



# Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo <sup>1</sup>  
Gabriel Neres da Silva <sup>2</sup>  
Marcelo Wegener Possamai <sup>3</sup>  
Natasha Sophie Pereira<sup>4</sup>  
Ragner de Paiva Dias<sup>5</sup>  
Vitor Augusto Silva<sup>6</sup>  
Yuri Santiago da Silva Romano<sup>7</sup>

## RESUMO:

O emprego de tecnologias para monitoramento da qualidade do ar tem se tornado uma necessidade frente aos diversos malefícios ao equilíbrio da atmosfera, bem como das pessoas que vivem em suas comunidades. As plataformas de monitoramento são importantes devido a aquisição de dados em tempo real e a possibilidade do armazenamento e manipulação das informações recebidas, a utilização dos sistemas Arduino é justificável pelas suas diversas qualidades de adaptação de hardware e software. Os gases de Dióxido de Carbono, Dióxido de Enxofre e monóxido de Carbono são parâmetros importantes na verificação de vários fatores de desequilíbrio na atmosfera. Equipamentos confiáveis de monitoramento se faz necessário para que se adquira dados para controle. A utilização de uma Estação Meteorológica em conjunto com uma plataforma de sistemas Arduino é o intuito deste projeto na validação dos dados dos sensores, devido as aplicações científicas concernentes a atmosfera e a qualidade do ar que a população respira e aos fatores ecológicos que esses gases promovem. O estudo do dióxido de carbono tem se tornado uma questão de necessidade frente aos desafios da comunidade científica e dos governos frente ao aquecimento global, medidas em todo o mundo tem se tornando públicas na proporção que as médias de temperatura aumentam a cada ano. Monitorar áreas específicas que tenham viés regional é importante para comparação de níveis globais de concentração deste gás. O projeto terá como um de seus objetivos verificar as concentrações dos gases citados, em uma abordagem estatística e também dos seus fluxos e as relações meteorológicas destas moléculas em pontos próximos da estação, em especial a avenida Brasil Norte em Anápolis - Go, utilizando as placas Arduino para este propósito.

**Palavras-Chave:** Poluição Atmosférica, Aquecimento, Plataformas.

---

<sup>1</sup> Mestre Ciências Ambientais – UniEVANGÉLICA. Docente no Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Brasil, eduardoxargolo@gmail.com

<sup>2</sup> Cursando Engenharia de Computação - UniEvangélica - Anápolis – Goiás. gabrielneres-12@hotmail.com

<sup>3</sup> Cursando Engenharia Civil- UniEvangélica - Anápolis – Goiás. marcelo.wegener@gmail.com

<sup>4</sup> Doutorado em andamento em Geografia pela Universidade de Brasília - UnB, Brasil. Docente no Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Brasil. natasha.sophie@gmail.com

<sup>5</sup> Cursando Engenharia de Computação - UniEvangélica - Anápolis – Goiás. ragner.dias@gmail.com

<sup>6</sup> Cursando Engenharia de Computação - UniEvangélica - Anápolis – Goiás. v.augustosilva@gmail.com

<sup>7</sup> Cursando Engenharia de Computação - UniEvangélica - Anápolis – Goiás. engenheiro.yromano@gmail.com

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

O monitoramento do clima através de sondas e sensores tem se tornado uma necessidade em termos de previsão do tempo, como do controle de poluição atmosférica, em especial pelos alarmantes níveis de concentração de Carbono na atmosfera nos últimos anos. O aumento da temperatura da terra tem se tornado um alerta global na questão do aquecimento global, estudos que monitoram de maneira satisfatória e com fidedignidade é de suma importância para as comunidades e também no aspecto global. A queima de combustíveis fósseis, instalação de indústrias sem a devido controle da emissão de gases são as causas mais determinantes para este cenário.

O aspecto relativo a carga de doenças por causas ambientais: estimasse que patologias relativas a vetores vinculados a “ar exterior” como fator de risco é associada a morte de 100 milhões de pessoas na América Latina. Dados de pessoas que não respiram um ar dentro das normas mínimas de qualidade e inocuidade, não entrando nesse cálculo indivíduos expostos à poluição do ar em espaços fechados. Este estudo leva em conta as medições do perigo e exposição nos indicadores de Saúde pública e o meio Ambiente, Genebra 2007 (Galvão 2011).

Em termos da liberação de gases para atmosfera, houve um aumento considerável nos últimos 200 anos no planeta terra. As concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera passaram de 272 ppm na era pré-industrial para 346 ppm em 1986 (Hall 1989), segundo medições da NOAA as concentrações de Dióxido de Carbono superaram o valor de 375 ppm em meados de 2015, ocasionando um aumento considerável na temperatura média do planeta terra, vide figura 1 o acréscimo na atmosfera. O dióxido de Carbono interage com a radiação infravermelha, absorvendo entre as faixas inferiores do espectro, o fator de aumento de temperatura na atmosfera. Vide a figura abaixo (figura 1).

A importância do estudo do dióxido de carbono atmosférico principalmente devido ao equilíbrio na formação de compostos orgânicos. O CO<sub>2</sub> atmosférico volta diretamente a atmosfera pela respiração das plantas, é absorvido pelas plantas clorofiladas e bactérias quimiossintetizantes. Durante o dia as plantas absorvem CO<sub>2</sub> e liberam O<sub>2</sub> da fotossíntese, sendo que durante a noite as plantas deixam de realizar fotossíntese e passam a dar contribuição para o crescimento da concentração de dióxido de Carbono em seu processo respiratório. Para se manter o equilíbrio desejável na atmosfera o resultado final depende a de outros processos que controlaram a produção e ou mesmo a absorção de CO<sub>2</sub>, por exemplo, as queimadas estão relacionadas com o aumento de concentração do gás e o reflorestamento a diminuição, quando se refere as regiões florestais (Santos 1999).

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

Em seres humanos o monóxido de carbono (CO) é associado à capacidade de transporte de oxigênio ao sangue. O CO entra em competição com o oxigênio na combinação com a hemoglobina do sangue, devido a afinidade da hemoglobina pelo CO ser 210 vezes maior que o oxigênio. Quando uma molécula de monóxido de carbono forma-se a carboxhemoglobina e conseqüentemente diminui a capacidade do sangue em transportar oxigênio aos tecidos do corpo (Fonseca 2013).

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é um gás incolor, com forte odor, altamente solúvel. Na presença de vapor d'água pode ser transformado a SO<sub>3</sub> passando rapidamente a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sendo um dos principais constituintes da chuva ácida. É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis. No verão, através dos processos fotoquímicos, as reações do SO<sub>2</sub> são mais rápidas. Os efeitos na saúde podem desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO<sub>2</sub>. Irritação ocular (Fepan 2017).

A implantação da Estação meteorológica na UniEVANGÉLICA possibilita ter um local de pesquisas que se pode fomentar estudo das variáveis do tempo e também das concentrações de dióxido de Carbono. A possibilidade de inserir em sua central de controle sondas diversas de monitoramento permite a versatilidade e aquisição de dados em tempo real. A ideia de se conjugar o uso da estação com a intenção de validação dos dados de sensores Arduino, vem de encontro de se viabilizar o uso do Arduino como uma estação compacta e a possibilidade de enviar para outros locais e ter comparações uteis para indicadores de concentração de gases e clima.

O projeto Arduino engloba software e hardware e um dos objetivos principais é fornecer uma plataforma interativa e facilitada, utilizando um microcontrolador. A ideia central do projeto é fornecer uma plataforma de computação física facilitada: uma área em que o software interage diretamente com o hardware, com a possibilidade de integração fácil com sensores, motor e outros dispositivos eletrônicos. O hardware do projeto, uma placa de no máximo 12 centímetros, é um computador como qualquer outro: possui microprocessador, memória RAM, memória flash, temporizadores, contadores e outras funcionalidades (Justen 2015). As diversas funcionalidades e vantagens da utilização do Arduino é descrito no texto abaixo:

A principal diferença entre um Arduino e um computador convencional é que, além de ter menor porte (tanto no tamanho quanto no poder de processamento), o Arduino utiliza dispositivos

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

diferentes para entrada e saída em geral. Por exemplo: em um PC utilizamos teclado e mouse como dispositivos de entrada e monitores e impressoras como dispositivos de saída; já em projetos com o Arduino os dispositivos de entrada e saída são circuitos elétricos/eletrônicos. Como a interface do Arduino com outros dispositivos está mais perto do meio físico que a de um PC, podemos ler dados de sensores (temperatura, luz, pressão etc.) e controlar outros circuitos (lâmpadas, motores, eletrodomésticos etc.), dentre outras coisas que não conseguiríamos diretamente com um PC. A grande diferença com relação ao uso desses dispositivos, no caso do Arduino, é que, na maior parte das vezes, nós mesmos construímos os circuitos que são utilizados, ou seja, não estamos limitados apenas a produtos existentes no mercado: o limite é dado por nosso conhecimento e criatividade! O melhor de tudo nesse projeto é que seu software, hardware e documentação são abertos. O software é livre (GNU GPL2), o hardware é totalmente especificado (basta entrar no site e baixar os esquemas) e a documentação está disponível em Creative Commons<sup>3</sup> – os usuários podem colaborar (seja escrevendo documentação, seja traduzindo) (Justen 2015).

## **Problema**

A poluição do ar representa hoje um dos maiores problemas de Saúde Pública, afetando a saúde dos seres humanos, de outros animais e das plantas. (Castro et al. 2003)

Estima-se que patologias relativas a vetores vinculados a “ar exterior” como fator de risco são associadas à morte de 100 milhões de pessoas na América Latina, estes dados levam em consideração pessoas que não respiram um ar dentro das normas mínimas de qualidade e inocuidade, não entrando nesse cálculo indivíduos expostos à poluição do ar em espaços fechados. Este estudo leva em conta as medições do perigo e exposição nos indicadores de Saúde pública e o meio Ambiente. (Galvão 2011)

Houve um aumento relevante em termos da liberação de gases nos últimos 200 anos no planeta terra. As concentrações de gás carbônico na atmosfera passaram de 272ppm na era pré-industrial para 346ppm em 1986 (Hall 1989). De acordo com as medições da NOAA as concentrações de Dióxido de Carbono superaram o valor de 375 ppm em meados de 2015, ocasionando um aumento considerável na temperatura média do planeta terra. (Alves 2017)

A partir disso, como desenvolver equipamentos para coleta de informações climáticas confiáveis com preços acessíveis?

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

## **Objetivo Geral**

Desenvolver uma estação meteorológica, utilizando Arduino, e sensores para temperatura, umidade, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, e presença de gases, validando as informações obtidas através da comparação com a estação meteorológica padrão instalada no Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA

Construir um projeto em Arduino de sensores meteorológicos na Estação Meteorológica Datalogger da UniEVANGÉLICA com o objetivo de validar e comparar os dados entre elas, para aplicação de monitoramento de Poluição Atmosférica e microclima local.

### Objetivos Específicos

Para que seja atingido o objetivo geral do trabalho, é necessário que estes objetivos específicos sejam atingidos:

- Desenvolver uma estação meteorológica, utilizando Arduino e sensores DHT22 (Temperatura e umidade), MQ135 (Gases), BMP180 (Pressão atmosférica e temperatura), e Anemômetro (Velocidade de vento).
- Comparar as informações obtidas através da estação desenvolvida com informações obtidas pela Estação Meteorológica da UniEVANGÉLICA.
- Analisar a acurácia das informações obtidas através da estação meteorológica desenvolvida, determinando a possibilidade de utilização em outros locais.

## **Justificativa**

Informações climáticas são adquiridas através de sensores que capturam dados de temperatura, velocidade do vento, umidade do ar, entre outros. Estas informações podem ser utilizadas desde para saber a probabilidade de chuva naquele dia, até para pesquisas acadêmicas ou estudos diversos. Para a aquisição das informações climáticas, são utilizadas as estações meteorológicas. Na área da agricultura, torna-se importante desde o processo do plantio até a colheita, esses processos dependem de vários fatores climáticos (Torres 2013).

Para acessar as informações coletadas por uma estação meteorológica, é necessário acessar sites de agências governamentais como, por exemplo, o Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIHMEGO), entre outros. Também é possível verificar a previsão do tempo em sites

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

diversos. O principal problema de uma Estação Meteorológica padrão, é o alto custo de instalação e manutenção do equipamento, desta forma, por vezes não é possível verificar as informações climáticas em uma determinada estação por ela estar inoperante. (Cptec 2006).

Sendo assim, o desenvolvimento de equipamentos que façam a medição climática localmente, por um custo acessível para o usuário se torna de grande valia.

Através de sensores de temperatura, umidade, pressão, e outros, além de um sistema microcontrolado, pretende-se desenvolver uma estação meteorológica que seja acessível à população.

## **Metodologia**

Quanto à Natureza:

O trabalho desenvolvido pode ser classificado como Trabalho Original (Wazlawick 2014), pois será desenvolvida uma estação meteorológica utilizando Arduino e também todo artefato de código necessário para seu funcionamento no que diz respeito à coleta e armazenamento de informações climáticas.

Quanto aos Objetivos:

Uma vez que serão feitos levantamento teórico e pesquisa sobre alterações climáticas, estações meteorológicas, e Arduino, segundo Ciribelli (2003), a pesquisa pode ser considerada como do tipo exploratória e descritiva

Quanto aos Procedimentos Técnicos:

Ciribelli (2003) e Wazlawick (2014) ainda definem a pesquisa, classificando-a de acordo com os meios e procedimentos para obtenção dos dados, neste caso, podemos definir parte da pesquisa como sendo bibliográfica, uma vez que serão utilizados livros, pesquisas, teses, dissertações e artigos de autores conceituados nas áreas de Clima e Arduino. Porém, também será utilizado o desenvolvimento de artefatos de Hardware e Software para montagem da Estação Meteorológica proposta e coleta de informações climáticas.

Materiais:

- Para o desenvolvimento da estação será necessário utilizar:
- Interfaces:

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

- Placa microcontrolador Arduino Uno R3;
- Ethernet Shield;
- Módulo de cartão SD para Arduino.

Sensores:

- MQ135 sensor responsável pela captação de Gases;
- DHT22 sensor responsável pela captação da Temperatura e Umidade;
- BMP180 sensor responsável pela captação da pressão atmosférica e Temperatura;
- Anemômetro Medidor de velocidade do vento;
- ACS712 Sensor de corrente.

Aquisição dos dados

O sistema deve possuir os componentes necessários para realizar conexão remota. Neste caso utilizaremos o Ethernet Shield com Arduino para tal funcionalidade.

Obter dados de sensores:

Obter dados dos sensores especificados e processa-los de forma que sejam consumidos pela a API, além de utilizar um sensor de corrente para saber quando o sistema não estiver com alimentação externa e então acionar o uso da bateria até a fonte externa estar disponível novamente.

Enviar os dados periodicamente a um servidor especificado com base em um intervalo de tempo padronizado o sistema deve enviar todos os dados coletados pelo sensor para um servidor específico definido no código fonte que ir a embarcar o hardware.

Conectar a uma fonte de energia externa:

Possuir meios para se conectar a uma fonte de energia constante para que se mantenha em funcionamento interrupto.

O sistema deve ter uma fonte de energia alternativa:

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

Como alternativa em casos de queda da energia externa o sistema deve possuir alimentação alternativa de energia que utiliza uma bateria.

## SOFTWARE

### REQUISITOS FUNCIONAIS:

O sistema deve manter dados referentes aos sensores:

Deve manter os dados de temperatura, pressão, umidade. Permitindo o sensor salvar, atualizar, excluir, consultar as informações fornecidas pelos sensores por meio de uma API.

Deve gerar gráficos com base nos valores persistidos:

O sistema deve gerar gráficos com base nos valores persistidos. O sistema deve consumir os dados persistidos para gera gráficos estatísticos referente a temperatura, umidade, pressão e dados de concentração (ppm) dos sensores de gases.

Deve exibir informações em tempo real com os últimos valores obtidos:

O sistema deve exibir informações em tempo real com os últimos valores obtidos O sistema deve consumir os dados persistidos para gerar gráficos estatísticos referente a temperatura, umidade, pressão, em intervalo de datas.

Deve fornecer gráficos conforme os filtros informados pelo usuário:

O sistema deve permitir o usuário filtrar os dados meteorológicos para otimizar a exibição. Sendo possível filtrar por intervalo de data, umidade, pressão, temperatura e dados de concentração de gases.

Deve informar valores máximos e mínimos de cada sensor conforme filtro informado pelos usuários:

O sistema deve listar os valores máximos e mínimos referente as informações fornecidas pelos sensores, com proposito de exibir informações estatísticas para consulta ao usuário.

Deve identificar sensores com defeitos na plataforma de hardware:

O sistema deve monitorar os hardwares, permitindo identificar sensores com defeitos e reportar um relatório informando o ocorrido para que seja feito manutenção.

## CONSISTÊNCIA DE DADOS



Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

Software Hidro-Plu desenvolvido pela UFV (ANA - ANEEL) para consistência de dados pluviométricos.

Utilização de Banco de Dados próprio para armazenamento e posterior análise de consistência de dados.

## DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

O objetivo específico deste estudo é definir um modelo de dispersão aplicado ao caso específico em estudo, ou seja, a partir de análise pontual de medida de concentração de poluentes emitidos, estimar o modelo de dispersão considerando o ponto medido como amostra de comportamento na área, considerando também modelo matemático:

Os modelos matemáticos são um instrumento particularmente útil no entendimento dos fenômenos que controlam o transporte, a dispersão e a transformação físico-química dos poluentes imersos na atmosfera. Estes modelos que permitem uma validação do nível observado de poluentes e a causa efeito das emissões podem ser utilizados para evitar eventos críticos de poluição, discriminar os efeitos de várias fontes e de vários poluentes, estimarem o impacto de novas fontes, e da mesma forma validar o estado da qualidade do ar em um determinado lugar. Uma solução analítica para a equação de advecção-difusão bidimensional transiente para modelar a dispersão de poluentes na atmosfera pode ser implementada, onde a equação de advecção-difusão pode ser resolvida pela combinação da transformada de Laplace e da técnica GILTT (Generalized Integral Laplace Transform Technique) (Paquill 1983).

Será adotado para a abordagem deste problema o Modelo de transporte por gradiente, modelo eulariano para a estimativa de modelo de difusão e modelo gaussiano para determinação da concentração de contaminantes no nível do solo.

Para a abordagem do problema será definida a seguinte abordagem metodológica:

- Emprego de cálculo diferencial e integral da difusão do ar;
- Modelagem do modelo em condições de a partir das condições de contorno adotadas;
- Equações diferenciais parciais aplicadas ao estudo da difusão do ar.

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

## **Resultados esperados**

Espera-se que, ao final desta pesquisa, que uma estação meteorológica seja desenvolvida utilizando Arduino. Que os dados coletados por essa estação sejam validados com acurácia aceitável com relação à Estação Meteorológica Padrão instalada na UniEVANGÉLICA pela SIHMEGO.

Porém, o maior anseio desta pesquisa, é que seja possível replicar a estação meteorológica desenvolvida à preços mais acessíveis, e com acurácia aceitável se comparada à uma estação meteorológica padrão.

- Construir equipamentos de monitoramento de poluição atmosférica Arduino.
- Demonstrar o perfil da concentração de dióxido de Carbono, dióxido de Enxofre, Metano e Monóxido de Carbono nas imediações da Estação e em uma comunidade próxima.
- Validar os dados da Estação Arduino para verificação de confiabilidade.
- Comparar com dados de outras estações meteorológicas no que tange a concentração dos gases estudados.
- Verificar o decréscimo ou acréscimo da concentração de gases frente a Avenida Brasil e de comunidades próximas a estação.

## **Conclusões Preliminares**

A montagem da placa Arduino e os componentes para a estação (Temperatura, sondas de gases, umidade e pressão atmosférica) foram montados a partir de abril de 2017. A montagem foi em consonância com a obtenção do melhor código para controle de suas operações. Foram escolhidos sistemas que pudessem manter a necessidade e obtenção de energia, logo se optou por baterias de 9 volts e placa solares com reguladores de tensão para garantir o fornecimento. Os testes foram realizados e todos os equipamentos já estão no modulo.

A montagem do equipamento em um “case” de estrutura estável, que não retenha calor e que seja estanque a água foi um dos objetivos alcançados. O material escolhido foi o policarbonato, que recebeu pintura branca para refletir os raios solares e aporte de silicone industrial para estanqueidade. A temperatura interna teve aumento de 3°C em relação a temperatura externa em testes feitos no local da

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

estação em comparação com os valores da sonda principal da Estação da UniEVANGÉLICA. Será feita a inclusão de material isolante (tetra-pak, isopor ou manta PET) externamente para melhorar a temperatura interna.

Foram feitos testes para calibração da sonda Arduino de carbono (MQ 135), se obteve resultados próximos a concentração de dióxido de carbono na atmosfera (402 - 405 ppm). Os dados serão comparados diariamente com os valores da sonda de medição do painel de atmosférico da ONU no Havaí (U.S.A) para controle de efeito estufa. A calibração é importante porque a sonda Arduino é um sensor eletroquímico de detecção também de outros gases (Amônia e Álcool) e uma calibração específica para o dióxido de carbono deve ser realizada. Durante o tempo do projeto será aferida se a sonda terá confiabilidade ou será descartada do módulo no que tange a concentração do gás CO<sub>2</sub>.

Para que se obtenha todos os objetivos do monitoramento dos gases poluentes (Dióxido de enxofre e monóxido de carbono) e monitoramento do efeito estufa local, o projeto passará a partir de novembro de 2017 por testes in loco na Estação Meteorológica da UniEVANGÉLICA. A intenção é aprimorar e testar os sistemas de captação e transmissão de dados para o banco de dados, para que se tenha uma série histórica robusta.

A fase final será a leitura dos dados e verificação de conformidades conforme uma análise quantitativa discreta, onde teremos a contagem de um evento de interesse para determinar a magnitude da diferença entre as categorias da variável (Pressão, Concentração de Gases, temperatura, humidade). Esperasse obter valores que expressem a confiabilidade da estação para monitoramento de qualidade do ar e determinar especificidades entre os valores das variáveis.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, J. E. D.. A Terra com 'pressão alta' e hipertermia. EcoDebate, ISSN 2446-9394, 22/05/2017. Disponível em: < <https://www.ecodebate.com.br/2017/05/22/terra-com-pressao-alta-e-hipertermia-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/> >. Acesso em: 14 de agosto de 2017.

CASTRO, H. A.; GOUVEIA, N.; ESCAMILA-CEJUDO, J. A.. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. Rev.Bras. de Epidemiologia. 6 (2)., 2003.

CIRIBELLI, M. C. Como Elaborar uma Dissertação de Mestrado Através da Pesquisa Científica. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003.

Estudo de qualidade do ar por plataformas de monitoramento de dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre e monóxido de carbono assistidos de parâmetros meteorológicos: utilizando estação meteorológica datalogger e sensores Arduino.

Eduardo Dourado Argôlo, Gabriel Neres da Silva, Marcelo Wegener Possamai, Natasha Sophie Pereira, Ragner de Paiva Dias, Vitor Augusto Silva, Yuri Santiago da Silva Romano

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. A Escala Beaufort de Ventos. Disponível em: <[http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/biblia/Tabela\\_Escala\\_Beaufort.doc](http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/biblia/Tabela_Escala_Beaufort.doc)>. Acesso em: agosto de 2017.

GALVÃO A., Witt V.. Health in the Americas, Por Pan American Health Organization, Volume 2, 2011.

HALL D.. Carbon flows in the biosphere: present and future - 9 Journal of the Geological Society, vol. 146, 1989.

TORRES, Eloize C., Adaptação do Texto Clima e Agricultura. IFF. 2013.

WAZLAWICK, R. S.. Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.