



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

LIAH DONATO FREDERICO

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA AUXÍLIO NA PREVENÇÃO DE
ACIDENTES COM MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

FORTALEZA

2023

LIAH DONATO FREDERICO

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES COM
MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F929d Frederico, Liah Donato.
Desenvolvimento de aplicativo para auxílio na prevenção de acidentes com máquinas agrícolas / Liah Donato Frederico. – 2024.
68 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro.
1. Máquinas agrícolas. 2. Segurança do trabalho. 3. Software. I. Título.

CDD 630

LIAH DONATO FREDERICO

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES COM
MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 24/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Albiero
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Profa. Dra. Karla Lúcia Batista Araújo
Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO)

A Deus.

Ao meu pai Roberto e ao meu esposo Renan,
alicerces de vida e na construção deste
trabalho.

AGRADECIMENTOS

1 Tessalonicenses 5:16-18.

À Universidade Federal do Ceará, pelo acesso tão estreito à ciência, pelo ensino gratuito e de incontestável qualidade, pelo orgulho comum de fazer parte de uma das melhores instituições de ensino do país.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio durante o período de mestrado.

Ao Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro, que acompanha e auxilia o meu desempenho acadêmico desde a graduação, sendo meu orientador, o qual expresse extrema gratidão pela confiança, pelo suporte prestado ao longo do tempo e pelas trocas de conhecimentos que levarei para toda a vida.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti, pela participação na banca de defesa deste trabalho, trazendo importantes ponderações e por toda a disponibilidade e acompanhamento diário, oferecidos a mim e demais colegas da pós-graduação.

Aos Prof. Dr. Daniel Albiero e Profa. Dra. Karla Lúcia Batista Araújo, professores externos convidados, pela disponibilidade de participação na banca de defesa deste trabalho, com colaborações assertivas e essenciais, contribuindo para o sucesso deste trabalho.

Ao meu pai, maior incentivador de todos os meus planos e sonhos. Pessoa que, esteve diariamente me fortalecendo nos períodos de desafio e comemorando minhas pequenas vitórias. Que não me deixou desanimar e me deu todo o apoio necessário para que eu ingressasse nesse projeto, confiando no meu potencial e exaltando minha capacidade. Acreditando em mim.

Ao meu esposo, que entrou de cabeça nesse projeto comigo, fazendo concessões em prol de minhas necessidades, me dando apoio emocional e prático. Me auxiliando no desenvolvimento da ferramenta e sendo meu braço direito, mentor e professor. Com todo seu amor e paciência me auxiliou no mundo da programação e não poupou esforços para o sucesso. Gratidão e orgulho por tê-lo em minha vida, como meu companheiro. A conquista é nossa.

Aos meus amigos da Salinha, que, dividiram os sonhos, os medos, que foram apoio nos momentos de desânimo e ansiedade, tivemos trocas que foram extremamente produtivas, vivências que estreitaram nossos laços e que foram combustíveis nos dias difíceis, e como foi feliz compartilhar as coisas boas, as alegrias e brincadeiras.

“Tudo aquilo que o homem ignora não existe para ele. Por isso, o universo de cada um se resume ao tamanho de seu saber.”

(Albert Einstein)

RESUMO

As operações envolvendo máquinas agrícolas nas áreas rurais do Brasil têm sido associadas, predominantemente, a uma significativa parcela de acidentes graves. À medida que a tecnologia avança e equipamentos mais sofisticados são implementados, os riscos inerentes a essas operações também aumentam de maneira proporcional. Com o intuito de desenvolver um mecanismo eficaz, para fornecer orientações indispensáveis, visando a redução desses índices alarmantes, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo destinado a dispositivos móveis, compatível com os sistemas operacionais *Android* e *IOS*. O *software* foi programado utilizando a linguagem de programação *Dart* e seguiu a metodologia ágil *Scrum* em seu processo de elaboração. O aplicativo destaca-se por suas telas intuitivas e interfaces dinâmicas, sendo a Norma Regulamentadora N°31 (NR-31), que estabelece diretrizes para boas práticas de segurança no trabalho durante a operação de maquinários, a diretriz dos conteúdos apresentados. As abas incorporadas exploram não apenas informações relevantes, mas também ferramentas de ação que contribuem para a segurança do trabalhador. Este aplicativo, além de apresentar sua funcionalidade eficaz, representa uma integração significativa entre a tecnologia e a disseminação do conhecimento. Ao oferecer uma educação prática, empregando uma linguagem acessível, o aplicativo visa a longo prazo impactar positivamente na redução dos riscos enfrentados por operadores de máquinas agrícolas, resultando na minimização de fatalidades e exposição a perigos ocupacionais.

Palavras-chave: máquinas agrícolas; segurança do trabalho; *software*.

ABSTRACT

Operations involving agricultural machinery in Brazil's rural areas have predominantly been associated with a significant proportion of serious accidents. As technology advances and more sophisticated equipment is implemented, the risks inherent in these operations also increase proportionally. In order to develop an effective mechanism for providing essential guidance to reduce these alarming rates, this project aims to develop an application for mobile devices, compatible with the Android and IOS operating systems. The software was programmed using the Dart programming language and followed the agile Scrum methodology in its development process. The application stands out for its intuitive keys and dynamic interfaces, with Regulatory Standard No. 31 (NR-31), which establishes guidelines for good safety practices at work when operating machinery, being the guideline for the content presented. The built-in tabs explore not only relevant information, but also action tools that contribute to worker safety. This app, in addition to its effective functionality, represents a significant integration between technology and the dissemination of knowledge. By offering practical education using accessible language, the app aims in the long term to have a positive impact on reducing the risks faced by agricultural machinery operators, resulting in the minimization of fatalities and exposure to occupational hazards.

Keywords: agricultural machinery; work safety; software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	_ Ciclo <i>Sprint</i> para gestão de projetos.....	26
Figura 2	_ Fluxograma método de solicitação de socorro.....	32
Figura 3	_ Logotipo do aplicativo LIMA AgriSegurança.....	35
Figura 4	_ Tela inicial.....	35
Figura 5	_ Componentes pertencentes à tela inicial.....	36
Figura 6	_ Tela inicial e painel de controle lateral.....	37
Figura 7	_ Tela de dados cadastrais.....	38
Figura 8	_ Tela de início personalizada após inserção de dados cadastrais.....	39
Figura 9	_ Tela da aba Normas de Segurança Regulamentadoras.....	42
Figura 10	_ Tela da aba Video aulas.....	44
Figura 11	_ Tela da aba Livros.....	45
Figura 12	_ Tela da aba Mapa de risco.....	47
Figura 13	_ Tela ícones do mapa de risco.....	48
Figura 14	_ Tela de descrição do risco.....	49
Figura 15	_ Tela de registro no mapa de risco.....	51
Figura 16	_ Tela de resultado do risco.....	52
Figura 17	_ Matriz de risco.....	53
Figura 18	_ Tela da aba EPI.....	54
Figura 19	_ Tela inicial Primeiros socorros.....	56
Figura 20	_ Telas adjacentes da aba Primeiros socorros.....	57
Figura 21	_ Tela da aba Assistente virtual.....	58
Figura 22	_ Tela da aba <i>checklist</i>	59
Figura 23	_ Tela da aba de solicitação de socorro em caso de emergência.....	62
Figura 24	_ Tela configurações.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
APP	<i>Application</i>
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENA	Departamento de Engenharia Agrícola
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
LAGRO	Laboratório de Automação e Robótica Agropecuária
LIMA	Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
NR	Norma Regulamentadora
PC	<i>Personal Computer</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
UFC	Universidade Federal do Ceará
UI	<i>User Interface</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	Evolução da agricultura	17
3.2	Máquinas agrícolas e seus avanços tecnológicos	18
3.3	Segurança nas operações agrícolas mecanizadas	20
3.4	Agricultura de precisão	21
3.5	Uso de aplicativos na agricultura	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	Local	25
4.2	Desenvolvimento do software	25
4.3	Descrição do aplicativo	26
4.3.1	<i>Abas e funcionalidades</i>	27
4.4	Patente	30
4.4.1	<i>Registro de software</i>	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1	Disposições gerais do aplicativo	34
5.2	Abas do aplicativo	41
5.2.1	<i>Normas de segurança regulamentadoras</i>	41
5.2.2	<i>Vídeo aulas</i>	43
5.2.3	<i>Livros</i>	44
5.2.4	<i>Mapa de risco</i>	46
5.2.5	<i>Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)</i>	53
5.2.6	<i>Primeiros socorros</i>	55
5.2.7	<i>Assistente virtual</i>	57
5.2.8	<i>Checklist</i>	58
5.2.9	<i>Acionamento do contato de emergência</i>	61
5.3	Configurações e ajustes	63
6	CONCLUSÃO	65

REFERÊNCIAS	66
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

A prática agrícola, desenvolvida ao longo dos séculos, desempenha um papel crucial no abastecimento alimentar global e na produção de matérias-primas fundamentais para a vida contemporânea.

Com o progresso da sociedade, assistimos ao desenvolvimento contínuo de técnicas e mecanismos de produção, impulsionados, em grande parte, pelos avanços tecnológicos. O emprego generalizado de máquinas agrícolas nas áreas de cultivo representa uma evolução significativa, otimizando e aprimorando as práticas no campo.

Contudo, é importante ressaltar que, mesmo diante dos benefícios trazidos por essa modernização, os trabalhadores rurais enfrentam uma série de desafios e riscos decorrentes da interação entre o homem e a máquina.

Riscos estes, que variam de problemas ocupacionais de saúde a acidentes letais, sendo assim, de suma importância, ações de conscientização e instrução voltadas a este grupo específico de profissionais da zona rural.

O Brasil, enquanto um dos líderes mundiais na produção agrícola, destaca-se como um cenário onde a mão de obra, frequentemente composta por trabalhadores em áreas extensas, enfrenta a carência de acesso à educação em segurança básica.

A falta de compreensão acerca dos riscos associados à operação dessas máquinas pode resultar em consequências sérias para a saúde e a segurança desses operadores. Além disso, vale ressaltar que o Brasil é um dos países que mais apresenta acidentes envolvendo máquinas agrícolas.

Essa situação o coloca em uma posição preocupante, sendo o líder em ocorrências desse tipo. O uso extensivo de máquinas no campo, somado a problemas estruturais e à falta de acesso à educação sobre segurança, como anteriormente citado, contribui para um alto número de acidentes que prejudicam diretamente o setor e os profissionais envolvidos. Isso destaca a demanda urgente de estratégias abrangentes e inovadoras

Assim, surge a necessidade de desenvolver ferramentas eficazes de conscientização e instrução, especialmente adaptadas às condições e realidades enfrentadas pelos trabalhadores do campo. A proposta de um aplicativo, acessível em dispositivos móveis de comunicação, visa preencher essa lacuna educacional.

A capacidade de fornecer informações rápidas e precisas, independentemente da localização geográfica, torna essa plataforma uma aliada valiosa na disseminação efetiva de conhecimentos essenciais em segurança do trabalho agrícola. Este projeto almeja, assim,

contribuir significativamente para a promoção da segurança, bem-estar e conscientização entre os profissionais que desempenham um papel vital na produção agrícola do Brasil e, por extensão, do mundo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo que contenha informações sobre acidentes com máquinas agrícolas, para fins de orientação e educação, através de um mecanismo móvel, rápido e com interfaces didáticas, contribuindo para a redução de acidentes com máquinas agrícolas.

2.2 Objetivos específicos

- Criar um acervo virtual que permita o acesso a conteúdos de prevenção de acidentes de trabalho com máquinas agrícolas;
- Gerar um recurso para criação de mapas e avaliação de riscos nas propriedades produtoras;
- Ter uma ferramenta que possa ser usada como complemento em treinamentos de funcionários de empresas agrícolas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Evolução da agricultura

Estima-se que o desenvolvimento das práticas agrícolas propriamente ditas, date em média 10.000 anos a.C, com a estabilização dos indivíduos em locais fixos e em comunidades. Neste período, o uso do fogo e de ferramentas rústicas para o preparo do solo foram marcos da evolução, tendo influências sobre as culturas e sociedades presentes (MAZOYER; ROUDART, 1997).

Teixeira (2005) evidencia que o processo de modernização da agricultura ao longo da história pode ser avaliado a partir de dois conceitos: primeiramente, em função das evoluções ocorridas entre a sociedade e os meios de produção, em outro caso, em decorrência da tecnificação de equipamentos e insumos utilizados no meio agrícola.

Já para Da Silva (1999), a evolução das atividades do setor agropecuário está relacionada ao estreitamento entre a unidade produtiva e a rede de produção, isto é, o efeito funil que segmenta o mercado de forma a ter-se produções direcionadas à setores específicos, com estratégias tecnológicas de produção, diminuindo os espaços de cultivo, reduzindo a mão de obra necessária e mantendo a eficiência do sistema.

Nesse período, Martins (2006) salientou a aproximação do setor agrário com o setor econômico. Com crescente espaço no mercado e maior participação no ramo industrial, a chamada “agricultura capitalista” trouxe à realidade a produção intensiva, através de insumos modernos e mecanizados, aumentando a produção para o consumo interno e para exportação.

Após a Segunda Guerra Mundial, grandes foram as mudanças instituídas no setor agrícola. A agricultura até então tida como moderna, passou a ser alvo de questionamento, trazendo à luz novas possibilidades de desenvolvimento e produção de alimentos, com a difusão da Revolução Verde (HESPANHOL, 2008).

Octaviano (2010) descreve a Revolução Verde como um pacote de tecnologias voltadas para as práticas agrícolas, com ação de aumento exponencial na produção, sendo esses números ainda mais evidentes em países subdesenvolvidos, entre as décadas de 60 e 70, quando houve a chegada das técnicas consideradas “de ponta” para a época.

Nesse período, no Brasil, a agricultura teve um grande impulso proporcionado pelos desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Estes possibilitaram a exploração de espaços produtivos no território nacional, expandindo as áreas plantadas. Com o auxílio de

créditos agrícolas, essas grandes transformações fizeram com que o país passasse a ser considerado referência na agricultura tropical (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO, 2014).

Amato Neto (1985) afirma que das mudanças ocasionadas no cenário econômico nacional, a mecanização agrícola que foi implementada, foi decisiva nos processos de industrialização moderna e em massa. Onde pode ser evidenciada uma dualidade nas relações de modernização, quando pôde-se observar que o aumento da produtividade das culturas foi primordial pro desenvolvimento de novas tecnologias (FERRÃO, 2000).

Para Monteiro e Albiero (2013) o trator desempenha um papel fundamental no avanço das tecnologias aplicadas à agricultura, promovendo a modernização das áreas e sistemas de produção. É um protagonista essencial no crescimento e na ascensão da produtividade rural, impulsionando o setor agrícola rumo a novos patamares de eficiência e desenvolvimento.

Seidler (2016) conclui que o setor agropecuário desempenha um papel primordial na economia do Brasil, encontrando-se em constante evolução. Por meio do desenvolvimento contínuo de seus métodos de produção e da busca por avanços tecnológicos cada vez mais especializados, visa incrementar significativamente os índices de produção de matéria-prima e alimentos, impulsionando assim o desenvolvimento sustentável e a segurança alimentar do país.

De acordo com o European Agricultural Machinery (2017), do período que se compreendeu entre o Século XX e a atualidade, a agricultura passou por cinco fases de evolução, sendo descritas por Agricultura 1.0 (predominância de trabalho intensivo, porém com baixa produtividade), Agricultura 2.0 (implementação da Revolução Verde), Agricultura 3.0 (desenvolvimento da agricultura de precisão), Agricultura 4.0 (acompanhando as tecnologias da evolução industrial) e a Agricultura 5.0 (aplicação de robótica e inteligência artificial).

3.2 Máquinas agrícolas e seus avanços tecnológicos

Segundo Vian *et al.* (2013) a modernização dos processos de produção agrícola com o surgimento das máquinas e implementos no século XIX, não somente elevou a oferta de produtos deste setor, mas também reduziu a necessidade de mão de obra no campo. Já no Brasil, o uso de máquinas no campo de forma intensiva iniciou-se apenas na década de 1960. Tendo o trator, máquina motora, como a base da modernização da mecanização agrícola (MONTEIRO, 2008).

A consolidação do uso intensivo das máquinas trouxe à tona a obrigatoriedade do conhecimento prévio de seus respectivos modos operantes, a determinação das atividades a serem realizadas e caracterizações do trabalho, com finalidade de determinar os desempenhos reais e auxiliar no processo da escolha do maquinário adequado (VALE, 2011).

Os profissionais da área de desenvolvimento de novos produtos para maquinários e tecnologias agrícolas, se apresentam, desde o início do fortalecimento deste setor, em constante busca para atender as demandas crescentes, buscando a otimização dos rendimentos em campo e o acompanhamento das novas tecnologias hoje disponíveis (LANÇAS *et al.*, 2020).

Com o aumento da população mundial, estima-se que em 2050 tenha-se uma média de nove bilhões de habitantes no planeta. Para que seja possível o abastecimento da sociedade prevista, será necessário o aumento de cerca de 70% da produção de alimentos. Com ressalva para a necessidade de uma produtividade sustentável mediante às condições climáticas e ambientais. A agricultura vem então incorporando novas tecnologias para o enfrentamento destes desafios (FAO, 2009).

Para que seja possível o acompanhamento das mudanças demandadas pelo agronegócio, o uso da tecnologia vem se tornando imprescindível. Se faz hoje necessário, o acesso dos produtores à ferramentas tecnológicas que os permita estar de forma competitiva no mercado. Com isso, nos últimos anos, as pesquisas no ramo de automação se intensificaram, objetivando melhorias para este setor (SABARÁ, 2021).

Ribeiro (2003) define automação como a substituição de alguma atividade previamente realizada por um humano ou animal, por uma máquina. Onde esta conta com processos e controle automáticos, tendo o mínimo de interferência do operador possível, respondendo a padrões pré-determinados de tempo e velocidade de realização.

Sousa (2002) traz que os mais diversos setores de atividades sociais foram e são influenciados pelo desenvolvimento das redes e sistemas computacionais, tecnologias estas desenvolvidas no Século XX e aperfeiçoadas ao longo do tempo, de forma a apresentar inúmeros benefícios para a comunidade o uso da automação.

A automação contribui ainda, segundo Menezes e Martins (2009) na geração de processos produtivos mais sustentáveis, tendo em vista a possibilidade de controle de uso de insumos, dentre outras aplicações. Agindo desta forma sob o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Muitas são as opiniões contrárias ao uso da automação nos setores de produção, tendo em vista a interpretação literal da substituição do trabalho humano pelo da máquina. Porém, é sabido que o desenvolvimento desta prática visa tornar os processos mais seguros,

reduzindo insalubridades nos locais de trabalho, falhas e riscos operacionais, assim como redução de desperdícios de insumo e eficiência (DA SILVA; CASILLO, 2019).

A agricultura se encontra diante de um panorama geral, cercada de obstáculos, sendo alguns desses a pobreza, os índices de sustentabilidade ambiental, mudanças climáticas, segurança alimentar para as gerações futuras, áreas agricultáveis, demandando assim de soluções tecnológicas de otimização imediata, meios que possam prover a tomada de decisões responsáveis e benéficas (FIDANZA, 2018).

Com isto, Saraiva (2006) mostra recursos de tecnologia embarcada para utilização na agricultura que são as alternativas encontradas e em desenvolvimento constante, como o uso de sensores, *softwares*, computadores de bordo, máquinas automáticas, obtenção de informações de maneira remota, via satélite, dentre outras. Visando a melhoria da qualidade da produção e de trabalho.

3.3 Segurança nas operações agrícolas mecanizadas

Durante o último século, a agricultura a nível global, foi submetida a diversas mudanças de paradigmas, dentre estas, ocorreu a adoção em larga escala de práticas mecanizadas e de automação, que proporcionaram o aumento da eficiência nas atividades do campo e diminuição da mão de obra empregada nas atividades (VIAN *et al.*, 2013).

Desta forma, à medida que a agricultura foi se modernizando, foi se intensificando a substituição do trabalho manual pelo das máquinas. O uso de equipamentos mecanizados no campo ampliou conseqüentemente as chances de ocorrência de acidentes de trabalho (RODRIGUES; DA SILVA, 1986).

Baesso *et al.* (2018) definem por acidentes de trabalho agrícola, os acidentes que geram lesões corporais e/ou perturbações funcionais. Estas, podendo ser precursoras da redução ou perda da capacidade temporária ou permanente, de trabalho. Como exemplo podem ser citados os cortes, as lesões, problemas ergonômicos decorrentes da atividade, dentre outros.

Conjuntamente à adoção das práticas mecanizadas na agricultura, surgiram diversos riscos adicionais às operações agrícolas que antes não existiam (ERLICH, 1993). De acordo com Schlosser *et al.* (2002), os operadores de máquinas do setor agrícola estão continuamente expostos a riscos no ambiente de trabalho, seja em atividades de desempenho estacionário ou dinâmico.

Fehlberg *et al.* (2001) salientam que os trabalhadores rurais estão frequentemente

suscetíveis ao perigo, com outros agentes causais de acidentes, como exemplo, os animais domésticos ou venenosos, agrotóxicos, ferramentas manuais, e as máquinas agrícolas em destaque e questão.

Segundo Monteiro e Albiero (2013), o uso de máquinas agrícolas não se restringe às atividades no interior das propriedades rurais, se tornou comum o trânsito desse tipo de maquinário, o trator, em vias públicas, o que proporciona um aumento no risco da ocorrência de acidentes de trânsito. O trator agrícola, por sua vez, é a máquina mais envolvida em acidentes no meio rural, não somente no Brasil, mas ao redor de todo o mundo, como mostram diversas pesquisas (KARBAYAZ *et al.*, 2019; KOGLER *et al.*, 2014; PINZKE *et al.*, 2012).

Tem-se ainda, de acordo com Almeida *et al.* (2004) que os dados de acidentes envolvendo tratores no Brasil, de uma forma geral, tanto em vias públicas como em propriedades, possuem um alto índice de subnotificações, ocasionando dificuldades no estudo desses dados.

A máquina agrícola mais comercializada no mercado é o trator, cujo qual se destaca por apresentar diversas características e possibilidades de acidentes, como exemplo, podem ser citados o capotamento, as quedas, atropelamentos e contato com componentes de giro, como os rodados e a tomada de potência (TDP) (CORRÊA; YAMASHITA, 2009).

Ainda que, como demonstram Ambrosi e Maggi (2000), a expansão da mecanização nas áreas de cultivo agrícola, de uma maneira geral, contribuiu para tornar o meio de trabalho mais arriscado, além de condições insalubres provocadas pelos riscos ocupacionais das operações realizadas de maneira incorreta.

Fehlberg *et al.* (2001), evidenciam que o nível de escolaridade não é um pré-requisito para a realização das tarefas no campo, entretanto, a ausência de educação formal sugere possíveis impactos sobre a prevenção desses acidentes.

Para a adoção de práticas de segurança de trabalho e diminuição dos acidentes decorrentes do uso de maquinários no campo, é essencial a adoção de metodologias que atuem na conscientização dos agricultores e demais pessoas envolvidas no processo de operação (REIS; MACHADO, 2009).

3.4 Agricultura de precisão

Gebbers (2010) conceitua a agricultura de precisão como um conjunto de ferramentas que se utilizam de materiais tecnológicos como sensores, sistemas de informação

e máquinas adaptadas, para realizar uma relação conjunta, de forma mais segura, automática, precisa e rápida. Permitindo por consequência o controle da cadeia de produção de forma satisfatória no sentido quantitativo e qualitativo.

Na busca por estratégias que permitam que o setor agrícola se mantenha em ascensão e realize o cumprimento das demandas de abastecimento e produção, o uso da agricultura de precisão tem se apresentado cada vez mais comumente nas propriedades rurais brasileiras (BERNARDI; INAMASU, 2014).

Bernardi *et al.* (2014) mostram que a agricultura de precisão fornece um conjunto de benefícios infinitos, no que se diz respeito a produtividade, economia, qualidade da cultura, desenvolvimento rural, social e ambiental. Pois esta, se utiliza de conceitos e conhecimentos tradicionais para uma aplicação tecnológica inteligente, aliando os recursos de maior benefício.

Blackmore (1994) afirma que nos últimos anos, o Brasil tem conseguido aumentar consideravelmente seus níveis de produção com o auxílio de ferramentas vinculadas à agricultura de precisão, que entram neste quesito não somente como máquinas que atuam no campo, mas também como ferramentas de gerenciamento e administração das propriedades.

O uso destas inovações tecnológicas se faz essencial para o desenvolvimento de qualquer país. Aplicando estas em todos os setores, inclusive no agrícola (BERNARDI *et al.*, 2015).

O objetivo da agricultura de precisão é auxiliar o produtor nos novos papéis que este passou a precisar exercer. Com as transformações do mercado e os avanços tecnológicos, é preciso que o produtor esteja cada vez mais especializado, capacitado, com conhecimentos gerenciais, administrativos e tecnológicos de suas áreas de atuação (PIRES *et al.*, 2004).

Com o uso das tecnologias cada vez mais direcionadas, também faz-se notória a necessidade da mudança do olhar sob as etapas e setores de produção agrícola, tendo em vista que essas se apresentam cada vez mais heterogêneas e suas variações precisam ser compreendidas de forma a trazer benefícios na sua eficiência (FARIAS *et al.*, 2003).

Estatisticamente, Oliveira *et al.* (2020) apresentam o aumento percentual da produção dos produtores que se utilizam dessas tecnologias, comprovando sua eficiência. Em contraste a esta realidade, a pesquisa no país neste setor ainda se apresenta escassa, assim como o acesso a este tipo de inovação, tendo em vista os custos necessários, limitando assim as pequenas áreas produtivas (KNOB, 2006).

Antuniassi (2015) em contrapartida, mostra que o uso das tecnologias da agricultura de precisão permitem o investimento mais direcionado, apresentando de forma

indireta, um retorno econômico maior, ainda que pela redução de perdas no processo. Porém, o maior de todos os benefícios apresentados concentra-se no quesito ambiental com a redução do uso de insumos.

Honda e Jorge (2013) mostram que o uso de ferramentas computacionais, tecnológicas, com o auxílio de desenvolvimento de softwares e outros equipamentos, são fortes aliados do agricultor, trazendo vantagens dentro do setor agropecuário. O uso dos sistemas aliados à agricultura de precisão são uma aposta certa para o crescimento e sucesso, onde o conhecimento agrônomo e a posse dos instrumentos corretos são o diferencial.

3.5 Uso de aplicativos na agricultura

Fero (2014) traz que na década de 80, quando ocorreu uma crise inflacionária mundial, ocasionando a redução das relações de compra e venda de máquinas agrícolas, foi também quando iniciou-se os estudos de computadores modernos e o desenvolvimento de *softwares*, ou seja, programas e sistemas de dados. Trazendo inovações que se apresentam hoje muito benéficas à agricultura.

Piacentini *et al.* (2012) salientam que o uso de programas computacionais, os chamados *softwares*, possuem como objetivo o melhor controle das operações, no que se refere ao financeiro, quantitativo e qualitativo. No mercado, é possível encontrar *softwares* com inúmeras finalidades para dentro de uma propriedade rural, mas é sabido que essa informação e o acesso a essas tecnologias não é de domínio comum (SILVEIRA, 2005).

Os aplicativos se apresentam como uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento das fazendas. Esses são mais um aliado do administrador, produtor, empresário, na hora da tomada de decisões em campo e da área produtora. Consistindo em um *software*, programado para um dispositivo móvel, com possibilidade de comunicação, interação, monitoramento e afins (FRANZONI, 2017).

De forma mais técnica, Silva e Santos (2014) esclarecem que aplicativos criados para aparelhos móveis se utilizam de plataformas. Estas são então, constituídas de várias tecnologias, como o sistema operacional, linguagens de programação e IDEs (*Integrated Development Environment*). O sistema operacional atua no gerenciamento de atributos do aparelho, enquanto a linguagem de programação é usada para o desenvolvimento do aplicativo e o IDE auxilia nessa criação através de algumas ferramentas.

Dito isto, temos que Souza *et al.* (2016) avaliam que vivemos em uma era dinâmica, onde maior parte da população detém de dispositivos móveis, principalmente

smartphones e/ou *tablets*. Com isso, é crescente o uso de aplicativos e essas tecnologias demandam o acompanhamento do setor de educação e ensino.

Já Delavalli e Corrêa (2014) dizem que o uso de tecnologias para obtenção de informações é uma prática atualmente muito difundida, podendo ser ainda mais produtiva se for empregada como ferramenta de ensino e aprendizagem. Os aplicativos possuem o propósito de facilitar o cotidiano do usuário, pois apresentam inúmeras funcionalidades e diversas possibilidades. Estes podem ser adquiridos através do próprio dispositivo móvel, de forma *on-line* (SOUZA *et al.*, 2016).

O desenvolvimento de aplicativos vem a ser algo relativamente rápido e de baixo custo, na maioria dos casos. Podendo ser usado em aparelhos computadores e *smartphones*, o acesso às funcionalidades pode ser feito através de alguns cliques; previsão de chuvas, condições climáticas, planejamento financeiro, informações de mercado, controle de pragas, gerenciamento, adequação de maquinários dentre outros (FRANZONI, 2017).

Com isto, para Bolfe *et al.* (2020) são bem claros que a transformação digital nas propriedades produtoras rurais deixou de ser uma opção e se tornou uma necessidade, para que estas sejam mais competitivas no mercado, aferindo aos seus produtos maior valor agregado. Essa sentença, no entanto, aplica-se não somente às grandes fazendas, mas também aos pequenos produtores, tendo em vista que essas inovações inter-relacionadas relacionam todos os setores da escala de produção agrícola.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

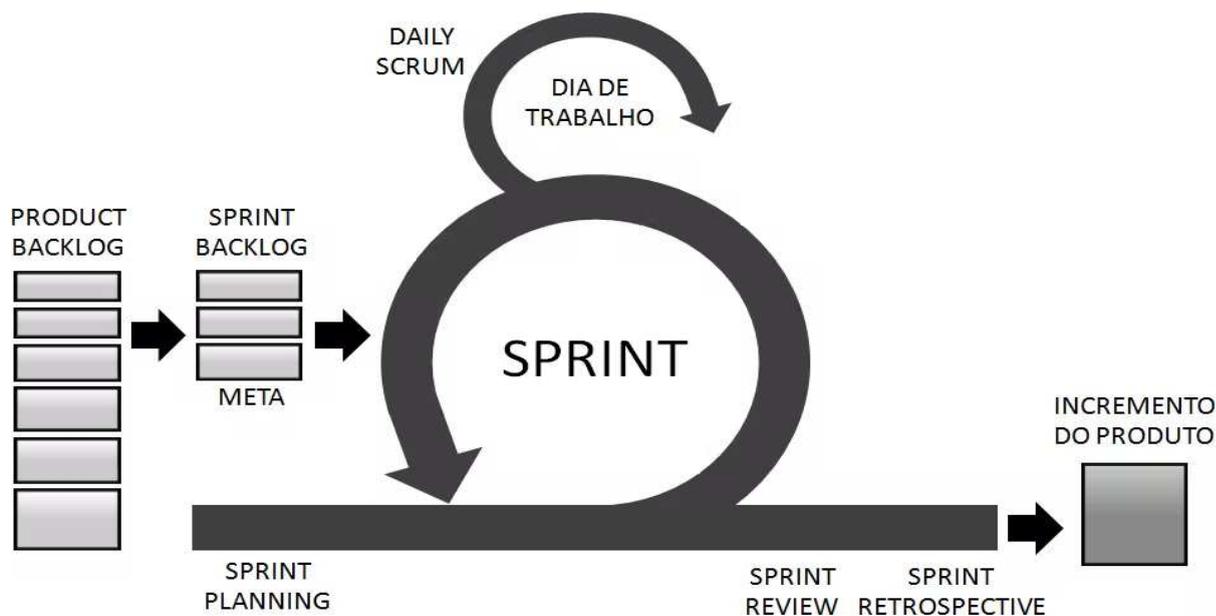
A realização deste trabalho se deu em dois períodos. Inicialmente, foi feito o planejamento e programação do aplicativo, onde temos que essa etapa foi realizada no Laboratório de Automação e Robótica Agropecuária do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici – LAGRO/DENA/CCA/UFC. De coordenadas geográficas $-3^{\circ} 44' 26.77''$ latitude Sul e $-38^{\circ} 34' 36.91''$ longitude Oeste, na cidade de Fortaleza, Ceará. E também de maneira remota, em virtude da possibilidade de desenvolvimento através do aparelho computador.

No segundo momento, para validação do aplicativo e levantamento de dados de uso para a pesquisa, o projeto foi conduzido em campo, tendo como área de foco o Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA), pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici – DENA/CCA/UFC, situado a $3^{\circ} 44' 47.16''$ latitude Sul e $38^{\circ} 34' 52.20''$ longitude Oeste.

4.2 Desenvolvimento do *software*

Para a programação do aplicativo, foi utilizada a linguagem Dart, criada pela Google[®], muito usada para desenvolvimento *front-end*. Esta é também a base do *framework* Flutter, que permite assim o desenvolvimento do *app* para os sistemas operacionais *Android* e *IOS* simultaneamente, ampliando os horizontes de acesso, tendo em vista que estes sistemas estão presentes na maioria dos dispositivos móveis comercializados na atualidade. O *Integrated Development Environment* (IDE) utilizado foi o Visual Studio Code[®], a fim de auxiliar os processos relacionados.

O andamento do processo de criação da plataforma seguiu a metodologia de projetos *Scrum* de desenvolvimento, usada comumente na engenharia de *softwares* para gerenciar o desenvolvimento dos produtos. Esse método é segmentado em etapas, denominadas *Sprints*, que são ciclos curtos que focam na construção e validação de partes do produto final, podendo ser observado no esboço esquemático da Figura 1.



Fonte: COUTINHO (2018).

As etapas do ciclo podem ser descritas de forma sucinta. Inicialmente, é feito o *Product Backlog*, onde são ordenadas em listas de prioridade os interesses inerentes ao produto e suas funcionalidades. Posteriormente a isto, no *Sprint Backlog*, são organizadas as atividades que vão ser realizadas a cada estágio, assim como é feita a determinação de um período para a conclusão destas tarefas. Após os períodos estabelecidos, são feitos os *Sprint Reviews*, ou seja, a verificação e validação do que foi desenvolvido. E por último, a etapa de *Sprint Retrospective*, onde são avaliadas possíveis melhorias e/ou correções para incremento e produção do aplicativo final.

A escolha pelo uso de uma metodologia ágil permitiu o desenvolvimento do aplicativo de forma mais efetiva, realizando alterações por etapas, o que também foi de grande valia no processo de busca de anterioridade realizado para a deposição de patente, que será melhor descrito nos próximos tópicos. Além disso, é importante destacar que o avanço nas etapas do projeto também se deram a partir de eventuais correções no desempenho da ferramenta nos dois diferentes sistemas operacionais, a fim de obter o excelente funcionamento em ambos.

4.3 Descrição do aplicativo

Este projeto tem como premissa a Norma Regulamentadora Nº 31 (NR-31), que refere-se à Normas Regulamentadoras Rurais, englobando a segurança no trabalho com o uso

de máquinas e equipamentos. Onde pode-se ressaltar que, ainda que as NRs não sejam leis, elas constituem os parâmetros que são necessários para o regulamento de uma. No anexo VI da NR-12, temos um conjunto de critérios e procedimentos técnicos expressos para o uso das máquinas agrícolas de forma segura.

Nas interfaces do aplicativo constam os fatores expostos na norma, a fim de tornar o processo de instrução prático e didático através da ferramenta móvel *smartphone*, abrindo também a opção de uso através de *tablets*.

Foram criadas abas específicas, onde o usuário pode ter acesso a ampla quantidade de informações para nível de instrução, assim como de possível fonte de estudo para gerenciamento da propriedade.

A interface gráfica do aplicativo foi desenvolvida através da linguagem de programação, com base em idéias originais e pesquisas sobre *user interface design* (UI Design) com o propósito não somente de melhorar a experiência do usuário e tornar os botões e abas intuitivos, fáceis e esteticamente agradáveis, mas também de trazer um modelo personalizado, a fim de diferenciar de outros *apps*.

Os ícones que se diferenciam do padrão, contidos na aba de mapeamento, presente na ferramenta, foram desenvolvidos individualmente através do *software* CorelDRAW Graphics Suite®, assim como o logotipo. As cores utilizadas, verde e laranja, foram representativas de “segurança” e “alerta”, respectivamente.

De tipografia comum e letras legíveis, a ferramenta conta ainda com as opções de idioma: português (como padrão), inglês e espanhol. E para o conforto ocular do usuário, foi anexada a opção de configuração de “modo escuro”.

Para a validação do funcionamento pleno do aplicativo, foram utilizados os modelos de dispositivos que se utilizam do sistema operacional *Android*, Samsung Galaxy A58 5G, Samsung Galaxy A71, Samsung Galaxy A52, Samsung Galaxy Tab E 9.6 e Samsung Galaxy Tab S6 Lite.

Os testes de verificação de funcionalidade operacional também foram realizados em dispositivos que se utilizam do sistema operacional IOS, através do Apple iPhone 13 Mini e Apple iPhone 12 Pro Max.

4.3.1 Abas e funcionalidades

As abas de um aplicativo referem-se a algumas páginas que organizam o conteúdo e as funcionalidades dentro do *app*, permitindo que os usuários alternem facilmente entre

diferentes partes do aplicativo. Cada aba contém informações e funcionalidades específicas, tornando a navegação mais estruturada e organizada. Isso contribui também para uma experiência multitarefa do usuário e multiuso da ferramenta.

Neste projeto, as funcionalidades foram separadas de acordo com as temáticas e funcionalidades. Dividido em nove abas, que por sua vez, foram subdivididas em conteúdo informativo e mecanismos de ação. Além destas, o aplicativo também conta com abas de configuração e cadastro.

Uma aba do aplicativo é destinada à disposição das Normas Regulamentadoras, com atualizações destas à medida que ocorram alterações publicadas no Diário Oficial da União, com consulta realizada no site do Governo Federal, para que o usuário sempre tenha a versão vigente de forma rápida. As normas dispostas foram a Norma Regulamentadora Nº 6 (NR-6) referente ao uso de equipamentos de proteção individual; Norma Regulamentadora Nº 12 (NR-12) referente a segurança no trabalho com o uso de máquinas e equipamentos; Norma Regulamentadora Nº 15 (NR-15) referente a atividades e operações insalubres; Norma Regulamentadora Nº 31 (NR-31) referente a segurança no trabalho e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura; e o Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Outra aba foi destinada à vídeo aulas, tendo em vista que capacitações e demais cursos da área só podem ser oferecidos por profissionais que possuam no mínimo, nível de formação técnica, sendo composta por vídeos de curta duração com a temática da Segurança na Operação de Máquinas Agrícolas, esta funcionalidade está diretamente ligada ao canal do YouTube® do Professor Doutor Leonardo de Almeida Monteiro, oferecendo curiosidades e ensinamentos sobre a temática, com o objetivo de instruir os operadores e demais funcionários sobre os riscos que as máquinas e os implementos oferecem.

É disponibilizado ao público, através do site do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas da Universidade Federal do Ceará (LIMA-UFC) livros sobre a prevenção de acidentes com tratores agrícolas, segurança na operação, cartilhas e demais materiais produzidos pelo grupo de estudo, cujos quais, mediante a autorização do orientador, foram postos disponíveis para download, em arquivo de formato PDF, na aba programada para livros.

Tendo em vista que o aplicativo poderá ser usado por usuários, operadores, pessoas de interesse na área, mas também por administradores e proprietários de fazendas, uma aba destinada a um mapa de risco foi desenvolvida para o auxílio na prevenção de acidentes que poderiam ocorrer na área de forma mais particular, avaliando através dos

grupos de risco presentes, quais pontos devem ter segurança reforçada, assim como avisos mais enfáticos no local através de ícones. As informações dispostas permitem uma visualização global da área, oportunizando as correções necessárias para uma operação segura.

Os grupos de risco elencados foram escolhidos com base nos precedentes de acidentes com máquinas dentro das propriedades e em deslocamento, sendo eles: presença de animais, barrancos, fiação elétrica, fluxo de pessoas, pedregosidade, alta declividade, vegetação densa, formação de água e cercas de proteção.

Visando as necessidades de proteção do operador de máquinas agrícolas em suas extensas jornadas de trabalho, foi criada uma aba destinada aos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), onde estão expostas fotos dos mesmos, assim como sua utilidade e quando usá-los. A descrição visa não somente a conscientização do uso, como também a instrução. As imagens utilizadas para fins de demonstração foram captadas de *sites open photos*, plataformas que disponibilizam o recurso de imagem de forma gratuita e livre.

O *app* contém ainda uma aba desenvolvida voltada para primeiros socorros, sendo a funcionalidade destinada à recomendações seguras de procedência imediata em caso de um acidente com máquinas motoras ou implementos, diferenciando as práticas de acordo com a ocorrência e auxiliando a pessoa a identificar a melhor forma de agir (ou não agir), podendo esta ser a responsável pela manutenção das partes físicas comprometidas ou até mesmo da vida do acidentado. Nela, encontram-se também os contatos de emergência: Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), Polícia, Bombeiros e Polícia Rodoviária.

Outra funcionalidade do aplicativo é a assistente virtual, consistindo no redirecionamento direto da ferramenta para um aplicativo de comunicação em segundo plano, cujo o contato acessado é pertencente ao Laboratório de Acidentes com Máquinas Agrícolas da Universidade Federal do Ceará (LIMA-UFC), sendo um *chatbot* programado para dicas sobre segurança com máquinas agrícolas, através de uma conversa coordenada por acesso à alternativas indicativas, conduzindo o usuário.

Uma das abas do aplicativo, no entanto, consiste em um *checklist*. O uso de *checklists* já é uma realidade nas grandes fazendas produtoras, utilizando-se muitas vezes de papéis e painéis, visando a orientação da operação segura, a redução de gastos de manutenção, a diminuição de riscos de acidentes e o controle dos equipamentos.

A exposição dos parâmetros utilizados foi feita com base em manuais de tratores agrícolas e nas boas práticas veiculares. Avaliação de fatores que devem ser conferidos antes

do início das operações, a fim de ter correções preventivas e redução na ocorrência de acidentes.

A funcionalidade conta então com a listagem dos itens que devem ser assinalados quando presentes, exibindo ao total da conferência um percentual de segurança com base nas informações oferecidas pelo usuário. Como exemplo, boa funcionalidade dos faróis dianteiros e traseiros antes do tráfego; ou desligamento do trator para verificação de ajustes nos implementos.

A última funcionalidade a ser destacada, mas não menos importante, é o botão de acionamento do contato de emergência. Este recurso permite que, através do cadastro prévio realizado de um número escolhido pelo usuário, seja possível o envio de uma mensagem de solicitação de socorro, geolocalizada, mapeada, para solicitação de ajuda em caso de emergência.

Esta funcionalidade, diferente das demais, realiza um método exclusivo através do algoritmo. Ainda que seja uma metodologia simples, se apresenta como inovadora, tendo sido depositada para o processo de solicitação de patente.

4.4 Patente

No período compreendido entre Maio e Setembro de 2023 foi realizado o Programa de Mentoria em Propriedade Intelectual do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

O curso foi realizado de maneira individual, na modalidade a distância. Onde, para a participação, foi feita a solicitação junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal do Ceará (UFC) - UFC Inova, sendo aceita a indicação e pleiteamento da vaga.

A mentoria, que teve duração de cinco meses, teve encontros alternos e ao vivo com um mentor instrutor, com objetivo de receber orientações para o processo de submissão de patente, como, orientações sobre o procedimento, escrita, estruturação de redações dos documentos e busca de anterioridade.

Os documentos que foram elaborados para a solicitação de depósito de patente: Relatório Descritivo, Quadro Reivindicatório, Desenhos e Resumo, sendo estes detalhados a seguir.

O Relatório Descritivo é uma seção crucial que descreve detalhadamente a invenção. Esta parte da solicitação fornece uma explicação minuciosa e completa da

invenção, com o objetivo de permitir que alguém experiente na área técnica relacionada possa compreender e reproduzir a invenção com base nessas informações.

Nele consta uma introdução que situa a invenção dentro do contexto do campo técnico, destacando os problemas que visa resolver, uma descrição detalhada de seus componentes, estrutura, funcionamento e qualquer método associado, a fundamentação em que a ideia se apoia e também os aspectos funcionais, estruturais e inovadores do projeto.

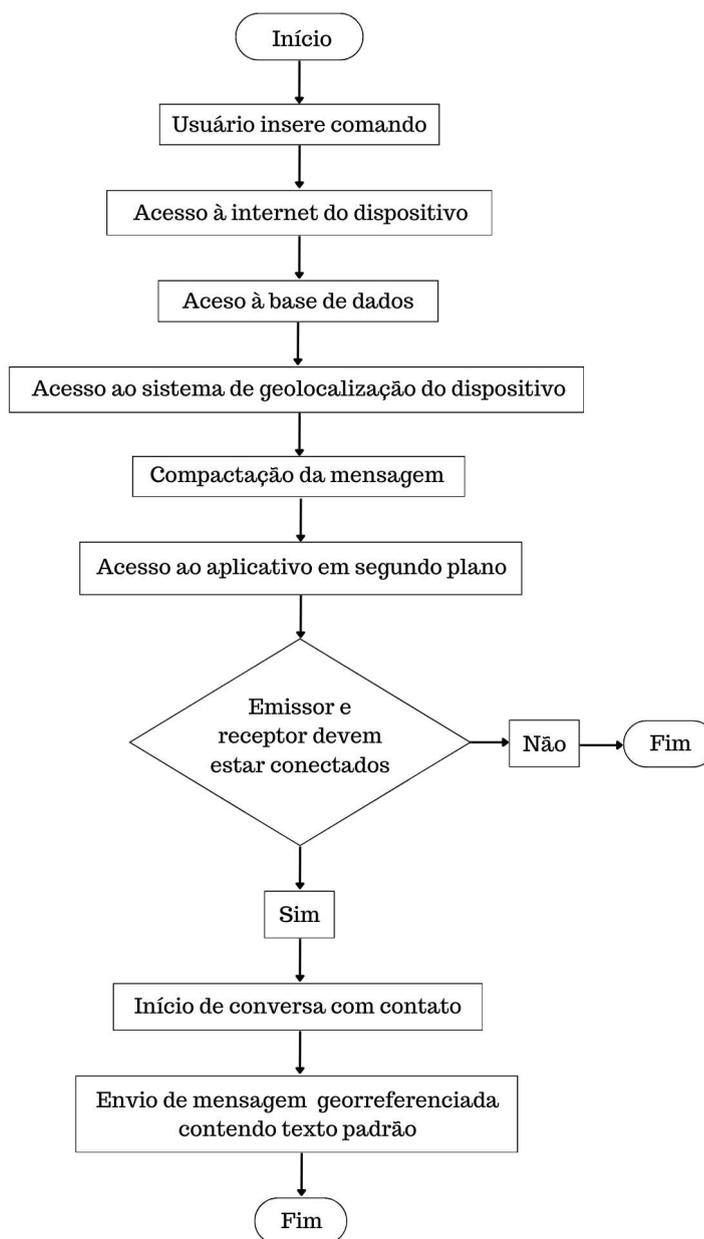
O Quadro Reivindicatório define e delimita a extensão da proteção da invenção. Sendo composto por Reivindicações, que são partes fundamentais da solicitação de patente, pois estabelecem os limites específicos a serem protegidos legalmente.

No presente trabalho, foi feita uma Reivindicação Independente e três Reivindicações Dependentes, sendo a Reivindicação Independente quem estabelece, de forma independente, o escopo da proteção desejada e a Reivindicações Dependentes usadas para fornecer uma descrição mais detalhada ou específica, ou até mesmo uma limitação do método.

Os Desenhos referem-se às ilustrações ou fluxogramas que acompanham a descrição detalhada da invenção. Eles têm o propósito de visualizar e esclarecer os aspectos técnicos da invenção.

Para este projeto, na solicitação desta patente, os desenhos apresentados foram fluxogramas, isto porque, a Propriedade Intelectual em questão consiste em uma Patente de Invenção Implementada por Computador, não apresentando assim componentes concretos. Ao invés disso, foram dispostas as rotinas operadas pelo algoritmo, como pode ser visualizado um exemplo na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma método de solicitação de socorro



Fonte: Própria Autora (2023).

Já o Resumo é uma seção concisa que fornece uma visão geral da invenção. Ele destaca os aspectos-chave, sendo útil para dar uma rápida compreensão da invenção, sendo o ponto de partida para avaliação do conteúdo e essencial para análise pelos examinadores de patentes e outros interessados.

Para a construção desta redação de solicitação de patente e certificação da inovação, foi realizada ainda uma busca de anterioridade, para determinar se a invenção já foi divulgada publicamente ou se há documentos anteriores que contenham informações semelhantes.

Esses documentos podem incluir patentes concedidas, publicações científicas, artigos e afins. Foram utilizados bancos de dados especializados como Espacenet, Google Patents, o próprio INPI e outras fontes para encontrar documentos relevantes.

Ao final da Mentoria, foi realizado o depósito da solicitação de patente, já registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial, assim como foi concedido um certificado de participação, atestando as competências para o desenvolvimento deste trabalho e outros futuros.

4.4.1 Registro de software

Para além do depósito de solicitação de patente, foi realizado junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal do Ceará (UFC) - UFC Inova, o Registro de *Software* do aplicativo. Isto porque o registro do *software* confere a proteção legal ao código-fonte e às características exclusivas do aplicativo. Ele estabelece um documento oficial reconhecido pelo Estado que comprova a autoria e originalidade, assegurando ao desenvolvedor o reconhecimento formal.

Para realização do registro, foi necessário o preenchimento de documentos e formulários, anexados juntos à uma busca de anterioridade que alcançou não somente os bancos de dados de depósito de patentes e desenvolvimento científico, mas também as *stores* e páginas *web* que foram pesquisadas visando descartar similaridades ou igualdades dos recursos e processos operados pelo *app*.

As linhas de código foram compiladas em um código *hash*, compactando o algoritmo em uma função criptografada, oferecendo um documento eletrônico íntegro e sem permissões de alterações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, serão apresentados os resultados concretos decorrentes da implementação da pesquisa, os quais se manifestam na forma de um aplicativo totalmente funcional.

O cerne deste trabalho reside na convergência entre teoria e prática, onde as ideias discutidas nas seções anteriores agora ganham vida por meio de uma ferramenta tangível.

Salientando que as capturas de tela utilizadas para exposição dos resultados foram oriundas de um smartphone modelo Samsung Galaxy A53 5G.

5.1 Disposições gerais do aplicativo

O início da apresentação do aplicativo como resultado desta pesquisa, se dá com a apresentação do seu nome: LIMA AgriSegurança. O “LIMA” refere-se ao nome do grupo de pesquisa da Universidade Federal do Ceará, Laboratório de Acidentes com Máquinas Agrícolas. O termo "AgriSegurança" combina as palavras "Agricultura" e "Segurança", evidenciando seu significado intrínseco.

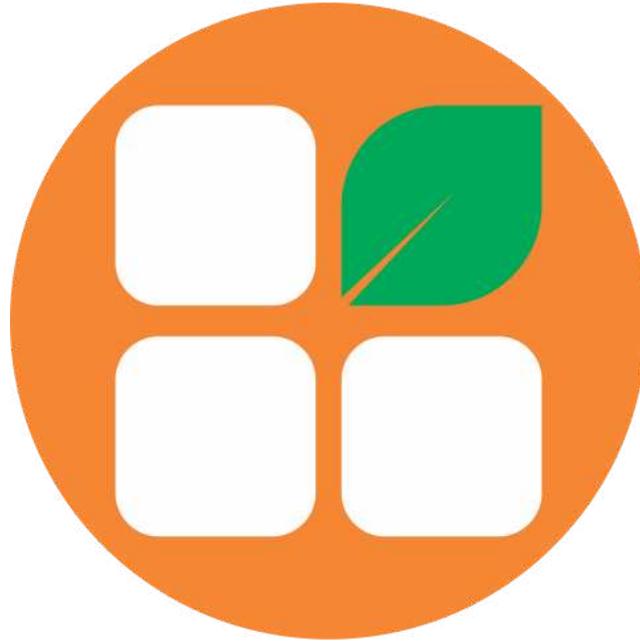
Essa combinação reflete a dedicação ao desenvolvimento de soluções voltadas para a segurança no contexto agrícola. A inclusão do termo "Agri" destaca diretamente a ligação com a agricultura, indicando que o escopo do projeto está relacionado a práticas e desafios específicos desse setor, enquanto o termo "Segurança" ressalta o foco principal do projeto.

Ele sugere que o objetivo central é abordar questões relacionadas à segurança, seja a segurança dos operadores, a segurança dos equipamentos ou a segurança geral nas operações com máquinas agrícolas.

O logotipo do aplicativo, que pode ser visualizado na Figura 3, consiste na junção de elementos visuais simples, formando a letra “L” de LIMA e também como alusão à inicial do nome dos desenvolvedores do projeto.

Como exposto na imagem, o logotipo conta com as cores laranja e verde, representativas de “segurança” e “alerta”, e que também modulam toda a interface do aplicativo. A presença de uma folha lateralizada destaca visualmente também a inerência da ferramenta dentro do setor agrícola, remetendo ao campo, plantação e similares.

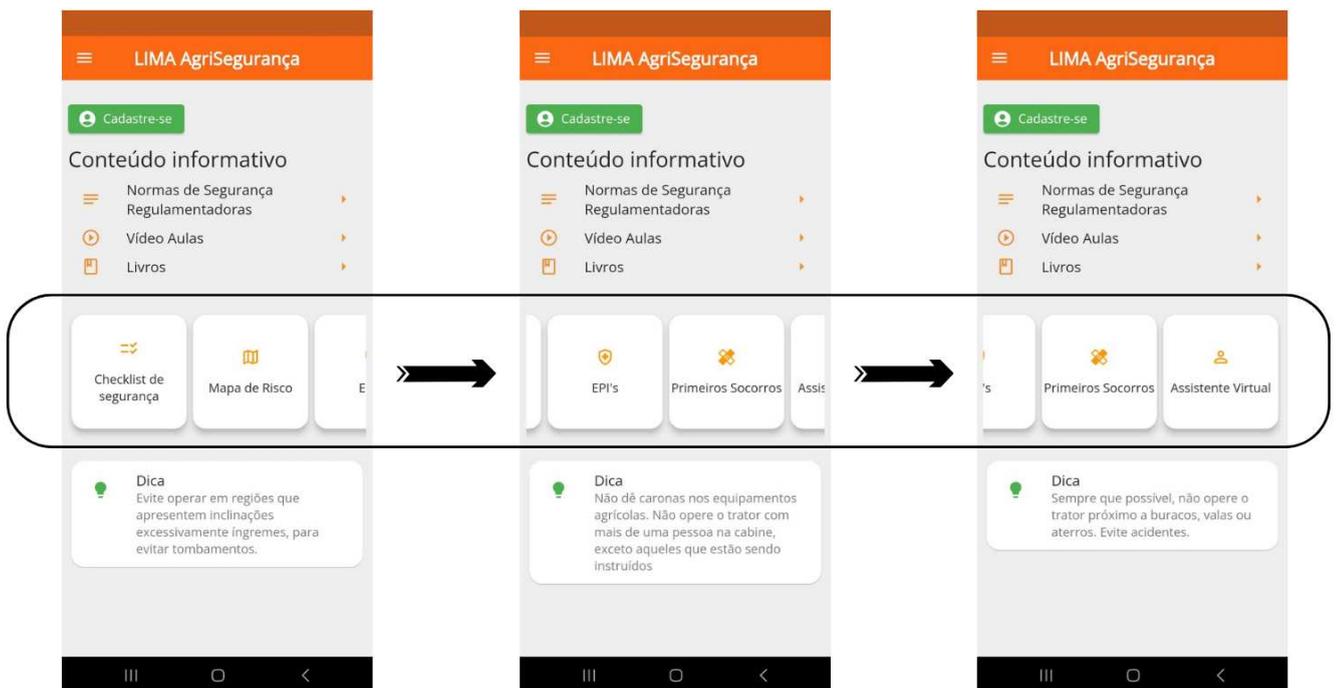
Figura 3 - Logotipo do aplicativo LIMA AgriSegurança



Fonte: Própria Autora (2023).

A tela inicial do aplicativo apresenta todas as funcionalidades iniciais. Nela, podem ser observados todos os botões de atalho para as abas adjacentes. Apresentada na Figura 4, a tela inicial pode ser evidenciada em diferentes pontos de acesso.

Figura 4 - Tela inicial



Fonte: Própria Autora (2023).

Na imagem destaca-se ainda, através da linha preta e das setas indicativas, o movimento de *scroll* horizontal na tela, no sentido da direita para a esquerda, onde o usuário consegue acessar os demais botões e adentrar nas abas.

Nesta mesma tela, é possível visualizar outros componentes pertencentes a tela inicial, como o tópico de “Dicas”, um botão indicativo de cadastro do usuário e um apêndice de controle no canto superior superior esquerdo, representado por três linhas unidas, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Componentes pertencentes à tela inicial



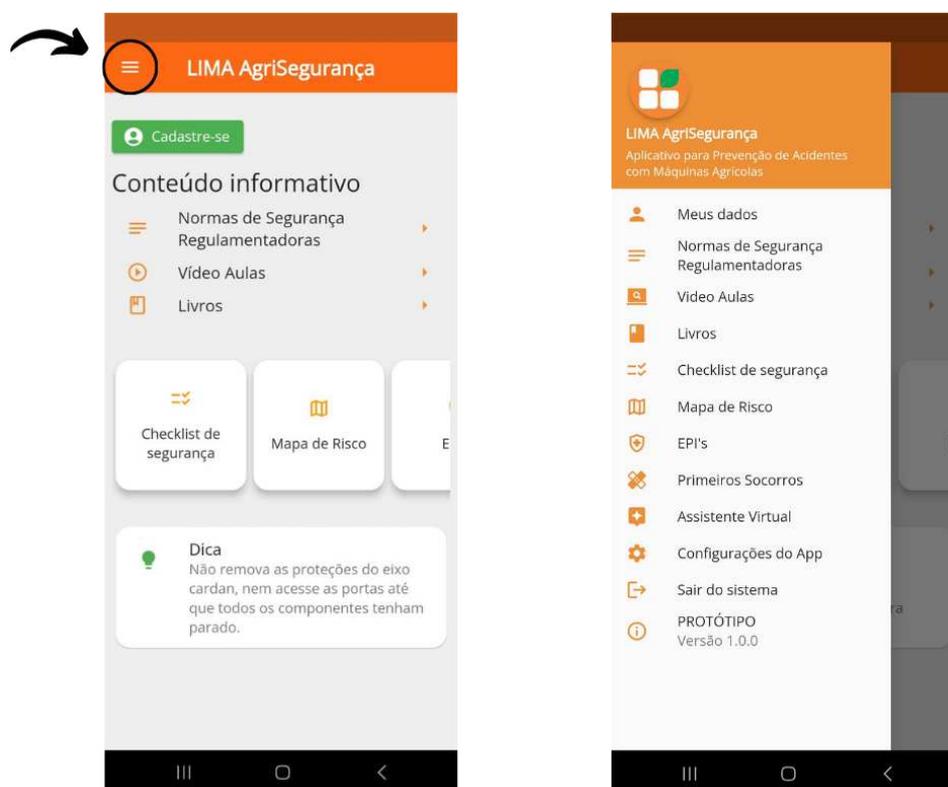
Fonte: Própria Autora (2023).

Explorando esses componentes, temos a Figura 6 exposta a seguir, indicando a tela lateral, que funciona como um Painel de Controle. Neste espaço, estão listadas todas as funcionalidades e abas do aplicativo.

Além da exposição do logotipo do *app* e das abas elencadas, neste espaço encontram-se ainda os recursos de configuração do aplicativo e dos dados cadastrais. A opção de “Saída do Sistema” no entanto, refere-se ao retorno para o *Menu* Inicial do dispositivo,

fechando assim a janela do aplicativo e não indica um *logout*, tendo em vista que, para acesso ao aplicativo não é necessário a criação de uma conta com *login* e senha.

Figura 6 - Tela inicial e painel de controle lateral



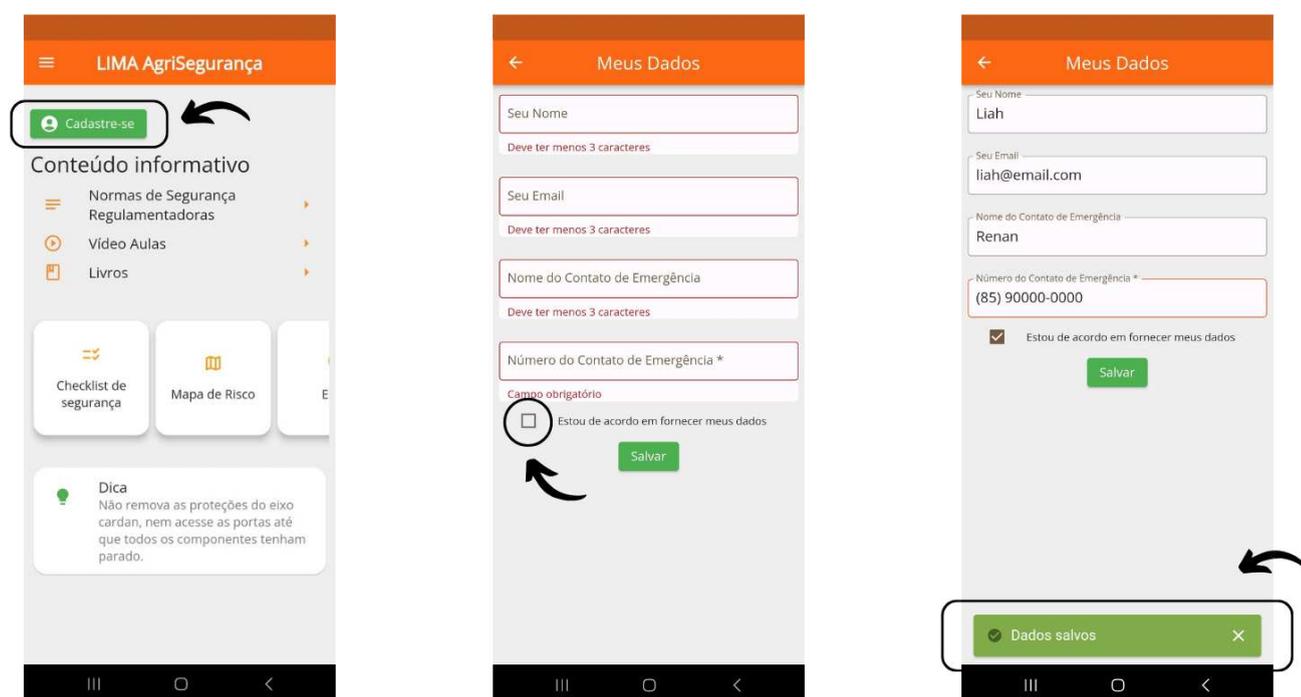
Fonte: Própria Autora (2023).

O outro componente presente na tela inicial a ser descrito é o botão de cadastro. O cadastro no aplicativo segue as orientações dispostas na Lei Geral da Proteção de Dados, isto é, ele não é obrigatório para o acesso à ferramenta e suas funcionalidades gerais, entretanto se faz necessário para o usufruto de todos os recursos e desempenho de funcionalidades que possuem mecanismos de ação.

Os dados cadastrais, como podem ser observados na Figura 7, consistem em “nome”, “*e-mail*”, “nome do contato de emergência” e “número do contato de emergência”. Onde, estes dois últimos dados serão usados para o envio de mensagem de solicitação de socorro, sendo outra funcionalidade disponível no aplicativo.

Os dados cadastrais são de registro único, dispensando o recadastro a cada acesso à plataforma, no entanto, através da aba “Meus dados” indicada em primeiro lugar no Painel de Controle lateral indicado na página inicial e exposto no item acima, é possível realizar a edição destas informações de acordo com a escolha do usuário.

Figura 7 - Tela de dados cadastrais



Fonte: Própria Autora (2023).

Os dados fornecidos na plataforma ficam armazenados no sistema operacional do aplicativo, isso significa que, sempre que o usuário acessar a ferramenta, os dados e registros realizados por ele estarão disponíveis.

Entretanto, em caso de modificação de aparelho, caso o usuário modifique o *e-mail* pessoal cadastrado, não será possível o acesso ou o *backup* de informações, tendo em vista que o conjunto de dados fornecidos pelo usuário ficará associado ao email de cadastro. Se faz necessário ainda a concordância com o fornecimento de dados, como indicado na Figura 7.

Até o presente momento, a ferramenta não dispõe de uma finalidade de tratamento e uso destes dados, no entanto, as possibilidades futuras são inúmeras, permitindo dados de levantamento sobre acidentes, riscos, manuseio da ferramenta e o caráter substancial desta na administração de uma propriedade.

Em uma aplicação futura de uso de dados para catalogação de informações, mapeamentos, estudo ou pesquisa, se faz necessário o acréscimo de um Termo de Uso e Política de Privacidade, para que este esteja em consonância com a Lei Geral da Proteção de Dados. Por envolver um processo de patente vinculado a ferramenta, a exploração desse

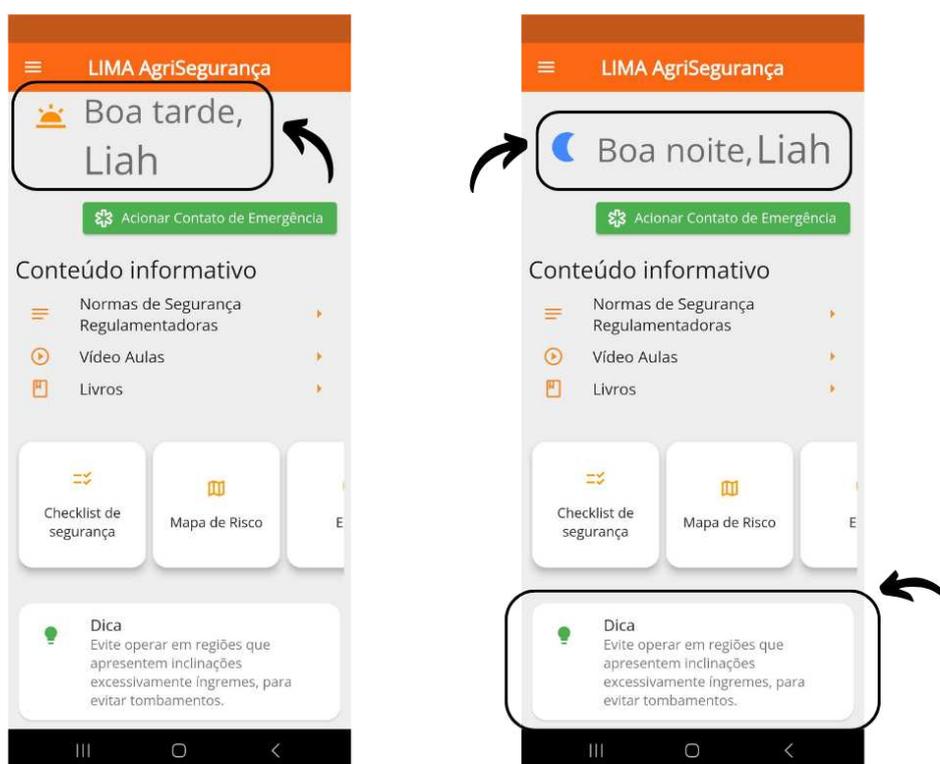
recurso e disposição do aplicativo em uma *store* não apresentou viabilidade, em virtude de que em dada circunstância, o *software* se tornaria imediatamente um *open-source*.

Ao salvar os dados, o aplicativo expõe uma mensagem indicativa de realização de cadastro, sendo feito o armazenamento imediato dos dados e o desbloqueio de funcionalidades que demandam o registro, para o seu funcionamento.

Como pode ser visualizado na Figura 8, o *layout* da página inicial se altera após o registro de dados, apresentando uma mensagem de “Bom dia”, “Boa tarde” ou “Boa noite” de acordo com o horário de acesso ao aplicativo.

O período que compreende o “Bom dia” está compreendido entre 00:00h a 11:59h da manhã, “Boa tarde” compreende o período entre 12:00h e 17:59h e “Boa noite” compreende o período entre 18:00h e 23:59h”, estes, são acompanhados pelo nome registrado pelo usuário, dando personalização à tela inicial.

Figura 8 - Tela de início personalizada após inserção de dados cadastrais



Fonte: Própria Autora (2023).

Na Figura 8 acima, se destaca ainda mais um componente da tela inicial, que consiste no tópico “Dicas”. A funcionalidade foi cuidadosamente integrada para oferecer

insights relevantes, orientações práticas ou informações úteis a cada interação do usuário com o aplicativo.

Ao contrário de dicas estáticas que permanecem inalteradas, este recurso busca manter o interesse do usuário ao apresentar mensagens variadas e adaptadas ao contexto específico da utilização.

O mecanismo por trás desse recurso baseia-se em algoritmos que selecionam dinamicamente a mensagem da dica a ser exibida. Essa abordagem não apenas aprimora a usabilidade, mas também oferece uma experiência de aprendizado contínua, adaptando-se às necessidades e padrões de uso de cada usuário.

As dicas utilizadas foram sequenciadas da seguinte maneira:

- “Se o trator possuir estrutura de proteção ao capotamento (EPC) afivele firmemente o cinto de segurança de seu assento.”;
- “Sempre que possível, não opere o trator próximo a buracos, valas ou aterros. Evite acidentes.”;
- “Reduza a velocidade ao fazer curvas, virar a máquina, ou dirigir em superfícies que apresentem aspereza, escorregadias ou lamacentas.”;
- “Evite operar em regiões que apresentem inclinações excessivamente íngremes, para evitar tombamentos.”;
- “Observe sempre o caminho que está percorrendo, principalmente nas extremidades das linhas de cultivo, em estradas e próximo a vegetações densas.”;
- “Não dê caronas nos equipamentos agrícolas. Não opere o trator com mais de uma pessoa na cabine, exceto aqueles que estão sendo instruídos.”;
- “Acople os implementos apenas na barra de tração e nos pontos de acoplamento recomendados pelo fabricante. Não se utilize de outros métodos para união dos equipamentos.”;
- “Antes de ligar o motor do trator ou operar a máquina, certifique-se de que todos estejam afastados do maquinário. Utilize a buzina para espantar animais e alertar pedestres.”;
- “Trave o fornecimento de energia antes de executar a manutenção no equipamento agrícola. Desligue o eixo da tomada de potência (TDP) antes de realizar qualquer ajuste no maquinário.”;
- “Não remova as proteções do eixo cardan, nem acesse as portas até que todos os componentes tenham parado.”;

- “Aprenda e cumpra as práticas recomendadas aos primeiros socorros, se e quando necessário.”;
- “Tenha intervalos de descanso e verifique os sinais de fadiga e alerta inerentes às atividades. Tenha uma noite de descanso antes de operar a máquina, principalmente quando necessário o trânsito em estradas e rodovias.”;
- “Sempre acesse a plataforma de operação pela escada do trator. Para descer da máquina, desça de costas, apoiando as mãos nas alças de auxílio presentes.”.

Este tópico destaca a inovação por trás do recurso de "Dicas", fornecendo uma visão detalhada de sua implementação técnica e dos benefícios observados durante a fase de testes.

5.2 Abas do aplicativo

Foi desenvolvida a arquitetura de abas incorporada ao aplicativo, uma decisão de *design* que organiza detalhadamente as funcionalidades em grupos coesos. Cada aba representa uma divisão de temática distinta, ainda que dentro da mesma temática, proporcionando uma abordagem estruturada e intuitiva para a navegação e interação do usuário.

A singularidade de cada aba é um fator essencial nessa análise, destacando-se pela diversidade de funções e recursos que oferece. Essa abordagem não apenas contribui para uma experiência mais enriquecedora, mas também facilita a compreensão individualizada de cada conjunto de funcionalidades.

5.2.1 Normas de segurança regulamentadoras

Oferecer informações sobre as Normas Regulamentadoras (NRs) que tratam da segurança no trabalho com máquinas agrícolas é vital para garantir a proteção e o bem-estar dos trabalhadores rurais.

As normas desempenham um papel fundamental na prevenção de acidentes e na promoção de ambientes laborais seguros. Ao conscientizar os trabalhadores sobre essas normas, várias vantagens são alcançadas.

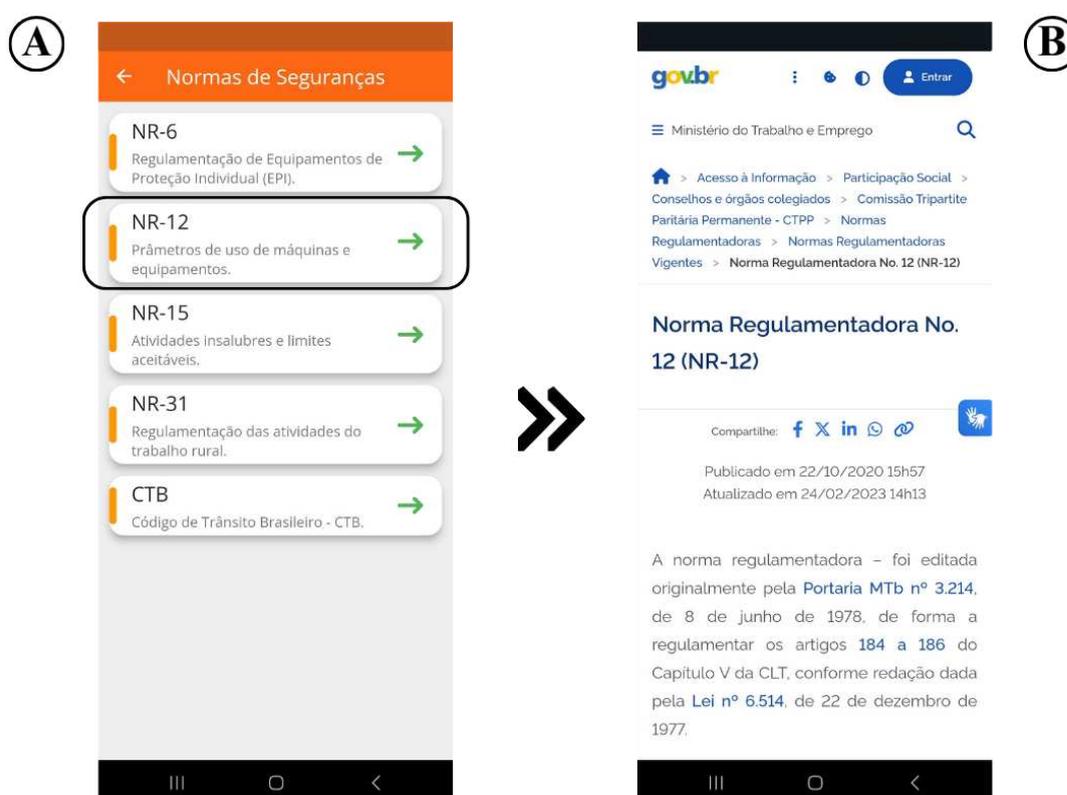
A compreensão das NRs auxilia na prevenção de acidentes. Essas normas oferecem diretrizes específicas sobre o uso adequado dos equipamentos, a manutenção

preventiva e o emprego de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), minimizando riscos potenciais.

A aba Normas de Segurança e Regulamentadoras (FIGURA 9) realiza o redirecionamento do aplicativo para o *link* de acesso direto do Governo Federal do Brasil, na página de acesso da Norma em escolhida. Isto é possível com base na configuração de acesso livre, permitindo o redirecionamento da ferramenta para a plataforma.

A exposição desses documentos foi realizada desta maneira a fim de garantir que, no de quaisquer atualizações realizadas nas Normas, o acesso direto do usuário será para o conteúdo e regras vigentes.

Figura 9 - Tela da aba de Normas de Segurança e Regulamentadoras



Fonte: A - Própria Autora (2023); B - GOV (2023).

O mesmo mecanismo é aplicado para as demais Normas, assim como para o Código de Trânsito Brasileiro. As Normas foram escolhidas com base na maior aproximação com o conteúdo pragmático que se baseia esse projeto.

As NRs que estão relacionadas à operação com máquinas agrícolas possuem maior destaque e são descritas também através das outras ferramentas e operação das outras funcionalidades, porém, foi de grande relevância a inserção da Norma NR-15, como exemplo,

a qual trata sobre dos limites de insalubridade permitidos, atenta para ocorrência de outros acidentes não propriamente direcionados às máquinas, mas que são decorrentes do ambiente laboral, e consequentemente fazem parte do risco do trabalhador que está intrínseco ao processo.

O CTB por sua vez, foi acrescido por conta de movimentos realizados pelos operadores de máquinas agrícolas em rodovias. De acordo com Silva (2019), em um período de 10 anos a frota de tratores em tráfego por rodovias cresceu em 33%, e este aumento veio acompanhado do crescimento proporcional da ocorrência de acidentes das mais diversas naturezas no cerne da condução da máquina. Estes dados fomentam a evidência do caráter de essencialidade da disposição deste documento nesta ferramenta.

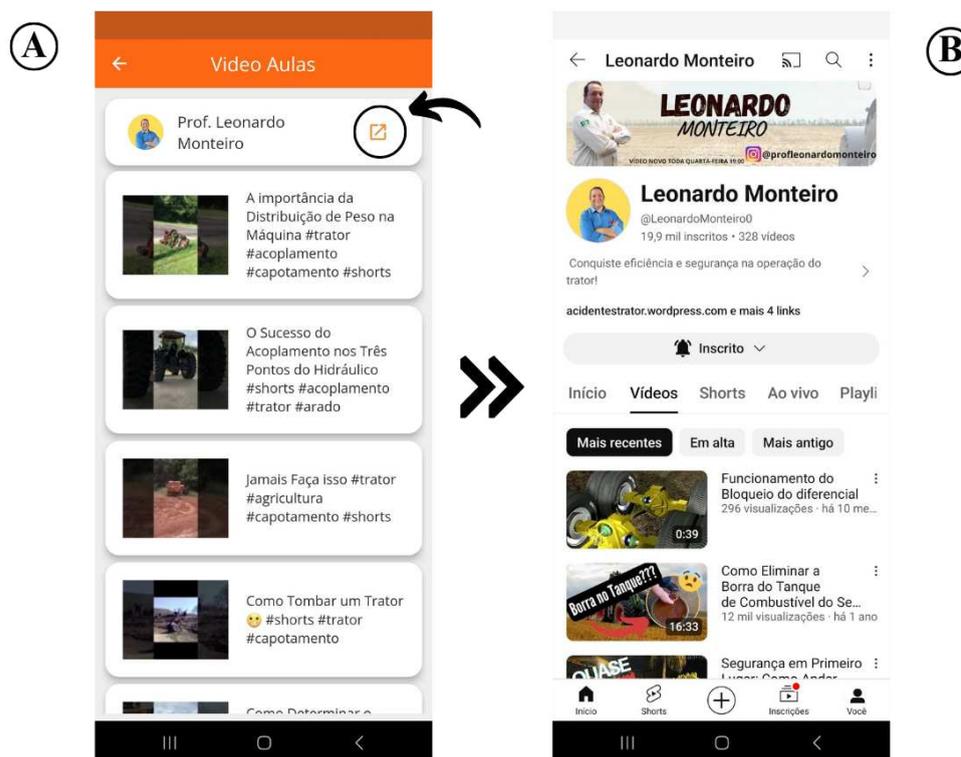
5.2.2 *Vídeo aulas*

Uma aba dedicada às videoaulas através do link de direcionamento para o canal na plataforma YouTube® proporciona aos usuários acesso direto aos conteúdos educativos do Professor Doutor Leonardo de Almeida Monteiro, com quase 20 anos de atuação e especialização na área de acidentes com máquinas agrícolas. Isso elimina também a necessidade de navegar pelo YouTube® separadamente, tornando o processo mais conveniente e direto.

A integração com o canal permite a notificação em tempo real de novos vídeos e atualizações no canal. Isso mantém os usuários atualizados sobre o conteúdo mais recente, incentivando a participação regular.

A Figura 10 fornece detalhes sobre a estruturação visual dos vídeos no aplicativo. Vídeos esses que incluem o formato padrão e o *shorts*, acompanhando todas as atualizações feitas no canal em tempo real, oferecendo conteúdos dinâmicos e novos na frequência que são postados. É possível dar *play* e ir diretamente para o vídeo escolhido, assim como é possível acessar o canal de forma imediata, como indica a figura abaixo.

Figura 10 - Tela da aba video aulas



Fonte: A - Própria Autora (2023); B - YouTube® (2023).

Em resumo, a aba dedicada ao canal do YouTube® voltado para educação, em um aplicativo, oferece uma experiência de aprendizado mais fluida, interativa e personalizada, promovendo o engajamento dos usuários e a eficácia na entrega de conteúdo educacional. Este processo é possível pois o *app* realiza uma consulta da API do YouTube®, no qual lista todos os vídeos do canal do Professor.

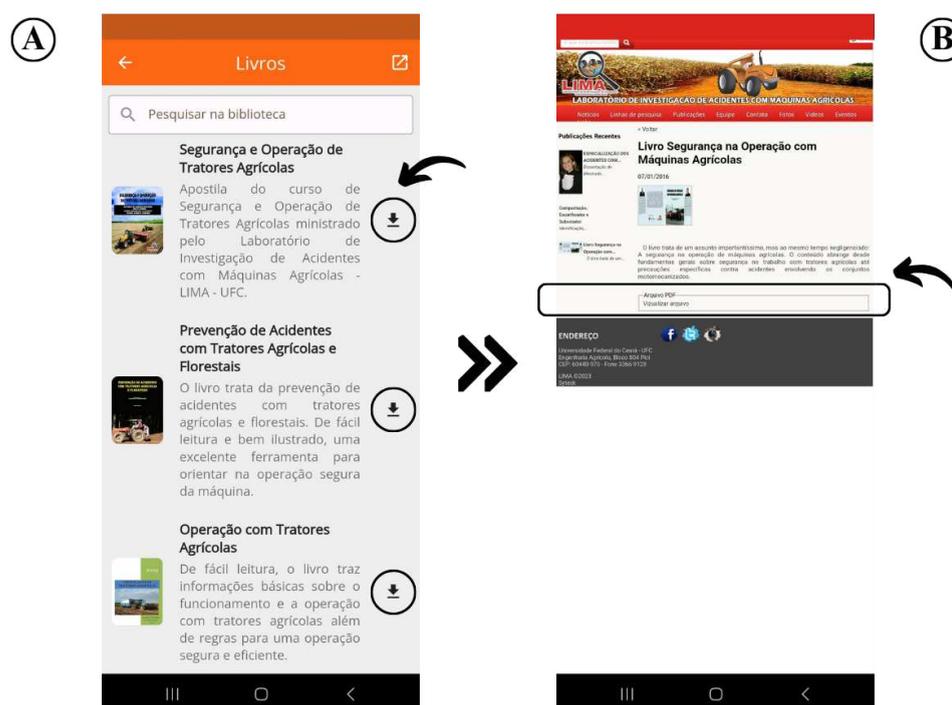
5.2.3 Livros

Visando a expansão do conhecimento produzido na academia, assim como a oferta de um material didático de alta qualidade, a aba livros (FIGURA 11) também se apresenta como um conteúdo informativo, realizando o mesmo mecanismo de redirecionamento para uma plataforma externa, sendo neste caso, o *web site* do grupo de pesquisa do Laboratório Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas da Universidade Federal do Ceará (LIMA-UFC).

Contando com uma biblioteca virtual extensa em quantidade e qualidade, o *site* oferece recursos para leitura e *download* de produções acadêmicas realizadas pelo grupo e por profissionais parceiros ao longo de sua existência.

No aplicativo, além do título das obras, são expostas também uma breve sinopse sobre o conteúdo abordado no material. Ao clicar no botão indicativo para baixar o documento em formato PDF o direcionamento automático é feito para a página de *download*, fazendo com que em poucos *clicks* o usuário possa realizar o acesso e leitura do material por completo, assim como tê-lo em formato virtual, com possibilidade de impressão, adquirindo assim uma versão física.

Figura 11 - Tela da aba livros



Fonte: A - Própria Autora (2023); B - LIMA (2023).

A Figura 11 (A) evidencia os ícones indicativos para realização de *download* instantâneo do documento em formato PDF dos livros, também destacando a possibilidade de redirecionamento para a página do *site*. Na Figura 11 (B) expõe ainda a estrutura da página *web* que indica onde realizar a visualização e consequente leitura do livro, quando redirecionado a partir do site.

Alguns pontos devem ser salientados. O primeiro consiste no fato de que, o fluxo gerado para a página do grupo, abre também as portas para a expansão do que é produzido pela pesquisa do setor, tendo em vista a visualização de outras abas de navegação que podem ser acessadas a partir do contato com o *site*. Essa divulgação se torna mais uma ferramenta de cunho informativo e educacional para o usuário.

O outro ponto refere-se ao caráter de desenvolvimento da plataforma. Isto porque, como evidenciado na figura acima, o *site* está em uma conformação diferente do *layout* proposto pelo aplicativo e demais ferramentas associadas por *links*.

É válido destacar que a falha no redimensionamento não é ocasionada pelo aplicativo desenvolvido nesta pesquisa, e sim pela estruturação fixa do *site* do laboratório no formato de tela *PC*.

5.2.4 Mapa de risco

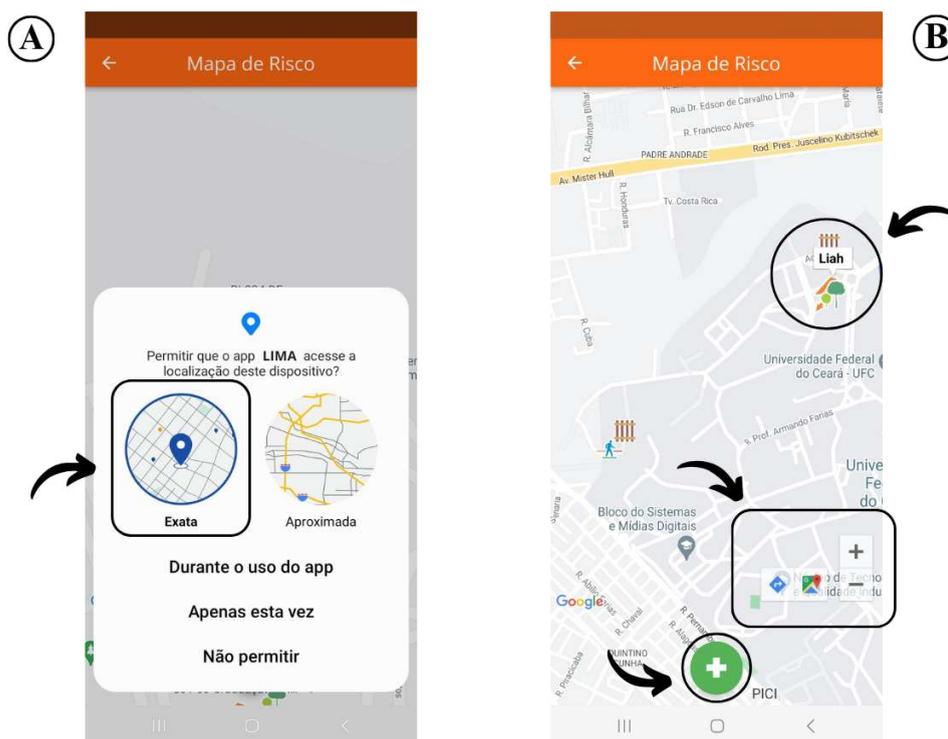
A aba mapa de risco é a que possui mais *layers*, suas camadas são formadas por uma diversidade de funcionalidades. O desenvolvimento desta aba foi realizado visando uma ferramenta de prevenção de acidentes e também a de auxílio para a tomada de decisões do produtor, no que condiz a reparos preditivos e correções imediatas. Nela são dispostos ícones adicionados pelo usuário, realizando a construção de um mapa personalizado com a indicação de pontos de risco dentro da propriedade.

O passo inicial para o acesso e usufruto da funcionalidade consiste inicialmente na concessão da autorização de acesso do aplicativo à localização do dispositivo como pode ser visualizado na Figura 12 (A).

Essa autorização pode ser “Durante o uso do *app*” ou “Apenas esta vez”, condicionando apenas que, em caso de escolha da segunda opção, sempre que for aberta a aba, a solicitação de autorização aparecerá, enquanto na primeira opção, a concessão é única.

É essencial que a localização fornecida seja a “Exata” para que seja efetiva a aplicação do método, de forma que as informações oferecidas apresentem precisão e coerência.

Figura 12 - Tela da aba mapa de risco



Fonte: A e B - Própria Autora (2023).

A Figura 12 (B) apresenta a página principal do mapa de risco, ela é visualizada logo após o fornecimento da localização do usuário. Na imagem é possível identificar três pontos de destaque, os quais serão explorados.

O círculo indicado por seta que evidencia ícones dinâmicos e coloridos no mapa, demonstra a visualização do usuário dos riscos cadastrados por ele ou por outros usuários, tendo em vista que os alertas de risco são públicos.

Os ícones buscam indicar de forma mais dinâmica e visual o risco presente no determinado ponto da área. Ao deslizar o *touch* sobre os ícones no mapa, ainda é possível visualizar o nome do usuário que registrou a ocorrência.

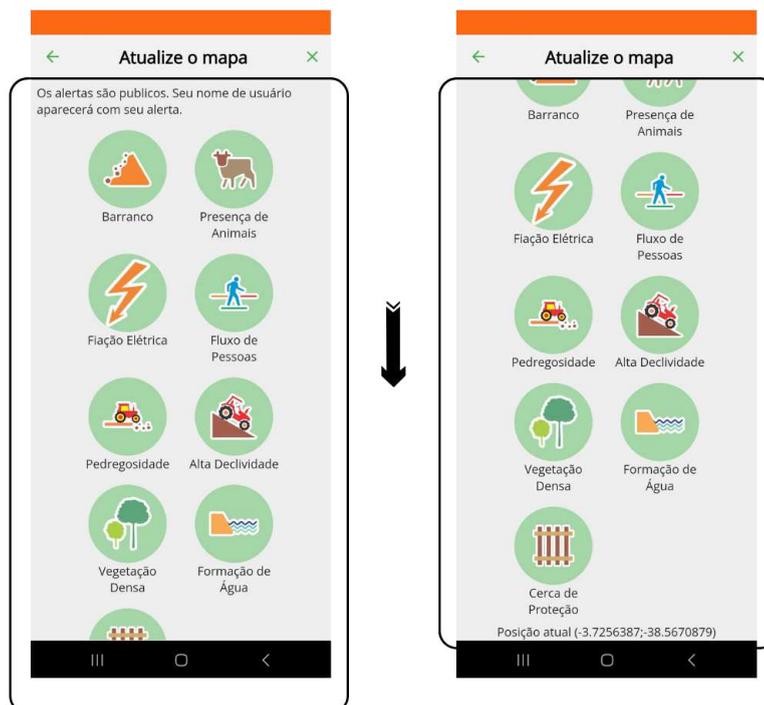
Ainda na Figura 12 (B), é possível identificar a indicação em um retângulo indicado por seta, delimitando algumas propriedades do mapa.

O mapa utilizado está diretamente vinculado ao *Google Maps*, por isso, as alternativas presentes nessa ferramenta, se estendem ao uso no aplicativo LIMA AgriSegurança.

Sendo assim, é possível utilizar o recurso de cálculo de rota, *zoom* e redução de *zoom* através dos botões ou do “movimento de pinça” realizado com os dedos ao tocar a tela e a abertura do mapa amplificado no próprio *Maps*.

O ícone verde, centralizado na parte inferior da tela, circulado e indicado por seta na Figura 12 (B) é o botão utilizado para a adição de um alerta de risco no mapa, ou seja, a inserção de um ícone público, que irá indicar e detalhar o risco presente naquele ponto, com base nas informações fornecidas sobre a ocorrência pelo o usuário que estará realizando o cadastro da mesma. O processo de adição é exibido na figura abaixo (FIGURA 13).

Figura 13 - Tela ícones do mapa de risco



Fonte: Própria Autora (2023).

O primeiro passo ao realizar o registro no mapa que o usuário deve indicar é realizar a escolha de qual parâmetro foi identificado como um possível agente causal de acidente no ponto geolocalizado.

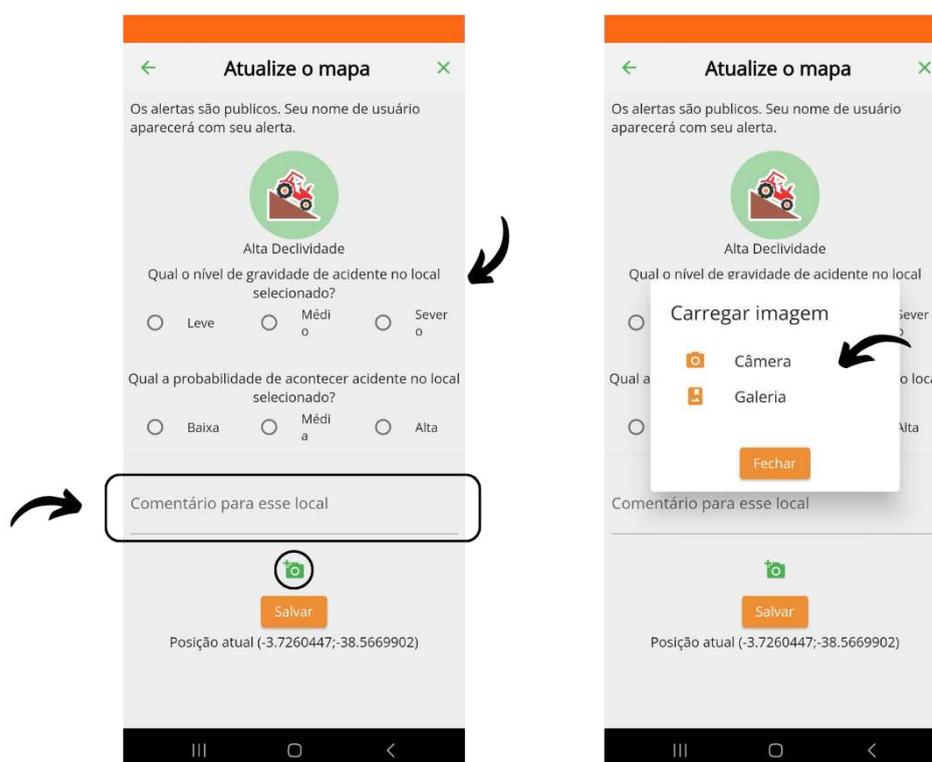
Foram dispostos dentro do *app* nove tipos de possíveis riscos inerentes à área de trabalho de um operador de máquinas agrícolas. Para a escolha e visualização completa das opções, é necessário realizar o movimento de *scroll* no sentido vertical, na direção de baixo para cima.

Podem ser visualizadas algumas informações nos pontos periféricos da tela, como a localização atual coordenada geograficamente do dispositivo e um alerta sobre a visualização pública das informações registradas. Assim como a indicação de retorno ou fechamento da tela de ícones.

Após a seleção do tipo de risco presente na localidade, inicia-se o processo de descrição e disposição de informações sobre a ocorrência ou sobre a visualização de um atributo que possa vir a gerar uma.

A escolha do risco visualizado através do “click” no botão, inicia a abertura de uma nova página, contendo um espaço para preenchimento de dados mais aprofundados, como pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Tela de descrição do risco



Fonte: Própria Autora (2023).

Das informações a serem preenchidas, segue-se uma sequência de preenchimento de itens objetivos a serem selecionados, com caráter obrigatório e itens de preenchimento livre e opcional.

Os dados de registro considerados obrigatórios visam responder a gravidade de um acidente no local selecionado, sendo este uma ocorrência ou uma possibilidade, e a probabilidade de ocorrência de um acidente no local, ou mesmo, recorrência.

A união dessas duas variáveis determinará o risco iminente no ponto demarcado de acordo com o parâmetro avaliado/visualizado. O nível de gravidade e probabilidade de

uma possível ocorrência deve ser avaliado nas métricas descritas como “leve”, “médio” e “severo”, assim como, “baixa”, “média” e “alta”, respectivamente.

Os dados de preenchimento livre e opcional consistem na adição de comentários por parte do usuário, que possam ser considerados relevantes para a situação. Além destes, a adição de uma foto.

O registro de imagem pode ser feito diretamente, com abertura imediata da câmera do dispositivo através da indicação no aplicativo, ou através de um registro já realizado, anexado do banco de imagens da galeria do aparelho.

O arquivamento de uma foto no mapa é de extrema relevância, isto porque o registro da imagem permite a visualização e melhor compreensão do perigo, permite melhor avaliação de quais ações executar para a redução do problema, assim como pode ser útil para uma análise de melhorias na segurança da operação realizadas ao longo do tempo, após a implementação de soluções para estes riscos para os trabalhadores.

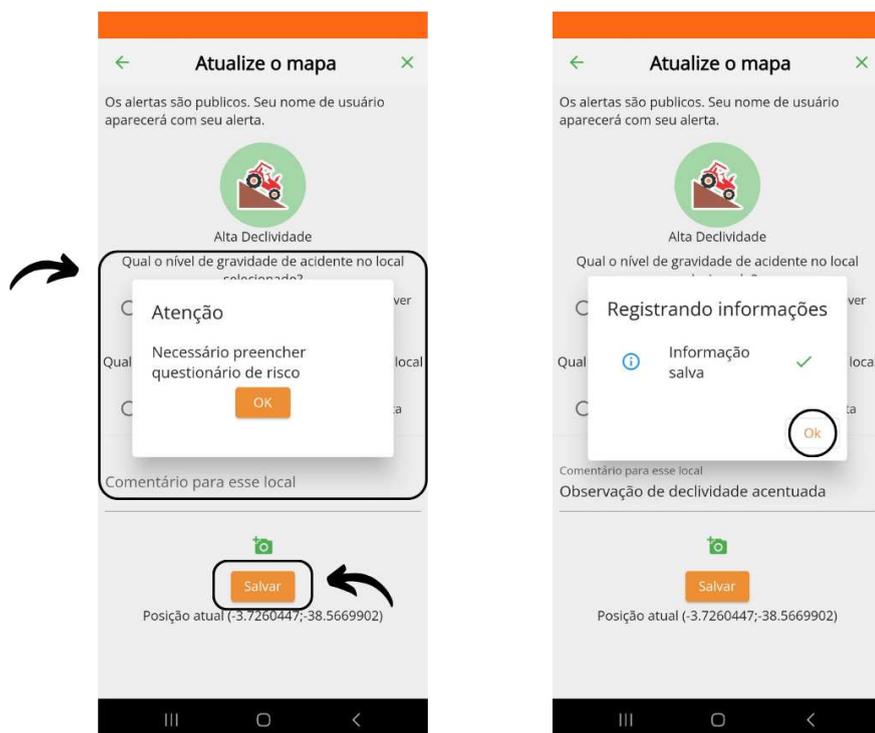
A magnitude do risco pode ser melhor avaliada através de um registro visual, e ainda mais completo, se descrito em um comentário sobre a experiência do usuário com o ponto de ameaça.

A Figura 15 evidencia a necessidade do preenchimento obrigatório, onde, quando este não ocorre o usuário tenta ativar a ação de “salvar”, é aberta uma janela *pop-up* indicando que o registro precisa ser feito para validação do processo e conclusão da ação.

Em contrapartida a isso, quando os dados são regularmente preenchidos e o usuário ativa a opção de “salvar” através do botão indicativo, uma janela *pop-up* é aberta com uma mensagem de sinalização positiva, confirmando o registro da informação no mapa.

É necessário ainda que o usuário aperte na tecla de “ok”, indicada por um círculo na figura, para a conclusão do processo e abertura do mapa, com o ícone de risco registrado, com a devidas informações.

Figura 15 - Tela de registro no mapa de risco

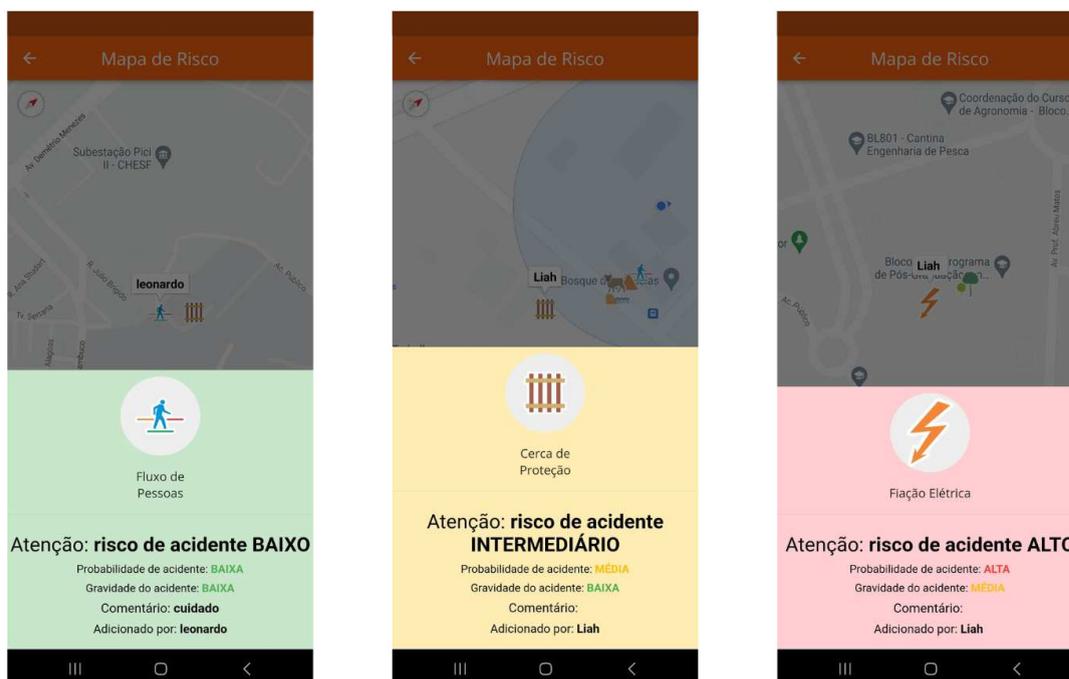


Fonte: Própria Autora (2023).

Após a realização do registro no mapa, o ícone fica disponível publicamente indicando a necessidade de atenção para o ponto demarcado, como expresso na Figura 12 (B).

Ao acessar o ícone, acompanhado pelo nome do usuário que o cadastrou, como já exposto nesta seção, o usuário se depara com uma descrição detalhada, com as respostas dos índices objetivos e obrigatórios em letras coloridas, assim como, um resultado para o nível do risco de ocorrência de acidentes de trabalho com máquinas agrícolas e seus operadores. A Figura 16 exemplifica esses resultados de maneira mais dinâmica.

Figura 16 - Tela de resultado de risco



Fonte: Própria Autora (2023).

Como pode ser observado na figura acima, a combinação dos fatores Probabilidade x Gravidade está expressa nas cores verde, amarelo e vermelho. Essa coloração é utilizada para hierarquizar o nível de perigo e necessidade de atenção.

A cor verde indica níveis aceitáveis, a cor amarela sinaliza a necessidade de observação e a cor vermelha indica alerta máximo. Quando aplicada para o projeto deste aplicativo, estas cores representam o nível de risco que o parâmetro representa.

Este índice é calculado através da matriz de risco, modelo matemático amplamente utilizado para calcular riscos de acidente de trabalho. Esta matriz também está indicada nas Normas Regulamentadoras e é demonstrada em um modelo representativo na Figura 17.

Figura 17 - Matriz de risco

NÍVEL DE RISCO				
GRAVIDADE X PROBABILIDADE		GRAVIDADE		
		1 (Leve)	2 (Médio)	3 (Severo)
P R O B A B I L I D A D E	3 (Alta)	4 RISCO MÉDIO	5 RISCO ALTO	6 RISCO ALTO
	2 (Média)	3 RISCO BAIXO	4 RISCO MÉDIO	5 RISCO ALTO
	1 (Baixa)	2 RISCO BAIXO	3 RISCO BAIXO	4 RISCO MÉDIO

Fonte: Própria Autora (2023).

A sistemática adotada pela matriz consiste na somatória dos índices de gravidade, com o inverso dos índices de probabilidade. Enumerados do menor para o maior de 1 a 3, sendo estes os extremos de maior e menor na escala, os resultados são obtidos através dos intervalos: resultado do somatório sendo de 2 a 3 risco baixo, resultado do somatório sendo de igual a 4 risco médio e resultado do somatório de 5 a 6, risco alto.

Quanto maior a escala de avaliação de determinação de valores mais específicos, maior a precisão do resultado. No entanto, para essa funcionalidade o uso de três níveis se faz suficiente para a expressão de uma informação final satisfatória.

5.2.5 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

A presença de uma seção dedicada aos EPIs oferece aos trabalhadores acesso imediato às diretrizes fornecidas sobre quais equipamentos são necessários para cada tarefa específica, reduzindo significativamente o risco de acidentes e lesões.

Ao fornecer informações claras sobre a importância e a utilização correta de EPIs, o aplicativo contribui diretamente para a prevenção de incidentes, protegendo a integridade física dos colaboradores.

A disponibilidade de orientações no aplicativo serve como uma ferramenta educativa, capacitando os trabalhadores a compreender a importância do uso de EPIs e os resultados positivos na prevenção de acidentes. A Figura 18 evidencia as características gerais da aba de EPIs.

Figura 18 - Tela da aba EPI



Fonte: Própria Autora (2023).

A aba de EPIs foi elencada em uma listagem de principais equipamentos para uso e proteção para operação de máquinas agrícolas. Além da informação de quais protetores utilizar, o usuário ainda acessa as recomendações de uso e a exemplificação do objeto através de imagem, tornando a compreensão imediata e eficaz.

Os Equipamentos de Proteção Individual dispostos na aba e suas respectivas orientações foram:

- Botas - Utilize botas de proteção dos pés de objetos em quedas e perfurocortantes. Opte por canos mais longos para a proteção de animais peçonhentos e solados tratorados que impedem possíveis deslizes.;
- Óculos de proteção - Utilize óculos de proteção para proteger seus olhos de acidentes e doenças. Opte por lentes escuras quando realizar operações em campo, evitando esforços visuais e problemas decorrentes da alta luminosidade.;

- Protetor solar - Faça o uso de protetor solar diariamente, ainda que em atividades de baixa exposição ao sol, realizando a cobertura de toda a área corporal exposta aos raios solares, tais como: rosto, orelhas, pescoço e braços.;
- Luvas - Utilize luvas para proteger as mãos ao manusear equipamentos e ferramentas. Opte por luvas antivibração para a operação do trator.;
- Protetor auricular - Utilize protetores auriculares para a proteção de ruídos excessivos e/ou constantes em atividades com máquinas, preservando sua audição. Protetores internos e abafadores possuem a mesma função.

É de conhecimento comum que muitos operadores de máquinas não se utilizam de equipamentos de proteção, seja por escolha, por ausência de orientação ou por falta de acesso ao equipamento.

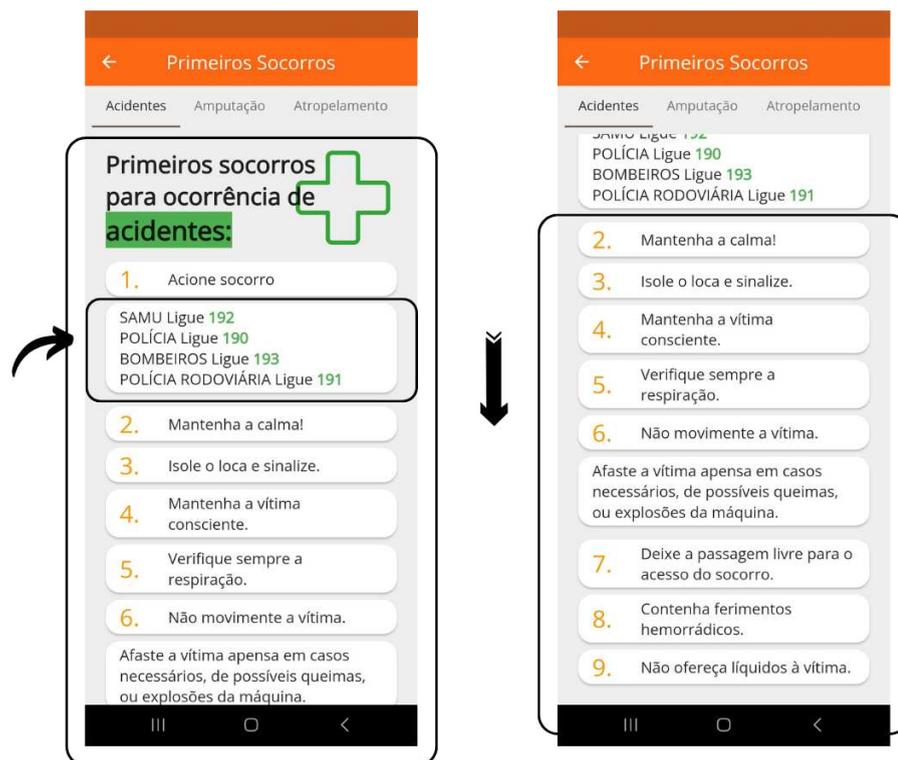
Alguns desses motivos não podem ser solucionados através desta pesquisa, no entanto, no cerne da instrução e indicação do critério de importância do usufruto desses objetos, a inclusão de uma aba específica dedicada às informações e orientações sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) em um aplicativo de segurança do trabalho revela-se de extrema importância.

5.2.6 Primeiros socorros

A aba destinada aos primeiros socorros é de caráter informativo. As orientações fornecidas por essa funcionalidade, foram espelhadas nas instruções de ação para acidentes veiculares.

A tela inicial da aba (FIGURA 19) compreende em um passo a passo, sequenciado numericamente, de atitudes de procedência ao se envolver em um acidente com máquinas, seja como vítima ou como espectador. Para visualização de todas as nove orientações, é necessário que o usuário realize o movimento de *scroll* em sentido vertical, na direção de baixo para cima.

Figura 19 - Tela inicial primeiros socorros



Fonte: Própria Autora (2023).

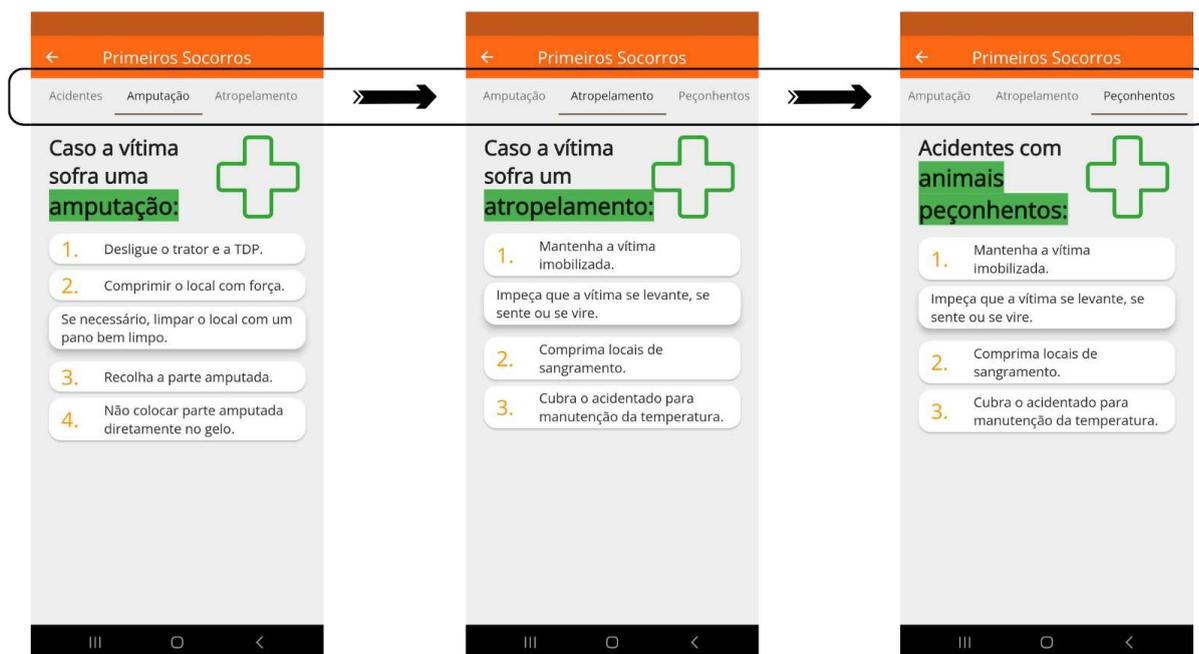
Na imagem é possível observar que dentro do ítem “1 - Acione socorro”, um tópico é destacado dentro de um retângulo indicado por seta. Esse mecanismo diz respeito aos contatos das unidades do governo que podem oferecer socorro e auxílio imediato.

Na ferramenta, é possível realizar a discagem direta ao clicar sobre os números desses órgãos, destacados em cor diferente. Ao clicar sobre o número, automaticamente o discador do dispositivo é acionado e é efetuada a ligação para a unidade de escolha do usuário em virtude da natureza da ocorrência.

Ainda na aba de primeiros socorros, é possível que o usuário navegue por essa funcionalidade de maneira mais específica, isto é, algumas das ocorrências mais comuns foram listadas com suas respectivas orientações de procedência, sendo elas: amputação, atropelamento e peçonhentos.

Para acessar as camadas desse conteúdo, o usuário deve realizar o movimento de *scroll* na tela no sentido horizontal, na direção direita para a esquerda, como mostra a Figura 20.

Figura 20 - Telas adjacentes da aba primeiros socorros



Fonte: Própria Autora (2023).

Esta funcionalidade desempenha um papel central na resposta rápida e efetiva a incidentes, oferecendo suporte imediato em críticas situações, o que se traduz em benefícios para a integridade física dos trabalhadores e a eficiência operacional. A inclusão de informações dos primeiros socorros no aplicativo capacita os trabalhadores a agirem prontamente em caso de acidentes ou emergências.

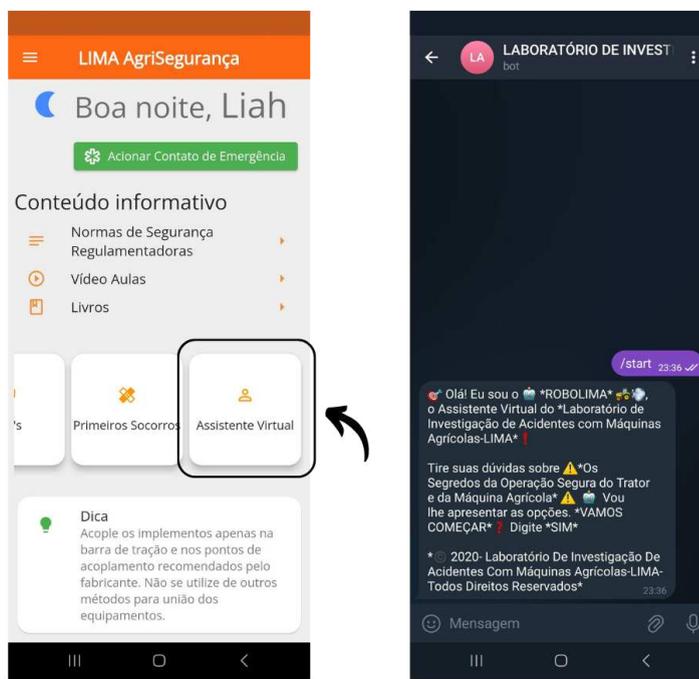
Além de que, a prontidão para aplicar técnicas de primeiros socorros não apenas minimiza os impactos imediatos de acidentes, mas também contribui para uma recuperação mais rápida e eficaz dos trabalhadores afetados. O que, por sua vez, reduz o tempo de inatividade e os custos associados ao tratamento de lesões, promovendo um trabalho mais saudável e forte.

5.2.7 Assistente virtual

A aba destinada a assistente virtual, corresponde ao que o próprio nome sugere. Por meio do acesso de botão indicativo, o usuário alcança a experiência de contato com uma inteligência artificial desenvolvida pelo Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícola (LIMA), nomeada de "ROBÔLIMA", consiste em um *chatbot* interativo, prático e dinâmico com informações enriquecedoras sobre as boas práticas na operação de máquinas agrícolas.

A funcionalidade opera através do redirecionamento direto para o *chat* no aplicativo de troca de mensagens em segundo plano, o Telegram (FIGURA 21).

Figura 21 - Tela da aba assistente virtual



Fonte: Própria Autora (2023).

A introdução de um *chatbot* dinâmico para ensinar sobre segurança na operação de máquinas agrícolas é uma ideia relevante e prática. Esse recurso interativo está sempre disponível, tornando fácil para os trabalhadores acessarem informações importantes a qualquer momento.

O *chatbot* personaliza as interações, o que significa que fornece informações específicas para as necessidades individuais de cada usuário, tornando o aprendizado mais envolvente e útil.

Além disso, ele resolve instantaneamente dúvidas e consultas, contribuindo para a tomada de decisões informadas. A capacidade de monitoramento permite melhorias contínuas no conteúdo educativo, garantindo que as informações estejam sempre atualizadas e alinhadas com as melhores práticas.

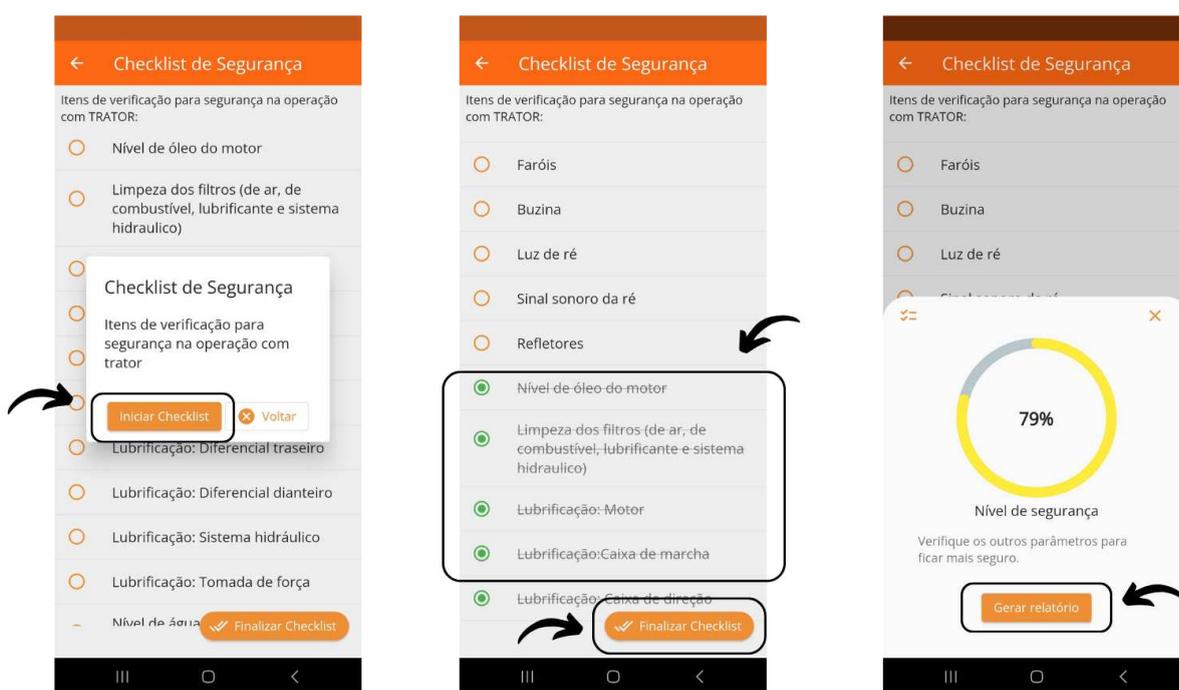
5.2.8 Checklist

A utilização de *checklists* para verificação de parâmetros de segurança e manutenção na operação segura com máquinas agrícolas já é uma realidade nas grandes fazendas produtoras.

Os *checklists* são documentos estruturados e de fácil utilização que oferecem uma abordagem sistemática para garantir que todas as medidas necessárias sejam tomadas, contribuindo significativamente para a prevenção de acidentes e a manutenção adequada dos equipamentos.

A sua aplicação regular não apenas garante a conformidade com as normas regulamentares, mas também cria uma rotina de cuidados preventivos. Foi então desenvolvido para compor o *app* LIMA AgriSegurança um *checklist* digital (FIGURA 22), permitindo o preenchimento prático, rápido e dinâmico dos parâmetros necessários para a garantia de uma boa operação.

Figura 22 - Tela da aba checklist



Fonte: Própria Autora (2023).

Ao iniciar o acesso a aba, automaticamente é aberta uma caixa de aviso *pop-up* sugerindo o início da checagem. Após iniciação do processo, são dispostos em linhas os recursos a serem analisados, que, quando presentes e/ou de acordo, devem ser marcados com indicação na bolinha lateral, de forma que esta fique verde.

Ao selecionar um recurso, além da marcação em verde, aparece também no visor uma linha contínua sobre o ítem, criando o efeito de risco e ticagem da opção. Esse recurso otimiza a compreensão visual e interativa, facilitando a observação das informações concedidas pelo usuário de forma objetiva e dinâmica.

Destacado também na Figura 22, tem-se a finalização do *checklist* através do acionamento de um botão destinado e indicado para esta ação. Imediatamente abre na tela uma janela adjacente indicando o percentual de segurança com base nos dados disponibilizados.

Os intervalos utilizados para a resposta percentual foram evidenciados pelas cores padrão verde, amarelo e vermelho, compreendendo os valores de >90%, 90%<50% e 50%>, respectivamente.

O uso desses percentuais não seguem uma norma definida, tendo sido escolhidos apenas para caráter ilustrativo, considerando que, sempre que tenha-se a ausência de um item marcado, é gerada uma mensagem automática com a frase “Verifique os outros parâmetros para ficar mais seguro”, incentivando a correção das ausências e seleção de todos os itens indicativos de uma jornada laboral segura.

Os itens de verificação para segurança na operação com trator compreendidos nessa funcionalidade foram:

- Nível de óleo do motor;
- Limpeza dos filtros (de ar, de combustível, lubrificante e sistema hidráulico);
- Lubrificação: motor;
- Lubrificação: caixa de marcha;
- Lubrificação: caixa de direção;
- Lubrificação: freios;
- Lubrificação: diferencial traseiro;
- Lubrificação: diferencial dianteiro;
- Lubrificação: sistema hidráulico;
- Lubrificação: tomada de força;
- Nível de água do sistema de arrefecimento;
- Uso de aditivo no radiador;
- Cabos de bateria bem fixados;
- Limpeza do respiro da bateria;
- Sedimentador livre de impurezas;
- Calibragem dos pneus;

- Verificar nível de desgaste das garras dos pneus;
- Reaperto dos rodados;
- Ajuste de correias;
- Ausência de vazamentos;
- Luzes de freio;
- Faróis;
- Buzina;
- Luz de ré;
- Sinal sonoro da ré;
- Refletores;
- Retrovisores;
- Pisca-alerta;
- Sistema de acoplamento em boas condições;
- Verificar luzes do painel;
- Cinto de segurança;
- Dispositivo contra partida acidental;
- Proteção da TDP;
- Proteção do eixo cardan;
- Extintor de incêndio;
- Trava dos pedais de freio.

Indicado na Figura 22 tem-se também um botão opcional para a geração de um relatório. Este relatório nada mais é que um documento PDF com as respostas oferecidas e caracterizadas como “presente” ou “ausente” nos itens que foram marcados e que não tiveram marcação.

Esse recurso objetiva ter a opção de catalogação dos dados mediante ao uso e rotina de trabalho, permitindo analisar o comportamento do profissional e a movimentação nos índices de segurança com base na adoção de boas práticas de segurança.

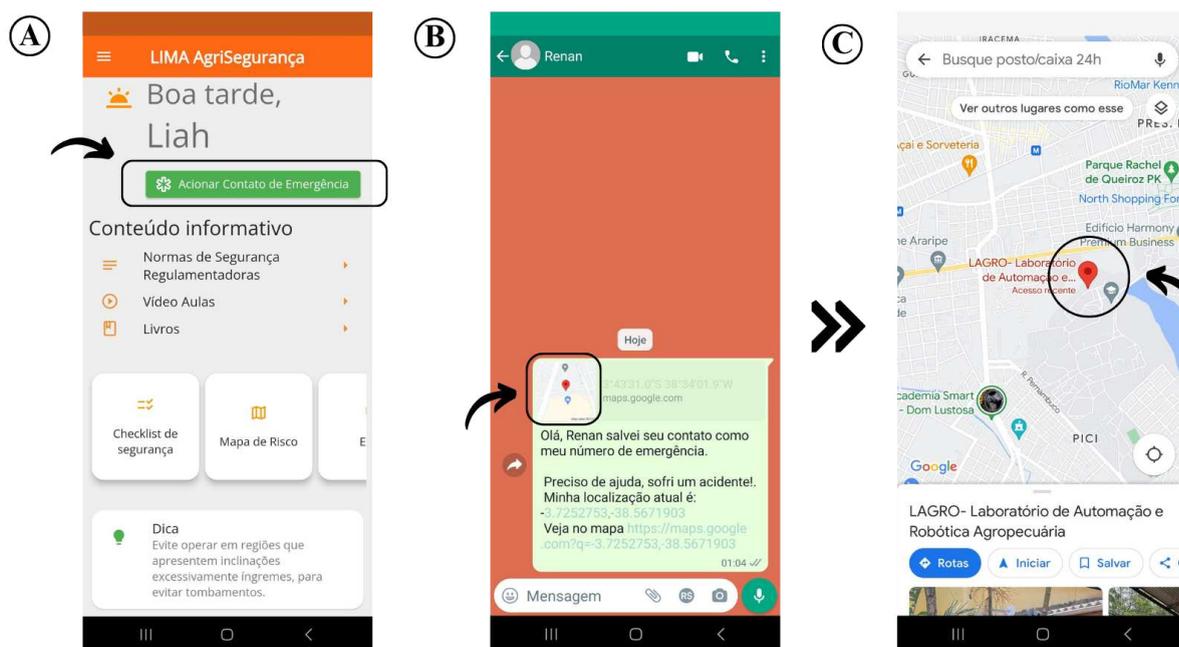
Ademais, a utilização de *checklists* promove uma responsabilidade compartilhada, envolvendo os operadores e a equipe de manutenção sem compromisso com a segurança. Isso cria uma cultura organizacional que valoriza a prevenção e a atenção aos detalhes.

5.2.9 Acionamento de contato de emergência

A aba de acionamento de um contato de emergência por meio de uma mensagem geolocalizada é uma inovação crucial em aplicativos de segurança. A metodologia segue a premissa de que em caso de ocorrência de acidentes durante a operação com máquinas agrícolas, essa funcionalidade permite que o usuário envie automaticamente através do acionamento de um botão, uma mensagem detalhada, incluindo sua localização exata, a um contato de emergência predeterminado, através do aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp (FIGURA 23).

Este recurso não apenas agiliza a resposta a incidentes, permitindo uma intervenção rápida, mas também fornece informações precisas sobre a localização do acidente, otimizando a eficácia dos serviços de emergência e contribuindo para a segurança e bem-estar dos operadores.

Figura 23 - Tela da aba de solicitação de socorro em caso de emergência



Fonte: Própria Autora (2023).

A disponibilidade de escolha do contato de emergência a ser acionado visa vencer alguns obstáculos que são encontrados quando o acionamento é feito diretamente para uma unidade de saúde, como, distância e deslocamento até o local, conhecimento prévio da área e acessos mais rápidos ao local, posição da ocorrência em relação a localidade distrital que ofereça o serviço de atendimento móvel mais próximo.

Em virtude do uso rotineiro do aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp, este se apresentou como um bom recurso aliado, permitindo também o envio da localização coordenada e mapeada, aumentando ainda mais a precisão e compreensão das informações de localidade da ocorrência.

Em situações de urgência, como acidentes graves, o tempo é um fator fundamental, sendo assim, recursos que otimizem a utilização do tempo de forma propícia e assertiva, são de grande valia.

5.3 Configurações e ajustes

A Figura 24 expressa a interface das configurações do aplicativo.

Figura 24 - Tela configurações



Fonte: Própria Autora (2023).

A tela de configurações é referente aos recursos que modulam o aplicativo. Nela estão disponíveis as configurações visuais e de linguagem. Objetivando o conforto ocular do

usuário, sendo a *persona* deste *app* o operador de máquinas agrícolas, que tem seu posto de trabalho exposto ao sol, a ferramenta dispõe de três modos de aparência, sendo possível seguir as configurações já estabelecidas no dispositivo do usuário, o uso do modo claro ou do modo escuro. No modo escuro os tons sofrem o efeito chamado de “negativo”, onde as cores claras se modificam para tons escuros no gradiente colorimétrico.

As opções de idioma são restritas aos três mais comuns, tendo o Português Brasileiro como padrão e o Inglês e Espanhol como opcional. Ao selecionar o idioma, o aplicativo é atualizado para a linguagem, onde são alteradas todas as abas e ferramentas para o padrão da língua escolhida.

É de suma importância ressaltar que para o funcionamento do aplicativo e operação de seus recursos e funcionalidades, o dispositivo deve estar obrigatoriamente conectado a *internet*, o que pode ser um desafio em zonas mais afastadas do campo.

Objetivando contornar este obstáculo, o *app* segue tentativa de conexão sequenciada na ordem: acesso à rede *Wi-Fi*, acesso aos dados de *internet* móvel (3G, 4G ou 5G) e por último, acesso à *internet* via satélite.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho alcançou com sucesso os objetivos definidos, resultando na criação de uma ferramenta abrangente e funcional.

O acervo virtual fornece acesso fácil a conteúdos cruciais para a prevenção de acidentes com máquinas agrícolas.

A inclusão do recurso de criação de mapas e avaliação de riscos oferece uma abordagem proativa à segurança, identificando áreas de risco e apoiando a implementação de estratégias preventivas.

A ferramenta fortalece a capacitação dos funcionários, fornecendo uma experiência prática verificada aos desafios diários da operação com máquinas agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. V. C.; PIGNATTI, M. G.; ESPINOSA, M. M. **Principais fatores associados à ocorrência de acidentes de trânsito na BR-163**. Mato Grosso, Brasil, 2004. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 303-312, fev. 2004.
- AMBROSI, J. N.; MAGGI, M. F. **Acidentes de trabalho relacionados às atividades agrícola**. Acta Iguazu, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1–13, 2000.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R.; SHARP, T. C. **Agricultura de precisão**. In: Eleusio C. F. (org.) Algodão no Cerrado do Brasil. 3. (ed.) Brasília. p. 767-806, 2015.
- AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil: origens e evolução. Revista de Administração de Empresas, [s. l.], v. 25, p. 57-69, 1985.
- BAESSO, M. M.; MODOLO, A. J.; BAESSO, R. C. E.; TROGELLO, E. **Safety in the use of agricultural machines: evaluation of risk of accidents in rural work**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Tupã, São Paulo, Brazil, v. 12, n. 1, p. 101–109, 2018.
- BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H. V.; INAMASU, R. Y. (ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa Instrumentação (CNPDIA), 596 p. 2014.
- BERNARDI, A. C. de C.; FRAGALLE, C. V. P.; FRAGALLE, E. P., DA SILVA, J. C.; INAMASU, R. Y. **Estratégias de comunicação em agricultura de precisão**. Perspectivas em Ciência da Informação, [s. l.], vol. 20, p. 189–200, 2015.
- BLACKMORE, S. **Precision farming: An overview**. Agricultural Engineering, St. Joseph, p.86-88, 1994.
- BOLFE, E. L.; BARBEDO, J. G. A.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; SOUZA, K. X. S. de ASSAD.; E. D. 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. (ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 16, p. 380-406.
- CONCEIÇÃO, B. J. C. P. R. ; CONCEIÇÃO, P. H. Z. **Agricultura: Evolução e importância para a balança comercial brasileira**. Texto para Discussão nº 1944. Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2014.
- CORRÊA, I.M.; YAMASHITA, R.Y. **Acidentes com tratores e a estrutura de proteção na capotagem**, 2009. Disponível em:
http://www.infobibos.com/artigos/2009_1/Tratores/index.htm
- COUTINHO, T. **O que é Sprint Scrum? Aprenda seu conceito e como ele se aplica na prática**. 2018. Desenvolvida pela Voitto - Escola de Negócios. Disponível em:
<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/sprint-scrum>.
- DELAVALLI, Caroline; CORRÊA, Michelle Melo Cassiano. **Informática na Educação: uso de aplicativos para estímulo do estudo em rede**. 2014. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de

8 Sistemas de Informação, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ERLICH, S. *et al.* **Work-related road fatalities in Australia**, [s. l.], 1982–1984, *Accid. Anal. Prev.* 25, p. 443–451. 1993.

EUROPEAN AGRICULTURAL MACHINERY. **Digital farming: what does it really mean?**. CEMA's Guide to Digital Farming, [s. l.], 13 de fevereiro, 2017.

FAO. **The state of food insecurity in the world, economics crises - impacts and lessons learned**. Rome, 2009. 61 p.

FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. **Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, [s. l.], v.25, n.2, p.235-241, 2003.

FEHLBERG, Marta Fernanda; SANTOS, Iná dos; TOMASI, Elaine. **Prevalência e fatores associados a acidentes de trabalho em zona rural**. *Revista de Saúde Pública*, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 269-275, jun. 2001.

FERO, A. **O setor de máquinas agrícolas no Brasil: evolução nos últimos anos e perspectivas**. Ano 2014. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/o-setor-demaquinas-agricolas-no-brasil-evolucao-nos-ultimos-anos-e-perspectivas/>.

FERRÃO, J. **Relações Entre Mundo Rural e Mundo Urbano: Evolução Histórica, Situação Actual e Pistas Para o Futuro**. EURE (Santiago), vol. 26, no 78, setembro de 2000.

FIDANZA, L. B. **Sistema de comunicação para rede de sensores sem fio aplicada ao controle ambiental**. 2018. 66 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Câmpus Experimental de São João da Boa Vista, 2018.

FRANZONI, M. **9 aplicativos para planejamento agrícola que você deveria conhecer**. 2017. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/aplicativos-planejamento-agricola/>. Acesso em: 26 nov. 2021.

GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. **Precision agriculture and food security**. *Science*, [s. l.], v. 327, n. 5967, p.828-831, 2010.

HESPANHOL, A. N. **Modernização da agricultura e desenvolvimento territorial**. *In: Encontro Nacional de Grupos de Pesquisa – ENGRUP, 4., 2008, São Paulo. Anais [...]*. São Paulo: Faculdade de Ciências e Tecnologia – Unesp – Presidente Prudente, 2008. p. 370-392.

HONDA, B.; JORGE, L.A.C. **Computação aplicada a agricultura de precisão**. *Revista Científica Eletrônica UNISEB*. Ribeirão Preto, v.1, n.1, 2013.

KARBEYAZ, K. *et al.* **Deaths Related to Tractor Accidents in Eskisehir, Turkey: A 25-Year Analysis**. *Journal of Forensic Sciences, USA*, v. 6, n. 64, p. 1731-1734, nov. 2019.

- KNOB, M. J. **Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades**. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- KOGLER, R. *et al.* **Analysis of occupational accidents with agricultural machinery in the period 2008–2010 in Austria**. Safety Science, [s.l.], v. 72, p. 319-328, fev. 2015.
- LANÇAS, K. P. *et al.* **Agricultural Tractor Test**. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza, v. 51, n. spe, e20207750, 2020.
- MARTINS, R. C. **Modernização e relações de trabalho na agricultura brasileira**. Agrária (São Paulo. Online), (4), p. 165-184, 2006.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histoire des agricultures du monde**. Paris, Seuil, 1997.
- MENEZES, D.; MARTINS, D. S. **Automação e controle de pulverização em máquinas agrícolas**. Revista de Graduação Univem, Marília, v. 1, n. 2, p. 23-34, 2009.
- MONTEIRO, L. A. **Desempenho operacional e energético de um trator agrícola em função do tipo de pneu, velocidade de deslocamento, lastragem líquida e condição superficial do solo**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP – Botucatu, São Paulo. 2008.
- MONTEIRO, L. A.; ALBIERO, D. **Segurança na operação com máquinas agrícolas**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2013. 126 p.
- OLIVEIRA, A. J.; SILVA, G. F.; DA SILVA, G. R.; SANTOS, A. A. C. S.; CALDEIRA, D. S. A.; VILARINHO, M. K. C.; BARELLI, M. A. A.; OLIVEIRA, T. C. O. **Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão**. Brazilian Journal of Development, [s. l.], vol. 6, no 9, 2020, p. 64140–49.
- OCTAVIANO, C. **Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde**. ComCiência [online]. 2010, n.120, pp. 0-0. ISSN 1519-7654.
- PIACENTINI, L.; SOUZA, E. G.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, L. H. P.; MILAN, M. **Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas maqcontrol 1**. Engenharia Agrícola, [s. l.], v.32, p.609-623, 2012.
- PINZKE, S. *et al.* **Tractor accidents in Swedish traffic**. IOS Press, Amsterdã, [s.l.], 5317–5323, jan. 2012.
- PIRES, J. L. F.; CUNHA G. R.; PASINATO, A.; FRANÇA, S.; RAMBO, L. **Discutindo agricultura de precisão-aspectos gerais**. Embrapa Trigo-Docmentos (INFOTECA-E), Passo Fundo, 2004. 18p.
- RIBEIRO, M. A. **Fundamentos de Automação**. 1. (ed.) Salvador: Tek T. & C. Ltda, 2003.
- REIS, A. V.; MACHADO, A. L. T. **Acidentes com máquinas agrícolas: texto de referencia para técnicos e extensionistas**. Pelotas: Editora Universitária UFPEL, 2009. 103 p.

RODRIGUES, V. L. G. S., DA SILVA, J.G. **Acidentes de trabalho e modernização da agricultura brasileira**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, [s. l.], v.14, n.56, p.28-39, 1986.

SABARÁ, H. **Tecnologia no campo, sistemas de automação e informatização**. 2021. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Faculdade de Educação e Meio Ambiente (Faema), Ariquemes, 2021.

SARAIVA, A. M. **Eletrônica Embarcada e ISOBUS**. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2006, São Pedro, SP, p.4-5.

SCHLOSSER, J. F. *et al.* **Caracterização dos acidentes com tratores agrícolas**. Ciência Rural, v. 32, n. 6, p. 977-981, 2002.

SEIDLER, E. P.; FRITZ FILHO, L. F. **A evolução da agricultura e o impacto gerado pelos processos de inovação: um estudo de caso no município de Coxilha-RS**. Econ. e Desenv., Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 388-409, 2016.

SILVA, J. F. G. **O novo rural brasileiro**. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 1999.

SILVA, J. R. B.; CASILLO, L. A. **Desenvolvimento de um sistema supervisor para telemetria de uma bomba de fluidos utilizando java, arduino e express-pcb**. Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 146-157, 2019.

SILVA, M. M.; SANTOS, M. T. P. **O paradigma de desenvolvimento de aplicativos para aparelhos celulares**. Revista T.I.S: Tecnologia, infraestrutura, software, São Carlos, v. 3, n. 2, p. 162-170, maio-agosto 2014.

SILVA, R. A. Bs. **Levantamento dos acidentes com máquinas agrícolas no Brasil no período compreendido de 2013 a 2018**. [s. l.], 2019.

SILVEIRA, G.M. **Mecanização: custo horário das máquinas agrícolas**. DBO Agrotecnologia, São Paulo, p.26-29, 2005.

SOUSA, R. V. **CAN (Controller Area Network): uma abordagem para automação e controle na área agrícola**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2002.

SOUZA, A. L.; MURTA, CLAUDIA A. R.; LEITE, L. G. S. **Tecnologia ou metodologia: aplicativos móveis na sala de aula**. V Anais do Evidosol/ciltec-online, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.1-8, jun. 2016.

TEIXEIRA, J. C. **Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas, p. 21-42, 2005.

VALE, W. G. **Desempenho operacional e energético de um trator agrícola durante as operações de roçagem, aração e semeadura**. 2011. 212 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) -Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JUNIOR, A. M.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. S. **Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas.** Revista de Economia e Sociologia Rural, [s. l.], vol. 51, n° 4, dezembro de 2013, p. 719–44.