender o comportamento desta variável, uma delas é o desvio padrão. A partir dele não podemos afirmar nada em relação a comparação de médias, mas diz o quantos os dados estão dispersos entorno dela, a média. O desvio padrão teve o seguinte comportamento: $CE > MS > CT$.

Sabendo que tais dados são representados por uma distribuição normal, com informação do desvio padrão e a média podemos afirmar segundo Bolfari e Sandoval (2010) podemos estabelecer relações sobre a temperatura de Araguaína, Figura 22.

Figura 22- Distribuição normal



Fonte: Bolfari e Sandoval (2010)

Em que μ , σ são a média e o desvio padrão, respectivamente, assim a figura acima nos mostra que:

- Para o setor Costa Esmeralda
 - 68,27% da temperatura está entre 29,86 °C e 35,08 °C;
 - 95,45% da temperatura está entre 27,25 °C e 37,69 °C;
 - 99,73% da temperatura está entre 24,64 °C e 40,3 °C.
- Para o setor Monte Sinai
 - 68,27% da temperatura está entre 28,62 °C e 33,16 °C;
 - 95,45% da temperatura está entre 26,35 °C e 35,43 °C;
 - 99,73% da temperatura está entre 24,08 °C e 37,7 °C.
- Para o setor Central
 - 68,27% da temperatura está entre 30,55 °C e 33,13 °C;
 - 95,45% da temperatura está entre 29,37 °C e 34,53 °C;
 - 99,73% da temperatura está entre 28,19 °C e 35,93 °C.

A partir dessas informações podemos afirmar que, no mês de novembro de 2019, a temperatura mínima raramente está abaixo dos 24 °C, bem como a máxima superior a 40 °C. Se observarmos a média veremos que a temperatura na cidade fica em torno dos 30 °C, logo podemos considera-la próxima do limite inferior do intervalo que apresentamos acima. Se assim considerarmos, com 99,73% de certeza, teríamos que o setor Central seria

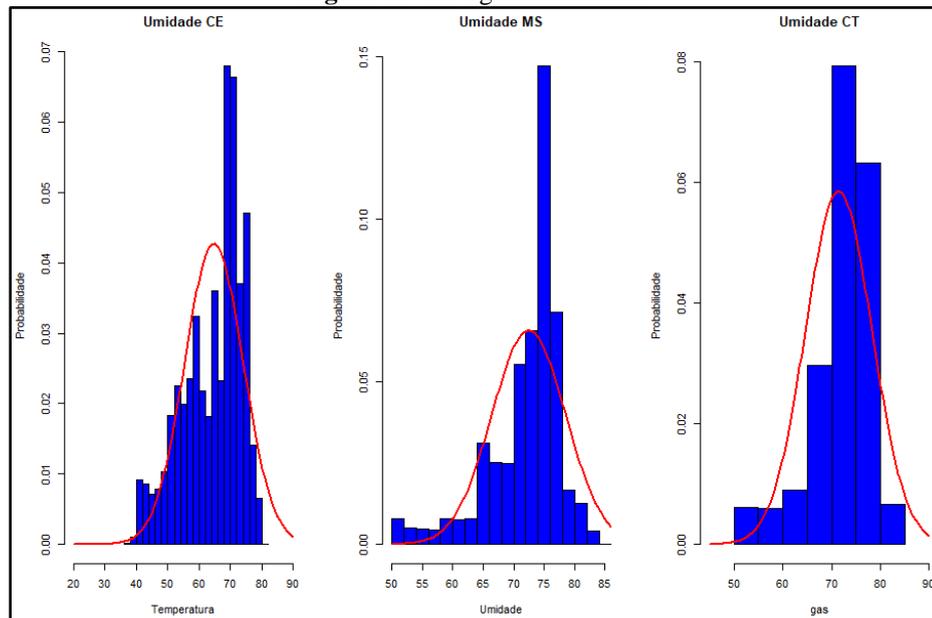
- 4,11 °C mais quente que o Monte Sinai e
- 3,55 °C mais quente que o Costa Esmeralda.

Apesar de todos os 3 setores terem baixa dispersão o *CT* se sobressai por apresentar a dispersão muito próxima de 0, em relação a temperatura dos demais. Ainda que o *CE* tenha apresentado a maior média ele tem o maior coeficiente de variação, o que significa uma variação significativa da temperatura. Já o *MS* apresenta e menor temperatura e o coeficiente de variação próximo do *CE*. Considerando o intervalo de dados, o coeficiente de variação e média ele foi que apresenta a melhor temperatura, pois não teve uma alta concentração em um só ponto e também é a menor média.

Assim podemos afirmar observando as informações sobre a temperatura na cidade de Araguaína, no mês de novembro de 2019, o pior local para se estar foi o setor Central e o melhor foi o setor monte Sinai.

O sensor HTD11, também capta os dados da umidade, aplicamos novamente o teste da máxima verossimilhança, verificamos que ela segue um modelo de distribuição normal. Assim ajustamos a curva aos dados dos três locais que os coletamos.

Figura 23- histograma Umidade



Fonte: arquivos pessoais

Percebe-se que do CE e MS tem um maior número de classes do que o ultimo, do mesmo modo trabalhamos com o intervalo de 6 dias alternado de um setor para outro, a Tabela 2 apresenta mais sucintamente as medidas:

Tabela 2: Umidade

Setor	Sigla	\bar{M}	M_o	M_d	S^2	s	$C.V$ (%)
Costa Esmeralda	CE	64,7	71,4	68	87,43	9,35	14,4
Monte Sinai	MS	72,4	75	75	36,81	6,08	8,37
Central	CT	71,47	76	73	46,46	6,81	9,53

Fonte: Arquivos pessoais

Observando os dados dos três locais notamos que, praticamente, eles têm a mesma umidade, fazendo a diferença do maior valor pelo menor ($D_{umMa-umMe}$) temos:

$$D_{umMa-umMe} = 72,4 - 64,7 = 7,7 \% \text{ de umidade.}$$

Contudo, ao comparar as médias temos que $CE < CT < MS$. Ao observarmos o desvio padrão entorno da média, temos que $CE > CT > MS$, então apesar do Costa Esmeralda

apresentar uma menor umidade relativa ele teve uma maior dispersão de umidade. Considerando a Figura 22, obtemos as informações:

- Para o setor Costa Esmeralda
 - 68,27% da umidade está entre 55,35% e 74,05%;
 - 95,45% da umidade está entre 46% e 83,4%;
 - 99,73% da umidade está entre 36,65% e 92,75%.
- Para o setor Monte Sinai
 - 68,27% da umidade está entre 66,32% e 78,48%;
 - 95,45% da umidade está entre 60,24% e 84,56%;
 - 99,73% da umidade está entre 54,16% e 90,64%.
- Para o setor Central
 - 68,27% da umidade está entre 64,66% e 78,28%;
 - 95,45% da umidade está entre 57,85% e 85,09%;
 - 99,73% da umidade está entre 51,04% e 91,9%.

Como fizemos anteriormente, a partir dessas informações afirmamos que, no mês de novembro de 2019, raramente teve uma umidade abaixo 36% e dificilmente acima de 93% de umidade. Ao observarmos a média vê-se que a umidade na cidade fica em torno de 70%, o qual é um valor próximo do limite superior dos intervalos apresentados acima. Dessa forma com 99,73% de certeza temos que o setor Costa Esmeralda seria

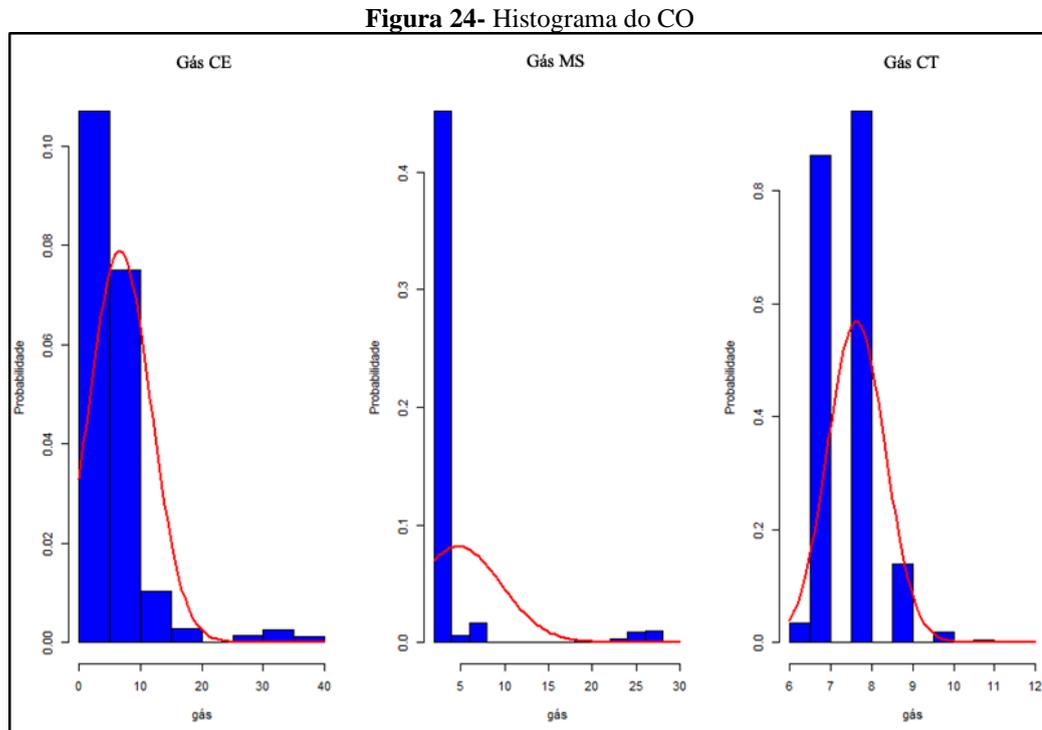
- 2,11% mais úmido que o Monte Sinai e
- 0,85% mais úmido que o setor Central

Com tais informações vemos que o mês de novembro é muito úmido e que o setor Costa Esmeralda tem a menor umidade e o maior coeficiente de variação.

Dessa forma, ao lembrarmos que umidade relativa deve-se estar entre 40 e 70% para proporcionar conforto, o melhor local para se estar na cidade de Araguaína, no mês de novembro, é o setor Costa Esmeralda, pois tem a menor umidade, 64,7%, além de ter o maior desvio padrão, 9,35%, e, também, o maior coeficiente de variação, 14,4%. Já o pior local foi tanto o setor Monte Sinai quanto o setor Central, ambos praticamente com mesma média, desvio padrão e coeficiente de variação. Piores por terem umidade acima de 70%.

Passamos agora a analisar os dados coletados sobre o monóxido de carbono, medição realizada de 0-100ppm. A calibragem dele ficou retornando 4 ppm em um local limpo de CO, assim para os dados coletados tivemos que subtrair 4 ppm, valor que ele estava retornando sem a presença de CO, assim nossa medida ausência passou a ser zero ppm de CO em nosso

ambiente e não quatro. Pelo método da máxima verossimilhança os histogramas ficaram da seguinte forma,



Fonte: arquivos pessoais

No MS também visualmente aparenta uma grande quantidade de dados dispersos e aparentemente só um valor que apresenta uma grade concentração de dados, já o apresenta uma homogeneidade um pouco distintas, pois não varia muito, mas também não são tão próximas, para melhor compreensão os dados estão organizados em forma de tabela.

Tabela 3: CO

Setor	Sigla	\bar{M}	M_o	M_d	S^2	s	$C.V$ (%)
Costa Esmeralda	CE	6,6	5	5	25,6	5,6	75,8
Monte Sinai	MS	4,7	3	4	23,8	4,8	100
Central	CT	7,6	8	8	0,49	0,70	9,19

Fonte: Arquivos pessoais

Para a média temos que $CT > CE > MS$, portanto o CT tem a maior concentração de CO, apesar que os índices CO segundo CONAMA está dentro dos limites permitidos de 9 ppm. Porém percebemos que ela tem a menos variação, mantendo a mesma quantidade de poluição

não havendo dispersão, pelo baixo coeficiente de variação. Considerando a Figura 22, obtemos as informações:

- Para o setor Costa Esmeralda
 - 68,27% do CO está entre 1,5 ppm e 11,6 ppm;
 - 95,45% do CO está entre 0 ppm e 16,7 ppm;
 - 99,73% do CO está entre 0 ppm e 21,1 ppm.
- Para o setor Monte Sinai
 - 68,27% da umidade está entre 0 ppm e 9,5 ppm;
 - 95,45% da umidade está entre 0 ppm e 14,3 ppm;
 - 99,73% da umidade está entre 0 ppm e 19,1 ppm.
- Para o setor Central
 - 68,27% da umidade está entre 6,9 ppm e 8,3 ppm;
 - 95,45% da umidade está entre 6,2 ppm e 9 ppm;
 - 99,73% da umidade está entre 5,5 ppm e 9,7 ppm.

A partir dessas informações podemos afirmar que, no mês de novembro de 2019, a produção de monóxido de carbono raramente é superior a 21,1 ppm. Se observarmos a média veremos que a produção de CO na cidade fica em torno dos 6 ppm, logo podemos considerá-la próxima do limite inferior do intervalo que apresentamos acima. Se assim considerarmos, com 99,73% de certeza, teríamos que o setor Central seria:

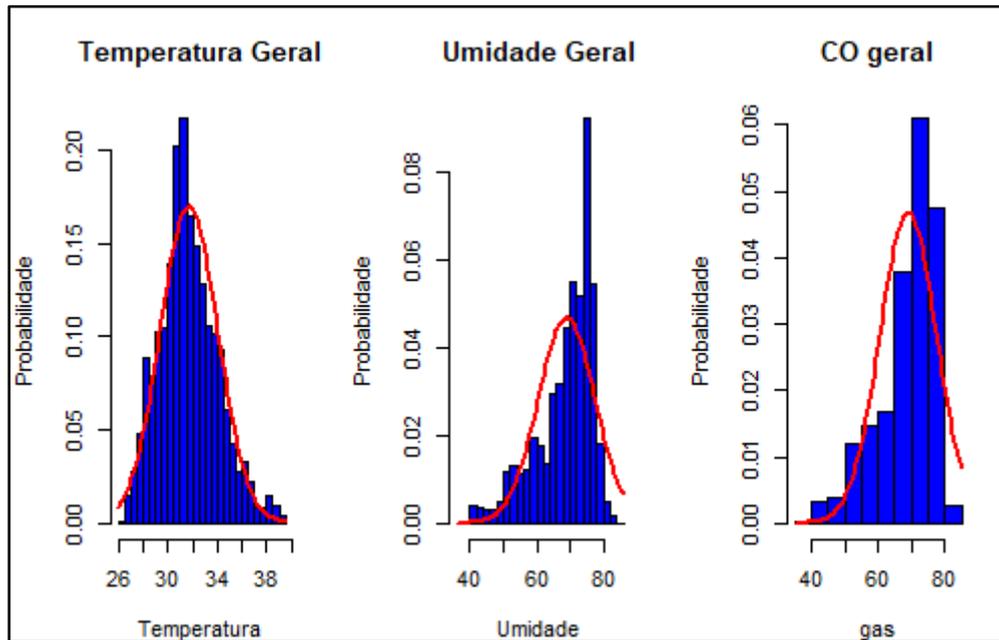
- 5,5 ppm a mais de CO que o Monte Sinai e o Costa Esmeralda.

Observamos, ainda, que CE e MS apresentam um alto índice do coeficiente de variação, podendo ser tanto erro no dispositivo quanto a instabilidade de clima no momento, pois ambos se localizam na saída da cidade muito próximos da zona rural, segundo os moradores da região há um alto índice de queimadas o que justificaria essa variação.

Assim podemos afirmar observando as informações sobre CO na cidade de Araguaína, no mês de novembro de 2019, o pior local para se estar foi o setor Central e o melhor foi o setor Monte Sinai por ter melhor coeficiente de variação. É importante lembrar que coeficientes de variação muito grandes como dos dois locais indicam perigo, pois elas podem alcançar valores prejudiciais em das variações.

Fizemos a análise das partes, agora faremos um balanço geral dos 18 dias de medições de umidade, temperatura e CO na cidade de Araguaína, assim agrupamos todos os dados, cada um em seu respectivo conjunto de dados, aplicamos o teste e pôr fim ajustamos a curva.

Figura 25- histograma geral



Fonte: arquivos pessoais

O teste da normalização e por meio dos histogramas podemos perceber que quanto maior a quantidade de dados, mas eles se ajustam a uma curva normal. Para melhorar nosso entendimento apresentamos a Tabela 4,

Tabela 4: geral

Setor	\bar{M}	M_o	M_d	S^2	s	$C.V$ (%)
Temperatura	31,7	5	31,5	5,5	2,3	7,4
Umidade	69,08	75	71	73	8,54	12,36
Gás CO	6,18	3	5	20,5	4,53	73,2

Fonte: Arquivos pessoais

Pela tabela percebe-se que os dados de temperatura são mais homogêneos com pouca variação. Podemos calcular que para a temperatura há 99,73% de probabilidade de os dados estarem entre, 24,8 °C e 38,6 °C, para umidade está entre 60,54% e 77,62%.

Já para CO podemos afirmar que é uma cidade perigosa, pois há alto índice de variação da concentração de monóxido de carbono, mas mesmo com a alta variação, com 99,73%, o pior valor de concentração de CO foi 19,77, o qual causaria diminuição da capacidade visual, como vimos no referencial.

4.2.3- Situação Final

Ao trabalhar com as variáveis percebemos uma relação entre temperatura e umidade, e no caso CE e MS também, em que no ponto que apresenta a menor umidade apresenta a maior temperatura e vice e versa. Ao analisar os dados percebemos que o centro é que, em questão de qualidade do ar, é o pior lugar para se morar. Além de possuir uma temperatura consideravelmente elevada e constante, a umidade apesar de não ser mais alta em relação a CE, mas apresenta uma menor variabilidade, significando que não irá variar muito, e a maior quantidade de CO que também não varia muito, em seguida pelo Costa Esmeralda que apesar de ter alguns valores não muito bom com a umidade ele varia muito então podendo ficar confortável o clima, do mesmo modo com a temperatura, o CO pode variar muito, dependendo do que aconteça na região, porém devemos considerar as mudanças de temperatura, o que apresenta os melhores números é o MS, pois além de temperatura que varia consideravelmente, a umidade também e a mais alta não variando tanto, e o gás tem uma alta variabilidade entorno da média.

Assim nosso estudo mostra que os melhores lugares para estar em Araguaína é no setor Monte Sinai, em verde, depois em amarelo o setor Costa Esmeralda, por fim, já com uma cor laranja temos o setor Central, como mostra a figura,

Figura 26-mapa de qualidade do ar em Araguaína



Fonte : adaptação do google maps

O mapa a cima demonstra a qualidade do ar em Araguaína, de acordo com as nossas análises, a cor em verde representa a melhor qualidade do ar, o vermelho a média e o laranja a baixa. Lembrando que estes conceitos se referem aos dados coletados

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para responder ao questionamento: *Quais os saberes matemáticos hão no mapeamento de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura na cidade de Araguaína?* Desenvolveu-se o DISMUCOT, um dispositivo que mapeie a concentração de monóxido de carbono (CO), umidade e temperatura na cidade de Araguaína-TO. Um dispositivo que usa o conceito de IoT para coletar, organizar e guardar os dados supracitado. Os dados foram produzidos em três regiões na cidade: setor Monte Sinai, setor Costa Esmeralda e setor Central. Assim fornecemos, aos moradores de Araguaína, a indicação de quais locais, analisado, apresentou o pior índice de qualidade do ar, temperatura e umidade.

Deste modo, estudamos a parte de geometria, para desenhar o circuito elétrico, álgebra para programar e montar circuitos, equações e funções matemáticas, mas em grande parte, de forma geral, os saberes da Estatístico. Por ela descobrimos, com certeza de 99,73%, que a pior temperatura para se estar foi o setor Central e o melhor foi o setor Costa Esmeralda. No que se refere a umidade com o mesmo grau de certeza, temos o melhor local para se estar na cidade de Araguaína, no mês de novembro, é o setor Costa Esmeralda, pois tem a menor umidade, 64,7%, além de ter o maior desvio padrão, 9,35%, e, também, o maior coeficiente de variação, 14,4%. Já o pior local foi tanto o setor Monte Sinai quanto o setor Central, ambos praticamente com mesma média, desvio padrão e coeficiente de variação. Piores por terem umidade acima de 70%. Para o monóxido de carbono na cidade de Araguaína tem o pior local para se estar foi o setor Central e o melhor foi o setor Monte Sinai por ter melhor coeficiente de variação. É importante lembrar que coeficientes de variação muito grandes como dos dois locais indicam perigo, pois elas podem alcançar valores prejudiciais em das variações.

Quadro 1- qualificação dos termos

Variáveis	Pior Local	Melhor Local
Temperatura	Setor Central	Monte Sinai.
Umidade	Monte Sinai e setor Central	Setor Costa Esmeralda
Monóxido de Carbono	Setor Central	Monte Sinai

Fonte: arquivo pessoal

O quadro acima mostra que o pior local para se estar em na cidade de Araguaína é setor Central, lá são ruins a temperatura, umidade e há maior concentração de monóxido de carbono do que nos outros lugares, embora de forma geral ele não represente risco às pessoas. A pesar das dificuldades encontrada no decorrer dos trabalhos, tanto na confecção do dispositivo, quanto nas coletas e análises de dados podemos atestar que nossos objetivos foram alcançados,

pois criamos o dispositivo, analisamos os dados, por meio deles compreendemos qual o setor apresenta pior e melhor qualidade ar. Destacamos que os dispositivos criados forneceram a possibilidade de coletar grande quantidade de dados e a plataforma Ubidots, como um servidor, facilitou o processo de visualização e análise. Referente a análise estatística, *software* RStudios possibilitou uma maior agilidade e precisão na hora dos cálculos.

Agora que já criamos DISMUCOT um ponto que vale ressaltar aos que forem trabalhar com o dispositivo em questão, é procurar coletar os dados por uma maior quantidade de tempo, pois poderá estender as predileções há um tempo maior, procurando também fazer a coleta simultaneamente em vários pontos distintos, pois assim, possibilitará uma maior cobertura dos efeitos climáticos que ocorreu durante a pesquisa, e assim podendo prever o que pode acontecer.

REFERÊNCIAS

ARAGUAINA. **Lei nº 1.659, de 30 de dezembro de 1996.** Dispõe sobre a Política ambiental do município de Araguaína-to. e dá outras providências. Câmara Municipal de Araguaína Estado do Tocantins, 30 dez. 1996.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** São Paulo: Contexto, 2002.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villa; DOCA, Ricardo Helou. **Topicos de física.** São Paulo: Saraiva, 2010.

BRASIL. **Lei nº 6.938, 1981,** 18 de julho de 1981 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, de 18 de julho.1981.

BRASIL. Lei no 11.310, 12 de junho de 2006. Institui o Dia Nacional da Língua Portuguesa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, de 13 de junho. 2006. Seção 1, p. 793-799.

BOLFARI, Heleno; SANDOVAL, Mônica Carneiro. **Introdução à Inferência Estatística.** 2. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2010. 160 p.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2019.** Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, 19 nov. 20

DATASHEET ESP8266, 2019. Disponível em:<file:///C:/Users/kevel/Desktop/0aesp8266ex_datasheet_en.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2019.

DATASHEET HTD11, 2019. Disponível em: <<https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-SheetTranslated-Version-1143054.pdf>> Acesso em: 9 dez. 2019.

DATASHEET MQ-7, 2019. Disponível em: <<https://www.pololu.com/file/0J313/MQ7.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2019.

FILIFELOP -Componentes Eletrônicos (São Paulo). **Sensor de Umidade e Temperatura DHT11.** Disponível em: <<https://www.filieflop.com/produto/sensor-de-umidade-etemperatura-dht11/>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

FIORIN, Tatiana; ROSS, Meridiana. **Climatologia Agrícola.** Rio Grande do Sul: Colégio Politécnico, 2015. v. 1. ISBN 978-85-63573-76-6.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projeto de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

HERNÁNDEZ, Luis del Valle. **Cómo utilizar el sensor DHT11 para medir la temperatura y humedad con Arduin.** 2019. Disponível em:

<[https://programarfácil.com/blog/arduino- blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/](https://programarfácil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/)>. Acesso em:05 dez. 2019.

IBGE. **Para que serve a Média Aritmética?**. 2019. Disponível em:<<https://cnae.ibge.gov.br/en/estrutura/natjur-estrutura/1856vamoscontar/vamoscontar- recursos/a-media-aritimetica/8782-media-pag-2.html>>. Acesso em:05 dez. 2019.

INSTRUCTABLES. **Arduino CO Monitor Using MQ-7 Sensor**. 2017. Disponível em: <<https://www.instructables.com/id/Arduino-CO-Monitor-Using-MQ-7-Sensor/>>. Acesso em:05 dez. 2019.

JUNGES, Alexandre Luis; SANTOS, Vinícius Yuri; MASSONI, Neusa Teresinha. Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 13, ed. 5, nov 2018. Disponível em:<http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf>. Acesso em: 30 out. 2019.

KARUMBAYA, Athena; SATHEESH, Gowri. IoT Empowered Real Time Environment Monitoring System. **International Journal of Computer Applications**, [S. l.], v. 129, p. 30-32, 5 out. 2019.

LACERDA, Adriana; LEROUX, Tony; MORA, Thais. **Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão**. Disponível em:<www.scielo.br/pdf/%0D/pfono/v17n3/v17n3a13.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2019.

LEMOS, André. A comunicação das coisas. internet das coisas e teoria ator-rede. *In*: SIMSOCIAL, 2012, Bahia. **CYBER-ARTE-CULTURA** [...]. Bahia: [s. n.], 2012.

MAGALHÃES, Lana. **Poluição do Ar**. 2019. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/poluicao-do-ar/>>. Acesso em: 2 dez. 2019.

MALHADAS, Ziole Z.; KUNZ, Airton; GUIMARÃES, Orlinay M; ALQUINI, Yedo. poluição atmosférica das grandes cidades enfocada através da educação ambiental. **Mestrado em educação ambiental**, Rio Grande do Sul, ed. 09, 2002. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/cea/Rev.pdf>. Acesso em: 29 out. 2019.

MONTINI (São Paulo). **Umidade Relativa do Ar: Fique de olho**. Disponível em:<<https://ipemsp.wordpress.com/2011/09/05/umidade-relativa-do-ar-fique-de-olho/>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

OLIVEIRA, Sérgio. **Internet das coisas: como ESP8266.Arduino e Raspberry pi**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2017.

PEREIRA, Mateus. **Introdução à Calibração de Sensores**. 2018. Disponível em: < <https://www.embarcados.com.br/introducao-a-calibracao-de-sensores/> >. Acesso em: 02 dez. 2019.

RIBEIRO, Renata. Perícia preliminar indica que família teve morte simultânea em apartamento em Santo André. **G1**, São Paulo, 15 jul. 2019. Disponível

em:<<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/07/15/pericia-preliminar-indica-que-familia-teve-morte-simultanea-em-apartamento-em-santo-andre.ghtml>>. Acesso em: 27 nov. 2019

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 16. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

SOUZA, Lucio; MIRANDA, Ricardo o Augusto Calheiros de. **Climatologia Geográfica: Umidade do ar**: Rio de Janeiro; Fundação CECIERJ, 2013. v. 1. ISBN 978-85-7648-882-8

THOMSEN, Adilson. **Monitorando Temperatura e Umidade com o sensor DHT11**. 2019. Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/blog/monitorando-temperatura-e-umidade-com-o-sensor-dht11/>>. Acesso em:05 dez. 2019.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 11. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 817 p.

UBIDOTS, plataforma de desenvolvimento de aplicativos IoT da Ubidots. Disponível em:< <https://partners.sigfox.com/products/ubidots-for-business>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. **Manual de Normatização para elaboração de Trabalhos acadêmico-científicos da Universidade Federal do Tocantins**. Palmas: UFT, 2017, 102

UFT. **Eduroam na UFT**. 2019. Disponível em: <<https://ww2.uft.edu.br/index.php/agronomia/marcadores/eduroam>>. Acessado em: 05 dez. 2019

