



**Universidade Federal do Paraná**  
**Programa de Pós-Graduação Lato Sensu**  
**Engenharia Industrial 4.0**



Alexandre Bet  
Eduardo Alberge  
Gustavo Costa e Silva Aizzo  
Joelton Gotz  
Lucas José Vaz de Camargo  
Renan D'Orazio Bucco

**APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA QR CODE E COMPUTAÇÃO EM  
NUVEM PARA RASTREAMENTO DE SEMENTES DE SOJA**

**CURITIBA**  
**2022**

Alexandre Bet  
Eduardo  
Gustavo Costa e Silva Aizzo  
Joelton Deonei Gotz  
Lucas Camargo  
Renan D'Orazio Bucco

**APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA QR CODE E COMPUTAÇÃO EM  
NUVEM PARA RASTREAMENTO DE SEMENTES DE SOJA**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA**

**2022**

## RESUMO

A agricultura é considerada um dos principais setores de geração de riqueza nacional. Ela é responsável por grande parcela do PIB e do resultado positivo da balança comercial brasileira. Além disso, o Brasil é considerado um dos maiores exportadores de alimentos do mundo. No entanto, esse setor sofre com questões de ineficiência de produção e logística, geradas em alguns casos por fatores externos incontornáveis como o clima. Mesmo assim, muito se perde em plantios não otimizados e no transporte rodoviário brasileiro ou até mesmo em questões inadequadas de armazenamento. Grande parte dessa ineficiência se deve ao baixo nível de tecnologias habilitadoras 4.0, se comparado com outros setores, como a indústria ou o setor financeiro. Portanto, o crescimento da utilização de ferramentas analíticas, internet das coisas e de *Machine Learning* (ML) devem reduzir a ineficiência, gerar dados para melhoria de produção e podem inclusive ser utilizadas para melhoria no setor de logística. A motivação para a aplicação dessas tecnologias é gerar aumento e otimização da produção, e que pode ser observada na tendência de crescimento da população mundial, que irá solicitar ainda mais alimentos se comparado com o atual cenário. Uma das aplicações de tecnologias que pode ser observada nesse trabalho, e que tem por principal objetivo realizar a conexão direta entre produtores de sementes e o agricultor final. Essa conexão é realizada através de uma aplicação móvel que realiza a busca de informações de plantio otimizadas em nuvem. Dessa forma, ao realizar a aquisição de uma saca de semente de soja, o agricultor realiza o escaneamento do Qr-Code da saca e automaticamente recebe informações de datas de plantio, de regulação da plantadeira e demais informações úteis para o plantio e que tem por objetivo a otimização desta importante operação. O aplicativo também realiza alertas para o período ideal de plantio, e as características a serem observadas segundo a variedade escolhida, como ciclo, período de florescimento, maturação e possível colheita interagindo com a região de plantio escolhida. Através dessa comunicação direta, o agricultor pode realizar o plantio com maior eficácia e nos períodos corretos, para dessa forma gerar maior produtividade.

Palavras-chave: Agricultura. Indústria 4.0. Soja. QR-Code. Otimização de Produção.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO NO BRASIL EM 2020 E 2021 (EM R\$ BILHÕES)	5
FIGURA 2 – EXPANSÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL	13
FIGURA 3 – ARQUITETURA DE CONEXÃO ENTRE O AGRICULTOR E A FORNECEDORA DE SEMENTES	20
FIGURA 4 – APLICATIVO MOBILE PARA EXIBIÇÃO DOS DADOS DE PLANTIO	25
FIGURA 5 – RELATÓRIO DE PRODUTIVIDADE FORNECIDO PARA A FORNECEDORA DE SEMENTES	26

## Sumário

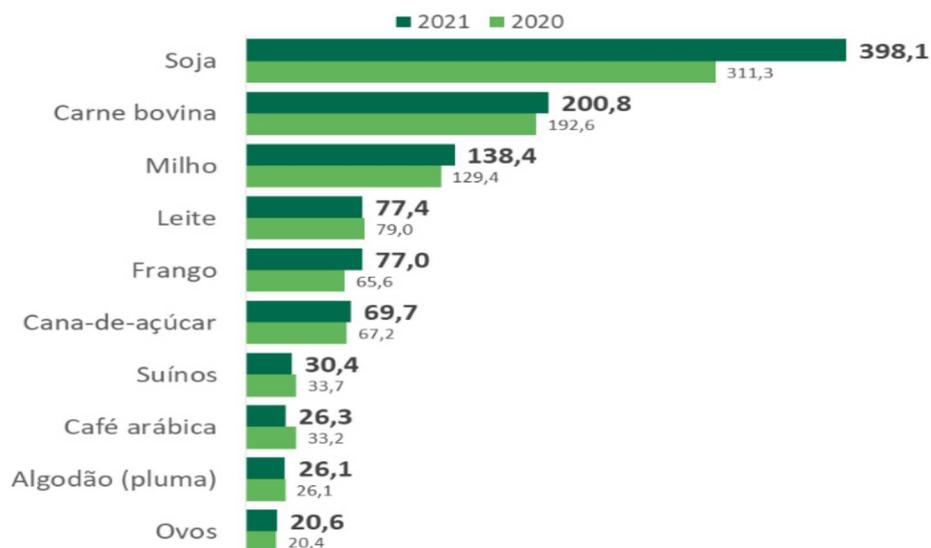
1. INTRODUÇÃO .....	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	8
1.3. JUSTIFICATIVA .....	9
1.4. HIPÓTESE .....	10
1.5. OBJETIVO .....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. ECONOMIA DO BRASIL E AGRICULTURA.....	12
2.2 SOJA COMO <i>COMMODITIE</i> .....	12
2.3 FATORES DE PLANTIO .....	14
2.4 TECNOLOGIA NO AGRO .....	15
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL .....	18
3.1. PROJETO PRELIMINAR.....	19
3.1.1. Definição do problema e Motivação .....	19
3.1.2. Identificação dos Objetivos.....	19
3.1.3. Desenvolvimento do Artefato.....	19
3.1.4. Demonstração .....	21
3.1.5. Avaliação .....	22
3.1.6. Comunicação.....	22
3.2. EVOLUÇÃO DO PROJETO .....	22
3.2.1. Desenvolvimento do aplicativo mobile.....	22
3.2.2. Solução em nuvem.....	23
3.2.3. Gerenciamento de acesso.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5. CONCLUSÕES .....	26
5.1. Sugestões de trabalhos futuros.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O agronegócio é um dos principais geradores de empregos e de renda no Brasil, envolvendo os setores primário (agricultura e pecuária principalmente), secundário (indústrias de máquinas e tecnologias) e terciário (comercialização de insumos e rações principalmente), além de ser responsável pela maior fatia do PIB nacional e vem se mantendo em crescimento, principalmente devido ao aumento das exportações e da taxa de câmbio (PIB...,2021). Parte desta grande representatividade pode ser dada às cultivares de soja. A produção de soja no Brasil é o carro chefe da agricultura, com um valor bruto de 311 bilhões em 2020 e com previsão de quase 400 bilhões em 2021. Esses números tornam a produção de soja muito acima da carne bovina que tem uma previsão de 200 bilhões em 2021 e do milho com previsão de 138 bilhões (PANORAMA..., 2021).

FIGURA 1 - VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO NO BRASIL EM 2020 E 2021 (EM R\$ BILHÕES)



FONTE: (PANORAMA, 2021)

Apesar desse progressivo aumento no valor bruto da produção, vários problemas e dificuldades no setor agro podem ser encontrados. As perdas em produção podem ser geradas pela severidade do clima, ineficiência do plantio, manutenção e por perdas na colheita. Enquanto, o clima é um fator externo que dificilmente pode ser controlado

pelo homem, a aplicação de tecnologias pode auxiliar no aumento de produção, diminuição de custos e redução de perdas vinculadas ao plantio e colheita.

A plantação é uma etapa da produção que pode ser otimizada, já que cada lote de sementes possui as especificações necessárias de distribuição, germinação, períodos de plantio e quantidade de fertilizantes. Sendo assim, a correta aplicação dessas informações permite ao agricultor a melhor tomada de decisão quanto ao plantio e a regulagem dos equipamentos de semeadura. No entanto, o acesso a essas informações fica restrito e de difícil acesso aos agricultores, os quais tomam decisões próprias a partir de experiências, sem levar a genética da semente em consideração. Este efeito acaba reduzindo o potencial de produção da semente, e aliados a variáveis climáticas podem resultar em uma queda de produção. Como consequência, há redução de produção de alimentos e de riqueza nacional.

A busca pelo aumento da produção está relacionada diretamente com o crescimento da demanda de alimentos, impulsionada pelo crescimento da população. Esse aumento na necessidade de alimentos poderá ocasionar um desabastecimento nos próximos anos, caso siga na mesma tendência. Portanto, é necessário buscar tecnologias que permitam aumentar a produção e reduzir custos e desperdícios de produção.

Dentro disso, a FAO (Organização Para Alimentação e Agricultura) destacou em seu relatório lançado em março de 2022 a relevância que as novas tecnologias têm ganhado perante a ideia de produzir mais com menos, sendo uma área que, como todas as outras de tecnologias emergentes, apresenta oportunidades e desafios. Destaca também que a acessibilidade a essas tecnologias dependerá de promover padrões e boas práticas, com acesso a banco de dados confiáveis, comunicação de lições aprendidas e transparência no compartilhamento de dados entre as partes interessadas.

Para isso, o setor da agricultura tem passado por uma revolução denominada como agricultura 4.0, onde a integração dos dados tem se tornado um ponto importante. Durante os últimos anos, várias combinações de tecnologias têm sido amplamente analisadas e implementadas, com o principal intuito de aumentar a produtividade do campo (Tao, 2021).

Entre as diversas soluções integradoras disponíveis, encontram-se tecnologias que vão desde aplicativos para o gerenciamento de fazendas, passando por monitoramento em tempo real das lavouras e chegando até mesmo a tratores

autônomos e drones de detecção de doenças no solo. Sendo assim, cada vez mais, aumenta-se a gama de soluções destinadas a tornar a produção do campo mais integrada (Coclite et al, 2020).

Apesar dessa disponibilidade, o acesso e adoção dessas tecnologias ainda é um ponto crítico que deve ser analisado. Segundo Da Silveira (2021), uma série de problemas podem ser citados como barreiras para o desenvolvimento da tecnologia 4.0 na agricultura, podendo ser divididos em:

- Tecnológicos: complexidade das tecnologias, incompatibilidade entre componentes, problemas de gestão de energia, problemas de infraestrutura e questões de confiabilidade do produto e serviço oferecidos.
- Econômicos: Alto custo de manutenção das instalações, alto custo da mão de obra, alto custo de componentes operacionais, falta de soluções acessíveis para os agricultores, preocupações com os custos meio ambiente, éticos e sociais.
- Políticos: Problemas para implementar a disponibilidade e acessibilidade, falta de abordagens voltadas ao campo e ao agricultor, necessidade de um plano de ação para a implementação da agricultura 4.0, desafios políticos e/ou falta de procedimentos e acordos sobre o uso de dados, fomentar modelos de negócios inovadores.
- Social: Problemas quanto à educação (falta de treinamento, qualificação em análise de dados agrícolas, transferência de dados e conhecimento para a utilização prática dos dados), problemas de faixa etária, falta de competência digital e/ou qualificação, assimetria das informações, rompimentos com o trabalho já existente.
- Meio ambiente: Desafios da influência do clima e comportamento do sistema, restrições sustentáveis, técnicas limitadas para a coleta de dados no campo, preocupação sobre fontes sustentáveis de energia.

Com base nas principais barreiras encontradas, o objetivo da tecnologia proposta neste trabalho é a de tornar a agricultura 4.0 mais acessível, tendo em vista um baixo custo de implementação e uma utilização sem complexidade.

Portanto, torna-se essencial a utilização de tecnologias para conectar a fornecedora de sementes ao produtor rural. Essa conexão tende a aumentar o acesso de informações pelo homem do campo e ao mesmo tempo alimentar as empresas de sementes com dados necessários para a melhoria contínua do produto, incluindo demais variáveis como o solo e clima, que tendem a aumentar a robustez e eficácia da genética.

## 1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O clima, os tratos culturais, o plantio, a colheita, a logística e o armazenamento são algumas das variáveis que contribuem para o aumento dos custos e redução da produção não apenas da soja, mas de outros *commodities* no Brasil. No entanto, nem todos esses elementos podem ser controlados e otimizados a ponto de melhorar o processo como um todo. Nesse contexto, o clima entra como uma variável incontrolável (Monteiro, 2015).

Apesar disso, outros parâmetros como por exemplo o plantio, podem ser ajustados, acompanhados e melhorados. A plantação correta torna-se um ponto chave na produção de alimentos, pois o modo que a mesma é realizada irá impactar severamente na germinação, crescimento e na colheita do produto. Sendo assim, algumas variáveis desempenham papel importante e devem ser respeitadas: taxa de germinação (%), taxa de vigor (%), adaptação genética da cultivar (região de adaptação de cada variedade), taxa de população (população de plantas x espaçamento) e época de plantio.

Ao longo dos tempos, a (%) porcentagem de germinação, ou taxa de germinação, tem tido uma importância cada vez maior na hora de se comprar sementes de soja. Pois quanto maior sua germinação, maior será a chance de implementação da população de sementes correta e por consequência a chance de sucesso da lavoura. O mesmo tem acontecido com a (%) porcentagem do vigor das sementes, ou taxa de vigor, pois germinação e vigor estão diretamente ligados ao sucesso da implementação da lavoura, pois tem papel fundamental na regulagem de plantio da população ideal para cada tipo de variedade.

Se somente germinação e vigor estivessem sendo a base do estudo, a chance de sucesso da implementação da lavoura já teria ganho de produção. Levando em conta que numa determinada lavoura a taxa de germinação e vigor estiverem acima de 85%, já seriam suficientes para garantir um desenvolvimento adequado das plantas, capaz de expressar um elevado potencial produtivo e ainda garantir uma população mais próxima do ideal segundo a recomendação dos obtentores. Porém o estudo ainda inclui recomendações de população, época de plantio e região de adaptação, tudo para otimizar ao máximo a operação de plantio de soja, e consequentemente deixar a cargo do clima o restante do potencial.

Dentre esses elementos, nem todos podem ser controlados diretamente pelo agricultor, mas a regulação da plantadeira, escolha da cultivar, população de plantio e época de plantio são diretamente ajustados e controlados pelos agricultores. Apesar disso, nem todos possuem a disponibilidade dessas informações e necessitam de um técnico ou representante comercial para auxiliarem no setup do implemento agrícola.

Apesar disso, devido à falta de informações das condições climáticas, os agricultores acabam realizando ajustes de acordo com experiências passadas e dessa forma evitando as sugestões ideais que devem ser seguidas e variam de acordo com a genética da variedade da semente escolhida.

### **1.3. JUSTIFICATIVA**

O acesso a informações e aplicação de tecnologias no setor do agronegócio podem ser observados como as principais dificuldades observadas no setor atualmente. Apesar disso, a importância de melhorias no setor agrícola não é vista como um tema recente. Van Beek, Meerburg, Schils, Verhagen e Kuikman (2010) descreveram em seu trabalho a necessidade do aumento das produções agrícolas, uma vez que a estimativa do aumento da população poderia ocasionar em um desabastecimento. Segundo eles, esse aumento se daria a partir de uma melhoria no rendimento das produções agrícolas e uma redução das perdas pós-colheita.

Mais recentemente, Aweke, Hassen, Wordofa, Moges, Endris e Rorisa (2021) destacaram em seu artigo a importância que os desenvolvimentos de tecnologias no campo têm tido a fim de diminuir o problema da fome e da falta de emprego na Etiópia. O artigo reforçou a ideia de que essas inovações podem ajudar com os problemas de escassez de alimentos, afetando a produtividade dos meios agrícolas e a qualidade dos alimentos dos produtores, sendo que esse pode ser um provável caminho para a melhoria de aspectos produtivos.

Milanez et al (2020) relata o fato do Brasil, nas últimas duas décadas, ter mudado sua posição entre um dos maiores importadores mundiais de alimento, para o segundo maior exportador do mesmo. Segundo ele, isso se deve principalmente ao fato de ter ocorrido no país uma redução do custo de produção, em conjunto a um aumento da produtividade da terra.

Neste contexto, outros fatores podem ser otimizados a ponto de melhorar uma plantação, entre eles, encontra-se a taxa de distribuição de sementes e a época de

plantio. Esses dois pontos desempenham papel fundamental e apesar de serem interferidos pelo clima, ainda são determinantes para o sucesso de uma safra.

Apesar de importantes, muitas vezes não são observados pelos agricultores que acabam tanto perdendo as janelas ideais de plantio para cada variedade de soja, como também realizando ajustes incorretos ou padrões para diversas variedades de sementes, realizando dessa forma um ajuste muito desequilibrado e propenso a falhas.

Nesse sentido, torna-se importante a passagem de informações para o agricultor realizar o ajuste mais adequado no implemento, além de indicar as melhores datas para o plantio da soja.

Esse trabalho tem a intenção de responder a seguinte pergunta de pesquisa: Através das tecnologias 4.0, *QR Code* e computação em nuvem para rastreabilidade de sementes, podemos auxiliar os agricultores com o fornecimento de informações sobre as condições ideais para o plantio?

#### **1.4. HIPÓTESE**

Esse trabalho está inserido em um ambiente que envolve tecnologias 4.0 com o setor do agronegócio e tenta dessa forma comprovar a eficiência da otimização do plantio de soja através da aplicação de tecnologias, as quais irão auxiliar o agricultor na tomada de decisão.

A hipótese a ser provada compreende um sistema de rastreamento de sementes baseado na tecnologia *QR Code* e, através de um banco de dados em nuvem, otimizar o plantio cruzando as informações e características de cada tipo de semente com as condições ideais para o local e época do ano, como temperatura, altitude, umidade, quantidade de sementes por metro linear de acordo com espaçamento utilizado pelo agricultor, características de solo. As informações da semente serão armazenadas em um banco de dados e com a integração da tecnologia *QR Code* via aplicativo *mobile* o agricultor pode ser assertivo em sua tomada de decisão.

#### **1.5. OBJETIVO**

O objetivo geral deste trabalho é utilizar ferramentas habilitadoras 4.0 como computação em nuvem, computação centralizada, *data-driven*, armazenamento e

ferramentas mobile para fornecer informações em tempo real para o agricultor a partir da rastreabilidade das sementes de soja com tecnologia *QR Code*.

Os objetivos específicos deste trabalho compreendem:

- Identificar o problema de pesquisa;
- Definir os objetivos;
- Identificar os concorrentes;
- Elaborar a hipótese;
- Desenvolver uma versão beta;
- Realizar uma prova de conceito a fim de provar a solução;
- Divulgar os resultados;
- Elaborar plano para escalabilidade da solução.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ECONOMIA DO BRASIL E AGRICULTURA

O setor agrícola movimenta a maior parcela do PIB brasileiro, além de atualmente inserir o Brasil como um dos maiores produtores de grãos do mundo. Apesar disso, a demanda por alimentos aumenta a cada ano e tende a aumentar consideravelmente nas próximas décadas. O que dessa forma impulsiona o uso mais frequente de tecnologia no setor agrícola para aumentar a produtividade de grãos (SILVA, 2020).

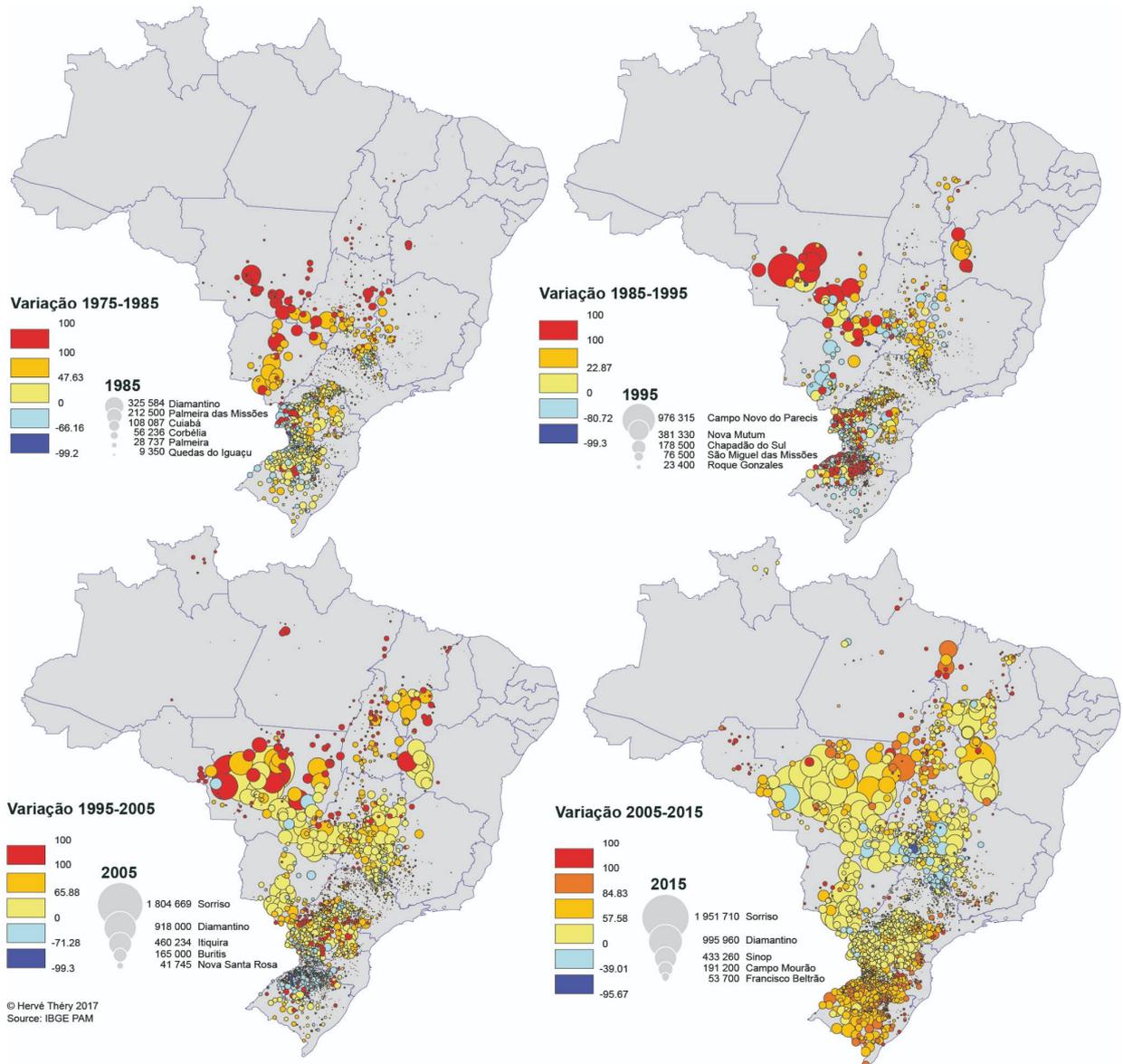
O PIB brasileiro proveniente do agronegócio tem passado por um forte crescimento, contando com um avanço no segundo trimestre de 2021, além do acúmulo percentual de alta de cerca de 9,81% apenas no primeiro semestre de 2021 (CEPEA, 2021). O PIB do ramo agrícola especificamente conta com um crescimento de 14,46% no primeiro semestre, mantendo seu destaque devido ao elevado preço das exportações.

### 2.2 SOJA COMO *COMMODITIE*

A produção de soja é o principal *commoditie* do Brasil, com expectativa de chegar próximo aos 400 bilhões de reais em valor bruto ainda em 2021 (PANORAMA..., 2021).

A produção de soja no Brasil começou na década de 1970 e teve uma evolução astronômica desde então, como observado na Figura 3. Nela é possível observar que a cultura dessa *commodity* de origem asiática começou na região sul do Brasil e teve expansão para outras áreas como o centro Oeste e a partir dos anos 2000 atingiu regiões do nordeste e norte do Brasil. Nessa evolução, o Brasil se tornou um dos principais produtores e exportadores de soja e farelo de soja do mundo, ultrapassando a Argentina e os Estados Unidos (KNORR, 2017).

FIGURA 2 – EXPANSÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL



FONTE: Knorr (2017).

Apesar da expansão do consumo de soja, atualmente o Brasil enfrenta questões ambientais relacionadas ao plantio e germinação desta leguminosa em virtude das oscilações climáticas, especialmente, pela falta de chuvas e o consequente déficit hídrico acentuado do solo, assim como pelo fator topográfico, pela irregularidade da superfície de alguns terrenos utilizados para cultivo (EMBRAPA, 2020).

## 2.3 FATORES DE PLANTIO

Conforme já delineado neste trabalho, em que pese haja maior investimento tecnológico até a colheita nas regiões sojícolas, torna-se essencial que cautelas sejam tomadas com o objetivo de reduzir danos e perdas de sementes e grãos.

Nessa perspectiva, condutas preventivas devem ser praticadas pelo sojicultor desde a escolha das sementes, tendo em vista que o transporte rodoviário ainda é responsável por consideráveis reduções e prejuízos na semeadura (EMBRAPA, 2020, p. 306).

Quanto ao acondicionamento em propriedade, a semente deve ser colocada em compartimentos livres de substâncias tóxicas e químicas, como herbicidas. Ainda, em razão da permanência da estrutura do transporte, caminhões graneleiros devem proteger as sementes com lonas impermeáveis e de cores claras, o que, todavia, aconselha a utilização, inclusive, de isolante térmico com temperaturas que variam de 10° a 15 °C (EMBRAPA, 2020, p. 306).

Além disso, o acondicionamento da semente na propriedade igualmente deve observar parâmetros de qualidade e conservação até a semeadura, de modo que o galpão demanda ventilação adequada, e a semente conservada sobre estrados de madeira, ou seja, não exposta a agentes físicos e químicos; ademais, não é recomendável empilhar as sacas contra paredes, tampouco próximas de adubo, calcário ou agrotóxicos em geral; por fim, a temperatura interna do galpão não deve exceder 25 °C e a umidade relativa do ar segue em nível de 70% (EMBRAPA, 2020, p. 307). Dessa maneira, os cuidados antecedentes refletirão na qualidade e quantidade da colheita, ou seja, na consolidação da produção.

No entanto, outro fator que merece destaque é a delimitação da época da colheita, pois a escolha pelo adiamento pode acarretar em reduções acentuadas na qualidade do produto, principalmente em situação de estiagem. Com efeito, a umidade do solo considerada ideal ou compatível para colheita da soja, sem grandes dispêndios, após a maturação do grão, é avaliada entre 13 a 15% (EMBRAPA, 2020, p. 316-318).

O estudo de Deliberador (2019) apontou principalmente pelas longas distâncias de transporte, além da precariedade dos modos de transporte. Porém o autor em seu trabalho detectou artigos que mencionam sobre as perdas em armazenagem dos grãos que devido a problemas de precariedade fazem com que haja redução da qualidade dos alimentos.

O crescimento da população vem sendo acelerado principalmente pela evolução da medição e pela produção de mais alimentos acessíveis a todos os níveis da sociedade. Porém esse crescimento ganha proporções enormes e pode se tornar novamente escasso nos próximos 50 anos. Nesse contexto, é provável que em menos de 50 anos, haverá escassez de alimentos para a população que tende a chegar próximo dos 9 bilhões de habitantes em 2050. Nesse sentido, será inviável alimentar o mundo inteiro com as proporções atuais de produção (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Por isso, torna-se urgente a utilização de meios de digitalização do meio agro, através do emprego de tecnologias que permitam o aumento da produção. Sendo assim, o avanço da informática e da comunicação podem permitir que a agricultura passe por um processo de digitalização, onde será possível gerar enormes volumes de dados necessários para a tomada de decisão no agronegócio (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

## **2.4 TECNOLOGIA NO AGRO**

O conceito agro 4.0 ou agricultura 4.0 é oriunda da quarta revolução industrial iniciada na Alemanha no início da década de 2010. Nesse contexto, tecnologias habilitadoras como computação em nuvem, internet das coisas, big data, Analytics, estatística e aprendizado de máquinas vêm sendo empregados com o intuito de auxiliar o homem do campo na tomada de decisão. Nesse contexto, torna-se possível monitorar e controlar operações remotas, realizar rastreamento e até mesmo aplicar técnicas de inteligência artificial para monitorar e detectar pragas em lavouras (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Essas tecnologias são consideradas promissoras e podem auxiliar o homem do campo e a agricultura de maneira geral com um catalisador responsável para o crescimento da produção. Dessa forma, essas tecnologias são empregadas em diversos setores como detecção e prevenção de pragas, melhoria genética das sementes, agricultura de precisão, previsão de tempo, entre outras aplicações. Sendo assim, as tecnologias habilitadoras do agro 4.0 podem ser empregadas no pré-plantação, durante o plantio, durante o processo de crescimento das plantas, na colheita e na pós colheita, como na logística por exemplo (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Esse trabalho, terá a intenção de utilizar algumas dessas tecnologias para auxiliar o homem do campo durante o processo de plantio.

Apesar dos inúmeros benefícios dessas soluções, o grande entrave atual é o acesso à internet pelo homem do campo (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). No entanto, esse cenário vem mudando constantemente com o emprego de políticas como a internet rural e com a chegada do 5G.

Com o avanço técnico-científico, a quinta geração de redes de comunicação móvel (5G) é uma possibilidade de acesso a diversas funções, entre elas, a verificação de mensagens instantâneas, correspondência eletrônica, troca de dados, imagens de alta definição, assim como a utilização de aplicativos por intermédio de conexão de internet móvel atingindo velocidades de navegação e download rápidas e inéditas.

Todavia, em que pese a realidade tecnológica, pesquisa realizada pela empresa VIAVI Solutions, apontou que no ano 2019 testes foram iniciados para a implantação da 5G no mundo, mas somente em 2020 a nova tecnologia foi implantada em 378 cidades, localizadas em 34 países (AMARAL, 2020), o que corrobora a necessidade da participação dos países no desenvolvimento de protótipos, depósitos e registros de propriedade intelectual, de projetos de ensino, pesquisa, extensão, inovação ou práticas pedagógicas e científicas para aprofundar o acesso aos serviços móveis online.

Acho isso fantástico. Se conseguirmos inserir uma inteligência agrônômica na plataforma, o projeto tem muito a ganhar, falta isso em muitas das soluções. Sugiro aqui cruzar com dados climáticos (temperatura; precipitação e altitude), para um segundo momento pensar em parcerias com as empresas que fazem monitoramento em tempo real, que tem estações meteorológicas nas propriedades, isso tem crescido muito, mas eles não fornecem soluções para o plantio. O produtor entrar com informações básicas, como local e maquinário e já conseguirmos repassar: a cultivar mais adequada para o local e para as condições do momento (dados históricos serão importantes); a época de plantio; espaçamento; população de plantas; estimativa de produtividade; tipo de disco (parceria com empresa de disco), e isso com um analytics teremos em algumas safras a possibilidade do plantio variável. Indicar para cada parcela da área, os melhores materiais genéticos para maior produtividade.

Outra vantagem das soluções em nuvem é a escalabilidade, já que não necessitam de infraestrutura local, ou seja, não há nenhum grande investimento monetário inicial necessário. Além disso, a solução pode ser construída em etapas com a criação e evolução da infraestrutura conforme o aumento da demanda, já que o usuário efetua o pagamento pelo seu consumo de dados (SRIVASTAVA; KHAN, 2018).

A segurança das soluções mantidas em nuvem também pode ser considerada como um grande diferencial comparado com soluções em *data center* locais, já que as fornecedoras de plataformas em nuvem trabalham com sistemas criptografados que garantem a segurança do transporte e armazenamento dos dados (SRIVASTAVA; KHAN, 2018).

Para complementar, soluções em nuvem permitem a centralização dos dados, o que dessa forma flexibiliza o armazenamento de soluções voltadas para o contexto da quarta revolução industrial, já que os dados podem ser armazenados e acessados de qualquer lugar e a todo momento com o único requisito de conter conectividade com a internet (KHAN *et al.*, 2019).

De plano, é assente no mundo globalizado que as novas tecnologias são incorporadas pela sociedade em uma velocidade que ultrapassa a racionalidade humana. Dessa forma, *Quick Response Code (QR CODE)*, também conhecido como códigos de barras bidimensionais, derivado das palavras *Quick Response* ou “Código de Resposta Rápida”, é um código de barras bidimensional de alta velocidade que permite armazenar maior número de informações em um menor espaço (PANKIEWICZ, 2009). Tal nomenclatura é aplicada quando o leitor do código se encontra instalado em um aparelho de telefone celular (CORRÊA, SOUZA, MARÇAL, 2012).

Além disso, trata-se de uma tecnologia livre, o que significa que permite a geração do código através de ferramentas disponíveis com auxílio da internet a partir da utilização de dispositivo móvel, conhecido popularmente como *smartphone* ou aparelho celular (SABURI, 2021).

Por isso, esse trabalho se propõe a fornecer uma ferramenta que compreende as principais tecnologias 4.0 para auxiliar o agricultor na tomada de decisão, além de gerar dados para serem analisados por ferramentas de *Analytics* e *Big Data* para melhoria constante tanto do setor de máquinas agrícolas, como do setor de produção de sementes, permitindo o fornecimento de informações mais precisas a respeito das sementes germinadas por área, lote do produto e dados contidos na nota fiscal.

### 3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

A proposta deste trabalho é desenvolver um produto que possa ser aplicado e tenha alto nível de escalabilidade. No entanto, primeiro é necessário considerar que o mesmo faz parte de um contexto de desenvolvimento científico e deve, portanto, ter colaboração científica para ser repassada para a sociedade (LIMA; LEZANA, 2005).

Por esse motivo, torna-se importante reconhecer quais são os principais segmentos de pesquisa que são observados na literatura e seus objetivos. Segundo Lacerda et al. (2013), são encontradas as seguintes classificações para pesquisas:

- Pesquisas descritivas: com foco em entender o contexto que envolve o problema, porém sem foco na resolução.
- Pesquisas prescritivas: contém foco em resolver o problema a partir da construção de um artefato como solução.

Após a definição dos conceitos, é possível indicar que a intenção desse trabalho é desenvolver uma pesquisa prescritiva com intenção de criar um artefato, como produto para resolver o problema de otimização de produção baseada no plantio. Em sua grande maioria, projetos de engenharia e desenvolvimento de software utilizam em larga escala metodologias para a aplicação das pesquisas prescritivas, que auxiliam através da divisão do projeto em diversas etapas a criação de um cronograma mais elaborado para a obtenção do sucesso no projeto (HEVNER et al., 2004).

Entre as metodologias mais comuns encontra-se o *Design Science Research* (DSR), largamente utilizado em projetos de engenharia e tecnologia da informação. O DSR tem foco em pesquisas prescritivas com intenção de, ao aplicar tecnologias, resolver um problema (PEFFERS et al., 2007). Essa metodologia consiste em 6 etapas que podem ser assim ilustradas:

- Definição do problema: identificar o problema e a motivação do projeto;
- Definir os objetivos do projeto: descrever qual é o intuito da solução e como ela irá beneficiar o cliente final;
- Desenvolver o artefato: desenvolver a solução, sendo assim, é a etapa mais longa da aplicação da metodologia DSR.
- Demonstrar a solução: após o desenvolvimento, a solução é então testada através da demonstração da mesma para verificar se está em condições ou necessita de ajustes;

- Avaliar: nessa fase, busca-se entender junto com o cliente final se a solução está de acordo com as expectativas, qual é o feedback do usuário e as possíveis melhorias;
- Comunicação: através de artigos ou da monografia é imprescindível a apresentação dos resultados.

### **3.1. PROJETO PRELIMINAR**

O intuito principal do DSR é resultar em estudos que possam gerar e compartilhar conhecimentos para inspirar mais pessoas que desejam se aprofundar na área de pesquisa. Este trabalho foi elaborado através da aplicação da metodologia DSR.

#### **3.1.1. Definição do problema e Motivação**

O primeiro passo da aplicação da metodologia é encontrar e definir o problema. Sendo assim, o problema foi identificado através da troca de informações entre os autores do projeto que contam com a presença de profissionais com experiências de mais de 10 anos no setor de vendas e consultoria de sementes de soja. Assim, foi possível observar o problema e a oportunidade a partir da aplicabilidade desse projeto. Nessa etapa, entendeu-se que há campo para otimizar o plantio de soja em um primeiro momento, e isto somente é possível a partir da aplicabilidade de tecnologias 4.0 que irão auxiliar o agricultor na tomada de decisão.

#### **3.1.2. Identificação dos Objetivos**

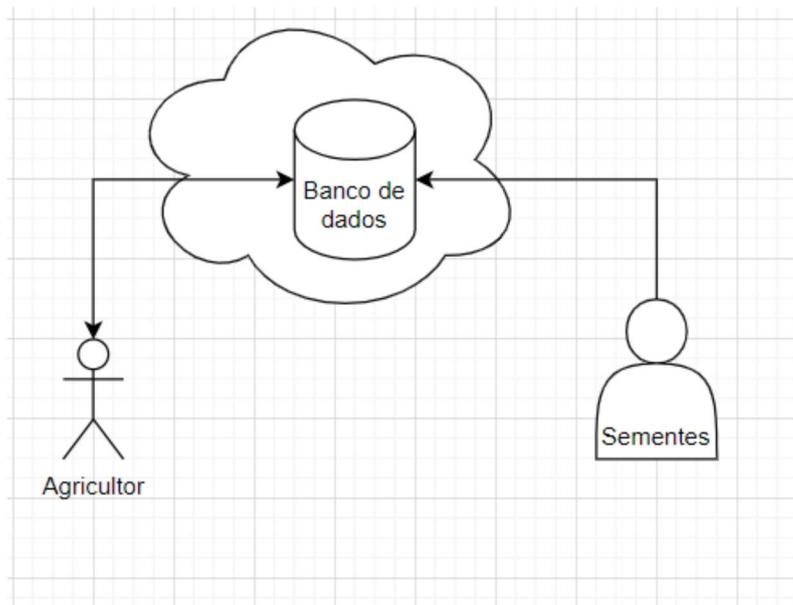
Em seguida foi elaborada a proposta da hipótese através do levantamento dos principais objetivos do sistema que consistem no aumento de produtividade de soja, resultados de um plantio mais otimizado, nas datas mais adequadas e com a melhor regulação da plantadeira levando em consideração as indicações da fornecedora de sementes.

#### **3.1.3. Desenvolvimento do Artefato**

Após a identificação do problema, motivação e objetivos do trabalho, será realizada a construção e desenvolvimento do artefato. Neste contexto, ele consiste na criação de uma plataforma fim a fim que irá conectar o agricultor à produtora de

sementes de forma direta, segura e inteligente. Apesar de várias formas de implantação do servidor, escolheu-se utilizar a solução em nuvem, devido a maior flexibilidade de conexão, além da centralização no armazenamento de dados. Dessa maneira, os dados das variedades de sementes de soja podem ser armazenados em uma nuvem e serem acessados de qualquer aparelho mobile.

FIGURA 3 – ARQUITETURA DE CONEXÃO ENTRE O AGRICULTOR E A FORNECEDORA DE SEMENTES



FONTE: OS AUTORES (2022).

Essa conectividade estará atrelada ao uso da tecnologia de QR-Code. Sendo assim, ao adquirir a semente de soja, o agricultor irá realizar a leitura do QR-Code através do aplicativo mobile. Esse aplicativo desenvolvido para atuar em ambiente Android e IOS irá realizar uma conexão com a nuvem, na qual está hospedada a solução de Back-End e o banco de dados que irá armazenar os dados das sementes.

O serviço de back-end é indispensável para realizar o gerenciamento da solução, controlar o acesso aos dados, fazer a busca dos dados no banco e realizar o transporte da informação, fazendo com que a mesma chegue até o aplicativo. Nesse contexto, será utilizado o protocolo de *API Rest* que consiste na solicitação de informações por *Request* e na resposta do servidor por *Response*.

O *back-end* fará o acesso aos dados do banco. O banco de dados será um sistema SQL relacional que terá todas as informações de lote, característica de germinação, de população a ser distribuída e outras informações úteis que serão repassadas ao agricultor. Essas informações serão transferidas pela fornecedora de

sementes através de uma API para um banco de dados, que poderá atualizar a cada novo lote lançado. Na prova de conceito, apenas alguns lotes serão cadastrados no banco, porém na evolução para projeto, será necessário um processo de integração dos dados com o banco da fornecedora de grãos.

O back-end também irá atuar no sistema de envio de notificações importantes para o agricultor. Para isso, o sistema deverá ter acesso aos produtos adquiridos pelo agricultor e assim enviar alertas de clima, e de proximidade do plantio. Neste contexto, a faixa de datas de plantio poderá ser enviada com o intuito de manter o agricultor informado sobre o melhor período de plantio para a variedade de sementes que o mesmo adquiriu.

Esse sistema de notificação irá acompanhar o agricultor durante todo o período de crescimento da planta. E no final da colheita irá questionar o agricultor sobre a rentabilidade da variedade produzida. Através de um sistema de recompensa, essa informação poderá ser fornecida pelo agricultor ao aplicativo para dessa forma realimentar o banco de dados. Com o crescimento do número de retroalimentações, a fornecedora de sementes e a empresa parceira de implementos agrícolas poderão utilizar os dados para melhoria da genética e melhoria dos implementos.

No entanto, para a prova de conceito a ideia foi reduzida para acelerar o desenvolvimento. Nesse primeiro momento, a conexão com a nuvem foi realizada através de uma URL acessada via QR-Code. Sendo assim, quando o agricultor apontava a câmera para o Qr-Code, uma url no navegador era aberta e ele obtém as informações necessárias para regular a plantadeira durante o plantio. As telas de acesso às informações serão demonstradas no Capítulo de resultados.

Com esse sistema espera-se que o agricultor possa ficar mais conectado e ter orientações necessárias para otimizar o plantio e dessa forma obter maior rentabilidade e produtividade.

#### 3.1.4. Demonstração

Após o desenvolvimento do artefato, foi realizada a etapa de demonstração, onde 3 Qr-Codes foram gerados e testados para verificar o funcionamento do sistema. Foi possível obter informações necessárias para realizar o ajuste da distribuição da plantadeira, além de informações úteis para a tomada de decisão, como por exemplo a obtenção das faixas de datas de plantio para as espécies buscadas. Sendo assim,

foi possível observar que a solução atende os requisitos indicados na etapa de objetivos.

### 3.1.5. Avaliação

Em seguida, junto ao cliente final foi realizado o processo de avaliação, no qual buscou-se observar a usabilidade do sistema, a performance e a generalidade. O sistema demonstrou-se funcional para um protótipo, porém requer desenvolvimentos mais específicos quanto a experiência do usuário e quanto a atuação em certas condições, como por exemplo em modo off-line. Por fim, poucas variedades de soja foram utilizadas para a avaliação do processo. Apesar disso, o sistema foi considerado apto por se tratar de uma prova de conceito.

### 3.1.6. Comunicação

O último passo consiste na elaboração desse documento para a apresentação dos resultados e o intuito desse grupo de estudo é obter uma patente de desenvolvimento ou então realizar a submissão e apresentação do trabalho em um congresso nacional.

## 3.2. EVOLUÇÃO DO PROJETO

Este trabalho descreve a identificação do problema, a ideação e criação de uma versão beta anterior a um MVP, como prova de conceito para comprovar a eficácia da solução. Sendo assim, algumas etapas ainda devem ser seguidas para a construção final da solução esperada. Portanto, a seguir serão descritas as próximas etapas do projeto.

### 3.2.1. Desenvolvimento do aplicativo mobile

O desenvolvimento de um aplicativo *mobile* é essencial para o sucesso desse projeto, já que o acesso via navegador utilizado neste trabalho tende a ficar muito engessado e a usabilidade de acesso a tela acaba desfigurando a boa visibilidade das análises.

Portanto, torna-se importante o desenvolvimento da aplicação mobile tanto em aparelhos com sistema operacional Android como IOS. O aplicativo deverá ter acesso a internet e também armazenar informações que podem ser realizadas de forma off-

line, já que o cliente final da solução pode estar presente em uma região de sombra de sinal e ter dificuldades de acesso às informações.

Além disso, com o aplicativo será possível enviar notificações para o usuário com lembretes de faixas de datas de plantio, condições climáticas e outras dicas que poderão auxiliar o usuário na tomada de decisão.

### 3.2.2. Solução em nuvem

Para o protótipo, utilizou-se uma solução local para acesso aos dados das cultivares. Esse acesso consistiu na criação de um servidor local que era acessado via rede local pela leitura do qr-code. No entanto, a escalabilidade da solução somente será possível através da adoção da tendência de soluções em nuvem.

Como descrito neste documento, a larga opção por soluções em nuvem traz vários benefícios para a escalabilidade da solução, redução de custos, centralização de informações e segurança por criptografia. Por isso, a evolução desse trabalho indica como primordial a transferência da solução para a nuvem.

Entre as mais comuns está a AWS, sendo considerada a mais completa entre as vistas no mercado. Ela fornece soluções robustas para realizar computação, armazenamento, transporte, processamento e transferência de dados. Além de possuir várias parcerias e contas gratuitas com limitação de tempo para o desenvolvimento de ideias de startups.

### 3.2.3. Gerenciamento de acesso

Nesse protótipo, devido a ser um servidor local, não houve controle de acesso às informações, sendo assim, a partir da leitura do qr-code, o usuário poderia acessar as informações das cultivares de soja.

Como melhoria do projeto, será criado um sistema de controle de acesso com cadastro dos usuários e a vinculação com a espécie de soja adquirida. Esse controle é essencial para proteção dos dados da empresa, dos clientes e da genética das cultivares.

Esse sistema de gerenciamento de controle poderá ser criado em nuvem. Assim, toda vez que o usuário for acessar as informações das cultivares, ele terá de realizar o processo de login com usuário e senha.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira versão do trabalho foi desenvolvida em ambiente local, onde um servidor foi disponibilizado para armazenar a construção da plataforma. O sistema foi construído em framework Node-Red, que suporta a linguagem de programação node-js e através de uma programação no-code é possível construir dashboards essenciais para disponibilizar a interface com o usuário.

A solução consiste na leitura de um qr code que irá abrir o navegador do dispositivo mobile e direcionar para uma url. Essa url irá disponibilizar a tela do dashboard como visto na Figura 4.

FIGURA 4 – APLICATIVO MOBILE PARA EXIBIÇÃO DOS DADOS DE PLANTIO

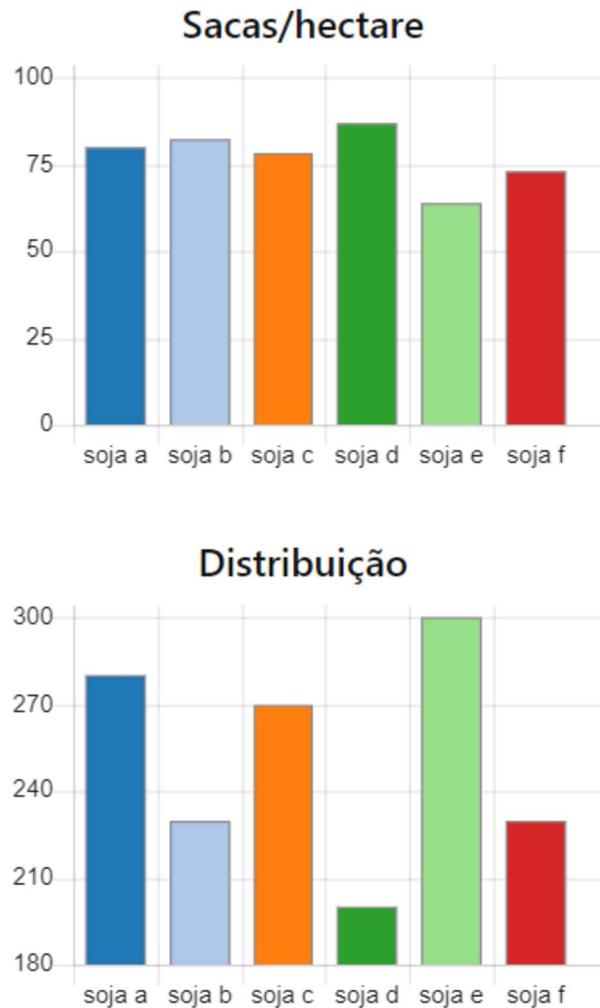


FONTE: OS AUTORES (2022).

De acordo com a Figura 4, o agricultor terá acesso às propriedades específicas da semente, faixas de datas de plantio, tipo da peneira a ser utilizada, indicação de distribuição, além de características específicas que demonstram a qualidade da semente.

Através da captação de dados de produtividade após a colheita da soja, esses dados são enviados para um banco de dados e posteriormente para um relatório de *Business Intelligence*, onde essas informações também geram novos negócios, através de insights que oferecem melhoria contínua para a genética das sementes, podendo ser comercializados como serviço adicional ou a parte. A Figura 5 mostra um exemplo de produtividade que deverá ser fornecido para a empresa fornecedora de sementes. Neste exemplo é possível observar a produtividade por hectare e em seguida a distribuição indicada.

FIGURA 5 – RELATÓRIO DE PRODUTIVIDADE FORNECIDO PARA A FORNECEDORA DE SEMENTES.



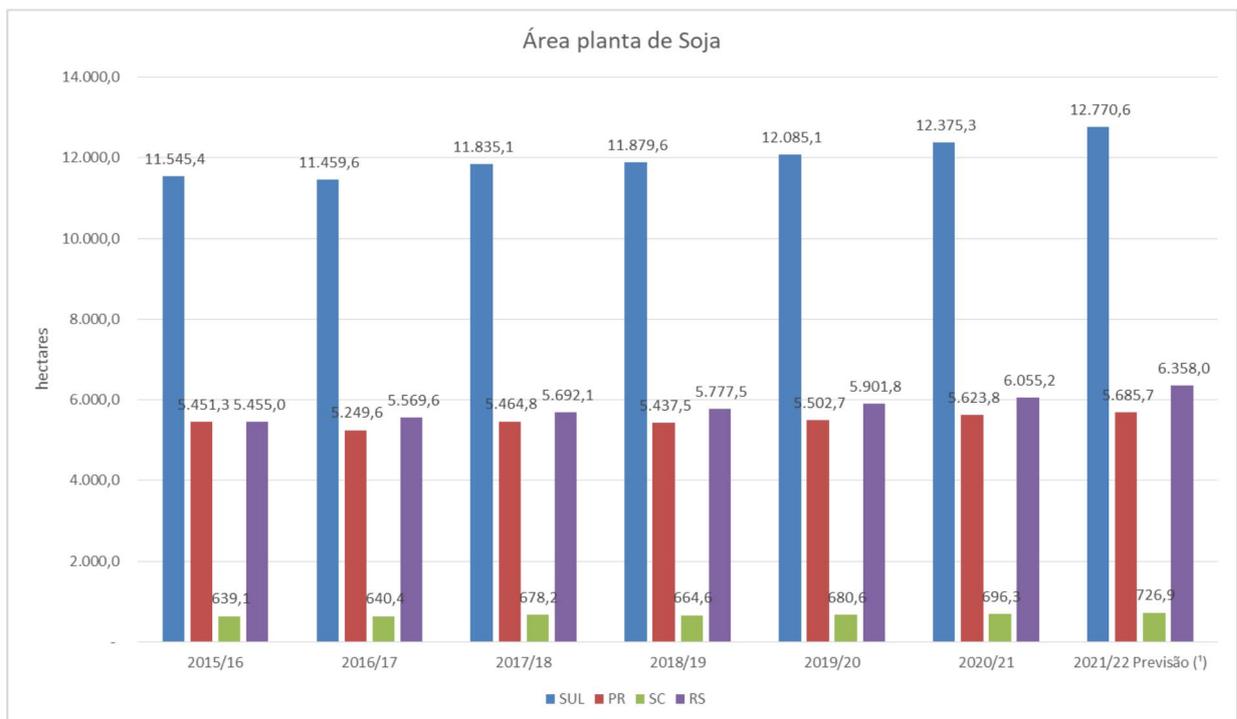
FONTE: OS AUTORES (2022).

Para explorar os benefícios da solução é necessário que pelo menos uma safra seja acompanhada, porém acredita-se que com aplicação da solução espera-se um aumento de produtividade de pelo menos 2%. Com esse número é possível realizar uma simulação do retorno de investimento dessa solução.

Para realizar uma simulação de rentabilidade da solução, foram utilizados dados da Conab que, conforme a Figura 6, mostram a evolução da área plantada no Sul do Brasil. Sendo assim, esse trabalho irá considerar uma estimativa da solução ser aplicada em 2% da área do Sul do Brasil. Essa estimativa indica que se considerarmos a safra de 2021/2022, a solução poderia ser aplicada em 255 mil ha. Se considerar a

genética X, a qual recomenda o plantio de 100 Kg/ha, significa que nessa estimativa, seriam plantados 25.500.000 Kg de soja. Se a cobrança da solução móvel de R \$0,10 kg plantado, paga pelos integrantes do projeto, e disponibilizada de forma gratuita aos agricultores selecionados, o retorno em espécie da solução seria na casa de R \$2.550.000. Com essa estimativa, será possível financiar a solução proposta.

FIGURA 6 – RELATÓRIO DE ÁREA DE SOJA PLANTADA NO ESTADO NAS ÚLTIMAS 6 SAFRAS.



FONTE: ADAPTADO DE (SÉRIE, 2022).

## 5. CONCLUSÕES

O aumento da produção de alimentos deverá ser cada vez mais reforçada pelo crescimento da população. Nesse contexto, o Brasil se torna um candidato muito importante e favorável para liderar cada vez mais esse setor de produção, principalmente pelas grandes áreas disponíveis e pelo clima que se mostra menos intenso comparado com outros países.

Apesar disso, ainda são encontradas dificuldades na produção, principalmente pelas mudanças anuais de clima que trazem períodos ou de muita chuva ou de estiagem. Porém fatores operacionais também interferem na produtividade, entre eles encontram-se fatores relacionados ao plantio, a colheita e a logística. Neste trabalho, o foco será destinado a otimização do plantio, onde alguns componentes podem ser

ajustados para melhorar a performance da safra: ajuste da distribuição da população da soja e plantio nas datas adequadas.

Por isso, esse trabalho desenvolveu uma solução capaz de auxiliar o agricultor através de tecnologias habilitadoras 4.0 na indicação de ajustes de plantio e de épocas de plantio baseados em uma solução em nuvem. A solução desenvolvida é um artefato relacionado a uma pesquisa prescritiva.

O artefato consiste na leitura de um qr code da sacaria da soja através de um aplicativo mobile, o qual buscará informações na nuvem relacionadas ao lote da soja. Várias informações serão fornecidas para o agricultor, sendo as datas de plantio, o tipo da peneira e o ajuste da população essenciais para o agricultor realizar a configuração do plantio. Além disso, a solução irá enviar notificações periódicas para o agricultor para mantê-lo informado sobre as datas do plantio e alertas do clima. Ainda, espera-se que no fim da colheita, o agricultor possa informar via aplicativo a produção por hectare para realimentar o banco de dados.

Os dados realimentados poderão ser utilizados pelas empresas parceiras tanto para melhoria na genética no caso das fornecedoras de sementes, como para a melhoria de equipamentos para os fabricantes de implementos agrícolas. Apesar disso, o grande objetivo dessa solução é ajudar o agricultor a melhorar o processo de plantio, otimizar dessa forma a safra para gerar mais alimentos e assim impulsionar a economia local.

### **5.1. Sugestões de trabalhos futuros**

Esse projeto teve a intenção de comprovar a utilização de tecnologias habilitadoras 4.0 para auxiliar os agricultores na tomada de decisão para a otimização do plantio de soja. Além disso, informações adicionais desse produto serão utilizadas com a entrada de modelos analíticos e estatísticos que podem ser utilizados pelas empresas de sementes para melhoria constante da genética e pelas empresas de máquinas agrícolas para melhoria de seus equipamentos.

No entanto, sabe-se que muito tem-se a evoluir nesse protótipo. Primeiro é necessário desenvolver um aplicativo que opera na plano de fundo dos smartphones e que seja compatível tanto com tecnologia android como Iphone. Esse desenvolvimento é importante, pois nesse trabalho, recursos móveis foram utilizados como a câmera,

leitura de qr-code e o navegador do mobile para acessar as informações da semente relacionadas ao qr-code.

Em seguida, deve ser realizado um sistema de autenticação e controle de acesso para a segurança da solução e a segurança dos dados dos usuários que serão armazenados em nuvem, além dos dados da genética das sementes. Já que nesse trabalho não foi desenvolvido um sistema de login e senha que permitisse o acesso seguro às informações. Por esse motivo, informações genéricas foram utilizadas para a construção do artefato.

Após a concretização da versão final desse trabalho, espera-se evoluir a ponto de realizar a conectividade direta com os dados da plantadeira. Para isso, será necessário realizar um sistema de conectividade e coleta dos dados do trator e da plantadeira via rede CAN BUS para assim realizar os ajustes de forma automática a partir da leitura do QR-CODE. No entanto, para realizar esse desafio, uma parceria com a empresa de máquinas agrícolas deverá ser realizada para identificar a maneira mais correta para realizar esses ajustes.

Por fim, espera-se que esse trabalho possa gerar dados de produtividade para as empresas fornecedoras de sementes que podem ser utilizadas para melhoria contínua. Esse trabalho compreende a utilização de técnicas avançadas de Machine Learning, Data Science e Analytics para realizar a identificação de padrões referentes a localizações, a estações de tempo e clima para dessa forma realizar as indicações de distribuição de população e faixas de tempo de acordo com a análise de dados. Inclusive será possível modificar as faixas de datas de plantio de acordo com o solo e as condições climáticas, adiantando ou retardando de acordo com épocas chuvosas ou de estiagem.

Com isso espera-se um aumento de produtividade através da otimização do processo de plantio da soja no Brasil. Porém nada impede que outras cultivares como de trigo ou milho possam usufruir desse sistema no futuro, ou ainda, que o sistema seja retroalimentado e que conecte não apenas as plantadeiras, mas também os pulverizadores e as colheitadeiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, B. 5G já está presente em 34 países, diz relatório da Viavi. **Teletime**, 2020. Disponível em: <https://teletime.com.br/27/02/2020/5g-ja-esta-presente-em-34-paises-diz-relatorio-da-viavi/>. Acesso em 23 nov. 2021.

AWEKE, C. S., et al. Impact assessment of agricultural technologies on household food consumption and dietary diversity in eastern Ethiopia. **Journal Of Agriculture And Food Research**, [S.L.], v. 4, p. 100141, jun. 2021. Elsevier BV.

PIB do Agronegócio Brasileiro. **CEPEA ESALQ USP**, 2021. Disponível em <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> Acessado em 22/11/2021.

COCLITE, G. M.; DEVILLANOVA, G.; SOLIMINI, S. Measure valued solutions for an optimal harvesting problem. **Journal de Mathématiques Pures et Appliquées**, v. 142, p. 204–228, out. 2020a.

CORRÊA, M. I. de S.; SOUZA, A. C. R. de; MARÇAL, M. C. C. O uso do QR Code na gestão da comunicação: o caso da rede social WineTag. **Informe: Estudos em Biblioteconomia e Gestão da Informação**, Recife, v. 1, n. 1, p. 118- 132, 2012.

DA SILVEIRA, F.; LERMEN, F. H.; AMARAL, F. G. An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 189, p. 106405, out. 2021.

DELIBERADOR, L. R.; DE MELLO, L. T. C.; BATALHA, M. O. Perdas de Grãos no Transporte e Armazenagem: Uma Revisão Sistemática da Literatura com Análise Bibliométrica. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 174, 2019. ISSN 1984-2430.

DIAS, W. et al. Performance Analysis of a 5G Transceiver Implementation for Remote Areas Scenarios. **European Conference on Networks and Communications (EuCNC)**. IEEE, 2018.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information. **Mis Quarterly**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

KHAN, W. Z. et al. Edge computing: A survey. **Future Generation Computer Systems**, v. 97, p. 219–235, 2019.

KNORR, M. T. Quarenta anos de expansão da soja no Brasil, 1975-2015. **Confin**, 33, 2017.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LIMA, E. P. DE; LEZANA, Á. G. R. Desenvolvendo um framework para estudar a ação organizacional: das competências AO. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 2, p. 177–190, 2005.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; 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, p. 28-35, 2017.

MILANEZ, A. Y. et al. Conectividade Rural: Situação atual e alternativas para *superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil*. **BNDES Set.**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 7-43, 2020.

MONTEIRO, J. E. B. de A.; OLIVEIRA, A. F. de; NAKAI, A. M. TIC em agrometeorologia e mudanças climáticas. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. (Ed.). **Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, Cap. 7, p. 121-138, 2014.

NOVO relatório da FAO destaca possíveis benefícios e riscos associados à alimentação do amanhã. **Fao.org**, 2022; disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1476542/>

PANKIEWICZ, I. O que são os QR Codes. **Tecmundo**. Curitiba, PR. 2009. Disponível em <https://www.tecmundo.com.br/imagem/1995-o-que-sao-osqr-codes-.htm>. Acesso em 23 nov. 2021.

PANORAMA Agro. **CNA**, 2021. Disponível em <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro#:~:text=Como%20revela%20a%20figura%201,%2C6%20bilh%C3%B5es%2C%20em%202020>. Acessado em 16/04/2022.

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

SABURI, B. QR Codes no Brasil: o guia completo. Disponível em: <https://pt.shopify.com/blog/qr-code>. Acesso em 23 nov. 2021.

SEIXAS, C., et al. Tecnologias de produção de soja. **Tecnologias de Produção de Soja. Londrina: Embrapa Soja**, 2020. 347 p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n. 17). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1123928/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em 26 mar. 2022.

SÉRIE histórica das safras. **CONAB**, 2022. Acesso em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=30>. Acessado em 16 de Abril de 2022.

SILVA, J. M. P. .; CAVICHIOLI , F. A. O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 616–629, 2020.

SRIVASTAVA, P.; KHAN, R. A Review Paper on Cloud Computing. **International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, v. 8, n. 6, p. 17, 2018.

TAO, W. et al. Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 189, p. 106352, out. 2021a.

VAN BEEK, C. L., et. al. Feeding the world's increasing population while limiting climate change impacts: linking n<sub>2</sub>o and ch<sub>4</sub> emissions from agriculture to population growth. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 89-96, abr. 2010. Elsevier BV.