



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

JHEIMIS FERNANDES MARQUES

**PROTÓTIPO DE PROJETO DE INTERNET OF THINGS PARA COLETA DE
DADOS EM AGRICULTURA DIGITAL**

**Assis/SP
2018**



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JHEIMIS FERNANDES MARQUES

**PROTÓTIPO DE PROJETO DE INTERNET OF THINGS PARA COLETA DE
DADOS EM AGRICULTURA DIGITAL**

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Ciência da Computação do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando(a): Jheimis Fernandes Marques

Orientador(a): Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

**Assis/SP
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

MARQUES, Jheimis Fernandes

Protótipo de projeto de Internet of Things para a coleta de dados em Agricultura Digital/
Jheimis Fernandes Marques. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis,
2018.

43p.

Orientador: Prof. MSc. Guilherme de Cleva Farto
Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Arduino. 2. Agricultura digital. 3. Internet

CDD: 005.133
Biblioteca da FEMA

PROTÓTIPO DE PROJETO DE INTERNET OF THINGS PARA COLETA DE DADOS EM AGRICULTURA DIGITAL

JHEIMIS FERNANDES MARQUES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador:

Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Examinador:

Prof. Dr. Luiz Ricardo Begosso

Assis/SP
2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente Deus, e a minha esposa bem como toda minha família, principalmente a minha mãe e avós por terem me dado todo carinho e melhor educação possível e serem um grande exemplo de pessoas. Dedico também aos meus amigos e pessoas que estiveram sempre me apoiando para a realização deste meu sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus**, pois sem ele este sonho não seria possível de ser alcançado e por ter me presenteado com uma linda filha **Emanuelly Claudino Marques**.

Agradeço à minha mãe **Maria Lúcia dos Santos** e meus avôs **Aparecida Mion dos Santos** e **José Paulino dos Santos** que estão sempre ao meu lado me apoiando, e dando forças para continuar.

A minha esposa, **Alessandra Claudino Marques**, por estar sempre ao meu lado, e ter me apoiado nos momentos difíceis.

Ao meu irmão, **Jhonatas Marques** que esteve ao meu lado durante todos os momentos, a quem tenho como exemplo.

A todos meus **amigos, parentes e familiares**, que me ajudaram de forma direta ou indireta, pois sem a ajuda deles, sem suas orações e apoio não conseguiria sozinho concluir esta etapa de minha vida.

À minha querida Professora e amiga Dr^a **Marisa Atsuko Nitto**, por desde o primeiro ano me orientar em todo este processo acadêmico e pela sua amizade durante esses quatro anos.

Ao meu amigo e Professor MSc. **Guilherme de Cleva Farto**, por me orientar e colaborar nesta fase acadêmica tão importante.

A todos os meus **professores** destes quatro anos de curso, que ajudaram em minha formação não só acadêmica, mas também como pessoa.

E por fim agradeço a todos que colaboraram de forma direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.

“A minha sabedoria é inexistente se for colocada em comparação à onisciência de DEUS.”

Marco Túlio Cícero (106 a.C – 43 a.C)

RESUMO

Em 2050, estima-se que a população mundial estará em torno de nove bilhões de habitantes, o que traz consigo diversos desafios. Um dos desafios que se destaca é a necessidade de aumentar a produção de alimentos para suprir as necessidades básicas da população. Para que seja possível este aumento da produção de alimentos, muito tem sido pesquisado sobre a adoção de tecnologias para ampliar a produtividade nas lavouras, com atenção aos recursos naturais, como água e energia. Com isso, surgiu a necessidade de integrar, ainda mais, a tecnologia na agricultura, permitindo um melhor monitoramento da produção.

O objetivo deste trabalho é o de monitorar a lavoura com foco nas coletas de dados. Para isso, foi proposto e desenvolvido um protótipo com os conceitos de Internet das Coisas e plataforma de prototipagem Arduino para o contexto de agricultura digital. Com a utilização destas tecnologias de baixo custo foi possível a criação de um dispositivo que realiza a coleta de dados do solo por meio de sensores que, após coletados e encaminhados para a aplicação Web, torna possível o acompanhamento das lavouras.

Palavras-chave: Agricultura digital, Internet of Things, Arduino.

ABSTRACT

By 2050, it is estimated that the world population will be around nine billion people, which brings with it several challenges. One of the challenges that stands out is the need to increase food production to meet the basic needs of the population. In order for this increase in food production to be possible, much has been researched on the adoption of technologies to increase productivity in crops, with attention to natural resources such as water and energy. As a result, there was a need to integrate technology in agriculture, allowing a better monitoring of production.

The objective since work is to monitor the crop with focus on data collection. For this, a prototype with the concepts of Internet of Things and Arduino prototyping platform was proposed and developed for the context of digital agriculture. With the use of these low cost technologies it was possible to create a device that collects soil data through sensors that, after being collected and sent to the Web application, makes it possible to follow the crops.

Keywords: Digital Agriculture, Internet of Things, Arduino.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1: Estatística de dispositivos..... | 18 |
| Figura 2: Wearables..... | 21 |
| Figura 3: Crescimento da população mundial..... | 23 |
| Figura 4: Estatística de terras do Brasil..... | 26 |
| Figura 5: Tratores autônomos e drones sendo utilizado na agricultura..... | 28 |
| Figura 6: Arduino Leonardo..... | 30 |
| Figura 7: Arduino Mega 2560..... | 31 |
| Figura 8: Arduino MKR ZERO..... | 31 |
| Figura 9: Arduino MKR100..... | 32 |
| Figura 10: Raspberry pi 3..... | 33 |
| Figura 11: Arquitetura do protótipo..... | 35 |
| Figura 12: Página web..... | 36 |
| Figura 13: Tela de cadastro..... | 37 |
| Figura 14: Tela inicial..... | 37 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.1.1 OBJETIVOS GERAIS..... | 14 |
| 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 15 |
| 1.2 JUSTIFICATIVAS..... | 15 |
| 1.3 MOTIVAÇÃO..... | 16 |
| 1.4 PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIÇÃO..... | 16 |
| 1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA..... | 16 |
| 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 17 |
| 2. INTERNET OF THINGS..... | 18 |
| 2.1 CONCEITOS..... | 19 |
| 2.2 INTERNET OF THINGS NO AGRONEGÓCIO..... | 19 |
| 2.3 TENDÊNCIAS FUTURAS..... | 20 |
| 3. AGRICULTURA DIGITAL..... | 23 |
| 3.1 EVOLUÇÕES DA AGRICULTURA..... | 24 |
| 3.2 ESTATÍSTICAS NA AGRICULTURA..... | 25 |
| 3.3 APLICAÇÕES NA AGRICULTURA DIGITAL..... | 26 |
| 3.4 BENEFÍCIOS E DESAFIOS..... | 27 |
| 4. PLATAFORMAS DE IOT..... | 29 |
| 4.1 ARDUINO..... | 29 |
| 4.1.1 ARDUINO LEONARDO..... | 29 |
| 4.1.2 ARDUINO MEGA 2560..... | 30 |
| 4.1.3 ARDUINO MKR ZERO..... | 31 |
| 4.1.4 ARDUINO MKR1000..... | 32 |
| 4.2 RASPBERRY PI..... | 33 |
| 5. PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO..... | 34 |
| 5.1 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA..... | 34 |
| 5.2 ARQUITETURA PROPOSTA..... | 34 |
| 5.3 APLICAÇÃO DO PROJETO..... | 36 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 6. CONCLUSÃO..... | 38 |
| 6.1 TRABALHOS FUTUROS..... | 38 |
| REFERÊNCIAS..... | 39 |

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento de pessoas conectadas à Internet surgiu um novo conceito de conectar objetos à rede de dados, dando início a uma revolução tecnológica definida como *Internet of Things (IoT)*. O conceito de *IoT* é fundamentado por meio de objetos conectados à rede de computadores, possibilitando que haja comunicação e troca de informação entre eles sem a intervenção humana (FREUND, 2016).

De acordo com Albertin e Maria (2017) acredita-se que até o final de 2018 haverá um investimento de 50% em *IoT* e em 2020 serão 50 bilhões de dispositivos conectados à rede.

A empresa SK Telecom em 2016 adotou estratégias baseadas em *IoT*, visando no aumento do mercado doméstico na Coreia do Sul de aproximadamente 2 bilhões de dólares. Para se ingressar rapidamente neste mercado a empresa pretende construir uma rede *LPWA (Low Power Wide Area)* aplicado junto a tecnologia *LoRa (Long Range)*, com uma previsão de serem investidos 90 milhões de dólares (ABINC, 2017).

Em 2016 foi instituída 20 novos tipos de serviço de *IoT* no mercado B2B/B2G, que incluem 7 tipos de serviços/soluções (ABINC, 2017). Um exemplo de adoção de *IoT* está na possibilidade de aperfeiçoar os procedimentos de produção na Agricultura Digital, porém para alcançar este propósito, necessita-se de mão de obra qualificada, além de recursos de conectividade para a coleta de dados. Com a redução dos valores de placas e sensores o acesso a esta tecnologia se torna mais viável.

Outros exemplos de uso de *IoT* na agroindústria pode ser o monitoramento do clima, bem como o controle de sistemas de irrigação, evitando o desperdício de recursos. Entretanto, apenas 15% da agricultura brasileira têm aderido a esta tecnologia, apesar de sua disponibilidade a mais de uma década (EMBRAPA, 2017).

Segundo a Embrapa (2017), a maior dificuldade para a implementação desta tecnologia no campo é a questão da conectividade na área rural do Brasil, tendo como desafio o aperfeiçoamento da infraestrutura do país para que os estudos e as aplicações de *IoT* na área do agronegócio possam ser aprimorados.

De acordo com Zadrozny (2015), da IBM Brasil, foi implantado um modelo de *IoT* na agricultura da Califórnia (EUA) para a safra de uva, pois os sistemas de irrigação e fertilização não estavam gerando o resultado esperado. Por meio de sensores de umidade, temperatura, radiação e imagens de satélite, foi proposto um sistema para sugerir alterações em tempo real, controlando os processos de irrigação e fertilizantes por gotejamento administrando a quantidade necessária para cada planta.

Com isso, notou-se um aumento na produção de 23%, além da redução de 20% de uso de água. Com os resultados obtidos estima-se que o uso de *IoT* na Agricultura Digital contribui com a produção de qualquer cultura em 13% e redução de 15% em custos (Zadrozny, 2015).

Com os investimentos em tecnologias e, cada vez, em *IoT* para agroindústria, torna-se possível apoiar na resolução e/ou diminuição das dificuldades impostas pela demanda de aumentar a produção agrícola, além de atuar na redução de custos e impacto ao meio ambiente (GIOTTO et al, 2013).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é explorar os conceitos de *Internet of Things* para propor e programar uma solução que vise monitorar o clima por meio de dados coletados com sensores. Desta forma, pretende-se contribuir com o acompanhamento da situação da lavoura e em operações agrícolas de uma safra. Com os resultados desta pesquisa, espera-se modelar e desenvolver uma solução de *IoT* baseada em uma plataforma de dispositivo de hardware e software com Web e Mobile. A arquitetura proposta também constitui parte dos resultados da pesquisa, podendo ser reusada em trabalhos futuros.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral proposto nesta pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Pesquisar e compreender os conceitos;
- Analisar as principais funcionalidades de *IoT* aplicada no Agronegócio;
- Apresentar uma proposta de trabalho
 - Apresentar um contexto para o desenvolvimento do projeto;
 - Propor e modelar uma arquitetura capaz de monitorar o clima e aperfeiçoar a produção da safra de qualquer cultivo;
 - Implementar um protótipo de *IoT* para a coleta de dados na agricultura, baseado em soluções de hardware e software para o monitoramento de fazendas e áreas agrícolas;
 - Definir cenários para uma avaliação experimental;
 - Testar e validar a abordagem proposta;
 - Analisar os resultados obtidos, bem como as limitações existentes.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Tendo em vista que o mundo deverá aumentar sua produção agrícola em cerca de 60% entre 2010 a 2050, o que significa um aumento geometricamente de 1,34% por ano, para suprir esta demanda (GAZZONI, 2017).

O Brasil terá uma participação maior no provimento de mantimentos de origem agrícola (MARIN et al, 2016). Acrescentando novas oportunidades internas no setor do agronegócio para investigar os desafios de monitoramento da produtividade sem afetar o valor do produto final (MARIN et al, 2016). A solução proposta apoiará na coleta e monitoramento de dados das lavouras, incentivando a adoção de tecnologias na agricultura digital.

1.3 MOTIVAÇÃO

O desenvolvimento deste projeto de *Internet of Things* tem grande capacidade de crescer, possuindo inúmeras aplicações ainda não exploradas a fundo como por exemplo na utilização da agricultura. Em busca de facilitar a administração da lavoura para o agricultor, serão aplicados conceitos estudados da plataforma Arduino junto com sensores para a coleta de dados.

1.4 PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIÇÃO

Ao final do desenvolvimento deste trabalho, o mesmo será publicado no formato de artigos e divulgado em instituições de ensino com o objetivo de promover e compartilhar os conhecimentos e resultados alcançados. O protótipo do projeto de *Internet of Things* com a plataforma Arduino possibilitará uma comparação entre a tecnologia estudada e as tecnologias convencionais utilizadas nas lavouras atualmente, com o objetivo de contribuir com futuros projetos na área de *IoT* na Agricultura Digital.

1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA

A proposta e objetivos apresentados neste trabalho acadêmico serão obtidos por meio de pesquisas teóricas, de forma a se alcançar os conhecimentos necessários por intermédio da leitura de livros, artigos científicos/técnicos, monografias, dissertações, teses, tornando possível a elaboração e implementação de um protótipo de *IoT* para facilitar a administração das lavouras.

Primeiramente, serão realizados estudos das plataformas de *IoT* e Agricultura Digital. Em seguida, serão realizados estudos de placas e sensores utilizados para o desenvolvimento de um modelo de *IoT* na agricultura, afim no monitorar a safra para obter melhores resultados para a produção. Por fim, será realizada a implementação do componente e testes.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho será composta das seguintes partes:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Neste capítulo, é contextualizada a área de estudo e apresentarão os objetivos gerais e específicos, justificativas, motivação, perspectivas de contribuição e metodologia de pesquisa para o desenvolvimento deste trabalho.
- **Capítulo 2 – *Internet of Things*:** Neste capítulo, é contextualizada a área de estudo e apresentará os conceitos de *Internet of Things* suas aplicações na área do agronegócio e suas tendências futuras de evolução.
- **Capítulo 3 – Agricultura Digital:** Neste capítulo, é contextualizada a área de agricultura digital descrevendo o seu conceito bem como suas estatísticas e aplicações.
- **Capítulo 4 – Plataformas de *IoT*:** Neste capítulo, apresenta-se as principais plataformas de *Internet of Things* descrevendo suas características.
- **Capítulo 5 – Proposta e Desenvolvimento do Trabalho:** Neste capítulo, apresenta-se qual a definição do problema e qual a proposta adotada para a solução.
- **Capítulo 6 – Conclusão:** Neste capítulo, é contextualizada com base no estudo realizado a conclusão do projeto bem como trabalhos futuros.
- **Referências**

2. INTERNET OF THINGS

O termo *Internet of Things* foi definido em 1999 por Kevin Ashton, cofundador do *Auto-ID Center do Massachusetts Institute of Technology* (MIT). O qual tinha objetivo de conectar todos os objetos físicos a Internet, com a possibilidade de coleta de informações por meio de radiofrequência (*RFID*) e tecnologias de sensoriamento (LACERDA et al, 2015).

Segundo Evans (2011), *Internet of Things* mudará tudo o que conhecemos. Inclusive nós, tendo como base o seu impacto na área da educação, comunicação, nos negócios entre outras áreas. Considerando que a *Internet of Things* seja a próxima evolução da Internet que conhecemos. Isso possibilitará um grande avanço na capacidade de coleta e análise de dados.

Entre o período de 2003 e 2010 o número de dispositivos conectados a rede ultrapassou o número da população mundial e no período de 2015 a 2020 esses números dobraram, o que prova o avanço tecnológico que temos nesta área, conforme pode ser observado na Figura 1.

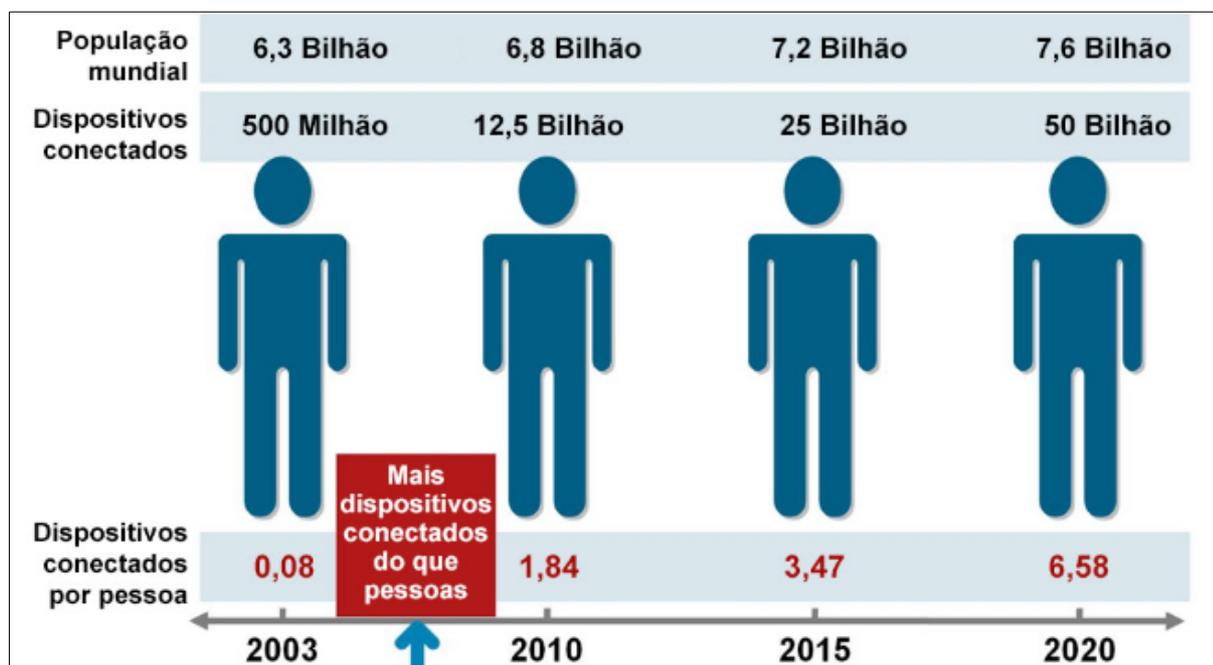


Figura 1: Estatística de dispositivos (In: EVANS, 2011, p.3)

Com tantos dispositivos na Internet, surgiu a necessidade de criar um protocolo de comunicação para rede de computadores e de dados. Para a solução da carência de endereços, chamado IPV6 com 128 bits podendo gerar quatro vezes mais endereços que o atual IPV4 que é de 32 bits expandindo sua capacidade para quatro bilhões de endereços, Estima-se que no Brasil a transição completa do IPV4 para IPV6 seja até setembro de 2018 (GOVERNO DIGITAL, 2016).

2.1 CONCEITOS

A ideia de uma rede mundial de objetos conectados a Internet que compartilham informações entre si, é muito desenvolvida (SINGER, 2012). Esse compartilhamento é possível graças à comunicação máquina a máquina (M2M) via Internet, possibilitando que diferentes objetos se comuniquem, tais como carro, máquinas indústrias, calçados e roupas, contribuindo entre si para concluir uma determinada tarefa. A base para o seu funcionamento depende de sensores e dispositivos e também um computador para que possa existir a análise de dados e gerenciamento de cada objeto conectado (SAP, 2016).

Pode-se definir *Internet of Things* como um infraestrutura de rede dinâmica e global com possibilidade de autoconfiguração, fundamentada em protocolos de comunicação padronizados e interoperáveis, onde objetos físicos e virtuais possuem compatibilidade, características físicas e personalidade virtuais (TEIXEIRA et al , 2014).

2.2 INTERNET OF THINGS NO AGRONEGÓCIO

A agricultura é a prática econômica que depende das condições climáticas. Podendo sofrer impactos diretamente tanto no crescimento, desenvolvimento ou produtividade dos cultivos, podendo afetar também na proliferação de insetos e microrganismo, assim gerando mais pragas e doenças para as lavouras. Com o monitoramento da lavoura pode-se realizar coleta, transmissão e o processamento de dados gerando informações quase em tempo real (MASSRUHÁ et al, 2016). *Internet os Things* veio para solucionar esses problemas com a proposta de aplicações que podem fazer o uso correto de recursos de acordo com a necessidade do plantio, como por exemplo, a administração de porções precisas de fertilizantes e água.

Esse tipo de tecnologia para monitoramento e administração da lavoura já está sendo implantado na Austrália pela *National Farmers Federation (NFF)* que disponibiliza informações para milhares de pequenos agricultores sobre crescimento das plantas se não há nenhuma falha em determinada área. Quando o agricultor possui dúvidas, como por exemplo, o custo de investir em fertilizantes para um determinado talhão e se compensará o resultado, assim ocorrendo uma análise de preço de insumos, das probabilidades de chuva e entre outros fatores que podem potencializar o resultado.

Importante destacar que *Internet of Things* não oferece todo esse potencial sozinha, mas com a implantação de outras tecnologias como *big data*, inteligência preditiva e cognitiva (ALBERTIN et al, 2017).

2.3 TENDÊNCIAS FUTURAS

A promessa de tudo estar conectado a Internet é uma realidade distante. Mas a um empenho em desenvolver novas tecnologias e conectar objetos na rede, como por exemplo, alguns projetos futuros para idosos, conectando o chão de uma casa com um sensor para que em casos de quedas brusca posso gerar um alerta para a cuidadora deste idoso, e em situações críticas até mesmo a unidade de saúde mais próxima, essas aplicações em áreas específicas podem gerar inúmeros benefícios para a sociedade, como o uso de *Wearable* (que seu conceito se resume em tecnologias vestíveis) o que pode manter um indivíduo em constante conexão com a Internet, que também podem ser utilizado para identificar a iminência de infartos e acidentes vasculares antes mesmo do próprio usuário.

Os níveis de glicose, alertas para tomar medicamentos, conforme pode ser observado na Figura 2 (CHIAVEGATTO FILHO, 2015).



Figura 2: Wearables (In: TECHNOSOFT, 2018).

A quantidade de dados gerados por estes equipamentos será de grande utilidade para os epidemiologistas, que poderão identificar o processo do aparecimento de determinadas doenças ou óbito (CHIAVEGATTO FILHO, 2015).

Segundo MCTIC (2017) o Brasil começará a investir em *Internet of Things* priorizando a área da saúde, cidade, indústrias e dando início com a área do agronegócio devido a ser um líder mundial. Com a intenção de aumentar a produtividade da agricultura e pecuária, estima-se que a produção agrícola pode aumentar 49 milhões de toneladas até 2030 com a implantação de *Internet of Things* no campo. Já na área industrial é previsto que a produção aumente 40%, devido a melhora que pode ocorrer na forma de armazenagem e da logística, e com isso pode haver uma queda de 20% nos acidentes de trabalhos.

Na área da saúde avalia-se uma queda de 30% em doenças graves, ocasionada devido as enfermidades crônicas, como por exemplo, diabetes. Por meio do monitoramento haverá uma redução de 40% com a manutenção de equipamentos hospitalares. Nas cidades as melhoras serão nos setores de segurança, transporte, e recursos naturais, o que são melhoras significativas que podem colaborar com o bem-estar social da população.

De acordo com MASSRUHÁ (2015) o futuro reserva muitas tecnologias disruptivas nas áreas de Ciências Biológicas, Exatas, Materiais e Energia que promoveram grandes impactos as nossas vidas e trabalho bem como na economia global, se observamos os *smartphones* de US\$ 400 tem a mesma função de um supercomputador que custava US\$ 5 milhões a quarenta anos atrás, outro exemplo citado por Mussaruhá é de um grande avanço na montagem do gnoma humano que se compararmos ao primeiro que levou treze anos para ser concluído e teve um custo de US\$ 2,5 bilhões, e com o avanço da tecnologia espera-se que em 2025 o gnoma humano leve 1 hora para ser montado com um custo de US\$ 100.

3. AGRICULTURA DIGITAL

A agricultura digital (ou Agricultura 4.0) consiste em utilizar métodos computacionais de alto desempenho e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados, junto a uma rede de sensores, comunicação máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos, computação em nuvem e sistemas de suporte para tomada de decisões facilitando o manejo da lavoura (MASSRUHÁ et al, 2017).

De acordo MASSRUHÁ (2016) os principais desafios para a humanidade daqui 50 anos serão água, energia, alimentos, pobreza e ambiente, ainda havendo uma suposição que em 2050 a população mundial será de aproximadamente nove bilhões de habitantes conforme demonstrada na Figura 3. Estando os recursos naturais cada vez mais escassos, torna o desafio de produzir alimentos ainda maior. Diante de tudo isso é indispensável que haja uma mudança na agricultura para que possamos proporcionar uma segurança alimentar para o mundo (MOLIN, 2015).

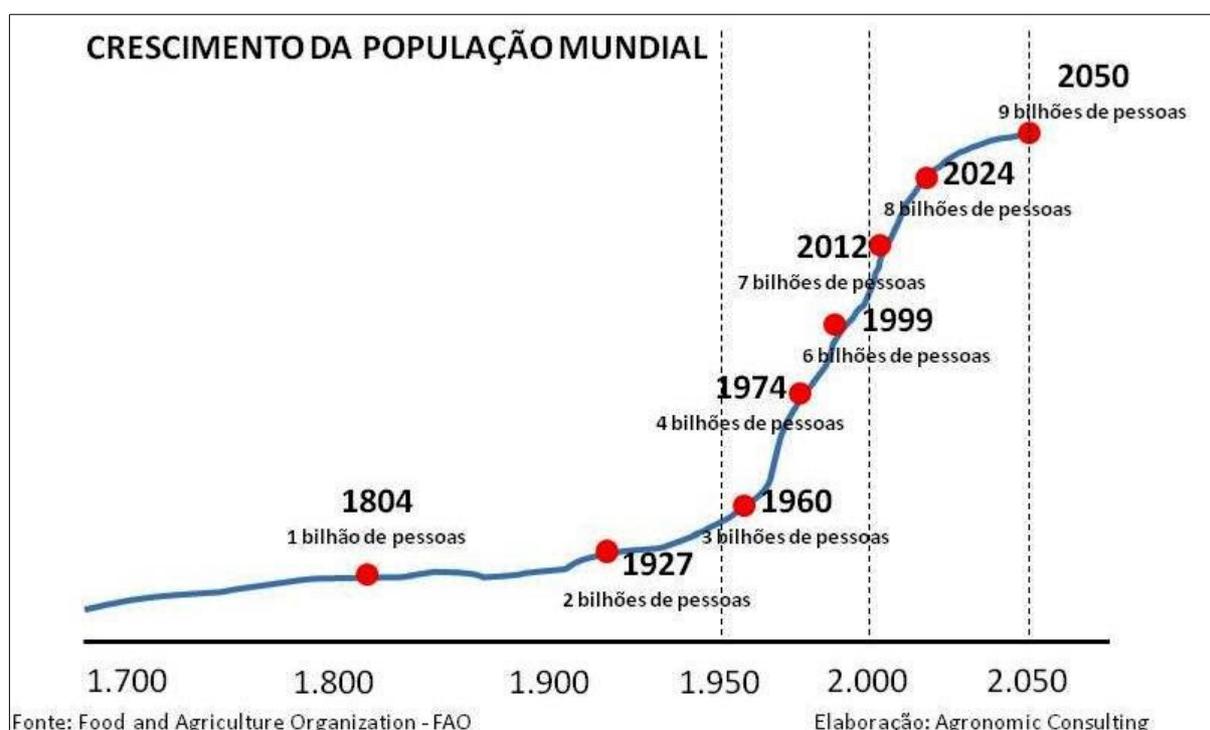


Figura 3: Crescimento da população mundial(In: COMIVA, 2018).

Partindo desde princípio surge a ideia de agricultura digital, que é a união entre agricultura de precisão e a *Internet of Things* (IBM, 2017), que visa uma otimização do lucro, uma produção sustentável e assim consequentemente menores danos ao meio ambiente devido ao uso racional de recursos (DE MORAES et al, 2008).

3.1 EVOLUÇÕES DA AGRICULTURA

Os primeiros sistemas de cultivo e de criação aparecem no período neolítico, por volta de 10 mil anos atrás, em regiões pouco numerosas. Essa agricultura era praticada perto de moradias e rios, ou seja, terras já fertilizadas, e não precisavam ser desmatadas. Com o passar do tempo a agricultura neolítica se expandiu para o mundo todo. Com o aumento da população conduziu para o desmatamento da maior parte das regiões arborizadas, que em alguns casos contribuiu para a desertificação (MAZOYER et al, 2008). Entre a década de 80 e 90 a agricultura sofreu uma grande revolução produtiva em decorrência ao crescimento de máquinas para plantio, colheitas e demais funções, o que permitiu o aumento exponencial da produção e uma área de plantio maior (PARRONCHI, 2017).

O crescimento da produção agrícola no Brasil era devido a expansão de áreas de cultivos. E a partir da década de 60 o uso de máquinas, adubos e defensivos químicos passou a contribuir para este crescimento. O processo de modernização no Brasil se intensificou na década de 70 quando os números de tratores teve um aumento de 1000% se comparado com a década de 50, segundo Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico IBGE e na década de 80 o aumento foi de 6.512% nos números de tratores e um aumento 254% e 165% respectivamente no uso de arados de tração animal e as colheitas, se também comparado a década de 50. Na década de 70 o uso de defensivos teve um aumento de 377% com destaque em herbicidas que teve um aumento de 8000% de acordo Sindicato das Indústrias de Adubos e Corretivos do Estado de São Paulo, além destas mudanças no campo, foi nos anos 70 que surgiu como produto deste avanço agrícola, a agroindústria que é o ramo de indústrias que produzem para agricultura (AGRA et al, 2001).

Além dos adubos, tratores e de seus implementos, os avanços nas genéticas empregada a agricultura, foram essenciais para evolução da agricultura moderna. O monge austríaco Johann Gregor Mendel foi quem contribuiu para descobertas da ciência genética, suas

primeiras teses sobre hereditariedade datam 1865, porém naquela época seus estudos foram praticamente ignorados (EHLERS, 2017). Somente no século XX o trabalho de Mendel foi aceito e passou a ser considerado o criador da genética. Sua obra ficou conhecida como leis mendelianas e solucionaram os principais fenômenos da hereditariedade, que basicamente afirma que os organismos são determinados por par de fatores, hoje conhecidos como genes, que se reúnem formando assim gametas. Esse conhecimento facilitou na seleção de atributos da planta como, por exemplo, produtividade, resistência e palatabilidade, no começo do século XX essa técnica foi agregado nas empresas que possibilitou o desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas (EHLERS, 2017).

3.2 ESTATÍSTICAS NA AGRICULTURA

Hipóteses mostram que a taxa de crescimento da área agrícola do Brasil crescerá 4,7% ao ano na próxima década, sendo considerada uma das maiores do mundo. A maior parte deste crescimento será no Cerrado que desde a década de 70 vem sendo o foco das expansões na área, aproximadamente 40% dos 240 milhões de hectares do Cerrado já foram transformados em pastagens e áreas agrícolas (MENKE et al, 2009).

O Brasil é de grande importância para o abastecimento de alimentos no mundo, já que é considerado o segundo maior produtor de soja, milho e o maior produtor de café e laranja do mundo. Devido ao grande território agricultável disponível que ainda possui, a tendência é continuar sendo de suma importância para a agricultura global (COMIVA, 2018). O gráfico da Figura 4 demonstra a quantidade de área agricultável utilizada pelo Brasil.

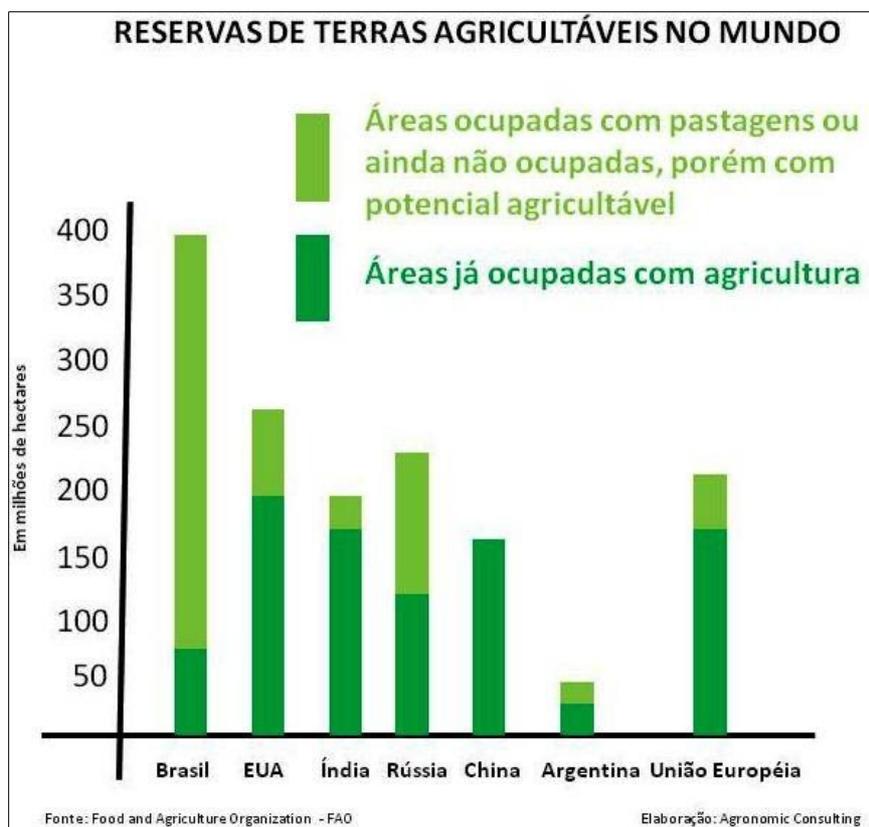


Figura 4: Estatística de terras do Brasil (in: COMIVA, 2018).

3.3 APLICAÇÕES NA AGRICULTURA DIGITAL

A dissipação de tecnologia de informação e comunicação no campo e em sistemas de produção não é atual, porém vem crescendo nos últimos anos, devido aos investimentos de empresas, de máquinas, e de implementos agrícolas no setor. A queda no custo de sensores e atuadores vem tornando estes equipamentos mais acessíveis para pequenos agricultores. A implementação desta tecnologia no campo possibilita reduzir o gasto com mão de obra que consiste em outros benefícios para os agricultores, o aumento de dados gerados no campo também é outro fator que deve se levar em conta já que com essas informações podem ser úteis para tomadas de decisões. A utilização da agricultura digital abre espaço para novas oportunidades como empresas de consultoria e *start-ups* (PIVOTO et al, 2016).

Com grandes volumes de dados sendo gerados pela agricultura traz um novo desafio, conseguir separar informações relevantes, para que possam ser utilizada em tomadas de decisões, com esse avanço da tecnologia os meios de coletas de dados estão crescendo

rapidamente, as formas de colher esses dados variam desde sensores a *drones* que vem sendo utilizado para mapeamento da lavoura. Até mesmo os *smartphones* podem realizar as coletas de dados e enviá-las para bancos de dados em tempo real. Para os cientistas isso abre um amplo caminho de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos.

Na Europa está sendo utilizados robôs e sistemas inteligentes para realizarem pesquisas em busca de aperfeiçoar os processos produtivos e reduzir os impactos ambientais, as pesquisas estão sendo conduzidas pelo Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (Inesc-TEC), de Portugal (EMBRAPA, 2017).

No Brasil, os investimentos em agricultura digital podem ser encontrados no cultivo de cana-de-açúcar onde seu uso se destaca para a gestão de frota e comunicação com a indústria que controla a entrada de cana-de-açúcar (PIVOTO et al, 2016).

3.4 BENEFÍCIOS E DESAFIOS

A transformação digital chegou à zona rural, oferecendo muito benefício ao agricultor (SIMÕES et al, 2017). Como na automação da mão de obra na produção agrícola. Um exemplo é na pecuária leiteira onde a automação possibilitou uma redução no número de colaboradores responsáveis pelo manuseio do rebanho, outra possibilidade é a administração da lavoura acompanhada a distância. A redução de falhas humanas na aplicação de fertilizante e no acionamento de sistemas de irrigação, com isso provocando o uso de recursos sem a real necessidade, já que os equipamentos podem ser acionados sem necessidade de operadores (PIVOTO et al, 2016). Com a utilização de *drones* para mapear a lavoura identificando falhas no plantio e os tratores autônomos que calculam desde o percurso mais ágil em função de outros tratores a sua volta a largura dos plantios (SIMÕES et al, 2017). Conforme demonstrado na Figura 5.



Figura 5: Tratores autônomos e drones sendo utilizado na agricultura(in: USP, 2017).

A grande vantagem da utilização de tratores autônomos na agricultura é a possibilidade de trabalhar fora do expediente e podendo trabalhar em locais de risco já que não tem necessidade de motorista (USP, 2017). Apesar de suas grandes contribuições para a agricultura a adoção desta tecnologia em todas as lavouras ainda é um problema para o Brasil, já que o sistema de conectividade no campo não ser uniforme se diferenciando de outras nações que possuem tecnologia em campo. Assim quando não se tem conectividade em tempo real os dados coletados na lavoura são armazenados em dispositivos e levados para um lugar para que possa ser processado (USP, 2017).

4. PLATAFORMAS DE IOT

Plataforma é baseada em uma infraestrutura de alto nível de integração, podendo em alguns casos fornecer um sistema, ambientes e linguagens para o desenvolvimento de aplicações (SOUSA, 2009).

4.1 ARDUINO

Arduino é uma placa programável *open source*, criada por um grupo de engenheiros da *Interaction Design Institute Ivrea IDII* no início do ano 2000. A primeira área a ser implantado o Arduino foi à área de designer, que não tinham conhecimento na área de eletrônicas e programação de microcontroladores, para criar protótipos que conectam o mundo físico ao mundo digital. Devido ao seu custo e sua facilidade de ser utilizado o Arduino levou a sua adoção em massa no mercado (ARDUINO, 2017).

Há uma variação de placas Arduino disponíveis no mercado. A seguir serão apresentadas algumas das versões.

4.1.1 ARDUINO LEONARDO

Semelhante ao Arduino Uno e podendo ser reconhecido pelo computador como um mouse ou teclado o Arduino Leonardo é uma placa baseado no processador ATmeg32u4. Possui 20 pinos de entrada e saída digitais dos quais sete podem ser utilizados como saídas PWM e doze como entradas analógicas, possuindo também um oscilador de cristal de 16 MHz, conexão micro USB, uma tomada de energia e um cabeçalho ICSP. A diferença do Arduino Leonardo das outras placas anteriores é que o ATmega32u4 possui uma comunicação USB já integrada, assim não tem a necessidade de um processador secundário (LEONARDO, 2018). Na Figura 6 é demonstrado uma placa Arduino Leonardo.



Figura 6: Arduino Leonardo (In: LEONARDO, 2018)

4.1.2 ARDUINO MEGA 2560

O Arduino Mega 2560 foi elaborado para projetos mais complexos como na utilização de impressoras 3D e projeto de robótica. O Mega 2560 é uma atualização do Arduino Mega, que ele substitui. O Arduino Mega 2560 é uma placa baseado no ATmega2560. Possui 54 pinos de entrada e saída digitais (dos quais quinze podem ser utilizados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), com um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma tomada de energia e um cabeçalho ICSP. A placa Mega 2560 é compatível com a maioria das shields projetados para o Uno e as antigas placas Duemilanove ou Diecimila (MEGA, 2018). Na Figura 7 é exibida a placa Mega 2560.

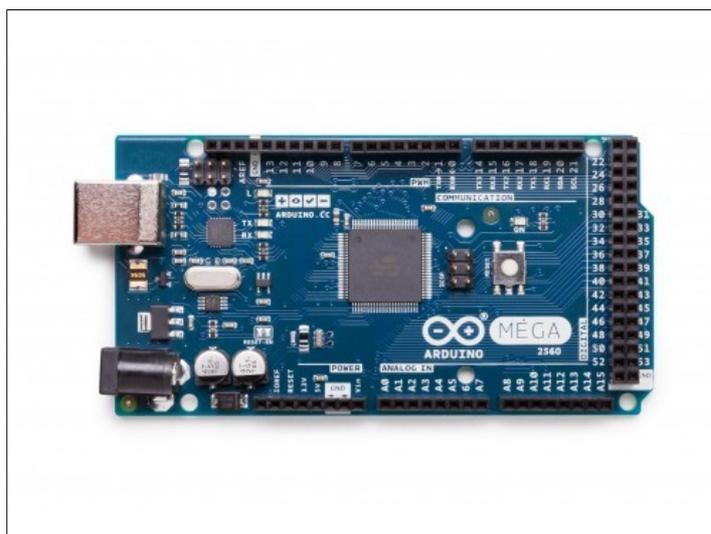


Figura 7: Arduino Mega 2560 (In: MEGA, 2018)

4.1.3 ARDUINO MKR ZERO

MKR ZERO possui um conector SD integrado com interfaces SPI dedicadas (SPI1) que permite que você coloque arquivos MUSIC sem precisar de hardware extra. O MKR ZERO traz o poder de um Zero porém em um formato menor estabelecido pelo fato do formato MKR, funcionando como uma excelente ferramenta educacional para aprender sobre o desenvolvimento de aplicativos de 32 bits. A placa é alimentada pela MCU SAMD21 da Atmel, que possui um núcleo ARM Cortex® M0 + de 32 bits.(ZERO, 2018) na Figura 8 é exibido a placa MKR.

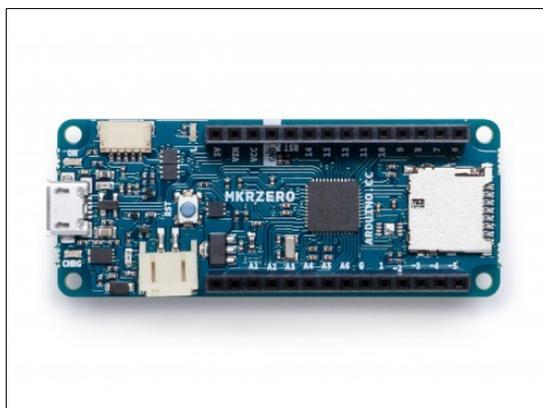


Figura 8: Arduino MKR ZERO (In: ZERO, 2018)

4.1.4 ARDUINO MKR1000

Arduino MKR1000 é uma placa poderosa que combina a funcionalidade do Arduino Zero e o Wi-Fi Shield. É desenvolvida para os usuários que desejam projetar protótipos de Internet of Things, com apenas uma experiência mínima na sobre redes. O Arduino MKR1000 foi desenvolvido para oferecer uma solução prática e econômica para os usuários que buscam inserir conectividade Wi-Fi aos seus projetos sem ter muito conhecimento em rede. Ele é baseado no Atmel ATSAMW25 SoC (System on Chip), que faz parte da família SmartConnect dos dispositivos de conexão sem fio Atmel, especificamente desenvolvidos para projetos e dispositivos IoT (MKR, 2018) na Figura abaixo é exibido uma placa MKR1000.

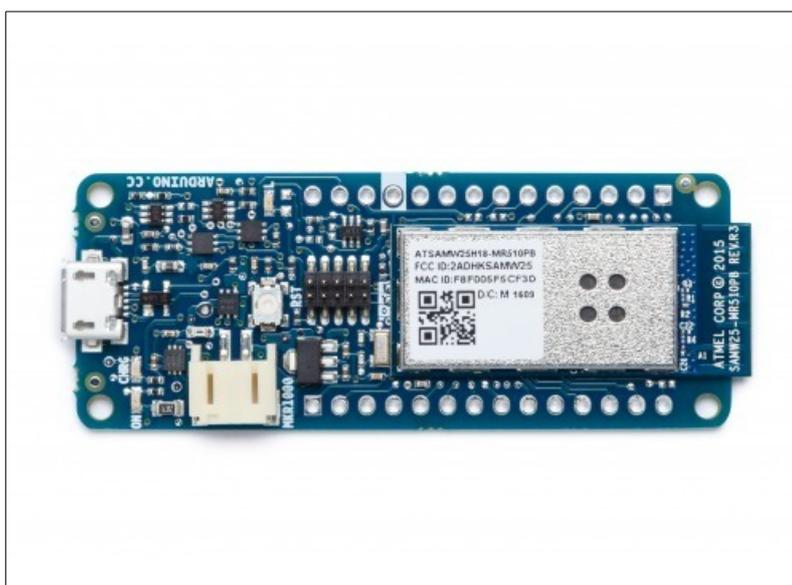


Figura 9: Arduino MKR100 (In: MKR1000, 2018)

O Arduino em si pode fazer projetos simples e pequenos, como piscar um LED em determinado tempo. Porém com a inserção de *shields* o usuário pode desenvolver projetos de prototipação mais robusta como monitoramento e irrigação de lavouras. Essas *shields*, são placas de circuitos que contêm outros dispositivos como módulo Ethernet, receptores GPS, diversos tipos de sensores e *display LCD* que podem ser acoplados na placa (MCROBERTS, 2011).

4.2 RASPBERRY PI

Raspberry Pi é um computador desenvolvido pela *Raspberry Pi Foundation*, uma organização de caridade britânica, com o objetivo de estimular os estudos na área de informática. Seus componentes foram escolhidos de modo que o produto final ficasse acessível. Trata-se de um componente simples, porém com capacidade de realizar várias tarefas específicas. O Raspberry não possui um disco rígido e o sistema operacional assim como todos os outros arquivos podem ser armazenados em um cartão *SD*, o Raspberry não vem com nenhum equipamento, tendo que ser adquiridos de acordo com a necessidade dos usuários. Os sistemas operacionais suportados utilizam o núcleo Linux, que em grande parte são de *open source* (PAIVA et al, 2014).

A última revisão do Raspberry Pi 3 de placa única da terceira geração possui um processador *quad-core* de 4,4 GHz de 64 bits, *LAN* banda dupla sem fio, *Bluetooth* 4.2, Ethernet mais rápido e suporte *Power-over-Ethernet* (RASPBERRY3), a Figura abaixo é exibido o raspberry pi 3.



Figura 10: Raspberry pi 3 (In: RASPBERRY3, 2018).

O Raspberry Pi oferece um ambiente de fácil desenvolvimento já pensado em usuários que possuem pouca experiência com desenvolvimento de software, eletrônica e servidores, suas linguagens são compreensíveis já que são C e Python (CROTTI et al, 2013).

5. PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo será apresentado o problema que se pretende resolver, a arquitetura do projeto desenvolvido e quais tecnologias foram adotadas, além de como, juntas, elas se relacionam para resolver o problema proposto. O problema definido consistiu em modelar e desenvolver um protótipo de Internet das Coisas fazendo uso das tecnologias Android e Java para adquirir os dados captados por meio de sensores junto a plataforma Arduino.

5.1 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA

A definição do problema constituiu-se sobre a implantação de aplicações baseadas na tecnologia Android e Java. Para o desenvolvimento do protótipo, foram utilizados conceitos de Internet das Coisas, uma placa Arduino, sensores de umidade relativa do ar, umidade do solo e temperatura, bem como ferramentas para implementar uma aplicação na arquitetura Android e Java capaz de receber os dados da arquitetura proposta. Este desenvolvimento tem como finalidade ambientes agrícolas, permitindo que os colaboradores cadastrem informações na aplicação Android e que os proprietários obtenham essas informações na aplicação Web. O foco principal do problema foi desenvolver uma arquitetura capaz de apresentar informações do solo mediante a captura de informações por meio de sensores, e uma base de dados para que possam ser visualizadas na aplicação Web.

5.2 ARQUITETURA PROPOSTA

A modelagem do problema a ser abordado no experimento é ilustrada na Figura 11. A imagem ilustra a como foi realizado a estrutura do sistema.

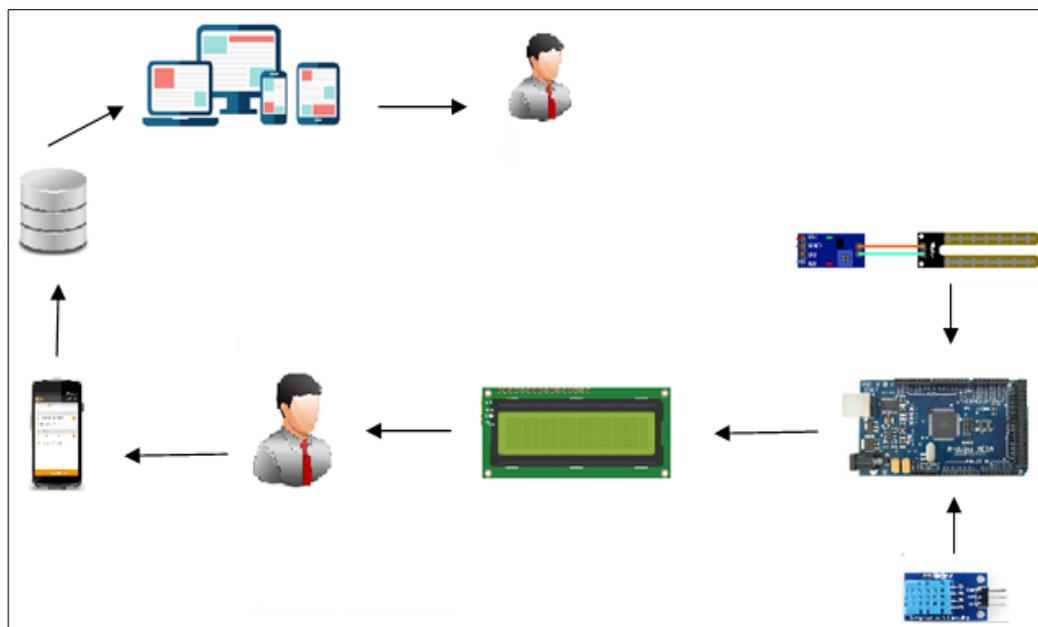


Figura 11: Arquitetura do protótipo

Por meio de sensores que se integram à plataforma Arduino, este protótipo coleta dados sobre a umidade do solo, temperatura e umidade do ar, após a coleta por meio de uma aplicação Android os dados serão enviados para aplicação Web, possibilitando a consulta das informações e auxiliando nas tomadas de decisões. Para isso, é necessária uma arquitetura condizente com esses objetivos.

Assim sendo, será utilizada na parte física da solução proposta a plataforma de prototipagem Arduino como sendo o mediador para a coleta de dados, por ser fundamentada no conceito de software e hardware livres, possuir baixo custo de implementação e ser de fácil utilização. Além da plataforma Arduino também serão utilizados alguns sensores como: umidade de solo, umidade relativa do ar, temperatura do ambiente e um display LCD para a visualização das informações coletadas. Para estes dados da plataforma Arduino chegarem até a Web será necessário o usuário realizar a coleta manualmente por meio do display digitando as informações no aplicativo Android, essas informações serão inseridas no banco de dados Firebase que poderão ser consultadas por meio de uma aplicação Web.

5.3 APLICAÇÃO DO PROJETO

Primeiramente foi desenvolvido uma aplicação web, como mostrada na Figura 12, onde o proprietário visualiza as informações coletadas no campo.

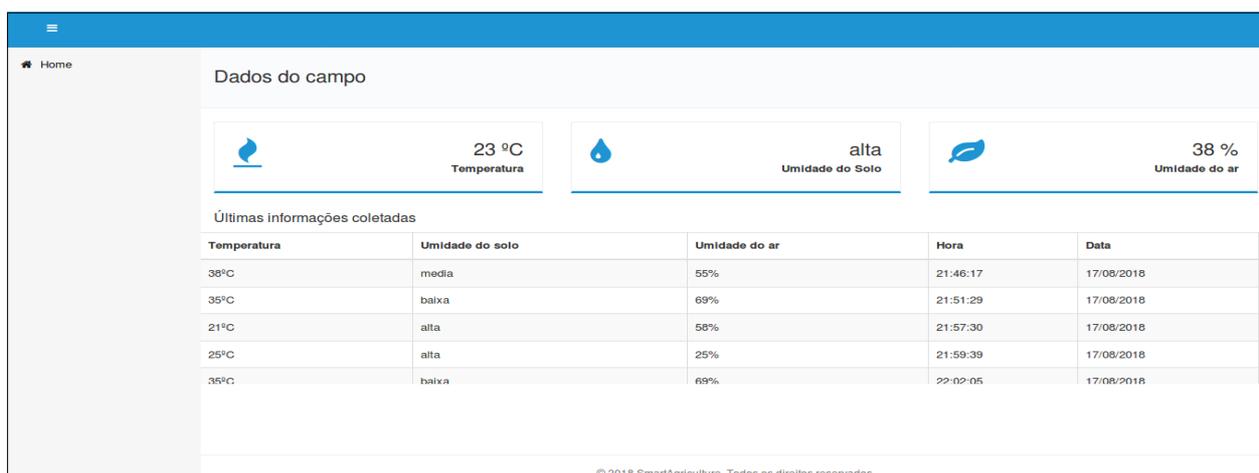


Figura 12: Página web

Para o desenvolvimento da aplicação web foram utilizadas as tecnologias Java junto aos *framework* SpringMVC, utilizada para facilitar o desenvolvimento e Thymeleaf para a interface da página junto ao Bootstrap para deixar a página responsiva, assim podendo ser visualizada de qualquer tipo de dispositivo. Inicialmente a aplicação web tem como finalidade apenas de consulta das informações geradas em campo.

A aplicação que fornece informações para a página web foi desenvolvida para Mobile, assim facilitando a coleta no campo. A aplicação envolve a implementação de uma interface a fim de permitir a interação da entidade usuário com o protótipo. Essa aplicação consiste em um aplicativo na plataforma Android, também implementada com Java, a aplicação recebe do protótipo os dados digitados manualmente pelo usuário. Conforme demonstrado na Figura 13.



Figura 13: Tela de cadastro

Inicialmente, a aplicação móvel estará encarregado de encaminhar essas informações coletadas para o banco de dados, possibilitando a aplicação web realizar futuras consultas. A página de cadastro de possui três campos para a inserção de dados, sendo eles, temperatura, umidade do solo e umidade do ar, após o preenchimento de todos os campos o usuário clica em salvar, assim enviado as informações ao banco, ao clicar no botão voltar o usuário será direcionado a tela inicial da aplicação demonstrada na Figura 14.

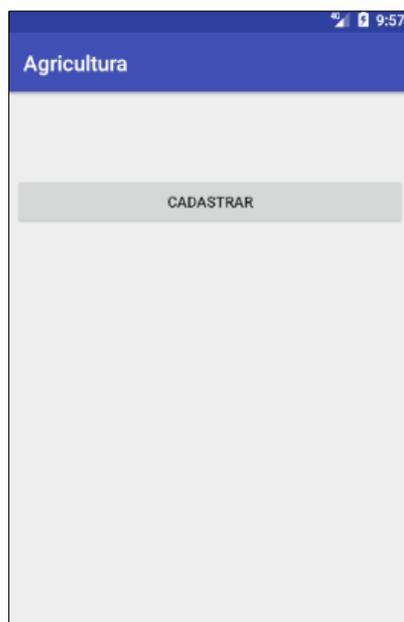


Figura 14: Tela inicial

6. CONCLUSÃO

Após a conclusão do projeto será possível monitorar as lavouras, por meio da análise de dados coletados mediante o uso de sensores, e com as informações geradas fazer um melhor uso dos recursos disponíveis para o agricultor. Após estes dados serem enviados para web facilitará o acesso à informação independente do local onde o proprietário se localize.

Estas informações geradas podem ser compartilhadas em um servidor, facilitando o acesso para outros agricultores realizarem a comparação com o seu cultivo. Esta tecnologia pode ser aplicada em qualquer tipo de cultura. Como por exemplo no cultivo de verduras, legumes e raízes, porém o conceito de *Internet of Things* vai muito além de aplicativos para agricultura.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

A partir deste projeto é possível dar continuidade com o desenvolvimento de um protótipo completo incluindo novos módulos como, por exemplo, um pivô de irrigação acionado por meio da necessidade do campo, visto que os primeiros passos para realização foram realizados neste trabalho.

Esta pesquisa serve como base para despertar o interesse de novos desenvolvedores no aprimoramento do projeto ou até mesmo fluir novas ideias relacionadas à agricultura digital. Existem várias necessidades voltadas para agricultura que podem ser desenvolvidas. Uma melhoria bastante significativa do projeto será na implementação de novos sensores, para que com isso seja capaz de coletar novas informações e a de integrar a coleta automaticamente destes dados, assim, eliminando a necessidade de estar se deslocando até o campo para realizar tal coleta, pode-se ainda acrescentar novos módulos na aplicação Android e web como, por exemplo, login, assim separando administradores de usuários.

REFERÊNCIAS

ABINC, **IOST: A internet das pequenas coisas**. Associação Brasileira de Internet das Coisas. Disponível em: <<http://abinc.org.br/www/2017/04/25/iost-a-internet-das-pequenas-coisas/>> Acesso em: 21 Nov. 2017.

AGRA, Nadine Gualberto; SANTOS, Robério Ferreira dos. **Agricultura brasileira: situação atual e perspectivas de desenvolvimento**. In: Anais do XXXIX Congresso da Sociedade brasileira de Economia e Sociologia Rural. Recife, PE, Brasil. 2001.

ALBERTIN, Alberto Luiz; DE MOURA ALBERTIN, Rosa Maria. **A internet das coisas irá muito além as coisas**. GV-executivo, v. 16, n. 2, p. 12-17.

ARDUINO, **About Us**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>> Acesso em: 19 Mar. 2018.

CHIAVEGATTO FILHO, Alexandre Dias Porto. **Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 24, p. 325-332, 2015.

COMIVA, **Somos 7,5 bilhões de habitantes na Terra. Em 2050, seremos 9 bilhões. Quem vai**. Cooperativa Mista Agropecuária do Vale do Araguaia. Disponível em: <<https://comiva.com.br/geral-1538-somos-7-5-bilhoes-de-habitantes-na-terra-em-2050-seremos-9-bilhoes-quem-vai-alimentar-o-mundo#.Wq2mX-ZG3Q1>> Acesso em: 17 Mar. 2018.

CROTTI, Y. et al. **Raspberry Pi e Experimentação Remota**. Araranguá (SC), 2013.

CUNHA, Maria Alexandra et al. **Smart Cities: Transformação digital de cidades**. 2016.

DE MORAES, Pedro Valério Dutra et al. **Agricultura de precisão no controle de plantas daninhas**. Revista da FZVA, v. 15, n. 1, 2008.

EHLERS, Eduardo. **O que é agricultura sustentável**. Brasiliense, 2017.

EMBRAPA. **Agricultura digital abre perspectivas para pesquisa**. Embrapa Informática Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28915522/agricultura-digital-abre-perspectivas-para-pesquisa>>. Acesso em: 06 Nov. 2017.

EMBRAPA. **Agricultura 4.0: a agricultura conectada**. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/15894563/agricultura-40-a-agricultura-conectada>>. Acesso em: 16 Mar. 2018.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas**. San José: Cisco IBSG, 2011.

FREUND, Fabiana Ferreira et al. **Novos negócios baseados em internet das coisas**. Revista da FAE, v. 1, p. 7-25, 2016.

GAZZONI, Decio Luiz. **Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050**. Ciência e Cultura, v. 69, n. 4, p. 33-38, 2017.

GIOTTO, Enio; CARDOSO, Claire Delfini Viana; **SEBEM, Elódio. Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7–Volume I**. Santa Maria: UFSM– Laboratório de Geomática, 2013.

GOVERNO DIGITAL. **Transição do IPv4 para o IPv6**. 2017. Disponível em: <<https://www.governoeletronico.gov.br/Plone/eixos-de-atuacao/governo/transicao-do-ipv4-para-o-ipv6>>. Acesso em: 10 Mar. 2018.

IBM. **O que é agricultura digital e por que ela vai revolucionar o campo**. 2016. Disponível em: <<https://www.ibm.com/blogs/robertoa/2017/02/o-que-e-agricultura-digital-e-por-que-ela-vai-revolucionar-o-campo/>>. Acesso em: 16 Mar. 2018.

LACERDA, Flavia; LIMA-MARQUES, Mamede. **Da necessidade de princípios de Arquitetura da Informação para a Internet das Coisas**. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 20, n. 2, p. 158-171, 2015.

LEONARDO, **Arduino Leonardo with Headers**. Arduino. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-leonardo-with-headers>> Acesso em: 19 Mar. 2018.

MARIN, Fábio R. et al. **Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050**. Revista de Política Agrícola, v. 25, n. 3, p. 108-124, 2016.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; DE ANDRADE LEITE, Maria Angelica. **Agricultura digital**. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, v. 2, n. 1, p. 72-88, 2016.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, MA de A. **Agro 4.0-rumo à agricultura digital**. In: Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, WTL da; VALE, JMF do; PURINI, SR de M.; MAGNONI, M. da GM; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I.(Org.). JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira. **O papel na agricultura**. AgroANALYSIS, v. 35, n. 9, p. 29-31, 2015.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo**. DoNeolítico à crise contemporânea. São Paulo, Editora UNESP, 2008.

MCRBERTS, Michael. Arduino Básico, 1. ed. Tradução de Rafael Zanolli, São Paulo. Novatec, 2011.

MCTIC. **MCTIC e BNDES apresentam estudo do Plano Nacional de IoT com 76 ações para o setor.** 2017. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2017/10/MCTIC_e_BNDES_apresentam_estudo_do_Plano_Nacional_de_IoT_com_76_acoes_para_o_setor.html>. Acesso em: 10 Mar. 2018.

MENKE, Aline Brignol et al. **Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luís Eduardo Magalhães (BA-Brasil).** 2009.

MEGA, **Arduino Mega 2560 Rev3.** Arduino. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>> Acesso em: 19 Mar. 2018.

MOLIN, José Paulo; DO AMARAL, Lucas Rios; COLAÇO, André. **Agricultura de precisão.** Oficina de Textos, 2015.

MKR, **Arduino MKR1000 WIFI.** Arduino. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-mkr1000>> Acesso em: 19 Mar. 2018.

PAIVA, Omir Antunes; MOREIRA, Renata de Oliveira. **Raspberry Pi: a 35-dollar device for viewing DICOM images.** Radiologia brasileira, v. 47, n. 2, p. 99-100, 2014.

PARRONCHI, Pietro. **Os Pioneiros do desenvolvimento e a Nova Agricultura 4.0: desenvolvimento econômico a partir do campo?** The Development Pioneers and the New Agriculture 4.0: economic development from the countryside?. 2017.

PIVOTO, Dieisson; MORAES, Giana. V; SILVA, Roberto F.; KAWANO, Bruno R.; TALAMINI, Edson. **Smart Farming pode trazer ganhos ao agronegócio?** 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/299616595_Smart_farming_pode_trazer_ganhos_ao_agronegocio>. Acesso em: 18 mar. 2018.

RASPBERRY3, **Raspberry Pi 3 Model B+**. Rapberry. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>> Acesso em: 19 Mar. 2018.

SAP. **O que é IoT – a Internet das Coisas ?**. SAP News Center. Disponível em: <<https://news.sap.com/brazil/2016/05/12/o-que-e-iot-a-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 24 Fev. 2018

SIMÕES, M.; SOLER, L.; PY, H. **Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura**. Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE).

SINGER, Talita. **Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas**. Simpósio em tecnologias digitais e sociabilidade, v. 2, p. 1-15, 2012.

SOUSA, Flávio RC; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C. **Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios**. II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI), p. 150-175, 2009.

TECHNOSOFT. **Wearable Devices Integration**. Disponível em: <<http://www.techno-soft.com/devices-and-wearables.html>>. Acesso em: 10 Mar. 2018.

TEIXEIRA, Fernando A. et al. **Siot–Defendendo a Internet das Coisas contra Exploits**. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC), 2014.

USP. **Agronegócio: a aplicação da indústria 4.0 na melhora da produtividade e rendimento**. Disponível em: <<https://paineira.usp.br/aun/index.php/2017/06/29/agronegocio-a-aplicacao-da-industria-4-0-na-melhora-da-productividade-e-rendimento/>>. Acesso em: 18 Mar. 2018.

ZADROZNY, Bianca Zadrozny. **Agricultura digital, você sabe o que é?**. Revista Globo Rural. Disponível em <<http://revistagloborural.globo.com/Tecnologia-no-Campo/noticia/2015/09/o-nascimento-da-agricultura-digital.html>>. Acesso em: 06 Nov. 2017