

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

AIR QUALITY MONITORING STATION

ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

András Hartmann Pataki¹
Mateus Michels de Oliveira²

Resumo

Este artigo apresenta uma nova perspectiva técnica para o desenvolvimento de uma estação de monitoramento da qualidade do ar, simples e eficaz, de preferência autônoma e distribuída com capacidade de integração a outros sistemas. O trabalho foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa intitulado de *Estação de monitoramento da qualidade do ar*, vinculado à linha de pesquisa em Computação Aplicada, do Grupo de Inovação e Sustentabilidade da UNINTER. O projeto foi proposto partindo do conceito geral de outros dispositivos de mesma funcionalidade, que não possibilitam uma inserção simplificada para outros cenários de mercado. Outros serviços semelhantes, desenvolvidos por empresas do nicho, são entregues em estado inalterável, incapacitando a sua integração com outros sistemas. Tendo em vista o cenário da aplicação, houve a necessidade de se desenvolver um protótipo inicial que não necessitasse de múltiplos recursos para se executar, tampouco de uma complexa estruturação física. Partindo dessa premissa, foi desenvolvido um sistema baseado em Arduino, com um dispositivo aliado a um sensor de temperatura e umidade, que afere medidas dentro de um intervalo de tempo customizável. Os dados coletados são entregues para um servidor Web, onde são convertidos em informações gráficas que podem ser visualizadas por qualquer dispositivo conectado à Internet. Conjuntamente, os dados são sempre armazenados para proporcionar futuras previsões. No geral, houve sucesso quanto à realização do projeto, uma vez que o protótipo ficou durante um período de 24 horas ligado, coletando dados e gerando gráficos referentes à temperatura e umidade do ar, em uma variação de 3 minutos.

Palavras-chave: Monitoramento da qualidade do ar. Arduino. Protótipo.

Abstract

This article presents a new technical perspective for developing an air quality monitoring station, simple and effective, preferably autonomous and distributed with the ability to integrate with other systems. The work was developed by the research group entitled Air quality monitoring station, linked to the Applied Computing research line, of the Innovation and Sustainability Group at UNINTER. The project was proposed based on other devices' general concepts with the same functionality, which do not allow a simplified insertion for different market scenarios. Other similar services, developed by niche companies, are delivered in an unalterable state, disabling their integration with other systems. There was a need to develop an initial prototype that did not require multiple resources to be executed, nor a complex physical structure given the application scenario. Based on this premise, a system based on Arduino was developed, with a device combined with a temperature and humidity sensor, which measures measurements within a customizable time interval. The collected data is delivered to a Web server, where it is converted into graphic information that can be viewed by any device connected to the Internet. Together, data is always stored to provide future predictions. In general, the project was successful since the prototype was on for 24 hours, collecting data and generating graphs regarding air temperature and humidity, in a variation of 3 minutes.

Keywords: Air quality monitoring. Arduino. Prototype.

Resumen

Este artículo presenta una nueva perspectiva técnica para el desarrollo de una estación de monitoreo de la calidad del aire, sencilla y eficaz, de preferencia autónoma y distribuida con capacidad de integración a otros sistemas. El trabajo fue desarrollado por el grupo de investigación *Estación de monitoreo de la calidad del aire*, vinculado a la

¹ Programador, Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas no Grupo UNINTER. E-mail: andras.h.pataki@gmail.com.

² Programador, Graduando em Engenharia de Computação no Grupo UNINTER. E-mail: michels09@hotmail.com.

línea de investigación en Computación Aplicada, del Grupo de Innovación y Sostenibilidad de la UNINTER. El proyecto se propuso, a partir del concepto general de otros dispositivos de igual funcionalidad, que no permiten una inserción simplificada para otros escenarios de mercado. Otros servicios similares, desarrollados por empresas del sector, son entregados en condiciones inalterables, lo que imposibilita su integración con otros sistemas. Teniendo en cuenta el escenario de aplicación, hubo la necesidad de desarrollarse un prototipo inicial que no necesitara de múltiples recursos para ejecutarse, tampoco de una compleja estructuración física. Partiendo de esa premisa, se desarrolló un sistema basado en Arduino, con un dispositivo asociado a un sensor de temperatura y humedad, que toma medidas en un intervalo de tiempo personalizable. Los datos recolectados son enviados a un servidor Web, en donde se convierten en informaciones gráficas que pueden ser visualizadas desde cualquier dispositivo conectado a Internet. Además, los datos son siempre almacenados para permitir futuras predicciones. En general, la realización del proyecto tuvo éxito, una vez que el prototipo estuvo ligado durante un período de 24 horas, recolectando datos y generando gráficos relativos a la temperatura y humedad del aire, en una variación de 3 minutos.

Palabras-clave: Monitoreo de la calidad del aire. Arduino. Prototipo.

1 Introdução

O projeto, em si, foi pensado para atuar significativamente em situações reais de aplicação, propiciar um uso funcional para os mais variados públicos, desde uma pessoa física até uma empresa de médio porte. No entanto, para que este escopo não ficasse demasiado defasado, foi levado em consideração um cenário agrônomo, uma vez que estudos revelam uma forte tendência entre os produtores rurais de efetuar uma automação de suas fazendas, entre eles, veicular o monitoramento constante da temperatura e outros indicadores essenciais, já que estes incidem sobre a qualidade da produção.

Figura 1: Fazenda Tecnológica



Fonte: Retirado de afnews.com.br

Em geral, as estações de monitoramento da qualidade do ar são produzidas em uma dimensão industrial, para propósitos naturalmente governamentais, cujo cunho está fortemente relacionado à saúde da população. Essas estações, devido ao porte que ocupam, demandam variados recursos para atuarem, o que implica critérios de instalação, funcionamento e acesso a outros públicos. É de suma importância salientar que a questão aqui trabalhada reside na prática do usuário final, e o tem como referência nos resultados. Tal como reiterado nesse artigo, alguns pontos-chave pertinentes à maneabilidade foram levados em mérito durante o planejamento inicial, e foram explorados no seu limite, ainda sendo possíveis adaptações futuras para melhor desempenho. Um projeto de baixo porte, capaz de efetuar uma distribuição

genérica relacionada   sua venda, sem depender de agentes externos para que seja possível,   uma alternativa econ mica viável para os agricultores.

A soluço pensada enfatizou diversos aspectos de produ o do sistema, como o acesso às peças de montagem do dispositivo, a facilidade da programac o e, conseqentemente, a conversão de todos os dados coletados em informa o útil e legível para o usuário. Em referência   engenharia envolvida na constru o do circuito, foi feita uma consulta técnica entre professores e alunos, para decidirem quais dos microcontroladores seria mais adequado para a elabora o. Desse modo, o Microcontrolador ESP 32 ganhou determinado destaque, visto que, além possuir extensa compatibilidade com outros sistemas Arduino, também continha um módulo Wifi, que proveria um desenvolvimento mais acelerado, caso houvesse necessidade de comunica o. Devido   etapa inicial, não era de interesse do grupo adquirir todos os sensores necessários para aferir a qualidade do ar, pois alguns destes, mais específicos, demandariam de mais tempo para configurá-los. Portanto, entre os sensores disponíveis, o DHT11 foi determinado como o mais acessível e viável, pois além de medir a temperatura, também era capaz de aferir a umidade no ar. Após a aquisi o do sensor, bastava conectá-lo na Placa ESP 32 e realizar a programac o do sistema, para que fosse possível seu funcionamento.

Contudo, durante o transcorrer do projeto, algumas problematiza es surgiram, relativas a considera es relacionadas   segurança dos dados que fossem coletados, já que existia a possibilidade de outras pessoas interceptarem o dispositivo e acessarem as informa es. Houve um debate de suma importância que, além de corrigir a problemática, ofereceu novos recursos que não haviam sido pensados anteriormente. A nova sugestão incluiu criar um sistema on-line que fosse capaz de receber o cadastro de usuários, e estes, quando aprovados, poderiam visualizar as informa es coletadas pelo dispositivo escolhido, restringindo o acesso de terceiros e escalando níveis de privilégio.

Por mais simples que a resolu o aparentou ser, ela detinha um nível de complexidade elevado, pois aumentou o campo de atua o acadêmica, envolvendo não mais unicamente a programac o de microcontroladores, mas o entendimento de servidores e sistemas Web. Por decisão unânime, houve um replanejamento de todo o projeto, que estimulou a capacita o com designa o de novas tarefas e atribu o de prioridades, para que se minimizassem os efeitos da adapta o neste novo conceito. Para a programac o do servidor Web, foi utilizada a Linguagem Python, em virtude de que ambos os pesquisadores já a conheciam e possuíam um grande repertório técnico. Ademais, ambos também decidiram sobre o uso do Framework Flask, pois   indicado para atuar como uma camada adicional   linguagem Python, e promover mais

eficácia na programação do aplicativo. Para os gráficos, que seriam montados em função do tempo, foi usada a Biblioteca de Plotagem Chart JS, escrita em JavaScript.

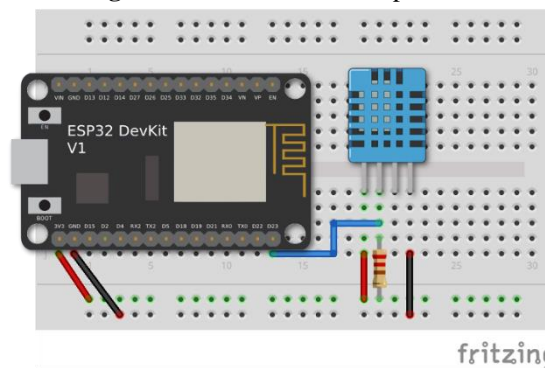
Figura 2: Modelo de Miniestação Meteorológica



Fonte: Retirado de <http://portaldoarduino.com.br>.

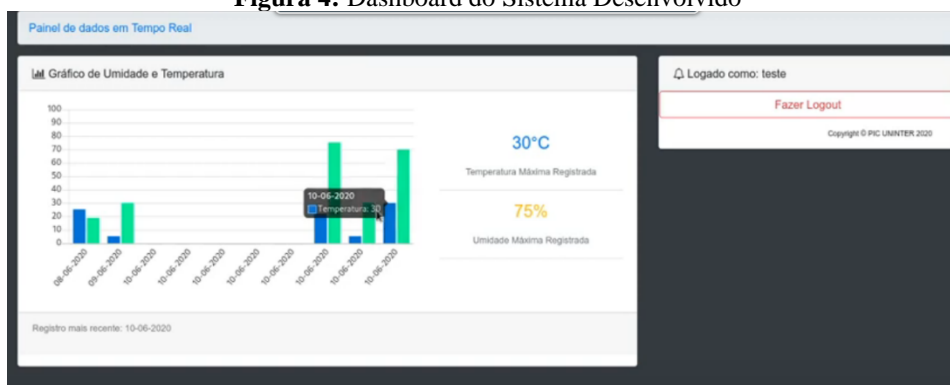
No decorrer do tempo — e com menos de um mês de desenvolvimento, graças à eficácia da organização e as metodologias desenvolvidas pelo grupo de pesquisa —, o protótipo inicial foi entregue em estado aceitável e um vídeo foi confeccionado para comprovar a sua funcionalidade. Para a conclusão da etapa inicial, sugeriu-se recriar uma simulação do experimento, deixando o sistema ativo por um período de aproximadamente 24 horas ininterruptas, para que fosse possível avaliar o “status” e os resultados finais. No término desta etapa, houve a coleta de 90% dos dados, com precisão de umidade de medição: $\pm 5,0\%$ UR e medição de temperatura: $\pm 2,0^\circ\text{C}$, em um intervalo sempre de 3 minutos.

Figura 3: Modelo do Protótipo Físico



Fonte: Retirado do Software de Simulação *Fritzing*

Figura 4: Dashboard do Sistema Desenvolvido



Fonte: Autoral

Com o sucesso do experimento inicial, e tendo em vista que o protótipo já estava em sua essência pronto, as próximas etapas seriam marcadas pela instala o de outros sensores que aferissem dados específicos da qualidade do ar, capazes de entregar relatórios mais singulares. Da mesma forma, pensou-se em programar no Serviço Web um sistema responsável por predi o, propiciando a previsão do tempo e outros eventos meteorológicos.

2 Fundamenta o teórica

A pesquisa, em seu prefácio inicial, manteve-se fortemente aliada a estudos e notícias referentes   necessidade de monitoramento da temperatura e qualidade do ar, com uma base generalizada na realiza o de seu estudo, a fim de esmiuçar as mais diversas áreas vinculadas. Como apresentado em um trabalho publicado pela Companhia de Docas do Pará (2012, n.p.; Acessar), que cita o artigo 1 da Resolu o CONAMA n  003, de 28 de junho de 1990,

Os padrões de qualidade do ar referem-se às concentra es de poluentes atmosféricos que, quando ultrapassados, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem estar da popula o, bem como ocasionar danos   flora e fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral”.

Percebe-se que o tema possui uma vasta aplicabilidade, em muitos cenários e, nesse sentido, foi possível revisar uma série de pesquisas relacionadas e averiguar o quão importante   o monitoramento do ar, tanto para ambientes internos quanto externos, como fazendas, labor rios e outros espaços. Muito mais do que monitorar,   ainda adotar modelos de controle preditivo, para que seja possível automatizar outros processos manuais de tomadas de decisão. Por isso, ter consciência da importância que o tema leva consigo traz inúmeras vantagens, como acontece atualmente nos labor rios científicos, de acordo com o texto publicado pela Empresa Láctea Científica em seu Blog de Pesquisas (A NECESSIDADE DE..., 2019, n. p.; Acessar):

A temperatura de um dia pode mudar drasticamente de um momento para outro e do dia para a noite obter uma grande variação de umidade. Esta instabilidade altera a temperatura dentro dos laboratórios e pode danificar aparelhos eletrônicos, medicamentos, amostras laboratoriais e insumos de pesquisa importância de um bom monitoramento.

Figura 5: Laboratório Tradicional



Fonte: Retirado de <pixabay.com>

Outro órgão que se destaca especificamente nesse assunto é a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) que, desde 1972, realiza diversos estudos sobre a qualidade do ar e outros serviços. Atualmente o órgão governamental conta o programa intitulado Qualar, que promove a consulta pública de estudos e dados coletados. Em um dos artigos publicados pela própria entidade, destaca-se que (SAIBA MAIS SOBRE..., 2019, n. p.; Acessar):

A CETESB possui 62 estações medidoras distribuídas na Região Metropolitana de São Paulo, no interior e litoral do Estado, além de estações móveis, que são utilizadas no monitoramento e em estudos sobre a qualidade do ar. Esta rede, ligada a uma central de computadores através do sistema de telemetria, registra ininterruptamente as concentrações dos poluentes na atmosfera. Estes dados são processados com base nas médias estabelecidas por padrões legais e são disponibilizados de hora em hora na internet.

É notável reiterar que este projeto teve como referência o órgão governamental, uma vez que este atua em uma missão exemplar, de suma importância para o estado em sua totalidade.

Figura 6: Estação de Monitoramento CETESB



Fonte: Retirado de cetesb.com

Ao longo do planejamento, o trabalho foi se orientando para atender um público mais específico, que vem apresentando um grande potencial em investimento tecnológico, diferente do que foi proposto anteriormente. O setor agrícola tem se destacado fortemente e está mais receptivo para novas tecnologias, como se mostra na publicação da Agência IBGE Notícias (INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA..., 2019, n. p.; Acessar):

Investimento em tecnologia aumenta produtividade da safra agrícola em 2017...O crescimento do uso de tecnologia no campo, aliado a pesquisas de melhoria genética, tornou possível o aumento das safras de grãos sem que a área da colheita acompanhasse o mesmo ritmo de crescimento.

Os agricultores além de buscarem tecnologias para melhoria genética, também demonstram forte interesse na automação de processos manuais e controle, como informa, na CBN Maringá, Luciana Peña (2020, n. p.; Acessar):

Pelo segundo ano consecutivo, o Codecam, Conselho de Desenvolvimento Econômico de Campo Mourão promove o Fórum do Agronegócio, Tecnologia e Inovação. Neste ano o evento é virtual e tem a participação de público de outras cidades, estados e até da Hungria e Índia. Nas palestras os produtores rurais descobrem como a tecnologia pode gerar novos negócios. Em debate também a internet das coisas e o 5G no campo.

Também existem as soluções privadas, tais como documentado pelo Portal Camaquã (AGROTECH LEVA ALGORITMOS..., 2020, n. p.; Acessar):

Uma startup está levando tecnologia de ponta para promover a inclusão digital a produtores do Norte do Estado e na região de Caxias do Sul, com foco na produção de grãos, forrageiras e pastagens. Numa primeira etapa, a Connect Farm tem a meta de atingir pelo menos cinco mil agricultores familiares no Rio Grande do Sul, como parte do Projeto 5K. Combinando inovação e fatores de produção, a Agrotech consegue gerar um incremento de produtividade de cerca de 15%. A meta é replicar o modelo pelo país afora.

Figura 7: A Informática no Ambiente Rural



Fonte: Retirado de cetesb.com

Com a conclusão do planejamento do público-alvo, e conseqüentemente a designação do ideal de pesquisa, ficou claro que a solução proposta deveria ser viável para cenários essencialmente agrônomos, que apresentariam uma conjunção de possibilidades de maior atuação e interesse estadual.

A prática da pesquisa começou com a listagem dos microcontroladores, definidos pela Robotics and Automation Society (RAS) em seu blog de notícias (O QUE É UM MICROCONTROLADOR?, 2020, n. p.; Acessar) como “[...] um único circuito integrado que reúne um núcleo de processador, memórias voláteis e não voláteis e diversos periféricos de entrada e de saída de dados”. Um microcontrolador é a peça chave de todo projeto, pois através de sua engenharia adaptável, é facilitada a instalação de diversos sensores, entre eles, os responsáveis por coletar dados relativos ao ar.

No mais, após o cumprimento do estudo, foi escolhido o microcontrolador ESP 32 da Expressif Systems, pois conta com um módulo Wifi para comunicação, sem mencionar que é muito utilizado para situações desse contexto, como apontado na revista UsinaInfo (TEIXEIRA, 2019, n. p.; Acessar):

A conexão wireless é, sem dúvidas, um dos principais motivos para diversos entusiastas da eletrônica utilizar o **ESP32 Wifi** em seus projetos. Ainda, devido ao seu baixo custo e grande abrangência de aplicação, esse módulo recebe um enfoque especial em aplicações da Internet of Things – IoT.

A estrutura física do projeto também foi discutida entre os membros pesquisadores, que sugeriram uma proteção básica para que o dispositivo fosse capaz de resistir às intempéries no ambiente em que estivesse inserido. No entanto, qualquer tipo de elaboração nesse sentido ainda não seria viável, já que não havia certeza de todas as configurações de que o projeto dependeria.

Outros projetos similares também foram pesquisados, porém não se obteve êxito em encontrar muitos resultados nesse sentido; entre eles, destaca-se a proposta da organização

Coffe and Climate, (MONITORAMENTO DO CLIMA, c2021, n. p.; Acessar), documentada em seu site:

[...] Medir e registrar a temperatura do ar e do solo em sua fazenda tornou-se muito mais barato, permitindo que a temperatura e a umidade do nível da parcela sejam medidas, registradas e baixadas para uma análise rápida. Os dados são úteis a) para determinar quão extremo o clima pode se tornar em um determinado local; b) registrar rapidamente a eficácia de quaisquer intervenções de adaptação, de modo que ajustes ou alternativas possam ser encontrados, se necessário.

Durante a evolução do projeto, surgiu a problemática de estabelecer um controle único e exclusivo para cada usuário que o obtivesse, levando em consideração a possibilidade de distribuição do sistema. Afinal, se o princípio da ideia reside na facilidade, mobilidade e multiaplicabilidade, seria necessário adotar um controle para a gestão das pessoas que o adquirissem. A discussão foi solucionada com a sugestão de vincular um sistema em Cloud, que tem se tornado forte tendência mundial, como noticiado recentemente no jornal Valor Econômico (MOREIRA, 2020, n. p.; Acessar): “O Itaú Unibanco anuncia hoje que começará a migrar seus sistemas de tecnologia para a nuvem, num passo decisivo para a transformação digital do maior banco da América Latina. A instituição financeira firmou contrato de dez anos com a Amazon Web Services (AWS) para a prestação do serviço”.

O Cloud proporciona uma infraestrutura segura e de baixa manutenção, com capacidade de instalar diversos serviços compartilhados. No caso, pensou-se em desenvolver uma aplicação Web responsável pelo controle e gerenciamento do cadastro dos clientes, proporcionando até níveis de privilégios. Dessa forma, a sugestão, além de solucionar o problema, já estaria preparando tecnologicamente o projeto para o futuro.

Contudo, por mais que a ideia fosse capaz de resolver a situação, ela ainda demandava muito esforço e empreendimento por parte dos pesquisadores, pois envolveria uma área de atuação tecnológica muito complexa. Para que os efeitos da nova adaptação pudessem ser minimizados, uma reorganização de tarefas e estabelecimento de prioridades foi feita entre os membros de pesquisa, que determinaram novas metodologias para o seu desenvolvimento.

No mais, ainda foi necessário escolher uma linguagem de programação adequada, que facilitasse o desenvolvimento ágil e o processo de integração, de modo que tivesse uma curva de aprendizado menor do que o de outras linguagens. Após uma breve *análise de requisitos*, considerando o conhecimento prévio que os pesquisadores possuíam, foi escolhida a linguagem Python que, conforme notícia no site Computerworld (CARLA, 2020, n. p.; Acessar), “Com a crescente importância da carreira de dados, Python ganhou uma incrível notoriedade nos últimos anos, sendo considerada uma linguagem de alto potencial e muito versátil,

indispensável para o desenvolvimento de sistemas de dados”. Também há uma forte tendência no ensino dessa linguagem, documentada no site do jornal Diário do Nordeste (COM FOCO EM PYTHON..., 2020, n.p.; Acessar):

[...] Com a missão de capacitar profissionais por meio de cursos online e gratuitos, o Ocean mantém sua característica de estar atualizado às demandas do mercado de trabalho ao ter Python como foco, com atividades que abordam essa tendência mundial de diferentes formas, como laboratórios com o software Pandas, na visualização de dados ou na programação para web, abordando CSS e HTML

Pensando na evolução do projeto, houve uma forte inclinação a desenvolver um sistema que também fosse capaz de estudar os dados coletados pelos sensores, visto que adotar uma forma de controle preditivo seria de alto nível de interesse para a sua vinculação. Tendo esse fator como condição, a linguagem Python oferecia, além de um bom suporte para Web, uma grande variedade de recursos para Análise de Dados, Machine Learning e outros temas.

Entretanto, a linguagem Python, de forma isolada, demandaria uma série de recursos a serem programados, recursos estes que já foram desenvolvidos por outros programadores anteriormente, e estão disponíveis para acesso público por meio de “Pacotes”. Tais pacotes são conhecidos como Bibliotecas, ou Frameworks, caracterizados pelo site Tableless (EIS, 2013, n. p.; Acessar) como: “[...] um Framework tem como principal objetivo resolver problemas recorrentes com uma abordagem genérica, permitindo ao desenvolvedor focar seus esforços na resolução do problema em si, e não ficar reescrevendo software”. Portanto, como Framework Web para atuar em congruência com o serviço Cloud, foi determinado o uso do Flask, que está entre o top 6 de tecnologias Python em demanda, como foi noticiado pelo site TechGenyz (6 THE MOST DEMANDED... 2020, n. p.; Acessar), em uma tradução livre:

[...] O framework Flask Python é a escolha certa para aplicativos e micro serviços. É fácil de usar e possui um amplo banco de dados de extensões. Os principais benefícios do Flask são bancos de dados, armazenamento e autenticação. Há ainda mais, e sugerimos que você os verifique se decidir usar o Flask em seu próximo projeto. A propósito, o Flask foi usado para construir o Pinterest e o LinkedIn.

Por conseguinte, fez-se uma avaliação de várias plataformas que ofereciam o serviço Cloud, que ofertassem bons preços, acessibilidade e suporte ao cliente. Tais parâmetros são cruciais para um bom desenvolvimento de TI, uma vez que incidem sobre a qualidade e desempenho do produto final. Entre diversas empresas analisadas, uma em especial ganhou certo destaque e com muitos pontos de vantagem; a Absam.Io trouxe confiança e segurança para o projeto, pois, como ela própria bem define em seu site (QUEM É ABSAM.IO?, c2020, n. p.; Acessar): “Somos uma das startups pioneiras em computação de nuvem no Brasil,

fornecendo Infraestrutura como Serviço (IaaS) para aplica es de qualquer tamanho escaláveis dentro e fora do país”.

Figura 8: Ilustra o de um Sistema CLOUD



Fonte: Retirado de acomistemas.com.br

Ao término de todo o planejamento, o projeto entrou em sua fase mais prática, na qual os pesquisadores envolvidos tiveram uma atua o multidisciplinar e usaram todo o seu potencial para desenvolvê-lo. Durante esse processo, novas tecnologias foram sendo inseridas no sistema, tal como a ado o do MongoDB como banco de dados não relacionável, que como indica o site Gran Cursos Online (ALMEIDA, 2020; Acessar) está “...composto por diversas ferramentas que buscam resolver problemas como tratamento de grandes volumes de dados, execu o de consultas com baixa latência e modelos flexíveis de armazenamento de dados, como documentos XML ou JSON.” Outra tecnologia essencial, de muita procura, que possibilitou a apresenta o dos dados em tempo real, foi a Biblioteca Socket.io escrita em JavaScript, definida no site ABL.Y.IO (LEWINGTON, s.d., n.p.; Acessar), em uma tradu o livre, como

O Socket.io foi criado em 2010. Foi desenvolvido para usar conexões abertas para facilitar a comunica o em tempo real, ainda um fen meno relativamente novo na época. O Socket.io permite a comunica o bidirecional entre cliente e servidor. As comunica es bidirecionais são ativadas quando um cliente tem Socket.io no navegador e um servidor também integrou o pacote Socket.io. Embora os dados possam ser enviados em vários formulários, JSON   o mais simples.

Uma parte do projeto desenvolvido foi sendo armazenado na plataforma Github, definida pela empresa de Servidores Hostinger (LONGEN, 2020, n.p.; Acessar) como:

[...] um sistema de gerenciamento de projetos e versões de códigos assim como uma plataforma de rede social criada para desenvolvedores. Mas para que o GitHub   utilizado? Entre outras coisas, ele permite que você trabalhe em projetos colaborativos com desenvolvedores de todo o mundo, planeje seus projetos e acompanhe o trabalho de outro desenvolvedor.

Graças ao método adotado, que foi sugerido por um dos pesquisadores, o código implementado encontra-se até o presente momento acessível.

No término de toda a programação, foi indicado que todo o serviço partisse para o processo final, que consistia em um teste operacional de todos os sistemas, mantendo-os ligados e em atividade ininterrupta por um período determinado de 24 horas. Este processo foi o mais delicado entre todos os outros, já que envolvia uma série de variáveis que poderiam comprometer o resultado dos testes. No entanto, após traspassado o período verificou-se que as atividades do protótipo conseguiram se manter, com uma taxa de 90% de acertos, dado que a conexão com a Internet falhou em alguns momentos precisos.

Por mais curioso que seja, fato esse interessante de incluir neste artigo, foi que todo o projeto tenha sido desenvolvido remotamente. A parte física de atuação, que incluía o dispositivo e outros sensores, estava na casa de um dos pesquisadores no estado do Rio Grande do Sul, enquanto a parte virtual, tal como o Cloud e aplicações, foi programada por outro pesquisador, no estado de São Paulo. Mesmo com tamanha distância entre os membros, e mesmo durante a pandemia do corona vírus, foi possível concretizar o projeto.

Implantações futuras ou sugestões para a pesquisa em voga, estarão sempre orientadas pela capacidade do sistema de prever acontecimentos e outros fenômenos meteorológicos, já que o tema é fundamental para se ter o controle do clima das fazendas e a tomada de decisões.

3 Metodologia

A adoção de qualquer metodologia técnica na presente pesquisa só ocorreu durante as fases finais do projeto, visto que, desde o início das atividades no mês de junho, houve diversas mudanças na organização dos procedimentos a serem executados, em função da pandemia do corona vírus. Também é necessário salientar que todo e qualquer método desenvolvido durante as práticas de pesquisa, ficou a critério unicamente dos membros pesquisadores que, de início, buscaram se conhecer através das redes sociais e tomar as rédeas de todo o projeto. A pesquisa teve início com um debate acadêmico por meio de vídeo-chamadas realizadas todos os sábados, onde se determinou que o método de pesquisa principal assumiria uma forma qualitativa, na qual interpretações mais subjetivas, tal como vinculação de ideias, entrevistas e outros sujeitos, seriam pontos-chave para a efetivação do projeto. Por conseguinte, com o avanço da pesquisa e dos debates, foi explorada a diversidade do público e dos cenários de atuação, cujos detalhes foram consultados em sites de notícias e outros meios de comunicação, que evidenciaram uma forte tendência a um setor comum.

Com a conclusão das pesquisas, foi designada, para um membro do grupo, a construção do sistema físico do protótipo. Para essa tarefa, antes mesmo de se tomar qualquer decisão prática, se deveria previamente realizar uma pesquisa de campo, pessoal, a fim de verificar os dispositivos mais usados no setor desejado. Esse método garantiu uma forma eficaz de incluir a experiência dos agricultores, que já contam com sistemas de automação, possibilitando o estudo de suas necessidades e ideias.

Uma vez conhecida a problemática do projeto, como descrito anteriormente, novos métodos tiveram que ser adotados a fim de conseguir um desenvolvimento ágil e sem obstáculos. Os membros de pesquisa adotaram o modelo KanBan para a gestão do projeto. Tal modelo é indicado como uma “Metodologia Ágil” e inovadora para a área TI, como noticiado pelo Inforchannel (METODOLOGIA ÁGIL..., 2020, n. p.; Acessar):

[...]um estudo sobre a adoção da agilidade nas principais empresas da América Latina. Em um mercado em constante transformação, elas precisam responder com rapidez e eficiência, e o panorama da região mostra que a adoção da filosofia ágil resultou em redução de custos e riscos, além de maior alinhamento da área de TI com o negócio.

Apesar de esta metodologia ser mais comum para o setor privado, a mesma se mostrou muito eficaz no desenrolar da pesquisa, pois contribuiu para resultados mais rápidos e com índices de desempenho específicos. De qualquer forma, em decorrência do alto nível técnico que envolveria o desenvolvimento das aplicações, a pesquisa fez uso da revisão bibliográfica, de modo que muitas informações desconhecidas foram sendo pesquisadas e testadas a todo momento; quando úteis, foram se inserindo ao sistema. Tal metodologia se manteve até o final do processo e trouxe resultados satisfatórios.

4 Resultados e discussão

Apesar das problemáticas encontradas durante a teoria e prática da pesquisa, que por sua vez é de natureza acadêmica, foi possível constatar que o cenário agrícola se destaca como um forte mercado, de relevância, em razão de que anseia por novas tecnologias para monitoramento, automação e outros temas relacionados à produção em geral. Em sua essência, os agricultores recorrem a soluções mais praticáveis e de fácil manuseio, motivo pelo qual empresas e demais startups estão se tornando pioneiras em oferecer estes serviços.

Os resultados obtidos para este projeto, ainda que variados, trouxeram uma coletânea de perspectivas que favorecem o desenvolvimento tecnológico para soluções viáveis e de baixo custo. Destacam-se entre as atividades realizadas — tomando-se em consideração resultados de

grande serventia —, a construção física do protótipo, que envolveu a pesquisa e montagem de microcontroladores — e consequentemente a programação destes módulos. Também se cita a estruturação de um servidor Web, que consiste em uma infraestrutura externa acessível publicamente, por meio de um domínio ou IP, tal qual os sites que se conhecem hoje em dia. Graças a esse serviço, foi possível hospedar um aplicativo escrito em Python, responsável por gerenciar o cadastro de usuários e, consequentemente, a sua gestão. Reitera-se que a tecnologia citada revestiu um alto nível de complexidade, mas, devido à atuação dos pesquisadores, foi possível explorar o tema. Ademais, o resultado principal — que é o dispositivo em si —, encontra-se disponível para uso, mas não é possível ainda deixá-lo sozinho em ambientes externos. Pretende-se, quando possível, construir uma caixa leve de proteção ao protótipo, para resistir às intempéries de cada cenário de atuação. Outro modelo idêntico do sistema foi desenvolvido por um dos pesquisadores, que tem interesse em terminar o projeto e disponibilizá-lo ao público em geral.

5 Considerações finais

O projeto em questão teve uma certa dificuldade quanto ao acerto dos objetivos da aplicação, já que outras soluções nesse sentido estavam sempre alinhadas em um nicho voltado majoritariamente à saúde da população, onde organizações públicas já tomavam a frente nesse tema, com projetos de larga escala, que dependem de múltiplos recursos para atuarem.

Porém, graças à diversificação das pesquisas realizadas, foi possível averiguar que existiam outros públicos de interesse, que buscam por soluções no quesito de monitoramento. A eficácia do projeto consistiu em democratizar o acesso a estes dispositivos, pois foi apresentado um protótipo simples, com grande facilidade de instalação e autonomia para o agricultor, que se tornou a principal referência na busca de resultados.

Como evidenciado em notícias, a agricultura brasileira tem se caracterizado pelo fomento ao investimento tecnológico; startups de tecnologia e outras iniciativas têm-se destacado nesse mercado, trazendo soluções simples de controle, porém de grande eficácia no meio rural. O projeto desenvolvido seguiu um contexto geral, para ser adotado como dispositivo de monitoramento eficaz em índices meteorológicos, que influenciam diretamente na produção de alimentos, e outros fins. Além do mais, está previsto — e de grande vantagem para o projeto —, adotar um método de predição, de modo que ações de controle possam ser tomadas automaticamente, sem interferência manual, para a climatização de ambientes ou irrigação de fazendas.

Referências

- AGROTECH LEVA ALGORITMOS a pequenas propriedades para expandir produtividade em pelo menos 15%. **Portal Camaquã**, 17 nov. 2020. Disponível em: <https://www.portaldecamaqua.com.br/noticias/20206/agrotech-leva-algoritmos-a-pequenas-propriedades-para-expandir-produtividade-em-pelo-menos-15.html/>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- ALMEIDA, Washington. NoSQL Já ouviu Falar? **Blog Grancursosonline**, 2020. Disponível em: <https://blog.grancursosonline.com.br/nosql-ja-ouvir-falar/>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- A NECESSIDADE DE um Controlador de Temperaturas em Laboratórios. **Blog Láctea Científica**, 24 jun. 2019. Disponível em: <https://www.lactea.com.br/necessidade-de-um-controlador-de-temperatura-em-laboratorios/>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- CARLA. Estas são as 10 linguagens de Programação mais populares atualmente. **Computerworld**, 19 jan. 2020. Disponível em: <https://computerworld.com.br/carreira/estas-sao-as-10-linguagens-de-programacao-mais-populares-atualmente/>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- COMPANHIA DE DOCAS PARÁ. **Monitoramento da qualidade do ar**. 2012. Disponível em: <https://www.cdp.com.br/documents/10180/26801/Monitoramento+Qualidade+do+Ar..pdf/e4824edf-4477-4f0e-99ae-f7d1a19efc21>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- COM FOCO EM PYTHON, Samsung Ocean inicia última onda de cursos online e gratuitos do ano. **Diário do Nordeste**, 04 dez. 2020. Opinião. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/daniel-praciano/com-foco-em-python-samsung-ocean-inicia-ultima-onda-de-cursos-online-e-gratuitos-do-ano-1.3018568>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- EIS, Diego. O que é Um Framework? **Tableless Getting Started**. 14 jul. 2013. Disponível em: <https://tableless.github.io/iniciantes/manual/js/o-que-framework.html>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA aumenta produtividade da safra agrícola em 2017. **Agência IBGE Notícias**, 27 nov. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/26076-investimento-em-tecnologia-e-pesquisa-aumenta-produtividade-da-safra>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- LEWINGTON, Glyn. Everything you need to know about Socketio. **Blog Ably.io**, [s. d.]. Disponível em: <https://www.ably.io/topic/socketio/>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- LONGEN, Andrei. O que é o Github e pra que é usado? **Hostinger Tutoriais**, 09 dez. 2020. Disponível em: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-github/>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- METODOLOGIA ÁGIL avança no Brasil com engajamento de lideranças. **Blog Inforchannel**, 10 nov. 2020. Disponível em: <https://inforchannel.com.br/metodologia-agil-avanca-no-brasil-com-engajamento-de-liderancas/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

MONITORAMENTO DO CLIMA na Fazenda. **Coffe and Climate?**, c2021. Disponível em: <https://toolbox.coffeeandclimate.org/pt-pt/tools/on-farm-climate-monitoring/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

MOREIRA, Talita. Itaú Migra para a Nuvem e acelera a digitalização. **Valor Econômico**, 30 nov. 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/financas/noticia/2020/11/30/itau-migra-para-a-nuvem-e-acelera-digitalizacao.ghtml>. Acesso em: 5 dez. 2020.

O QUE É UM MICROCONTROLADOR? **IEEE. Blog Capítulo Estudantil de Robótica e Automação**, 23 set. 2020. Disponível em: <https://edu.ieee.org/br-ufcgras/o-que-e-um-microcontrolador/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

PEÑA, Luciana. Equipes de Hackathon Agrotech apresentam soluções nessa segunda-feira (30). **CBNMaringá**, 29 nov. 2020. Disponível em: <https://cbnmaringa.com.br/noticia/equipes-de-hackathon-agrotech-apresentam-solucoes-nessa-segunda-feira/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

QUEM É ABSAM.IO? **Absam.Io**. c2020. Disponível em: <https://absam.io/sobre-a-absam> . Acesso em: 5 dez. 2020.

SAIBA MAIS SOBRE a qualidade do ar. **Blog CETESB**, 18 jun. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2019/06/18/saiba-mais-sobre-a-qualidade-do-ar/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

TEIXEIRA, Gustavo. ESP32 WIFI, Comunicação com a Internet. **Blog UsinaInfo**, 20 maio 2019. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/esp32-wifi-comunicacao-com-a-internet/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

6 THE MOST DEMANDED Python frameworks to choose from. **TechGenyz**, 27 nov. 2020. Disponível em: <https://www.techgenyz.com/2020/11/27/most-demanded-python-frameworks-to-choose-from/>. Acesso em: 5 dez. 2020.