



ANAIS

DISPOSITIVO DE INTEGRAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS PARA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

SÂMELA CAMELO BRITO

samelacbrito08@gmail.com

IF BAIANO - CAMPUS GUANAMBI

DJALMA SANTANA MALTA NETO

djalma7743@gmail.com

IF BAIANO CAMPUS GUANAMBI

JOÃO MARCOS NEVES DA SILVA

joaomarcosnina@gmail.com

IF BAIANO

LEANDRO GONCALVES SANTOS

leandro.santos@ifbaiano.edu.br

IFBAIANO - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

REINALDO MONTEIRO COTRIM

reinaldo.cotrim@ifbaiano.edu.br

IFBAIANO - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

RESUMO: A tecnologia a ser desenvolvida é um dispositivo de integração de internet das coisas (IoT) para agricultura que proporciona a coleta de dados, o monitoramento inteligente de lavouras e tornando mais eficiente o uso de insumos e recursos como a água de irrigação. O dispositivo se conecta via wifi a um gateway inteligente que faz a leitura em tempo real dos sensores, processa os dados e sugere a melhor decisão por meio de algoritmos desenvolvidos para o equipamento com base na informação dos dados locais. Seu funcionamento ocorre através de uma rede local de sensores onde os dados são coletados e armazenados para geração de relatórios que podem ser visualizados através de um aplicativo mesmo sem a presença de internet na propriedade. Seu diferencial é a capacidade de funcionar como nó sensor e/ou atuador, a presença de um painel solar para recarga da bateria interna, o funcionamento ininterrupto, a capacidade de funcionamento por longo período em caso de tempo nublado, a conexão wifi, seu firmware pode ser atualizado remotamente, exige pouca manutenção, possui baixo custo e pode promover a expansão da internet das coisas na agricultura

PALAVRAS CHAVE: Esp32; agricultura de precisão; conectividade; irrigação; internet das coisas.

ABSTRACT: The technology to be developed is an internet of things (IoT) integration device for agriculture that provides data collection, intelligent monitoring of crops and making the use of inputs and resources such as irrigation water more efficient. The device connects via wifi to an intelligent gateway that reads the sensors in real time, processes the data and suggests the best decision through algorithms developed for the equipment based on information from local data. Its operation takes place through a local network of sensors where data is collected and stored for the generation of reports that can be viewed through an application even without the presence of internet on the property. Its differential is the ability to function as a sensor and/or actuator node, the presence of a solar panel to recharge the internal battery, uninterrupted operation, the ability to work for a long period in cloudy weather, the wifi connection, its firmware it can be remotely updated, requires little maintenance, is low cost and can promote the expansion of the internet of things in agriculture.

KEY WORDS: Esp32; precision agriculture; connectivity; irrigation; internet of things.



ANAIS

INTRODUÇÃO

Com advento da quarta revolução industrial e da sociedade da era digital, as tecnologias da informação e comunicação têm ocupado um papel, cada vez maior, de protagonista nas formas de geração e apropriação econômica. O que significa em novas formas de trabalho e consumo, procedendo diretamente a novos empregos e maneiras de articular o saber.

Assim como a indústria se modernizou para se tornar mais competitiva, elevar a produtividade e reduzir custos, o agronegócio também vem seguindo esse padrão tecnológico assimilando inovação, tecnologia e conectividade, adotando o termo Agricultura 4.0. Essa fase moderna da agricultura desponta fortemente com o uso de novas tecnologias em automação com o uso de drones, sensores, robôs, redes sem fio, processamento de imagens digitais, telemetria, internet das coisas (IoT), Big Data, entre outras.

Embora a economia brasileira seja diversificada, o agronegócio é responsável por expressivos 21% do Produto Interno Bruto (PIB) segundo publicação da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) e Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (Fealq). Isso significa que a absorção desse aparato tecnológico da Agricultura 4.0 pode torná-la ainda mais competitiva. A utilização de tecnologias, como é o caso da automação, pode facilitar a tomada de decisões em ambientes agrícolas e é essencial e estratégico para o futuro da segurança alimentar, pois possibilita aumentar o rendimento do trabalho no campo, diminuir o esforço físico humano, melhora a qualidade de vida e torna a agricultura mais eficiente e sustentável.

De acordo com pesquisas da Embrapa a agricultura é o maior vilão mundial no consumo de água, pois utiliza 70% do total disponível. Isso significa que aumentar a produção de alimentos para suportar o crescimento populacional demandará maior consumo de água e que a adoção de políticas de controle racional deste recurso natural e o emprego de tecnologias, será o caminho para garantir a sustentabilidade ambiental.

Estimativas feitas por um levantamento do Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o setor agrícola brasileiro é o que mais consome e o que mais desperdiça água doce no país. O consumo de 70% de água no setor agropecuário é elevado em razão do desperdício nos sistemas de irrigação e das perdas por evapotranspiração. Dentre as principais formas de desperdício estão o fornecimento de água acima do requerido pela cultura e os vazamentos em tubulações e demais equipamentos de irrigação. As perdas por evapotranspiração podem ser minimizadas com a adoção de práticas de manejo que mantenham a cobertura do solo e o fornecimento de água nas horas menos quentes do dia e inclusive a partir da internet das coisas pode minimizar estas perdas.

Com o emprego das técnicas de manejo e de tecnologias é possível reduzir em até 60% de consumo de água na agricultura, em razão da melhor eficiência do seu uso. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) uma redução de 10% no desperdício da água já seria suficiente para abastecer o dobro da população mundial dos dias atuais.



ANAIS

Ainda de acordo com a FAO, o emprego das técnicas de manejo e de tecnologias é possível reduzir em até 60% de consumo de água na agricultura, em razão da melhor eficiência do seu uso. Destacam-se ainda, como tecnologias, o emprego de inteligência artificial, a aplicação de sensores no campo e a internet das coisas, para geração de dados e a tomada de decisões. A integração da Tecnologia da Informação com a Agricultura de Precisão e o emprego da conectividade nos sistemas de irrigação, é uma alternativa viável e eficiente para redução do desperdício de água.

A condição climática de Guanambi e região impõe aos agricultores, dentre eles os do Perímetro Irrigado de Ceraíma, a necessidade de uso eficiente da água para a prática da agricultura, pois estão inseridos num ambiente de clima semiárido, com baixo índice pluviométrico, distribuição irregular das chuvas e longos períodos de estiagem. Este projeto proporciona a esses produtores a oferta de um sistema inteligente com dispositivos baseados em internet das coisas para o monitoramento eficiente de lavouras proporcionando o uso racional de insumos na agricultura.

Vale ressaltar que o desenvolvimento desta tecnologia, além de proporcionar economia para o agricultor e benefícios ao meio ambiente, também visa diminuir a distância provocada entre o grande e pequeno agricultor, observando a perspectiva das tecnologias sociais frente ao processo da economia 4.0. É importante frisar que essa proposta de desenvolvimento local de tecnologia visa minimizar os custos, e oferecer uma solução acessível para ser apropriada pela agricultura familiar.

O objetivo desse projeto é oferecer aos produtores locais e de regiões vizinhas um sistema inteligente baseado em IoT para o monitoramento eficiente de lavouras na perspectiva da agricultura 4.0, através do desenvolvimento de pesquisa, empreendedorismo e inovação, que proporcione o uso racional dos insumos na agricultura.

REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com o relatório World Population Prospects: The 2019 Revisión da Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2019) a população mundial tem atualmente 7,7 bilhões de pessoas e chegará em 11,2 bilhões em 2100. Isso significa que este crescimento populacional resultará em maior demanda por espaço, alimentos, o que pode agravar a degradação do solo, da água e da biodiversidade.

Em muitos países, até 2050, a agricultura continuará sendo uma atividade determinante e importante do crescimento econômico, da redução da pobreza e da segurança alimentar, ao mesmo tempo em que, a proporção da receita agrícola na renda nacional bruta diminui (FAO, 2015). Essa afirmativa se torna ainda mais enfática para os países em que a agricultura tem grande contribuição no PIB, como é o caso do Brasil.

A agricultura de precisão é um conjunto de técnicas para gestão de produção rural que considera a existência de variabilidade espacial das lavouras, isto é, considera que cada porção de uma área cultivada possui particularidades que podem interferir na produtividade. Diferentemente de técnicas tradicionais que consideram as médias da lavoura, na agricultura



ANAIS

de precisão, com o auxílio de ferramentas tecnológicas, consideram-se as características de cada porção da lavoura (TONELLO & BORTOLUZZI, 2011).

A agricultura é vista pelos organismos internacionais como alvo prioritário para as políticas de controle racional de água. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), cerca de 60% da água utilizada em projetos de irrigação é perdida por fenômenos como a evaporação. Ainda segundo este órgão, uma redução de 10% no desperdício poderia abastecer o dobro da população mundial dos dias atuais.

Um sistema de irrigação bem projetado tende a garantir um melhor desenvolvimento de culturas com um maior aproveitamento dos insumos, uma vez que a água está cada vez mais escassa em nosso planeta, e uso eficiente de energia elétrica contribui para um menor impacto ao meio ambiente (PERES, 2011). A irrigação é um setor imprescindível para o abastecimento mundial de alimentos, contudo é o setor que mais desperdiça água. A Organização das Nações Unidas (ONU) revela que aproximadamente 70% de toda a água disponível no mundo – que já não é muita – é utilizada para irrigação, sendo que no Brasil, esse índice chega a 72% (PENA, 2020).

O uso de um dispositivo para medir a temperatura e a umidade do solo automatizado com microcontroladores pode proporcionar um controle adequado do fornecimento de água da irrigação, e conseqüentemente promover uma redução significativa no seu consumo, permitindo-se manter o solo em uma faixa ótima de umidade, com condições ideais para o crescimento e desenvolvimento das lavouras (BORGES et al., 2014). O microcontrolador é um dispositivo que mistura hardware com software e pode ser programado através de linguagem C ou Assembly para realizar funções específicas (ELETRÔNICA PROGRESSIVA, 2018).

O emprego da tecnologia da informação e comunicação, e sobretudo da universalização da microeletrônica, proporcionou a evolução da indústria a um patamar elevado com automatização de diversos processos produtivos, denominado de Indústria 4.0 (VDMA VERLAG, 2016). A tecnologia agrícola empregada no campo também se modernizou, e hoje chamada de Agricultura 4.0 (Agro 4.0) ou de Agricultura Digital, já é uma realidade nas lavouras brasileiras (MASSRUHÁ & LEITE, 2017).

Nesse contexto, surgem os ambientes inteligentes caracterizados por permitir a interação do usuário com os dispositivos espalhados por todo o local no qual ele se encontra. Propiciando além da interação usuário-dispositivo, a interação entre os próprios dispositivos e abrindo espaço para a personalização das suas ações de acordo com comportamentos previsíveis (FREITAS et al., 2012). Assim, surge a possibilidade de o usuário customizar esses dispositivos não unicamente com suas preferências, mas aplicando técnicas voltadas a melhoria de sua qualidade de vida e produtividade.

De acordo com Chong & Kumar (2003), as redes de sensores são apontadas como uma das mais importantes tecnologias para o século XXI. Uma rede de sensores tem como principal característica monitorar uma ou mais variáveis de interesse em um determinado evento.

ANAIS

Projeções globais estimam que em 2023 haverá 3,6 dispositivos conectados em rede por habitante, o que corresponde a 29,3 bilhões de unidades. As conexões máquina a máquina (M2M), as quais se enquadram uma ampla gama de aplicações IoT, representarão 50% do total mundial de dispositivos e conexões, o correspondente a 14,7 bilhões de unidades (CISCO, 2018). No Brasil esses módulos M2M serão responsáveis por 45% (338,9 milhões) de todos os dispositivos em rede até 2023, o que é quase o dobro em comparação com 2018 (138,2 milhões). Ainda de acordo com esse relatório da Cisco, até 2023, 44% de todos os dispositivos em rede terão conexão móvel e 56% serão conectados via Wi-Fi.

A Internet das Coisas (IoT) emergiu dos avanços de várias áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e tecnologia da informação. A Internet das Coisas, em poucas palavras, nada mais é que uma extensão da internet atual. Esta extensão é feita ao proporcionar que objetos de nossa rotina diária se conectem à internet (OLIVEIRA et al., 2016).

A IoT vai abrir novas oportunidades de negócios na agricultura digital que antes estavam restritas somente ao ambiente web, abrangendo mais elos da cadeia produtiva do agronegócio (UNIVERSO AGRO, 2016).

METODOLOGIA

A metodologia do projeto seguirá um processo escalonável e constantemente gerenciável, avançando em etapas num formato cíclico, conforme ilustrado pela figura 1. Por meio desta metodologia é possível avançar no projeto de desenvolvimento das soluções propostas, com cuidado de realizar reuniões periódicas com os envolvidos, na busca da solução mais adequada.

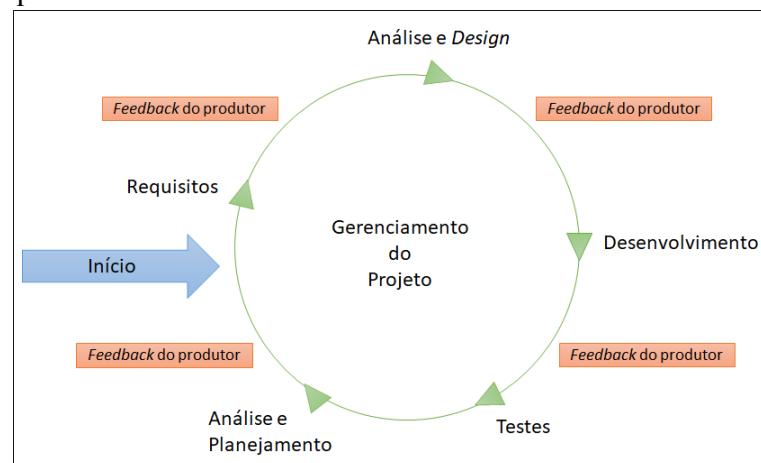


Figura 1 - Metodologia de Desenvolvimento de Software. Fonte: Elaboração própria

Neste sentido, cada fase do projeto contemplará os princípios norteadores da engenharia dos sistemas propostos, destacando:



ANAIS

- Requisitos: Identificação do problema, contemplando as necessidades propostas para o desenvolvimento. Nesta fase é importante, reuniões com os envolvidos na busca de traçar o melhor caminho para cada sistema a ser desenvolvido.
- Análise e Design: Elaboração da arquitetura do sistema, definindo a relação entre os sistemas, a comunicação entre eles e considerar aspectos funcionais e não funcionais de seu desenvolvimento.
- Desenvolvimento: Etapa de implementação em que é executada a construção dos projetos eletrônicos, componentes e o desenvolvimento da aplicação (software) proposta.
- Testes: Na busca de atender efetivamente o proposto e da manutenção da qualidade do sistema, nesta fase são realizados testes que podem identificar novos problemas e erros a serem sanados.
- Análise e Planejamento: Momento em que se realiza um apanhado da solução construída, refletindo sobre os novos passos do sistema, a sua manutenção e melhorias. Podendo reiniciar o ciclo ou finalizar partes ou todo o projeto.

Local

Este projeto será realizado no Laboratório IFMaker do Instituto Federal Baiano, localizado no distrito de Ceraíma, município de Guanambi, Bahia. O ambiente conta com salas climatizadas, bancadas, espaço para reuniões, equipamentos e ferramentas para prototipagem 3D e eletrônica.

Equipe

A equipe de execução deste projeto é multidisciplinar e contará com a participação de profissionais das áreas da Agronomia e da Ciência da Computação, atuantes no desenvolvimento de inovação tecnológica voltada ao campo. Os testes de campo serão realizados em propriedades rurais do Perímetro Irrigado de Ceraíma, que recentemente retomou a atividade agrícola por intermédio de um grande projeto de Revitalização coordenado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e com aporte financeiro do Governo Federal, Municipal e emendas parlamentares.

Dispositivo IoT

O dispositivo a ser desenvolvido possui hardware com a seguinte arquitetura básica: processamento e memória, comunicação, energia, sensores e/ou atuadores. O componente central é um microcontrolador que possui como principal característica, apresentar num único chip, processador dual core, memória flash, comunicação Wifi, baixo consumo de energia e baixo custo.

A unidade de processamento e memória é responsável por armazenar os dados e executar a sequência lógica de instruções que torna o objeto inteligente. A tecnologia de comunicação utilizada será o Wifi (IEEE 802.11) que é adequado para redes locais e taxa de transmissão que pode chegar a 150Mbps. A fonte de energia utilizada para alimentar o objeto



ANAIS

inteligente será uma bateria de íon de lítio. Um painel fotovoltaico será responsável pela colheita de energia para recarga da bateria.

O dispositivo IoT poderá ser do tipo sensor, atuador, ou executar as duas tarefas. Os atuadores são responsáveis por atuar no ambiente, como por exemplo acionando uma bomba de irrigação, que neste caso utilizaremos os módulos relay.

O funcionamento do dispositivo no modo atuador pode fazer o acionamento de contatores para o controle de cargas elétricas como lâmpadas, resistências, motores, bombas elétricas e válvulas solenoides. O funcionamento do dispositivo no modo sensor pode embarcar diferentes sensores como o de temperatura, de umidade, de pH, de condutividade elétrica, de tensão e corrente elétrica, de pressão atmosférica, de velocidade e direção do vento, de pressão de fluidos, de concentração de gases, de oxigenação da água, de turbidez da água, de luminosidade, de radiação UV e de células de carga.

Prototipação do MVP

Para validação da ideia foi desenvolvido um produto mínimo viável (MVP) que é uma versão simplificada do produto com o mínimo de funcionalidades. O desenvolvimento do MVP além de atestar o funcionamento foi importante para definir a escolha do microcontrolador utilizado. Essa escolha foi pautada na maior capacidade de processamento, conectividade e maior quantidade de portas ADC e DAC, o que tornará o dispositivo mais versátil quanto a possibilidade de expansão e integrar com número maior de sensores/atuadores.

Na figura 2 pode ser observado o MVP que foi desenvolvido para atuar como sensor de temperatura, pressão e umidade relativa do ar. Esse protótipo foi acondicionado num case impermeável para garantir a proteção dos componentes eletrônicos quando exposto às intempéries ambientes.

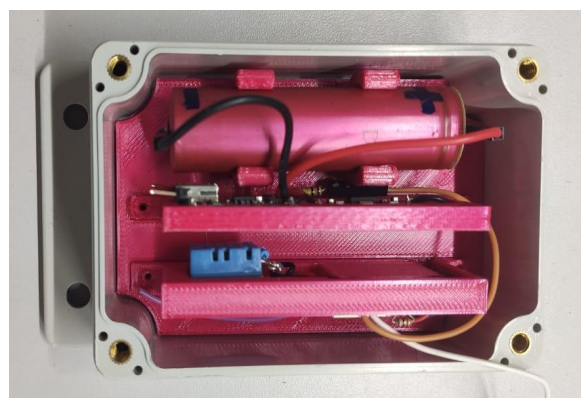


Figura 2 - Protótipo de testes com componentes distribuídos de forma modular. Fonte: próprio autor

Design eletrônico e placa de circuito impresso



ANAIS

A criação do circuito eletrônico é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de qualquer dispositivo eletrônico, pois a partir dele é possível realizar simulações de funcionamento em ambiente computacional, antes mesmo de sua concretização.

Em seguida, o circuito eletrônico é também requisito para simulação de funcionamento do circuito e criar o design da placa de circuito impresso. Durante o desenvolvimento do esquema eletrônico serão acrescentados blocos de terminais parafusáveis para conexão dos cabos dos sensores/atuadores e placa solar, de modo a facilitar a instalação em campo e manutenção quando necessário. No circuito eletrônico, também está previsto a existência de uma ponte de conectores que atue como porta de comunicação serial externa ou como porta de expansão para instalação de módulos adicionais.

A placa de circuito impresso será confeccionada em dupla face sob material de fibra de vidro de 1,6 mm de espessura. Por se tratar de placa com trilhas de pouca espessura, a melhor opção será através da produção industrial, que garante melhor qualidade e acabamento com custo acessível.

Firmware dos dispositivos

O firmware será escrito em linguagem Python para compilação e obtenção do arquivo binário que será posteriormente gravado no microcontrolador utilizado um conversor serial USB. Após gravação do firmware e com o dispositivo conectado à rede do servidor de automação, as futuras atualizações de firmware serão realizadas via método OTA (over the air), ou seja, remotamente via conexão wifi. Esse método é muito interessante para atualização sem a necessidade de conectar fisicamente com ele, principalmente para os dispositivos que estejam instalados em locais de difícil acesso.

Modelo tridimensional e testes de campo

Para acondicionar a placa de circuito eletrônico do dispositivo e deixá-lo protegido da poeira e umidade do ambiente agrícola, serão utilizados case de plástico injetado e com proteção a radiação ultravioleta. Alternativamente esse case poderá ser confeccionado através de impressão 3D com uso de filamento ASA (Acrilonitrila estireno acrilato) que possui proteção ultravioleta em sua composição, garantindo sua resistência ao tempo, já que este case ficará exposto a intempéries como sol, poeira e umidade.

Automações

As automações serão programadas a partir do menu gerador de automações com base nos seguintes itens básicos:

- gatilho da regra de automação: são os eventos que vão acionar a regra de automação. Um exemplo de gatilho pode ser a umidade do solo detectada pelo sensor.
- condição: são as condições opcionais que podem limitar uma regra de automação para funcionar apenas em casos de uso específicos. Como exemplo podemos definir a hora do dia ou a alguma condição meteorológica como condição para a automação ocorrer.



ANAIS

- ação: será executada quando uma regra for acionada e todas as condições forem atendidas. Por exemplo, ligar o sistema de irrigação quando a umidade do solo for inferior a 30% e o for noite.

Vale destacar que para cada automação criada pode-se ter mais de uma condição para desencadear a ação. Como exemplo de algumas condições podemos citar as variáveis ambientais como o percentual de umidade do solo, a condição meteorológica, a hora do dia, outras variáveis também podem ser definidas como o tipo de cultura, a idade da planta e o tipo de manejo adotado.

Avaliação do sistema

Inicialmente, testes de bancada serão realizados para comprovar o funcionamento dos componentes (sensores e microcontroladores) de maneira individualizada, sendo em seguida realizado os testes de comunicação de rede.

Após constatado o funcionamento em bancada, os dispositivos serão levados para testes de campo, onde serão avaliadas a sua tolerância a falhas, consumo de energia, a capacidade de trabalhar em condições ambientes adversas (sol, chuva e frequência poluída). Quanto a tolerância a falhas, o funcionamento da rede de sensores deve se manter mesmo que um nó sensor deixe de funcionar. O consumo de energia será avaliado mediante duração de funcionamento do nó sensor sob determinada configuração e com bateria em plena carga, sendo alimentada por placa solar.

Gateway IoT

O gateway é um dos principais pontos de uma estrutura de rede IoT pois é o hardware responsável por concentrar os dados coletados pelos dispositivos nó-sensor através da tradução de um determinado protocolo para serem processados localmente ou enviados para nuvem.

Como a internet ainda não é uma realidade na maioria das áreas rurais, se torna necessário o desenvolvimento de tecnologia que permita o processamento local através da computação de borda. Para isso, o gateway aqui proposto será dotado do poder computacional com sistema operacional Linux, conexões com fio, sem fio e porta serial.

Protocolo de comunicação

Para comunicação entre o gateway e os dispositivos nó sensor/atuador será adotado um protocolo publish-subscribe de mensagens máquina a máquina (M2M) otimizado para redes TCP/IP não confiáveis ou de alta latência leve e seguro desenvolvido para dispositivos IoT. Para proporcionar uma camada de segurança a comunicação entre os dispositivos e o gateway será realizada por meio de autenticação com login e senha. Uma vez conectado ao gateway os dispositivos (sensor ou atuador) poderão enviar dados coletados ou comandos para serem executados. Os dispositivos serão munidos de sensores lógicos para informar data/hora e para o monitoramento do nível de bateria e de conexão.



ANAIS

Aplicativo Mobile e Dashboard

Os aplicativos para smartphones permitem mobilidade e praticidade, inerente às tecnologias 4.0. A solução aqui proposta visa obter dados reais do ambiente hospedeiro do dispositivo IoT desenvolvido, por meio de um webservice em nuvem capaz de integrar a solução.

Os dados serão apresentados num painel dashboard com indicadores que possam demonstrar o desempenho do sistema em tempo real e historicamente. O aplicativo permitirá também ser alimentado por dados que interfiram nas regras construídas no sistema.

RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado da execução desse projeto espera-se:

- desenvolvimento um dispositivo IoT de baixo custo para automação na agricultura;
- contribuir em elevar a eficiência do uso da água na agricultura;
- maximizar a produção agrícola pela introdução desta tecnologia nas lavouras;
- aumentar o lucro dos produtores e com isso melhorar a economia local;
- aproximar os estudantes, sobretudo, do ensino médio com o conhecimento tecnológico e despertar seu interesse em prosseguir os estudos no IF Baiano;
- estimular o desenvolvimento de produtos tecnológicos inovadores e de baixo custo, que possa contribuir com os arranjos produtivos locais, potencializando os projetos de inovação tecnológica desenvolvidos no campus Guanambi;
- depositar registro de software e de patente do dispositivo criado.

CRONOGRAMA E RECURSOS

Cronograma da pesquisa												
Atividade	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aquisição de insumos	x	x										
Montagem do servidor		x										
Configuração do Servidor		x										
Instalação do Gateway de integração		x										
Desenvolvimento do projeto eletrônico e placa de circuito impresso		x	x									
Desenvolvimento do case			x									
Montagem e programação dos dispositivos			x	x	x							
Testes de bancada					x	x						
Elaboração de relatório parcial					x	x						
Testes de campo						x	x					



ANAIS

Configuração das automações						x	x					
Coleta de dados							x	x	x			
Análise de dados									x	x	x	
Elabora de relatório final										x	x	x
Recursos Humanos Necessários												
Descrição	Quantidade		Valor unit		Valor total							
Bolsistas	02		400,00		9.600,00							
Orientador	01		--		--							
Co-orientador	01		--		--							
Recursos Materiais Necessários												
Descrição	Quantidade		Valor unit		Valor total							
Filamento impressora 3D	01		125,00		250,00							
Raspberry Pi4	02		550,00		1.100,00							
Microcontrolador ESP32	10		15,00		150,00							
Fonte de tensão variável	01		950,00		950,00							
Multímetro	01		150,00		150,00							
Serviço de confecção de PCB	10		30,00		300,00							
Estanho em pasta	01		70,00		70,00							
Estanho 1mm	01		80,00		80,00							

BIBLIOGRAFIA

BORGES, F. F.; ABÍLIO, A. S.; SILVA, R. R.; SANTOS, J. C.; D'ANDREA, A. F. Sistema de baixo custo para irrigação automatizada baseado na plataforma Arduino. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS. Poços de Caldas: IFSMG. 2014.

CHONG, C.; KUMAR, S. Sensor Networks: Evolution, Opportunities, and Challenges. Proceedings of the IEEE, v.91, n.8, p.1247-1256, 2003

CISCO. Cisco Annual Internet Report (2018-2023). Disponível em: <<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.pdf>> Acesso: 02 de julho de 2020

ELETRÔNICA PROGRESSIVA, Microcontroladores - O que são, para que servem e onde são usados. Disponível em <<https://www.eletronicaprogressiva.net/2014/08/Microcontroladores-Oque-sao-Para-que-servem-Onde-sao-usados.html>> Acesso em: 5 mai 2018



ANAIS

FAO, Food and Agriculture Organization of United Nations. Towards a Water and Food Secure Future: Critical Perspectives for Policy-makers. 2015. 76p.

FREITAS, C. C. S.; CHÁVEZ, R. F.L.; HIGA, R. S.; IANO, Y. Automação residencial: cenário atual e perspectivas futuras. Revista Ciência e Tecnologia, v.15, n.26, p.41-48, jan./jun. 2012- ISSN:1677-9649

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 – rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR & LOURENÇO. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil. 2. ed. – São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p.28-35

OLIVEIRA, G. P.; SILVA JUNIOR, J. H.; SANTOS, D. P. S.; LIMA, M. M. Internet das coisas. Revista de Trabalhos Acadêmicos - Universo Recife, v.3, n.4, 2016

PENA, R. F. A. Economia de água na agricultura. Disponível em:
<<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/>> Acesso em 01 julho 2020.

PERES, A. D. C. MÓDULO DE CONTROLE APLICADO À AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. Disponível em:
<<http://www.dee.ufc.br/anexos/TCCs/2011.1/ANT%C3%94NIO%20DANIEL%20CATUNDA%20PERES.pdf>>
Acessado em 03 de Julho de 2020.

TONELLO, M. S.; BORTOLUZZI, E. C. Viabilidade técnica do uso de receptores GPS de navegação para fins de amostragem sistemática de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:351-357, 2011

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248, 2017, 53p.

UNIVERSO AGRO. Internet das coisas criará novas oportunidades de negócios na agricultura digital, 2016. Disponível em:
<<http://www.uagro.com.br/editorias/tecnologia/2016/09/06/internet-das-coisas-criaranovas-oportunidades-de-negocios-na-agricultura-digital.html>>. Acesso em 05 de julho 2020.

VDMA VERLAG. Guideline Industrie 4.0r. 2016. Disponível em:
<https://www.vdma-verlag.com/home/artikel_72.html>. Acesso em: 5 mai 2018