

## Análise, modelagem e prototipagem do aplicativo tomateiro\$: ferramenta tecnológica de apoio a gestão dos custos de produção.

### RESUMO

O presente estudo relata as atividades decorrentes da execução do projeto de extensão intitulado Tomateiro\$: - Aplicativo de Gerenciamento de Custos de Produção, desenvolvido pelo Instituto Federal Goiano Campus Iporá, em parceria com a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. O embasamento da proposta decorre de uma pesquisa de doutorado, em pleno desenvolvimento, que envolve aspectos gerais sobre a cadeia produtiva do tomate de mesa, identificando os gargalos e oportunidades do setor. De acordo com a realidade percebida e os potenciais instrumentos condizentes com a realidade do produtor, definiu-se pela criação de uma ferramenta tecnológica que auxilie na apuração dos custos de produção do tomate de mesa. Assim sendo, foi criado um aplicativo livre para dispositivo Android Studio e Netbeans, em linguagem Java, alinhado ao objetivo proposto. Sabe-se que a produção de tomate possui significativa relevância socioeconômica pela geração de emprego e renda, estando entre os principais produtos agrícolas do Estado de Goiás. Contudo, é preciso destacar que o cultivo da cultura ocorre em sistemas distintos, a considerar a destinação do fruto (consumo fresco ou processamento) representando cadeias produtivas diferentes que apresentam significativa disparidade quanto aos custos de produção, tratos culturais, entre outros aspectos de ordem técnica e mercadológica que carecem de estudos e ferramentas específicas que venham a auxiliar o produtor no exercício de suas atividades. Será realizado teste de aceitação com produtores-usuários após o período pandêmico, para identificar a percepção dos mesmos em relação ao aplicativo quanto a aspectos de usabilidade, funcionalidade, layout e outros fatores que possam ser corrigidos ou melhorados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão da produção. Software. Tomate fresco.

Maria Gláucia Dourado Furquim  
<http://orcid.org/0000-0001-7823-9546>  
[maria.furquim@ifgoiano.edu.br](mailto:maria.furquim@ifgoiano.edu.br)  
Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia Goiano  
(IF Goiano) - Iporá, Goiás, Brasil.

Abadia dos Reis Nascimento  
<http://orcid.org/0000-0003-3952-5878>  
[abadiadosreis@ufg.br](mailto:abadiadosreis@ufg.br)  
Universidade Federal de Goiás  
(UFG) - Goiânia, Goiás, Brasil.

Dionatan Pontes de Oliveira  
<http://orcid.org/0000-0002-8352-8809>  
[dionatanoliveirapc@gmail.com](mailto:dionatanoliveirapc@gmail.com)  
Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia Goiano  
(IF Goiano) - Iporá, Goiás, Brasil.

Daniela Cabral de Oliveira  
<http://orcid.org/0000-0002-9647-933X>  
[daniela.cabral@unemat.br](mailto:daniela.cabral@unemat.br)  
Universidade do Estado de Mato  
Grosso (Unemat) - Alto Araguaia,  
Mato Grosso, Brasil.

Clayton Luiz de Melo Nunes  
<http://orcid.org/0000-0002-9794-4790>  
[cmnunes@ufg.br](mailto:cmnunes@ufg.br)  
Universidade Federal de Goiás  
(UFG) - Goiânia, Goiás, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma espécie diploide ( $2n=2x=24$ ) pertencente ao gênero *Solanum* (seção *Lycopersicon*) da família das Solanáceas da qual fazem parte a pimenta, o pimentão, berinjela, jiló entre outros, e, embora seja uma cultura perene, é cultivada anualmente com ciclo biológico que varia de 95 a 125 dias (ALVARENGA, 2013). Embora os agentes que compõem a cadeia produtiva sejam comuns, os elementos são distintos e possuem especificidades que configuram o sistema de cultivo de tomate de mesa tais como: o lugar de cultivo (campo ou ambiente protegido), as condições para escoar a produção, o mercado a ser atendido (produto convencional ou orgânico) a capacidade de investimento do produtor, nível tecnológico a ser adotado, o perfil do produtor (pequeno ou grande) (PAGLIUCA et al., 2017). A análise do conjunto desses fatores possibilita o entendimento da participação de cada agente em termos socioeconômicos. De acordo com Machado Neto, et al. (2018, p. 585), “A cultura do tomate é um importante gerador de renda para pequenos produtores. Do ponto de vista socioeconômico, quase toda a produção de tomate de mesa é proveniente de agricultores familiares, proporcionando emprego e renda”.

Conforme apresentado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA (2017) acerca do faturamento geral estimado em cada um dos elos que constituem a cadeia de hortaliças, o segmento com maior expressividade na movimentação financeira da cadeia é o elo da distribuição, representando 45% do total (atacado 13% e varejo 32%); para produtores, fornecedores de insumos, indústria de alimentos e agentes facilitadores (assistência técnica), a participação no faturamento foi de respectivamente 27%, 17%, 10% e 1%. Ao analisarmos o segmento a montante da propriedade, estão as empresas que fornecem os insumos e equipamentos necessários para o exercício da atividade em si, como: fertilizantes, corretivos, irrigação, defensivos, mudas, sementes, implementos, adubos, assistência técnica e outros. Quanto ao tomate destinado ao consumo fresco, são observados aspectos que se estendem da produção à comercialização, que exigem do produtor a condução da atividade de maneira profissionalizada, ou seja, adotando ações que estrategicamente proporcionam melhores resultados. Nesse sentido, o planejamento e o acompanhamento da atividade em suas diferentes etapas possibilitam uma tomada de decisão mais assertiva.

Segundo dados do Anuário da Agricultura Brasileira - Agrianual (2020), o custo de produção total de uma lavoura de tomate estaqueado, com espaçamento 1,00 x 0,80 m e densidade 12.500 plantas.ha-1, para uma produtividade média de 280 caixas/1.000 plantas, é de R\$89.688,00.ha-1 por ciclo ou de R\$ 25,63/caixa de 22 kg. Os componentes que formam os custos de produção podem ser descritos em: operações mecanizadas, operações manuais, insumos e administração, que respondem individualmente por 7,14%, 27,23%, 56,82% e 8,81% respectivamente dos custos. Por sua vez, para a produção de tomate industrial, o custo é de R\$17.041,00 por ciclo.ha-1, considerando uma produtividade média de 85 t.ha-1 (AGRIANUAL, 2020).

Para tanto, diferentes instrumentos precisam ser incorporados na gestão da atividade, de forma sistemática e rotineira, tais como: definição de quê, quanto, como e onde produzir; controle dos custos e receita; canais de comercialização; rede de fornecedores de insumos; mão de obra; marcos regulatórios, entre outros (FURQUIM; NASCIMENTO; SOUZA, 2020). Assim, alinhadas à necessidade dos diferentes elos da cadeia, têm-se, prontas e em desenvolvimento, diferentes

ferramentas tecnológicas para auxiliar na condução da produção agrícola, o que ilustra o contínuo processo de transformação digital.

Embora o momento atual seja marcado pela internet das coisas, Big Data e ciência de dados, inteligência artificial, biotecnologia, bioinformática, nanotecnologia, entre outras tecnologias que caracterizam o Agro 4.0 ou a quarta revolução industrial, o efetivo acesso às tecnologias geradas está condicionado ao perfil do produtor rural: internet de baixo custo e tecnologias adequadas ao negócio agrícola e às suas especificidades (MASSRUHÁ et al., 2020; FERRAZ; PINTO, 2017). Ou seja, corroborando o processo de democratização tecnológico nas atividades agropecuárias, dado o entendimento da essencialidade das tecnologias digitais para a eficiente condução dos negócios rurais, conforme apontam Massruhá e Leite (2017, p.29), “O uso das TIC’s (Tecnologias da informação e comunicação) e das novas tecnologias digitais é um caminho sem volta no mundo rural, na era da Agro 4.0. A TIC é mola propulsora e integradora dessa inovação dentro e fora da cadeia produtiva [...]”.

Diante do contexto apresentado, o presente estudo descreve as atividades inerentes às etapas de análise, modelagem e prototipagem do aplicativo Tomateiro\$, um software que foi desenvolvido para calcular os custos de produção do tomate de mesa, considerando a carência de tecnologia específica desenvolvida para esse fim, e que adicionalmente é de acesso livre e de fácil manuseio.

### **Aspectos gerais sobre a adoção de tecnologias digitais em propriedades rurais brasileiras: caminhos para o aumento da competitividade**

A agricultura mundial encontra-se diante do desafio de produzir alimentos para atender a uma demanda populacional cada vez mais crescente, frente a desafios como limitação de disponibilidade de recursos naturais; mudanças do clima (redução da produtividade); diferentes níveis de renda e de perfil dos consumidores; segurança alimentar (alimentos nutritivos e funcionais); e, mais recentemente, a pandemia causada pelo Coronavírus, que imputa a adoção de ajustes em toda a cadeia produtiva de alimentos, fibras e energia. Nesse contexto, dentre as soluções possíveis e disponíveis para as atuais problemáticas no campo, está o movimento de transformação digital (MASSRUHÁ et al., 2020).

Vale dizer então que o desenvolvimento e a disseminação de meios eletrônicos geram dados que auxiliam a força humana de trabalho e perpassam pela conexão estabelecida entre os ambientes físico e virtual. Segundo Massruhá e Leite (2017, p.30), o processo de difusão tecnológica decorre da sincronia dos respectivos fatores: “[...], a convergência da base tecnológica, pela adoção da forma digital na geração e manipulação de conteúdo; a evolução na informática, que propicia processamento mais rápido a custos cada vez menores; e a evolução dos meios de comunicação, que tem permitido a expansão da Internet”.

Cabe destacar também que a evolução agrícola mundial se funde, ao longo da história, com a própria evolução humana e, conseqüentemente, com a exploração do ambiente, inicialmente praticada para fins de subsistência devido à baixa produção. Dessa forma, com o advento da Revolução Industrial, associado à incorporação de técnicas de adubação e manejo e à utilização de máquinas, houve um incremento na produtividade, além de aumento da população urbana.

Particularmente, no Brasil, no período de 1950 a 1960, a agricultura praticada era rudimentar, com a adoção de práticas inadequadas que ocasionavam grandes impactos ambientais e uso de grandes áreas. Mudanças de base técnica ocorreram na agricultura nacional a partir de 1960, decorrente da “Revolução Verde”, que promoveu tanto a substituição do arado com tração animal por tratores quanto a incorporação de sementes modificadas e químicos (fertilizantes, defensivos), os quais possibilitaram significativo incremento na produção, iniciando o processo de modernização agrícola no país. Contudo, a ocorrência da reestruturação produtiva no campo gerou como consequência o êxodo rural, em razão do aumento nos custos de produção, da especialização produtiva e, conseqüentemente, do aumento do desemprego no campo (ANGRA e SANTOS, 2002).

As transformações produtivas no campo foram tão significativas que esse período ficou conhecido como “Milagre econômico”. Dentre as contribuições do Estado para alterar a condição de importador de alimentos para exportador, destaca-se o investimento em pesquisa com a criação, em 1973, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Conforme Fernandes et al., (2018, p. 85), “Uma das missões da Embrapa era, por exemplo, lidar com o melhoramento do solo do cerrado para que fosse possível produzir commodities agrícolas (culturas valorizadas no mercado internacional), como a soja, o milho e o algodão”, missão que ilustra as ações do projeto de desenvolvimento e inovação da agricultura brasileira. Segundo Massruhá et al., (2020, p. 27), “Desde então, as tecnologias evoluíram de um modo inimaginável para a época, com máquinas e implementos para aumentar a eficiência das atividades do campo, uma tendência que ficou conhecida como agricultura de precisão, inaugurando a agricultura 3.0”.

Atualmente, existem diversas vertentes tecnológicas relacionadas às demandas dos negócios rurais e do ambiente digital, fruto de tecnologias disruptivas que levaram a uma nova fase na agricultura, denominada Agro 4.0, caminhando para a agricultura 5.0. Nesse sentido, “A agricultura 4.0 é uma analogia à Indústria 4.0, como resultado da transformação digital do setor agrícola por meio da coleta massiva de dados para ajudar na tomada de decisão” (MASSRUHÁ et al., 2020, p. 28).

De acordo com os mesmos autores, a evolução das TIC’s e a atuação da Embrapa podem ser categorizadas em fases ao longo do tempo. Como características da 1ª fase, têm-se: Mono usuário, software em desktop, computador central e pesquisa sistêmica, entre os anos de 1985 à 2000. A 2ª fase compreende o período de 2000 a 2015, e tem características como o uso de redes sociais, aplicativos de celular, internet, computação em nuvem e pesquisa integrada. Já a 3ª fase é marcada por sistemas conectados, Big Data, Analytics, Internet das coisas, robótica e pesquisa completa, a partir de 2015.

Nessa perspectiva, de acordo com Oliveira (2018) o processo dialético entre tecnologia e sociedade se faz ao longo das transformações históricas humana, resultante da racionalidade científica no tempo/espaço de sua ocorrência, para além do puro meio de produção. Reflete, portanto, os avanços em âmbito social que implicam na interação e compreensão do indivíduo em relação aos processos, produtos e à subjetividade das atividades. Assim, “A trajetória da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, portanto, acompanha a história do empreendimento humano e de sua diferenciação do mundo natural através do emprego da técnica [...]” (OLIVEIRA, 2018, p. 262).

Neste contexto sócio-histórico, a dependência dos grupos humanos ao domínio de determinado nível técnico, se faz a priori para resguardar a sua sobrevivência, enquanto o refinamento dos meios técnicos possibilitou o existir e o bem-estar de grupos humanos maiores. Para Mitcham (1989 apud OLIVEIRA 2018) as relações entre CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em termos de compreensão se dividem em três períodos a saber: 1) visão pré-moderna na qual CTS se encontram em esferas distintas, embora a sociedade ou o Estado controle a Ciência e Tecnologia, sendo a ciência fundamentada no saber teórico em sobreposição ao fazer cotidiano; 2) visão moderna estabelece a autonomia entre CTS, tendo o conhecimento um caráter emancipatório enquanto a ciência se desvincula do corpo de conhecimento teórico-contemplativo; 3) visão pós-moderna refutam o simplismo das relações entre CTS, ao mesmo tempo em que promove a articulação entre campos científicos diversos e interdisciplinares. Conforme corroboram Ferreira e Axt (1999) ciência e criação tecnológica se autonomizam da produção, transformando-se em agentes sociais especializados a considerar as operações abstratas do pensamento lógico.

Assim sendo, CTS se fazem distintos e complementares entre si, ao ilustrar os avanços em termos técnico e científico a partir de demandas sociais, bem como promover transformações sociais a partir do desenvolvimento tecnológico e científico. Como exemplo, Mahapatra (2020) esclarece que o uso de aplicativos para smartphones figura como ferramenta de intervenção do espaço agrícola, especialmente importante ao considerar a falta de informações instantâneas como um dos gargalos do setor. E acrescenta que “Os aplicativos para smartphones revolucionaram a conectividade e foram usados para transferir informações agropecuárias aos agricultores”, possibilitando a adoção de tecnologias que transcendem a simples mensagens de voz ou texto (MAHAPATRA, 2020, p. 116). Nessa linha, Adornes e Muniz (2019) consideram que uma nova “era” de oportunidades e colaborações surgiu a partir dos avanços tecnológicos permitindo renovar modelos de trabalho e compartilhamento de informações.

Contudo, é preciso mencionar que a efetiva adoção dessas tecnologias ainda encontra barreiras de diferentes ordens.

No contexto rural, por exemplo, a agricultura familiar carece de tecnologia com linguagem adaptada à realidade do produtor e de fácil assimilação, condizente com o nível tecnológico dessa categoria produtiva.

Essa necessidade torna-se especialmente importante ao considerarmos a capacidade de aquisição, investimento em infraestrutura e formação para o uso de algumas ferramentas, o que faz com que, embora se tenha avançado em diferentes “eras” tecnológicas, para uma categoria produtiva em específico, o uso de aplicativo celular, software e redes sociais ainda estão sendo incorporados, de maneira gradativa, para auxiliar no acompanhamento, gestão e/ou controle da atividade.

## **METODOLOGIA**

O presente projeto foi desenvolvido de forma colaborativa entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano-Campus Iporá e a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG. A proposta decorre das demandas identificadas na cadeia produtiva do tomate de mesa, oriunda de uma

pesquisa de doutorado em pleno desenvolvimento, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio. A equipe foi constituída por profissionais das áreas de Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas e Tecnologia da Informação, que atuaram de forma complementar ao estabelecer uma proposta com eixo norteador multidisciplinar e foco tecnológico.

As reuniões ocorreram de forma online, via Google Meet, e demais aspectos que nortearam a estrutura do projeto foram discutidos em grupo criado no WhatsApp, conforme metas e atividades propostas elencadas no quadro 1.

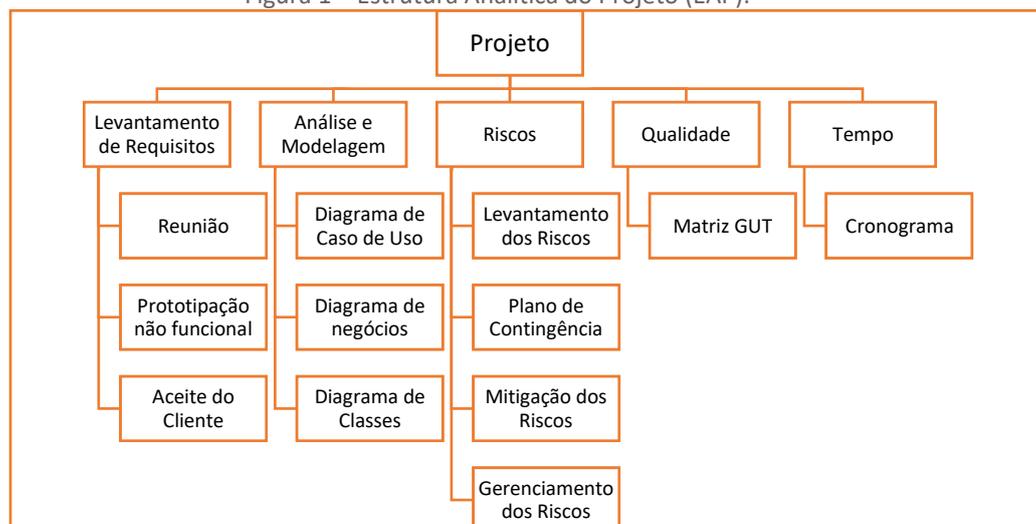
Quadro 1 – Metas e atividades inerentes ao projeto.

Metas	Atividades
Definição do escopo do APP	Definir as etapas do projeto conforme o guia PMBOK Fazer levantamento dos principais requisitos para compor o aplicativo Elaborar diagrama com as etapas do aplicativo conforme funcionalidades.
Análise e Modelagem de Sistemas	Fazer a modelagem do aplicativo conforme a linguagem padrão (UML) para a elaboração de projetos de software Configuração de ambientes de desenvolvimento
Desenvolvimento Interface de Programação de Aplicações (API)	Desenvolvimento API e Desenvolvimento do Protótipo Integração Protótipo com API Validação

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Na elaboração deste trabalho, foi adotado o gerenciamento do projeto, contemplando etapas como: escopo, riscos, qualidade e tempo, segundo foi designado pelo Guia Project Management Body of Knowledge (PMBOK®), cujas etapas serão descritas. De acordo com Sales et al., (2017), a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é uma das principais ferramentas de gerenciamento de projetos, base para as atividades de execução. A EAP tem como objetivo dividir as entregas em componentes menores que facilitam o gerenciamento do projeto. Em análise, a Figura 1 ilustra a EAP em forma de organograma, demonstrando as etapas do projeto, descritas nos resultados e discussão do presente artigo.

Figura 1 – Estrutura Analítica do Projeto (EAP).



Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

Conforme visualizado na figura 1, as atividades relativas ao desenvolvimento do projeto são agrupadas consoante a etapa com a qual se relacionam, bem como são distribuídas de modo a estabelecer uma sequência do que precisa ser realizado e da interdependência entre as fases que perpassam do refinamento da proposta ao tempo para a “entrega” do produto. Nesse sentido, para a definição da linguagem de programação, ferramentas e tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento do software, foram realizadas buscas em plataformas digitais para identificar aplicativos com características mais usuais e comercialmente aceitas. Dessa forma, utilizou-se a ferramenta de gestão denominada benchmarking para a comparação e identificação do melhor modelo a ser adotado. Em suma, os aspectos referentes ao desenvolvimento do aplicativo são descritos no quadro 2.

Quadro 2 – Tecnologias utilizadas no desenvolvimento do aplicativo.

Tecnologia utilizada	Característica
Android Studio e Netbeans.	IDE - Ambiente de Desenvolvimento Integrado
Postman, Github.	Ferramenta: API - Interface de Programação de Aplicativos
Hibernate, Spring MVC, Spring Boot, Spring Data JPA, Spring Security	Frameworks: Modelo de programação
Java	Linguagem de programação
MariaDB	Banco de dados
JWT	Autenticação

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

## DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

Segundo Hortifruti/Cepea(2021), a tomaticultura de mesa possui um dos mais elevados custos de produção em comparação a outras culturas anuais, em virtude tanto da suscetibilidade da cultura a pragas e doenças quanto do alto emprego de mão-de-obra, que se encontra cada vez mais cara e escassa. Para Reis Filho (2009, p. 309), “o custo de produção está relacionado a um pacote

tecnológico do tomate, que determina como o agricultor deve proceder, desde a decisão de qual variedade plantar, preparo do solo e tratos culturais, até a colheita e comercialização”.

Nesse sentido, o escopo deste trabalho envolveu análise, modelagem e prototipagem do aplicativo Tomateiro\$, desenvolvido para a plataforma Android, com o propósito de auxiliar na gestão dos custos de produção do tomate para consumo fresco. Para tanto, foi realizada uma pesquisa em sites e demais mídias digitais, para identificar os principais aplicativos disponibilizados no mercado, voltados para smartphones com sistema operacional Android, cujas características funcionais são análogas à ferramenta desenvolvida, estando os resultados do levantamento, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Levantamento dos aplicativos com características similares disponíveis no mercado.

Aplicativo	Descrição
PROPLANTI	Focado no gerenciamento da produção até o packing house, adapta-se a diversas cadeias produtivas do agronegócio, podendo ser acessado de qualquer dispositivo com acesso à internet.
PLANTI360	Utilizado em conjunto ao PROPLANTI o PLANTI360, possui os módulos: financeiro, contábil, compras, comercial e faturamento. Possibilita o controle de forma integrado de todas as etapas do negócio.
ALFACINHO	Com este software, os produtores terão a facilidade de apurar os custos de produção de seus produtos hortícolas. O sistema ALFACINHO realiza o cálculo dos custos por lote e por unidade de hortaliça produzida.
HORTA FÁCIL	O software realiza, de forma otimizada, o dimensionamento da área a ser cultivada, bem como o número e a dimensão dos módulos de cultivo para cada hortaliça, embora não contemple a parte de gerenciamento de custo de produção.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Por meio de pesquisa sobre aplicativos semelhantes, atualmente disponíveis no mercado, identificaram-se as principais funcionalidades disponibilizadas, os elementos visuais, os ícones e as respostas do sistema, de maneira a contribuir com o delineamento da proposta. Verificou-se que alguns aplicativos são disponibilizados de forma paga e outros de forma gratuita, sem, contudo, apresentar funcionalidades de exportação dos dados para o formato xlsx (Excel); diferenciação entre custos e investimento; depreciação; receita total e por caixa de tomate produzida (22kg); e apuração dos custos por subgrupos: operações manuais, operações mecânicas, insumos e administrativo, dentre outras particularidades presentes na produção do tomate de mesa.

Em seguida, realizou-se a elicitação de requisitos, por meio de reuniões, entre os membros da equipe que assumiram a figura do “cliente”, uma vez que a identificação das demandas acerca da ferramenta não foi diretamente obtida junto aos produtores, em decorrência do atual momento pandêmico. Sommerville (2011) afirma que a etapa de elicitação de requisitos tem como intuito obter informações sobre o domínio da aplicação, os serviços que o sistema deve oferecer, o desempenho do sistema, restrições de hardware e o desenvolvimento de diferentes protótipos. Para Parente et al., (2020, p. 132), “Os requisitos são todas as atribuições e funcionalidades que se espera obter através do app”.

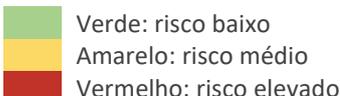
A elicitação de requisitos foi dividida em sub etapas: reuniões, prototipação não funcional e aceite do cliente (validação da equipe). Após a definição dos requisitos do projeto, foi definido o modelo de processo prototipação. Sommerville (2011) afirma que o protótipo é a versão inicial do sistema de software, usado para demonstrar conceitos, experimentar opções de projeto e descobrir o problema e suas possíveis soluções.

### Riscos

O gerenciamento de projetos discute com eficácia as incertezas do projeto, evitando que estas se transformem em problemas. Acerca disso, Schwalbe (2002) afirma que as incertezas dos projetos fazem com que os riscos estejam presentes ao longo do ciclo de vida.

Nesse sentido, surge a matriz de probabilidade versus impacto, com intuito de determinar os riscos, calcular os impactos e a probabilidade e, assim, quantificar quais os riscos com maiores impactos e probabilidades no projeto. Os riscos potenciais pertinentes ao projeto foram: 1) ausência de realização de reuniões presenciais; carência de informações específicas em Órgãos oficiais de pesquisa sobre a cadeia do tomate de mesa; 3) atividades planejadas não serem realizadas conforme estabelecido em cronograma; 4) ausência de informações diretamente levantadas junto aos produtores; 5) pandemia da COVID-19. Os riscos identificados são categorizados de acordo com o grau de impacto versus a probabilidade de ocorrência, apontando o grau de implicação nas atividades do projeto, norteados a definição de um plano de contingência. Para uma melhor gestão, os riscos foram priorizados de acordo com o quadro 4:

Quadro 4 – Matriz de Probabilidade x Impacto.

Grau de Probabilidade		Matriz de Probabilidade x Impacto			
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5
Impacto	1	2	3	4	5
Custo	Até 2% no orçamento	De 2 a 5% no orçamento	De 5 a 8% no orçamento	De 8 a 10% no orçamento	Acima de 10% no orçamento
Tempo	Até 2% no prazo total	De 2 a 5% no prazo	De 5 a 8% no prazo	De 8 a 10% no prazo	Acima de 10% no prazo
Escopo		Mudança impactará no custo	Mudança impactará no custo e no tempo	Mudança impactará no custo, tempo e qualidade	
					

Fonte: Escritório de Projetos. Modificado pelos atores (2021).

O PMI (2004) afirma que a gerência de risco se encontra no mesmo nível de importância de áreas conhecidas da gerência de projetos, como, por exemplo, gerência de escopo, tempo, custo e qualidade.

### Qualidade

O gerenciamento da qualidade, em projetos, tem como objetivo assegurar a satisfação das necessidades do cliente, envolvendo todas as etapas por todo o ciclo de vida. Sobre esse aspecto, Vargas (2009, p.6) afirma que:

Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência lógica e clara de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

Assim, como ferramenta de qualidade, foi desenvolvida a matriz GUT, com intuito de auxiliar a gestão a avaliar de forma quantitativa os problemas, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas. Nesse viés, Andrade (2017) afirma que a matriz GUT é utilizada para questões como: solução de problemas, estratégias, desenvolvimento de projetos e tomada de decisão. O quadro 5 ilustra a matriz GUT do projeto.

Quadro 5 – Matriz GUT.

Requisitos funcionais	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT	Classificação
Manter Produtor	3	3	3	27	5º
Recuperar senha	4	4	1	16	7º
Manter venda	4	4	3	48	3º
Manter safra	4	4	4	64	2º
Manter estrutura	4	4	2	32	4º
Manter custos	5	5	5	125	1º
Manter relatórios	3	3	2	18	6º

Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

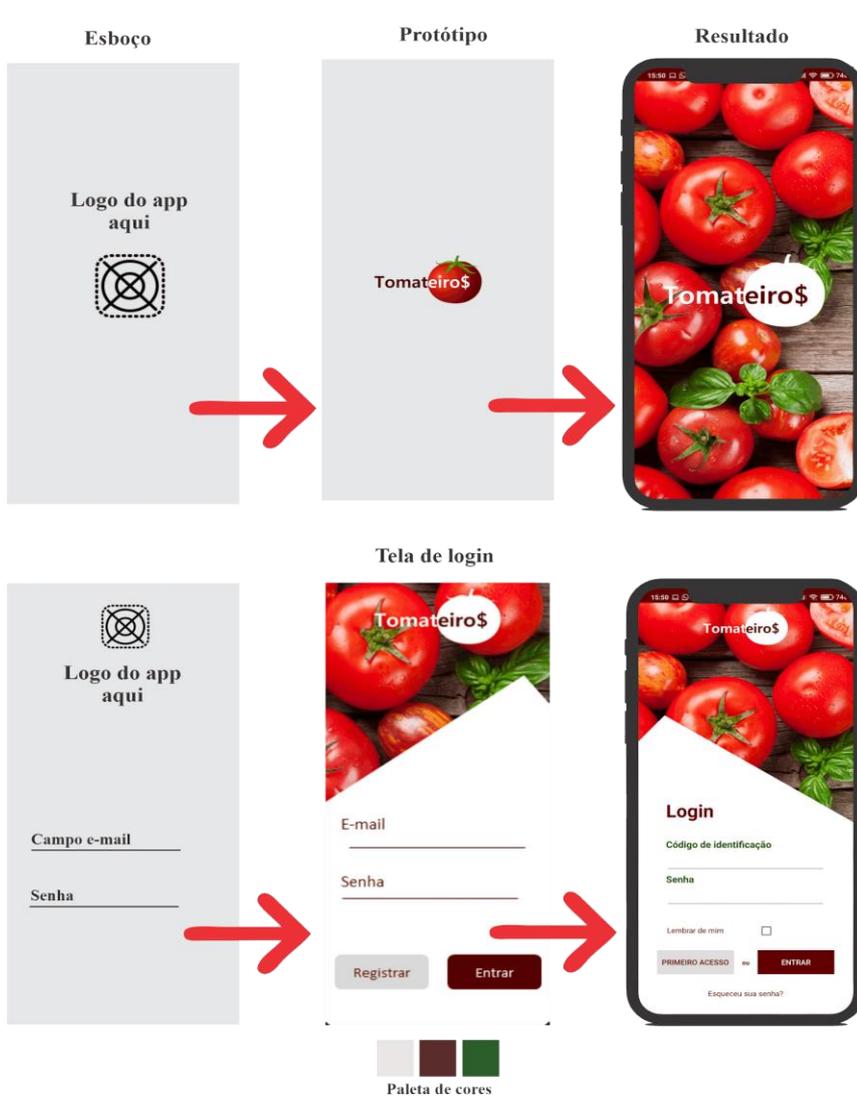
Para montar a matriz GUT, é necessário organizar as dificuldades que envolvem as atividades do projeto e, posteriormente, atribuir notas para cada problema citado, considerando os aspectos principais: gravidade, urgência e tendência. Na construção da matriz, utilizaram-se operações de CRUD (acrônimo do inglês que remete a operações básicas de criação, consulta, atualização e destruição de dados), para sintetizar requisitos funcionais fornecidos pelos utilizadores do sistema. Nesse caso, a expressão “manter” engloba/substitui o emprego de quatro outras palavras: cadastrar, alterar, excluir e buscar.

### Protótipos de baixa, média e alta fidelidade

Foram desenvolvidos protótipos (Figura 2) de baixa, média e alta fidelidade da interface do aplicativo, e o esboço inicial pretendeu proporcionar uma visão de como estão posicionados elementos como botões, imagens e entradas textos. Nessa etapa, o esboço, mesmo possuindo pouca informação, foi suficiente para abstrair e demonstrar para a equipe executora uma prévia do app. Após concluído o esboço, foi possível aprimorá-lo para o protótipo, contendo um nível maior de

detalhes, em que é definida a paleta de cores, a elaboração da logo e o estilo e o tamanho das fontes. Definidas essas características do app, com a validação do grupo, é dado início à etapa de análise e modelagem do projeto.

Figura 2 – Capturas de tela: Evolução do Protótipo.



Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

### Modelagem do Sistema

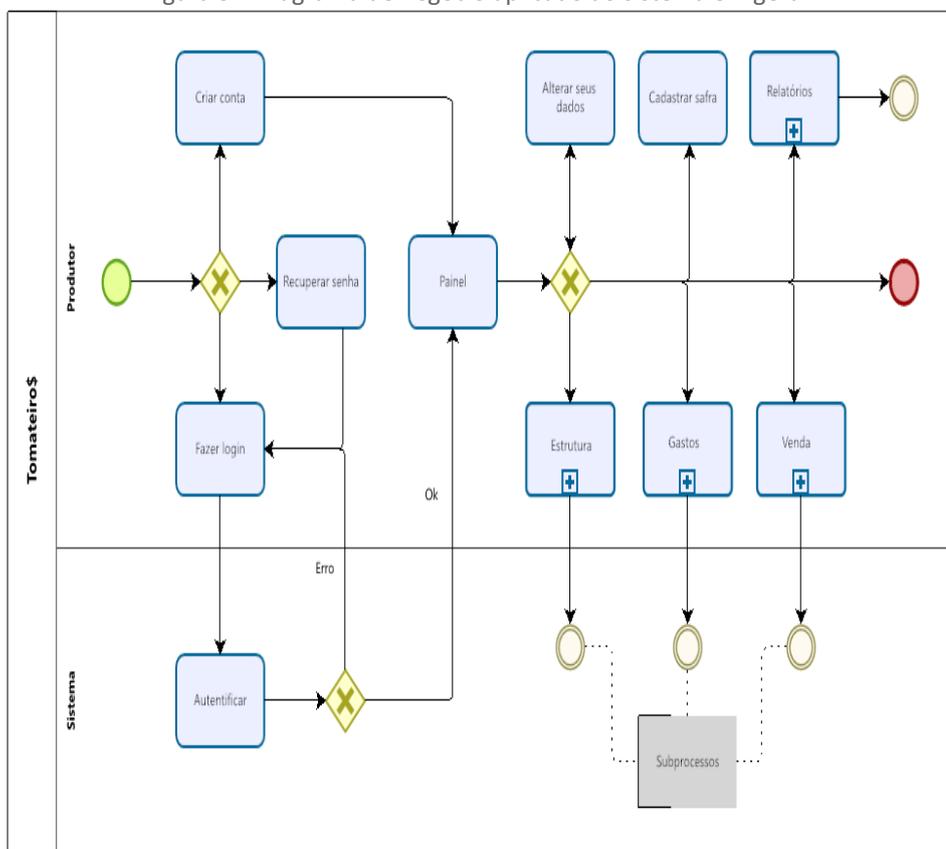
Logo em seguida, foi dado início à modelagem do sistema. A linguagem de modelagem de software (UML) tem como objetivo demonstrar a visualização, especificação, construção e documentação dos artefatos do projeto. Booch et al., (2005) afirma que é uma linguagem padrão para a elaboração da estrutura de projeto de software.

No projeto, foram elaborados os seguintes diagramas da UML: diagrama de negócio, diagrama de caso de uso, diagrama de classe, com objetivo de auxiliar o desenvolvedor nas tarefas de estruturar, abstrair e definir os objetos e seus atributos.

O diagrama de negócio apresentado na Figura 3 permite entender os processos (retângulos) de uma determinada organização. Com esse entendimento, e ao aplicá-lo ao uso do aplicativo, torna-se possível elaborar pontos de início (círculos verdes) e fim (círculos vermelhos) do aplicativo. O diagrama voltado ao uso do app é compreendido em duas raiais, a primeira sendo os processos e subprocessos destinados ao usuário, e a segunda referindo-se ao próprio sistema.

O uso do app é iniciado com a possibilidade de escolha do usuário em criar uma conta, caso não possua. Caso tenha, é possível efetuar login com a conta já existente. Com essa interação do usuário, o sistema autentica os dados fornecidos e, em caso de erro, o usuário é redirecionado à tela de login para uma nova tentativa, sendo essa etapa a primeira interação do usuário com o sistema, dentre outras.

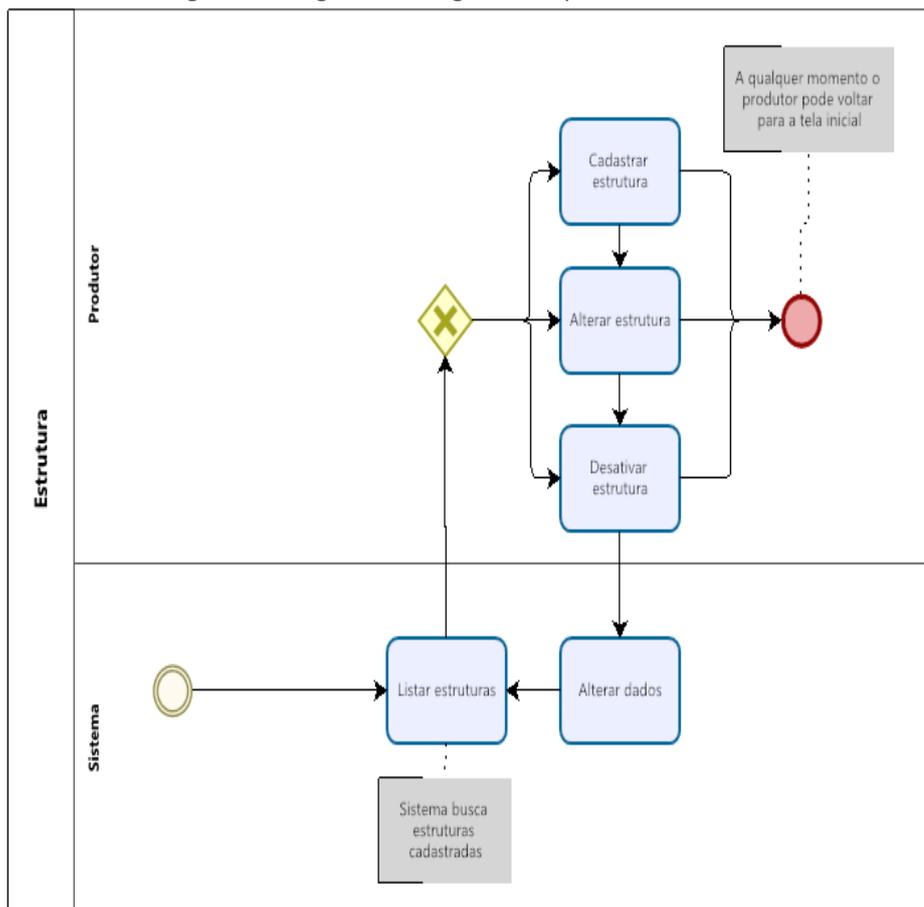
Figura 3 – Diagrama de negócio aplicado ao sistema em geral.



Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

Em determinado momento, a visão geral dos processos não foi o suficiente para a compreensão de pontos específicos, por isso foi preciso aprofundar nos subprocessos através de um novo diagrama de negócio. A Figura 4 ilustra, com detalhes, o subprocesso, estrutura que tem início após o usuário ter efetuado login e ter clicado na opção de estrutura, que consiste em todos os itens utilizados na produção do tomate, tais como maquinários, ferramentas e insumos, dentre outros. O sistema busca estruturas cadastradas e, com isso, o usuário pode alterá-las ou apagá-las a qualquer momento que desejar.

Figura 4 – Diagrama de negócio: Subprocesso Estrutura.

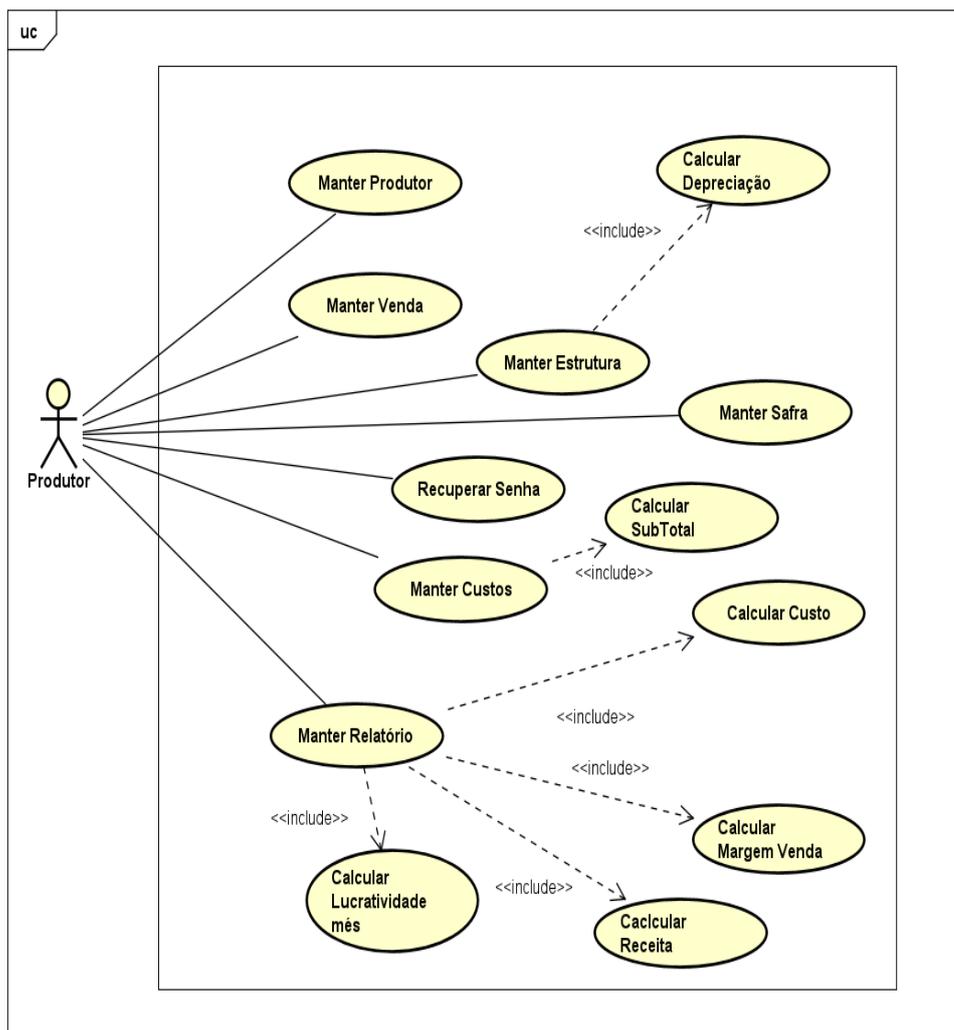


Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

### Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso representa as funcionalidades externamente observáveis do sistema e dos elementos externos que interagem com o sistema. O diagrama representa um refinamento de requisitos funcionais do sistema. A notação gráfica simples e a descrição em linguagem natural facilitam a comunicação entre a equipe técnica e os especialistas do domínio, conforme observado na Figura 5.

Figura 5 – Diagrama de Caso de Uso.



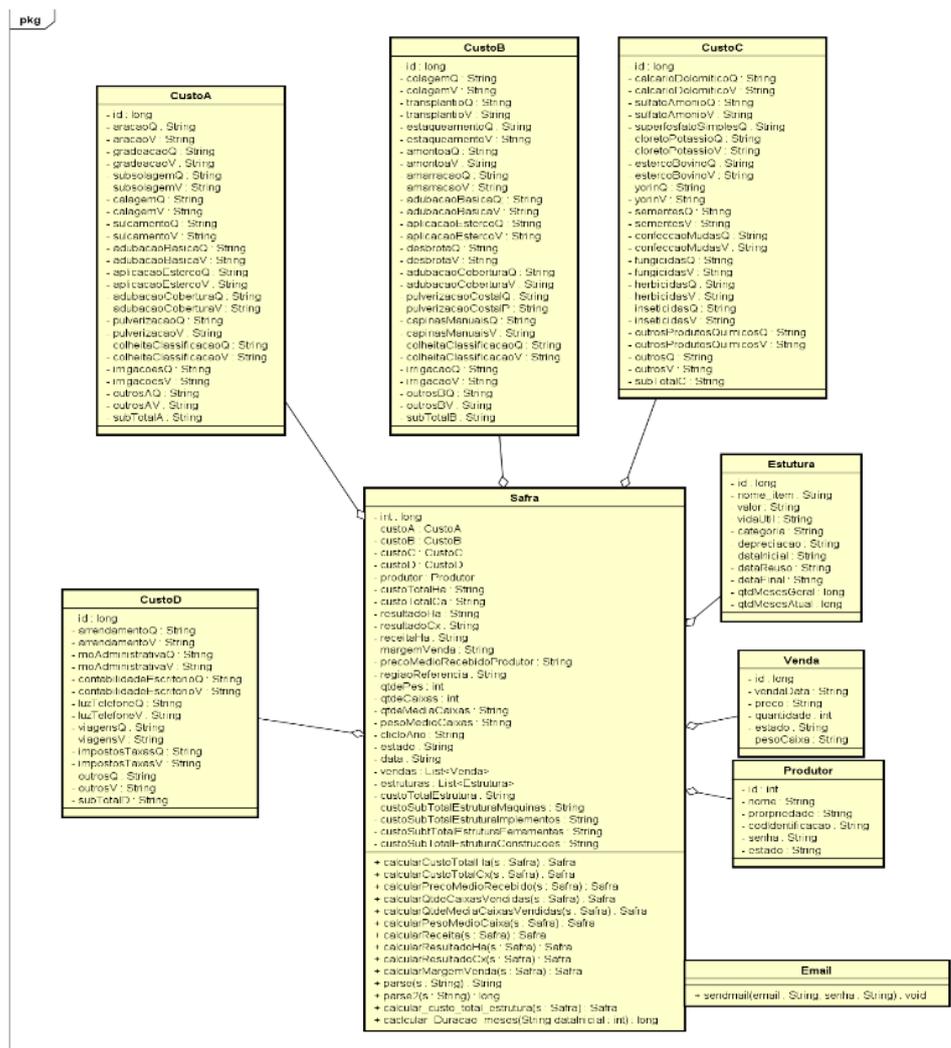
Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

Guedes (2018) afirma que o diagrama de caso de uso descreve como um usuário interage com o sistema, definindo os passos necessários para atingir um objetivo específico.

### Diagrama de Classe

O diagrama de classe mapeia a estrutura do sistema ao modelar suas classes, atributos, operações e relações entre objetos. A forma de classe consiste em um retângulo com três linhas: a linha superior contém o nome da classe; a linha do meio, os atributos da classe; e a linha inferior, os métodos ou operações da classe, conforme visualizado na Figura 6.

Figura 6– Diagrama de Classe.



Fonte: Elaborado pelos atores (2021).

Sommerville (2011) afirma que o diagrama de classe é usado no desenvolvimento de um modelo de sistema orientado a objetos para mostrar as classes de um sistema e as associações entre essas classes.

### Estrutura do protótipo

Com a análise e a modelagem concluídas, foi feita a divisão da estrutura do projeto em camadas, utilizado o software Android Studio 4.1. A camada model ou modelo foi utilizada para abstrair os objetos do mundo real, idealizados pela equipe, para o formato de classes, denominada em Usuário, Safra, Custos e Vendas entre outras já mencionadas no diagrama de classe, visando ao conceito, orientada a objetos.

Representações gráficas, como campos de texto, gráficos em pizza e listagem de itens ficaram a cargo da camada view. Essa camada está ligada diretamente com a controller, uma vez que o preenchimento do formulário de cadastro, por exemplo, deve ser validado e transformado em “um objeto” que representa o usuário com suas informações, ou seja, um modelo representativo.

A camada controller ou controladora proporciona a interação e a validação dos dados fornecidos em campos de texto como nome do proprietário, código de acesso e senha, informados na interface do usuário view ou telas do app. Como exemplo de validação dos dados, é demonstrado, através do método validar, registro que visa a validar a entrada das informações do usuário e comparar as senhas fornecidas. A camada retorna alertas para a interface, como, por exemplo, “Preencha todos os campos”, em caso de campo em branco, ou “As senhas não são iguais”.

Ademais, o sistema prossegue com a requisição de persistência dos dados na base de dados, caso o método retorne verdadeiro. Toda comunicação (envio ou solicitação) dos dados produzidos entre o app e a API (Application Programming Interface) são feitos pela camada request. De acordo com Souza et al., (2020), uma API ou interface de programação de aplicativos atua como intermediário para que duas aplicações se comuniquem entre si, promovendo assim a integração de softwares de aplicações, a partir de definições pré-existentes. Nesse sentido, “O intermediário da comunicação entre as duas aplicações é a API, que define protocolos, rotinas e ferramentas para que a mensagem seja entregue à aplicação provedora e a resposta retorne para a aplicação requisitante” (SOUZA et al., 2020, p.50).

Em termos gerais, a execução da referida proposta consiste em disponibilizar uma solução tecnológica que auxilie na gestão dos custos de produção no cultivo do tomate de mesa. Cabe mencionar que a produção de hortícolas é majoritariamente exercida por produtores familiares, arrendatários e meeiros que financiam a atividade com recursos próprios, assumindo os riscos financeiros e econômicos inerentes à atividade em si. Ademais, a produção do tomate de mesa possui elevado custo de produção, comparativamente ao tomate rasteiro, especialmente devido à complexidade de manejo durante todo o ciclo produtivo, que exige intensivo uso de mão de obra em tratamentos culturais específicos como: amontoa, amarrio, desbrota, poda de folhas e raleio dos frutos, cobertura do solo e tutoramento.

Assim, o desenvolvimento do software tende a contribuir para a gestão e o controle dos custos de produção, por ciclo, apresentando os resultados em subgrupos de custos divididos em: operações manuais, operações mecânicas, insumos e administração, estando previamente registrados itens comumente utilizados em cada safra e grupo. Contudo, a qualidade das respostas do sistema dependerá das informações inseridas pelo produtor, que deverá alimentar o banco de dados de maneira que os resultados expressem a realidade acerca dos custos e da receita, que serão exibidos em formato de gráfico com as respectivas porcentagens quanto cada item representa para a composição dos custos totais. O software possibilita a exportação das informações gerais para o formato xlsx (Excel), além de possuir um campo para a inserção e o cálculo de itens que se enquadram como investimento, pela possibilidade de uso em mais de uma safra, tais como mourão ou máquinas e implementos agrícolas, cuja depreciação será calculada.

Dessa forma, a implementação do aplicativo pelo público de interesse (produtores de tomate de mesa), tende, potencialmente, a contribuir com uma área ainda carente de tecnologias gratuitas destinadas para esse fim, auxiliando no processo de disseminação tecnológica em sincronia com a disponibilização de informações úteis para a tomada de decisão, considerando que, “Para a agricultura familiar, a utilização da TIC no processo produtivo torna-se um

diferencial competitivo por embasar a qualidade do produto, dentre outras coisas.” (FERRAZ; PINTO, 2017, p. 5). De acordo com a 8ª Pesquisa ABMRA - Associação Brasileira de Marketing Rural e Agronegócio Hábitos do Produtor Rural, 94% dos produtores têm smartphone e 57% dos entrevistados usam a rede, 15 ou mais vezes, por dia, em busca de informações relevantes para a condução das atividades do dia a dia, reforçando a importância das vantagens que a utilização das TICs proporciona, percebidas pelo produtor .

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ferramenta desenvolvida visa a auxiliar o produtor no armazenamento e análise de dados que apresentam informações relevantes sobre a composição dos custos totais e por subgrupo, bem como a receita apurada, considerando a área cultivada e a produtividade. Todavia, a qualidade das respostas geradas pelo sistema depende das informações inseridas pelo produtor, que deverá atuar de forma efetiva, uma vez que as TICs não atuam de maneira autônoma.

Pretende-se, com estudos futuros, a realização de teste de aceitação com produtores-usuários após o período pandêmico, para identificar aspectos de usabilidade, funcionalidade, layout e outros fatores relevantes, a serem pontuados pelo público de interesse, que possam ser corrigidos ou melhorados.

## Analysis, modeling and prototyping of the app tomateiro\$: a technological tool to support the management of production costs.

### ABSTRACT

This work reports activities related to the extension project entitled TOMATEIRO\$ - production cost management app, developed by the Federal Institute of Goiás at the Iporá campus, in partnership with the Agronomy Faculty of the Federal University of Goiás. The basis for this study results from an ongoing doctorate research that entails general aspects of the fresh tomato production chain and also identifies bottlenecks and opportunities in the sector. According to the reality perceived and the potential tools aligned with producers' standpoints, a technological tool was designed to auxiliare the gathering of data related to fresh tomato production costs. This way, a free app was created for Android Studio and Netbeans devices, in Java language. It is known that tomato production has significant social-economic relevance because it fosters employment and income, the reason why it is amongst the main agricultural products in the state of Goiás. However, it is important to highlight that the cultivate of this culture can happen in different systems regarding the destination of the fruits: it can either be destined to fresh consumption or to industrial processing. Each purpose entails a particular production chain, with significant disparity on production costs, cultural traits and other technical and market aspects. Due to these singularities, each of these production chains requires studies and tools that can aid producers in their daily activities. Acceptance tests will be applied to producer-users after the pandemic period, so that their perception on the app regarding aspects of usability, functionality and layout may be corrected or perfected.

**KEYWORDS:** Production management. Software. Fresh tomatoes.

## REFERÊNCIAS

ADORNES, G. S.; MUNIZ, R. J. Collaborative technology and motivations: utilization, value and gamification. *Innovation & Management Review* Vol. 16 No. 3, 2019 pp. 280-294.

ANDRADE, D. F. *Gestão de Serviços Artigos Brasileiros*. (2), Poisson, Belo Horizonte, 2017.

BEBELI, P.J.; MAZZUCATO, A. The Solanaceae – a review of recent research on genetic resources and advances in the breeding of tomato, pepper and eggplant. *European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2(1): 3-30, 2008.

BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I. *UML Guia do Usuário*. Elsevier, 2005.

FERRAZ, C. O.; PINTO, W. F. Tecnologia da Informação para a Agropecuária: Utilização de Ferramentas da Tecnologia da Informação no Apoio a Tomada de Decisões em Pequenas Propriedades. *RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, Tupã, v. 3, n. 1, p. 38-49, jan./jun. 2017.

GUEDES, G. T. A. *UML 2: Uma abordagem prática*. 3, São Paulo: Novatec, 2018.

MAHAPATRA, S.K. Smartphone apps for agri-information dissemination during Covid19 lockdown”, *Biotica Research Today*, Vol. 2 No. 5, pp. 116-119, 2020.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agricultura Digital. *RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., LEITE, M. D. A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In *Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso*. 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, 2017.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. *Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

OLIVEIRA, L. V. de. As relações Ciência-Tecnologia-Sociedade e os princípios teóricos-analíticos dos estudos CTS. *Revista Eletrônica DECT*, Vitória (ES), v. 8, n. 02, p 259-302, agosto de 2018.

PMI. Project Management Institute - PMI: A guide to the project management body of knowledge, Syba: PMI Publishing Division, 2004.

PRADO, D. S. Planejamento e Controle de Projetos. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

SALES, L. S. B.; BARBALHO, S. C. M.; AUGUSTO, R. A estrutura analítica do projeto dinâmica (EAP) como ferramenta para melhorar o planejamento e execução dos projetos. 11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SANTOS, L. V. dos. Produtividade e qualidade de híbridos de tomateiro do segmento salada de crescimento semideterminado em função de sistemas de poda e espaçamento. Dissertação (Mestrado em Ciências) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2017.

SCHWALBE, K. Information Technology. Project Management, Cambridge, MA: Course Technology, 2002.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software / Ian Sommerville; tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves. 9, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SOUZA, K. X. S. de; OLIVEIRA, S. R. de M.; MACÁRIO, C. G. do N.; ESQUERDO, J. C. D. M.; MOURA, M.F.; LEITE, M. A. de A.; LIMA, H. P. de; CASTRO, A. de; TERNES, S.; YANO, I. H.; SANTOS, E. H. dos. Agricultura digital: definições e tecnologias. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

VARGAS, R. V. Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos. 7 ed. Rio de Janeiro: Brasport., 2009

**Recebido:** 22/04/2022

**Aprovado:** 16/11/2022

**DOI:** 10.3895/rts.v19n55.15433

**Como citar:** FURQUIM, M.G.D. et al. Análise, modelagem e prototipagem do aplicativo tomateiro\$: ferramenta tecnológica de apoio a gestão dos custos de produção. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 19, n. 55, p.309-328, jan./mar., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15433>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

