



XIV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira

07 a 12 de dezembro de 2020

ISSN 2594-8237

A INTERNET DAS COISAS NA AGRICULTURA: CONTRIBUIÇÕES PARA MONITORAR AS CONDIÇÕES IDEAIS PARA PLANTIO, CULTIVO E COLHEITA

Ramon Breno dos Santos Rodrigues, Rodrigo Feitosa Gonçalves,
Rainer Xavier de Amorim e Odette Mestrinho Passos

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas
Rua Nossa Senhora do Rosário, 3683 – Tiradentes – Itacoatiara/AM

{ramonicet, feitosar9}@gmail.com; raineramorim, odette}@ufam.edu.br

Resumo: Este trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo móvel, que utiliza o conceito da Internet das Coisas, para ajudar os agricultores no controle de temperatura de ambiente, da umidade de solo e da probabilidade de chuva. A metodologia utilizada neste trabalho consistiu, primeiramente, em realizar um levantamento bibliográfico, em seguida, foi realizada a construção do aplicativo, que incluiu o levantamento de requisitos, a definição da documentação e a implementação. Como resultado, após seu desenvolvimento e sua avaliação, pode-se constatar que o mesmo atendeu satisfatoriamente, de acordo com 71,4% dos participantes, as necessidades no que tange ao monitoramento das plantações de hortaliças dos agricultores.

Palavras-Chave: Internet das Coisas. Agricultura. Aplicativo Móvel.

1. INTRODUÇÃO

Hoje a informática e os computadores estão cada vez mais associados às atividades do dia a dia das pessoas. Há uma grande percepção da informática no gerenciamento de contas bancárias, nas compras online, na comercialização de bens, na indústria, no âmbito acadêmico, na comunicação, na publicidade, na ciência, no governo, entre outros (GONÇALVES, 2013).

Atualmente, um novo conceito em relação a internet surgiu, chamado de Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* - IoT) que é uma tecnologia que vem crescendo rapidamente nos últimos anos (ALMEIDA et al., 2015).

Cada componente ou objeto conectado à internet/rede são dotados de sensores e/ou atuadores se comunicam com outros componentes ou sistemas também conectados, no intuito de receber comandos ou sinais para realizar capturas de informações ou a execução de tarefas: os sensores capturam dados, como por exemplo, a temperatura e a umidade, e os atuadores realizam operações no meio, como acender uma LED, ou realizar tarefas para fornecer alguma informação relevante e interagir com o ambiente (PIRES et al., 2015).

As possibilidades que surgem com a IoT são infinitas, passando por todos os estágios do ciclo de vida do produto até ocasiões de uso em indústrias verticais específicas. Pode-se citar, por exemplo, algumas aplicações da IoT: Cidade Inteligente,



XIV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira

07 a 12 de dezembro de 2020

ISSN 2594-8237

Agricultura (Silva, 2016), Turismo, Design e Marketing de Produto, Manutenção de Produto, Vendas de Produtos, Logística, Manutenção de Frota, Medicina e outros (ROMEDER, 2016).

No que se refere à agricultura, há um vasto número de aplicações que possibilitam agricultores e investidores monitorar toda sua cadeia de produção. Segundo a Conab (2013) a produção agrícola anual do Brasil alcança um número de 210 milhões de toneladas, mas, sofre perda de cerca de 70 milhões de toneladas, tanto durante a colheita quanto no manuseio e transporte. A IoT, através do controle da produção, com a utilização de sensores, poderá minimizar essas perdas em grande escala.

Neste mesmo cenário, nos vários tipos de agriculturas existentes, bem como a agricultura tradicional e comercial, é possível realizar devida manutenção das culturas cultivadas através de uma rede de sensores, como por exemplo, para a correta administração do campo tendo em vista sua umidade e a temperatura ambiente. Nesse sentido, o controle do plantio à colheita se torna mais evidente, evitando o desperdício e grandes perdas de produção (SILVA, 2016).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é contribuir no aumento da produtividade dos agricultores, através do controle de temperatura de ambiente, da umidade de solo e da probabilidade de chuva de forma a realizar a monitorar de condições ideais para o plantio, cultivo e a colheita de hortaliças. Isto será realizado através de um aplicativo móvel que utilize o conceito da IoT.

A metodologia utilizada neste trabalho consiste, primeiramente, em realizar um levantamento bibliográfico para compor a fundamentação teórica e definir uma proposta inicial. Em seguida, será realizada a construção do aplicativo, que inclui o levantamento de requisitos, a definição da documentação e a implementação.

O restante do artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta a os conceitos relacionados e discute os trabalhos relacionados. A Seção 3 apresenta a metodologia adotada, enquanto a Seção 4 mostra os resultados e as discussões. A Seção 5 apresenta as considerações finais e as propostas de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a população brasileira ultrapassa os 208 milhões de pessoas, sendo que 15,6% deste total moram em meios rurais (IBGE, 2017). Em algumas áreas do país uma boa parte da população se concentra em áreas rurais, tendo como consequência uma agricultura essencial para a vitalidade dos seus moradores, com papel socioeconômico importante para os agricultores familiares (SILVA, 2016).

Sendo assim, com o avanço da tecnologia nos últimos anos, as atividades em meios rurais vêm passando por grandes transformações, de tal forma que o homem do campo seja beneficiado. Entretanto, a gerência de novas ferramentas para processos de



XIV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira

07 a 12 de dezembro de 2020

ISSN 2594-8237

produção tem ganhando destaque, sem contar a discussão sobre sustentabilidade, haja a vista a conscientização por parte dos agricultores no que se refere a poluição e o consumo sustentável e responsável dos recursos naturais (CORREIA, ROCHA e RISSINO, 2016).

Neste contexto, surge a Agricultura de Precisão (AP) que define um conjunto de métodos e técnicas com o intuito de otimizar o processo de manejo de cultivos e a utilização de insumos agrícolas para gerar eficiência na economia. As ferramentas compreendidas nesta área são capazes de permitir uso racional de fertilizantes e agrotóxicos garantido a redução de impactos ambientais oriundos de atividades agrícolas (BRASIL, 2009).

Além disso, a AP compreende o uso de tecnologias modernas para que haja a garantia de um sistema de gerenciamento agrícola, que tem como base a variação espacial de propriedades decorrentes do solo e das plantas. Dessa forma, pode-se maximizar o lucro, enfatizar a sustentabilidade e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2009).

Para Silva (2017) com a capacidade de se obter dados com maior precisão na área da agricultura, utilizando as mais diversas tecnologias, o grande avanço é iminente, sendo algo inovador com ênfase na ecologia e sustentabilidade. Com isso, os agricultores terão maior visão na busca por soluções mais cabíveis acerca de problemas complexos em relação à lavoura e à natureza.

2.2 Trabalhos Relacionados

O trabalho de Serafim (2014) teve como objetivo principal propor, através do uso da IoT, uma estrutura de rede que interligue uma rede de sensores com a internet e um centro especializado de medicina. Dessa forma, é possível realizar o monitoramento médico de pacientes a longa distância, para manter a integridade e a saúde das pessoas estável e o mais consistente possível através desta tecnologia.

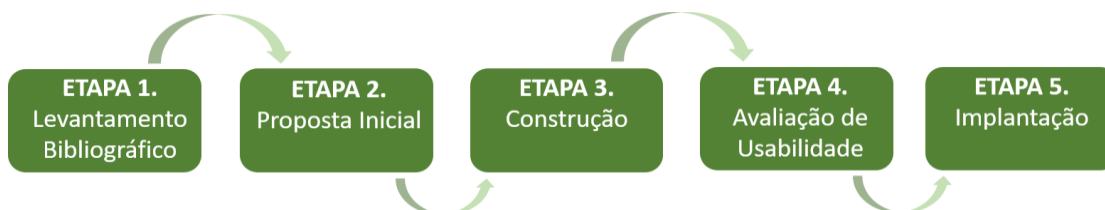
O trabalho de Morgenstern et al. (2013) teve como objetivo propor uma definição de uma arquitetura de auxílio aos técnicos Agrícolas e Engenheiros Agrônomos na coleta de dados denominada de AgroMobile, apresentando uma arquitetura para uma rede de sensores. Como resultado, o atuador recebeu de maneira correta as devidas informações provenientes da rede de sensores. No entanto, apresentou erros o funcionamento da comunicação e leitura das informações, sendo preciso mais testes com o uso de muitos nós na rede de sensores para a análise em questões de desempenho de todo o sistema.

O trabalho de Serafim (2014) utiliza a IoT para o monitoramento de pacientes através de uma rede de sensores na área da saúde. Embora este trabalho utilize uma rede de sensores, a área distingue, pois trata-se da agricultura e os dados capturados em questão também são diferentes. Já o trabalho de Morgenstern et al. (2013), embora trate do monitoramento de plantações de hortaliças, este é feito por um software desktop, enquanto neste trabalho a proposta é realizar o monitoramento através de aplicativo móvel.

3. MATERIAL E MÉTODO

A metodologia adotada nesta proposta foi dividida em cinco etapas, conforme o modelo apresentado abaixo na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Os autores (2020).

Levantamento Bibliográfico: Consistiu em realizar pesquisas para compor a fundamentação teórica fornecendo uma estrutura conceitual que dará sustentação ao desenvolvimento do aplicativo. Nesta etapa as pesquisas foram realizadas em sites, livros, artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso relacionados com o tema.

Proposta Inicial: A partir dos resultados obtidos na etapa anterior, foi definida a proposta do trabalho, que incluem os seguintes tópicos: Internet das Coisas e trabalhos relacionados.

Construção: Na terceira etapa do projeto foi realizada a construção do aplicativo, baseada no Modelo Interativo e Incremental. Seguindo essa metodologia, esta proposta seguiu as seguintes etapas:

- **Levantamento de Requisitos:** foi realizada junto com agricultores e agrônomos, por meio de entrevistas e aplicação de um questionário;
- **Modelagem:** Documentação que serviu para esclarecer o que o software irá fazer através dos requisitos solicitados. Foi utilizado o software *Astah Community*, através da Linguagem Unificada de Modelagem (UML), para a elaboração dos seguintes diagramas: Caso de Uso, de Classe e de Sequência e Atividades;
- **Arquitetura:** Para identificar os componentes estruturais da aplicação e os relacionamentos entre eles. Foi utilizado o *CorelDraw* para elaborar a figura da arquitetura;
- **Banco de Dados:** Documentação que irá mapear tabelas, campos e relacionamentos. Foi utilizado o software *BDDesigner* para a elaboração do diagrama entidade relacionamento e o dicionário do banco de dados;
- **Implementação:** O desenvolvimento se deu pela utilização da IDE *Android Studio* para a construção do aplicativo, da linguagem *Python* para a captura dos dados e armazenamento no Banco de dados e da linguagem *PHP* para compactar dos dados que serão acessados via rede. Além disso, foi realizado os testes do aplicativo: teste de sistemas, de unidade, de funcionalidade e de instalação.

Avaliação de Usabilidade: Foi realizada com os pequenos agricultores, para avaliar o aplicativo conforme os critérios de usabilidade e funcionalidades. Participaram da avaliação um total de 2 professores, 4 alunos e 1 agricultor.

Ajustes: Após a avaliação foi realizado os ajustes finais onde foram feitas as últimas correções para entrega definitiva do aplicativo para ser utilizados no seu referido ambiente.

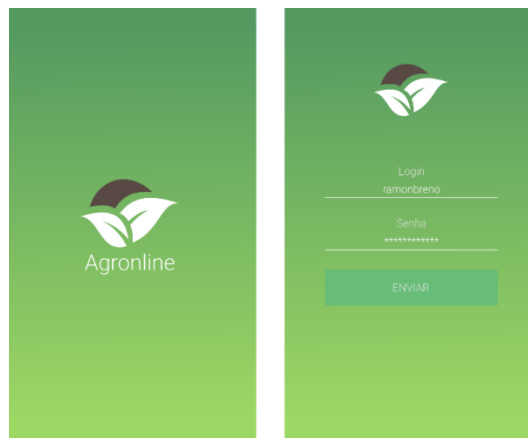
Implantação: Nesta etapa o aplicativo foi introduzido em seu ambiente onde pequenos e grandes agricultores podem adotar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento do Aplicativo Agroline

O aplicativo foi desenvolvido em conformidade com o levantamento de requisitos. A tela inicial do aplicativo apresenta uma breve Splash Screen exibindo o ícone do aplicativo e, logo em seguida, é mostrada a tela de login, onde o usuário entrará com seu nome de usuário e com sua senha, nos respectivos campos, para que seja feita a autenticação no sistema, tendo em vista a segurança dos dados que cadastrados no no aplicativo. A Figura 2 mostra as telas iniciais do aplicativo: Splash Screen e tela de login.

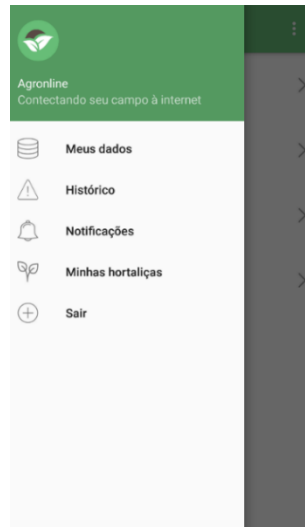
Figura 2 - Tela Splash e de Login



Fonte: Os autores (2020).

Após ser realizada a autenticação o usuário vai acessar a tela de Menu, onde o mesmo pode navegar entre as funções disponíveis no aplicativo e escolher entre as opções: (i) Meus Dados, (ii) Histórico, (iii) Notificações, (iv) Minhas hortaliças e (v) Sair. A Figura 3 mostra o menu do aplicativo.

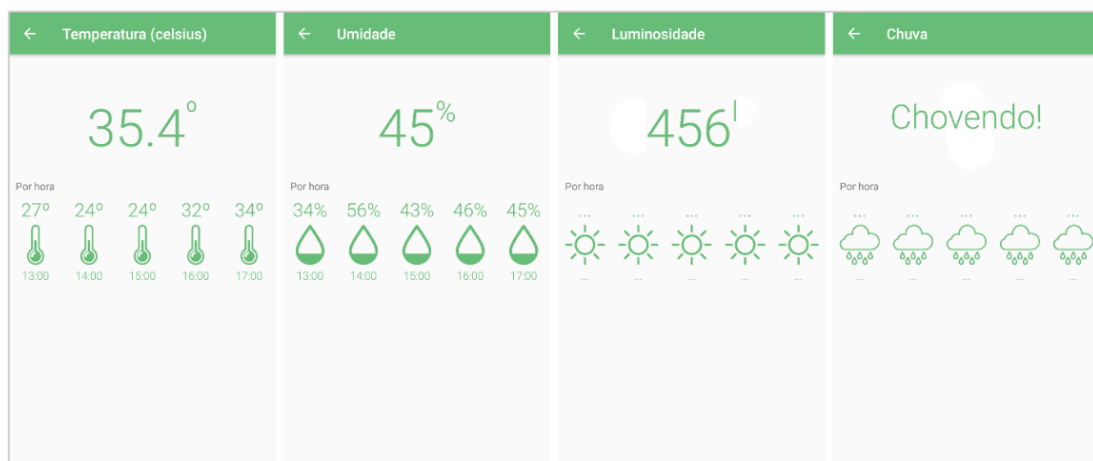
Figura 3 - Tela de menu



Fonte: Os autores (2020).

Após clicar em “Meus Dados” o usuário poderá visualizar os seguintes itens: Temperatura, Umidade, Luminosidade e Chuva, conforme pode ser visto na Figura 4. Após fazer a escolha de um dos itens que deseja monitorar, o usuário acessará a tela com as informações atuais e um breve histórico das últimas 5 horas. Vale salientar que os dados são atualizados automaticamente na aplicação, de modo que se tenha uma percepção em tempo real da plantação e das últimas horas.

Figura 4 – Tela dos dados capturados



Fonte: Os autores (2020).

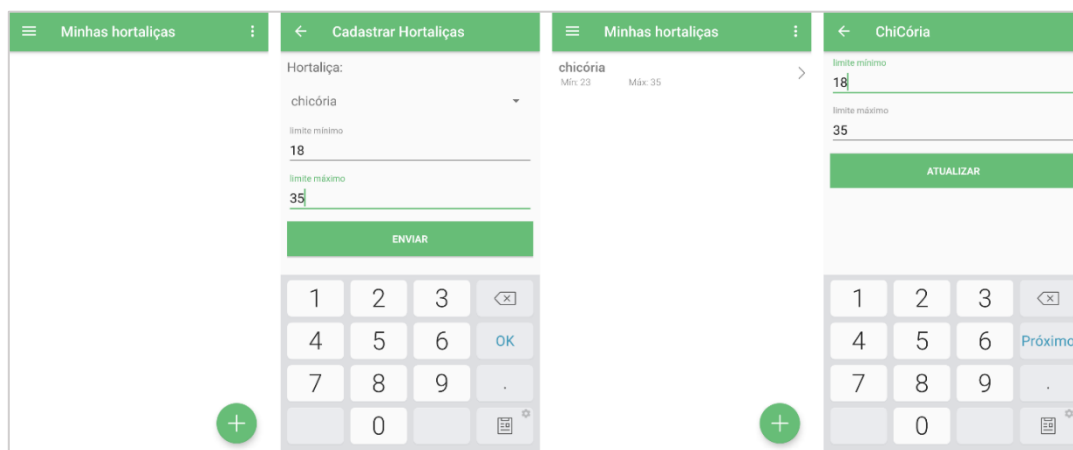
Após clicar no menu “Histórico” o usuário terá novamente a lista de itens, mas neste caso, após escolher um dos itens irá visualizar um histórico do dia vigente e não somente o dado atual.

Após clicar no menu “Notificações” o usuário pode fazer o gerenciamento das suas notificações. Nesse menu pode-se cadastrar o intervalo do dia em que deseja receber as notificações, tendo em vista que as notificações a todo momento podem se tornar inoportunas para o usuário. As notificações são ativadas conforme o cadastro de limites críticos explicados na seção a seguir. Vale salientar que os alertas das notificações apenas serão realizados no ato do cadastro do intervalo.

Após clicar no menu “Minhas Hortaliças” o usuário pode fazer o gerenciamento das suas hortaliças. Primeiramente, o usuário deverá cadastrar suas hortaliças clicando no botão “+” (Cadastrar Hortaliças).

O cadastro tem 3 campos: (i) Hortaliça: Deverá ser escolhida uma hortaliça dentre as opções já cadastradas. Caso, nesta lista, não tenha a hortaliça desejada, o usuário deverá ir até a opção “Outra” e digitar a hortaliça que deseja inserir, (ii) Limite Mínimo: deverá ser digitado o limite mínimo da temperatura que a hortaliça pode alcançar para que o usuário receba a notificação e (iii) Limite Máximo: deverá ser digitado o limite máximo da temperatura que a hortaliça pode alcançar para que o usuário receba a notificação. Após a inserção dos dados nos 3 campos, o usuário deverá clicar em “Enviar”. A Figura 5 mostra as telas de minhas hortaliças.

Figura 5 – Telas de minhas hortaliças



Fonte: Os autores (2020)

4.2 Avaliação de Usabilidade do Aplicativo Agroline

A avaliação de usabilidade tem o intuito de verificar o desempenho de um sistema no que se refere a sua eficiência e eficácia quando se trata na comunicação que existe entre o homem e a máquina. Dessa forma, é possível encontrar os níveis de satisfação do usuário, bem como elucidar os problemas relacionados durante a realização de tarefas específicas (MIRANDA e MORAES, 2003).



XIV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira

07 a 12 de dezembro de 2020

ISSN 2594-8237

SNCT-ITA 2020

Para realização das avaliações de funcionalidade e usabilidade do software foram convidados professores e alunos da área de agronomia do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) para avaliar o aplicativo. Além deles, agricultores que moram e cultivam hortaliças no interior de Itacoatiara.

Foi utilizado um questionário com professores, alunos e agricultores, com perguntas sobre a formação e perfil profissional, e também sobre o aplicativo no que tange à sua funcionalidade e usabilidade. Antes de responder o questionário os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Primeiramente o aplicativo foi instalado, assim como também, todas as ferramentas necessárias para que funcionasse no ambiente da avaliação conforme o planejado. Os participantes utilizaram o aplicativo por volta de 10 minutos, executando a lista de atividades das funcionalidades e usabilidade. Participaram da avaliação um total de 2 professores, 4 alunos e 1 agricultor.

Com relação a funcionalidade, foi possível verificar que o aplicativo não apresentou erros e funcionou conforme o esperado. Com relação a usabilidade, foi obtido os resultados descritos na Tabela 1. Pode-se perceber que: (a) 100% dos participantes afirmaram que a interface é amigável, (b) 85,7% afirmaram que o aplicativo realiza perfeitamente aquilo que se propõe, (c) 100% afirmaram que o aplicativo pode auxiliar os agricultores no monitoramento de suas plantações, (d) 85,7% afirmaram que o aplicativo realiza com clareza seus comandos e (e) 71,4% afirmaram que os agricultores aprenderiam a usar rapidamente e que estão satisfeitos com o funcionamento do aplicativo.

Tabela 1 – Resultados obtidos da usabilidade

| Questões | Alternativas | | | | |
|--|--------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A interface do Agronline é amigável | - | - | - | 4 | 3 |
| O Agronline é bem-sucedido na realização das funções que se propõe a realizar | - | - | 1 | 2 | 4 |
| O Agronline pode auxiliar o agricultor a monitorar os dados climáticos nos campos de plantio | - | - | - | 3 | 4 |
| Foi fácil cadastrar novas hortaliças e definir seus limites máximos e mínimos utilizando o Agronline | - | 1 | - | 2 | 4 |
| O Agronline consegue ter clareza nos comandos facilitando sua utilização | - | - | 1 | 3 | 3 |
| O Agronline permite a visualização do histórico dos dados conforme solicitação do usuário | - | - | 2 | 2 | 3 |
| Achei este sistema muito inconsistente | 4 | 2 | 1 | - | - |
| Imagino que os agricultores aprenderiam a usar o Agronline rapidamente | - | - | 2 | 3 | 2 |
| Eu me senti confortável com este aplicativo | - | - | - | 3 | 4 |
| Foi fácil encontrar a informação que eu precisava | - | - | 2 | 2 | 3 |
| A organização de informações na tela do aplicativo é clara | - | - | 2 | 3 | 2 |
| Estou satisfeito(a) com o funcionamento do Agronline | - | - | 2 | 3 | 2 |

Fonte: Os autores (2020)

Legenda: **1** – Discordo Totalmente, **2** – Discordo, **3** – Neutro, **4** – Concordo e **5** – Concordo Totalmente.



XIV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira

07 a 12 de dezembro de 2020

ISSN 2594-8237

Professores, alunos e agricultor sugeriram algumas melhorias no aplicativo. Todas as sugestões foram discutidas e, após todas as considerações, as seguintes modificações foram realizadas no aplicativo: (i) diminuição os ícones que representam os dados e (ii) opção de adicionar outra hortalíça.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos da IoT consolidados na prática podem ser grandes colaboradores nos processos inerentes às atividades humanas, bem como o monitoramento de pacientes na área da saúde, na segurança de domicílios, na automatização de casas e apartamentos, entre outras. Na agricultura não é diferente e pode trazer grandes benefícios com o intuito de aumentar a produtividade agrícola.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo móvel que utilize o conceito da IoT para monitorar as condições ideais para plantio, cultivo e colheita de forma a contribuir no aumento da produtividade dos agricultores.

Antes do desenvolvimento do aplicativo foi realizado o levantamento de requisitos, para identificar as funcionalidades necessárias. Esse levantamento foi realizado juntamente com os profissionais de agronomia, alunos e agricultores, que puderam dar sua opinião acerca da concepção do aplicativo, para que o mesmo pudesse ser desenvolvido para atender algumas das necessidades dos agricultores.

Após a construção da aplicação foi realizada uma avaliação de funcionalidade e usabilidade com intuito de verificar o desempenho da aplicação. Esta avaliação foi realizada com professores e alunos de agronomia e com agricultores e os mesmos puderam dar seu parecer sobre a performance do aplicativo e levantar possíveis melhorias na aplicação.

Como resultado, pode-se perceber que o aplicativo se comportou de maneira satisfatória, permitindo ao agricultor fazer o monitoramento de sua plantação de maneira eficiente e eficaz. Os professores, alunos e agricultores que participaram da avaliação concordaram que o aplicativo é relevante no que refere ao auxílio do agricultor para aumentar a sua produtividade e que pode levar o cultivo agrícola a outro patamar.

A limitação deste trabalho está relacionada principalmente: a avaliação de usabilidade poderia ter sido realizada com um número maior de participantes, para obter um número maior de resultados e assim ter uma maior precisão acerca do desempenho da aplicação. Como trabalhos futuros, pretende-se construir uma plataforma web que possibilite os profissionais de agronomia a terem as medidas conforme as hortalíças cultivadas na região.



XIV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira

07 a 12 de dezembro de 2020

ISSN 2594-8237

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hyggo, AQUINO, André; LOUREIRO, Antonio; OCAMPOS, Tito; OGASAWARA, Eduardo; ANDRADE, Nazareno; GEUS, Paulo; MELO, André; SANTOS, Danilo; ABREU, Marcelo e COSTA, Cristiano. Internet das Coisas Nós, as cidades, os robôs, os carros: Tudo conectado! **Revista da Sociedade Brasileira de Computação**, Porto Alegre, n. 24, V. 4, p. 1-58, abr. 2015.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Agricultura de Precisão*. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, Brasília, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: Nono levantamento, junho 2013 – safra 2012/2013. : Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2013.

CORREIA, Gustavo; ROCHA, Helder. e RISSINO, Silvia. Automação de Sistema de Irrigação com Monitoramento Via Aplicativo Web. **Revista Engenharia na Agricultura – Reveng**. n. 24, V. 4, p. 314-325, ago. 2016.

GONCALVES, Moises. Impactos da Tecnologia no Cotidiano das Pessoas. **Semana de Iniciação Científica da Faculdade de Juazeiro do Norte**, Juazeiro do Norte, n. V. 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>> Acesso em: 07 out. 2017.

Miranda, F.; Moraes, A. Avaliação da Interface de um Site de Comércio Eletrônico Através da Técnica Cooperativa. **2º USIHR**, Rio de Janeiro, n 2. 2003.

MORGENSTERN, Marcos; AURÉLIO, Rafael; ALVES, Roger; MARAN, Vinícius. Definição de uma Rede de Sensores para a Arquitetura AgroMobile. **XII Simpósio de Informática da UNIFRA**. 2013.

PIRES, PAULO; DELICATO, Flavia; BATISTA, Thais; BARROS, Thomaz; CAVALCANTE, Everton e PITANGA, Marcelo. Plataformas para a Internet das Coisas. **X Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores E Sistemas Distribuídos (SBRC)**, Vitória. 2015.

ROMEDER, Santos. Dez Aplicações Possíveis de Internet das Coisas em PMEs. 2016. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/dez-aplicacoes-possiveis-do-conceito-de-internet-das-coisas-em-pmes>>. Acesso em: 27 set. 2017.

SERAFIM, Edivadl. **Uma Estrutura de Rede Baseada em Tecnologia IoT para Atendimento Médico a Pacientes Remotos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Faculdade Campo Limpo Paulista, 2014.

SILVA, Junior. A Internet das Coisas na Agricultura Familiar: Contribuição para o Aumento da Produtividade e Redução do Desperdício de Recursos Hídricos. **VII Escola Regional de Informática do Piauí (ERIPi)**, Picos. 2016.

SILVA, Marcel e FRUETT, Fabiano. Monitoramento Ambiental através de Rede de Sensores Sem Fio de Baixo Custo. **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, INPE. 2013.