

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LETÍCIA GUIMARÃES DA CUNHA

**TICK ATTACK: PROPOSTA DE UM MODELO PARA O CONTROLE
ESTRATÉGICO DO CARRAPATO**

**Bagé
2020**

LETÍCIA GUIMARÃES DA CUNHA

**TICK ATTACK: PROPOSTA DE UM MODELO PARA O CONTROLE
ESTRATÉGICO DO CARRAPATO**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Érico Marcelo Hoff do Amaral

Coorientador: Prof. Dr. Naylor Bastiani Perez

**Bagé
2020**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

C972t

Cunha, Leticia Guimarães da
Tick Attack: Proposta de um Modelo Para o Controle Estratégico do Carrapato/ Leticia Guimarães da Cunha.
112 p.

Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO EM COMPUTAÇÃO APLICADA, 2020.
"Orientação: Érico Marcelo Hoff do Amaral".

1. Controle Estratégico do Carrapato. 2.Sistemas de Informação. 3. Aplicação Mobile. 4. Web Service. I. Título.


LETÍCIA GUIMARÃES DA CUNHA

**TICK ATTACK: PROPOSTA DE UM MODELO PARA O CONTROLE
ESTRATÉGICO DO CARRAPATO**


Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Computação Aplicada.

Trabalho de Dissertação defendido e aprovado em: 21 de dezembro de 2020.


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ERICO MARCELO HOFF DO AMARAL
Data: 04/09/2023 23:08:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Érico Marcelo Hoff do Amaral
Orientador
Unipampa

Documento assinado digitalmente
 GLEIZER BIERHALZ VOSS
Data: 05/09/2023 10:21:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Gleizer Bierhalz Voss
IF Farroupilha

Documento assinado digitalmente
 FELIPE BECKER NUNES
Data: 06/09/2023 13:23:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Felipe Becker Nunes
AMF

Documento assinado digitalmente
 MARCOS JUN ITI YOKOO
Data: 06/09/2023 15:49:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Jun-Iti Yokoo
Embrapa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por todos os privilégios da minha vida e pela família e amigos maravilhosos que ele me proporcionou, sem os quais nenhuma conquista seria possível ou valeria a pena.

Quero agradecer também aos meus orientadores Érico Amaral e Naylor Perez por toda a ajuda, esclarecimento de dúvidas e principalmente pela paciência e incentivo. A professora Ana Paula por me dar mais de uma oportunidade de finalizar este trabalho.

A minha mãe Leila Guimarães pelo apoio não só na realização desse trabalho como em tudo que eu faço, por ser um exemplo e um incentivo para mim sempre. Ao meu marido Guilherme Heck, por sempre me motivar a prosseguir e por me ajudar desde a definição do tema até a finalização do trabalho. A minha grande amiga Camila Alonso, sem ela eu provavelmente nem teria entrado no mestrado, por ser uma excelente amiga e influência. Ao meu irmão Alexander Cunha, por ser o melhor coach motivacional de todos, não permitir que eu desistisse e praticamente me obrigar a finalizar o trabalho. A minha afilhada Maria Clara que é minha luz, ela faz com que tudo seja mais lindo só de existir.

Dedico esse trabalho também a minha saudosa sogra Maria Eulália Souza, que se foi tão precocemente este ano. E ao meu pai Júlio Teodoro Cunha que mesmo tendo partido a muitos anos, eu sempre vou lembrar que me dizia que o estudo era a coisa mais importante, o que até hoje faz com que eu prossiga.

RESUMO

O carrapato dos bovinos gera diversas despesas em todo o mundo, seus prejuízos somam uma quantia que passa dos 3 bilhões de dólares no Brasil. Uma solução para o combate a infestações de carrapatos é a utilização de um controle estratégico do carrapato. Que consiste em um conjunto de passos a serem seguidos para a utilização correta do carrapaticida. Porém, muitos produtores não têm acesso a estas informações, impossibilitando a aplicação desta técnica. Os especialistas também não têm acesso aos dados dos produtores, para a realização de ações de saneamento e pesquisas nas áreas com maior risco. A partir do estudo realizado a presente pesquisa sugere a implementação de uma solução tecnológica para sanar esse problema. A metodologia empregada foi separada em três etapas, são elas: revisão, onde foi feito um levantamento bibliográfico sobre o controle estratégico do carrapato e as melhores maneiras para apresentá-lo aos produtores. Além de uma pesquisa, sobre quais as melhores tecnologias podem ser empregadas para este fim; implementação, onde se criou uma arquitetura de controle estratégico baseado na bibliografia. Modelou-se então uma solução tecnológica para auxiliar os produtores no uso desta arquitetura e implementou-se este sistema. Baseado em uma aplicação móvel com um *backend* para suporte a esta tecnologia com envio de dados através de um *Web Service*. Além de auxiliar na tomada de decisão através da aplicação de lógicas Fuzzy; testes e validação, onde foi possível validar o sistema. Através dos testes finais, foi possível verificar que o sistema cumpriu o seu propósito, pois, todos os usuários conseguiram utilizar o sistema e compreenderam como aplicar o controle estratégico. Verificou-se que a utilização de meios computacionais, levando em consideração sua usabilidade, pode não só informar o produtor como também lhe estimular a aplicar o controle estratégico. Proporcionando assim uma forma mais eficaz e segura de controle do carrapato.

Palavras-Chave: Controle Estratégico do Carrapato, Sistema de Informação, Aplicação Mobile, Web Service.

ABSTRACT

The cattle tick generates several expenses worldwide, its losses add up to more than 3 billion dollars in Brazil. One solution for combating tick infestations is to use strategic tick control. It consists of a set of steps to be followed for the correct use of the tick. However, many producers do not have access to this information, making it impossible to apply this technique. The specialists also do not have access to the producers' data, to carry out sanitation and research actions in the areas with the highest risk. Based on the study carried out, the present research suggests the implementation of a technological solution to solve this problem. The methodology used was separated and three steps are: review, where a bibliographic survey was made on the strategic control of the tick and the best way to present it to the producers. In addition to research, what the best technologies can be used for this purpose; implementation, where a strategic control architecture based on the bibliography was created. A technological solution was modeled to assist producers in using this architecture and this system was implemented. Based on a mobile application with a backend to support this technology with sending data through a Web Service. In addition, to assist in decision making through the application of Fuzzy logic; tests and validation, where it was possible to validate the system. Through the final tests, it was possible to verify that the system fulfilled its purpose, because all users were able to use the system and understood how to apply strategic control. It was possible to verify that the use of computational means, taking into account their usability, can not only inform the producer but also encourage him to apply the Strategic Control. Thus providing a more effective and safer way to control the tick.

Keywords: Tick Strategic Control, Information System, Mobile Application, Web Service.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aplicação dos Carrapaticidas.	23
Figura 2- Ciclo de vida do Carrapato	25
Figura 3 - Fatores que podem afetar o ciclo de vida dos carrapatos.	27
Figura 4 - Passos do Controle Estratégico do Carrapato	30
Figura 5 - Funções de Um Sistema de Informação.	32
Figura 6 - Arquitetura do Sistema Operacional Android	35
Figura 7 - Arquitetura do <i>Web Service</i> .	38
Figura 8 - Operações em conjuntos Fuzzy.	40
Figura 9 - Definições Metodológicas.	46
Figura 10 - Etapas do método.	47
Figura 11 - Adaptação do Modelo de Controle Estratégico.	51
Figura 12 - Fluxograma do Controle Estratégico	52
Figura 13 - Informações Extras	53
Figura 14 - Modelo do sistema.	54
Figura 15 - Modelo em Cascata.	56
Figura 16 - Caso de Uso da Aplicação	57
Figura 17 - Diagrama de Classe	60
Figura 18 - Diagrama de Sequência	61
Figura 19 - Diagrama Entidade Relacionamento da Web.	63
Figura 20 - Sript SQL para criação do banco de dados na Web.	63
Figura 21 - Funções Fuzzy para número de infestações por ano.	65
Figura 22 - Funções Fuzzy para incidência de carrapatos.	66
Figura 23 - Regras de Inferência.	66
Figura 24 - implementação da função Fuzzy.	68
Figura 25 - Fluxo de ações do usuário dentro do sistema.	69
Figura 26 - Tela de cadastro.	70
Figura 27 - Implementação das notificações.	71
Figura 28 - Tela de visualização de laboratórios.	71
Figura 29 - Método para inserção dos marcadores.	72
Figura 30 - Tela de Tratamento	73
Figura 31 - Telas da Aplicação	74
Figura 32 - Telas da Web	75

Figura 33 - Diagrama de Teste.	76
Figura 34 - Resultados da Lógica Fuzzy de infestações Iminentes.	79
Figura 35 - Utilização dos usuários.	82
Figura 36 - Visão dos usuários sobre a utilização ser intuitiva.	82
Figura 37 - Frequência de realização do Biocarrapaticidograma.	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desvantagens das Técnicas para Controle do Carrapato.	24
Tabela 2 - Comparação dos Trabalhos Correlatos com o Modelo Pretendido.	44
Tabela 3 - Ferramentas Utilizadas	49
Tabela 4 - Melhorias no Banco de Dados.	78
Tabela 5 - Implementação das Heurísticas de Nielsen ao sistema.	80
Tabela 6 - Amostra de testes	81
Tabela 7 - Comentários dos usuários.	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API - *Application Programming Interface*

CEC - Controle Estratégico do Carrapato

ERP - *Enterprise Resources Planning*

HTML - Hypertext Markup Language

HTTP - HyperText Transfer Protocol

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OHA - Open Handset Alliance

PIB - Produto Interno Bruto

SAD - Sistema de Apoio a Decisão

SI - Sistema de Informação

SOA - *Service-Oriented Architecture*

SOAP - *Simple Object Access Protocol*

RFID - *Radio Frequency Identification*

TBD- *Tick-Born Disease*

TPB - Tristeza Parasitária Bovina

TI - Tecnologia da Informação

UDDI - *Universal Descriptio Discovery and Integration*

UML - *Unified Modeling Language*

URL - *Uniform Resource Locator*

WSDL - *Web Service Definition Language*

XML - *eXtensible Markup Language*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema de Pesquisa	17
1.2 Justificativa	17
1.2 Objetivos	18
1.4 Organização do texto	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Carrapato Bovino	20
2.1.2 Técnicas de Controle do Carrapato	21
2.1.1 Ciclo de Vida do Carrapato	24
2.2 Controle Estratégico	26
2.2.1 Importância da Informação	30
2.3 Tecnologia da Informação	31
2.3.1 Computação móvel	33
2.3.2 Web Service	36
2.3.3 Computação Aplicada	39
2.3.4 Lógica Fuzzy	40
2.4 Trabalhos Correlatos	42
3 METODOLOGIA	46
3.1 Definição dos Tipos de Pesquisa	46
3.2 Etapas do Método	47
3.3 Estudo das Ferramentas	48
4 IMPLEMENTAÇÃO	50
4.1 Proposta de um Modelo para o Controle Estratégico do Carrapato	50
4.2 Modelagem do sistema	53
4.2.1 Modelo de Desenvolvimento	55
4.2.2 Projeto da solução Tick Attack	57
4.3 Tick Attack	62
4.3.1 Banco de Dados	62
4.3.2 Lógica Fuzzy	64
4.3.3 Implementação do Sistema	68
4.4 Testes e Validação	75
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	78
5.1 Testes do Desenvolvedor	78

5.2 Teste do Usuário	81
6 CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS	88

1 INTRODUÇÃO

A pecuária possui destaque no cenário mundial, pois o aumento rápido da população gera cada vez mais preocupações com a alimentação. Como muitos alimentos essenciais à dieta dos seres humanos derivam da carne e do leite é necessário que o aumento da produção pecuária acompanhe o crescimento populacional. Porém, são poucos os países que possuem áreas para produção e expansão da agricultura e pecuária. Segundo Saath e Fachinello (2018) 90% das áreas disponíveis estão concentradas na América Latina e África-Subsaariana. Na América Latina o Brasil possui uma grande área disponível para estes fins, em 2012 dispunha de 246.629 mil hectares para a produção agrícola, sendo 69% desta área destinada a pecuária. Além de possuir áreas para expansão da pecuária, o Brasil destaca-se atualmente como o maior exportador de carne do mundo e sua produção de leite está em sétima no ranking mundial. A importância da produção pecuária é tanta que em 2018 representou 8,7% do Produto Interno Bruto (PIB) total do país (ABIEC, 2017).

Tendo em vista a importância da pecuária brasileira, é necessário atentar a fatores que possam prejudicar a criação dos bovinos. Neste contexto o carrapato se destaca por ser o parasita de maior impacto econômico no Brasil, causando prejuízos principalmente na pecuária. O carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*, que tem como principal hospedeiro os bovinos, causa prejuízos de 3,2 bilhões de dólares no Brasil como destaca Grisi *et al.* (2014). Isso se deve a este parasita causar: Doenças devido a debilitação e anemia ocasionadas por infestações intensas, resultando na redução da produção de leite e carne; danos a carne e ao couro com as lesões geradas pela fixação; transmissão de hemoparasitas como *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* e *Anaplasma marginale* que são agentes da tristeza parasitária bovina (TPB), doença que possui um alto índice de mortalidade (GOMES, 2000).

Além dos gastos com as doenças, diminuição de produção e morte dos animais que o carrapato pode ocasionar, muito se é gasto também nos tratamentos empregados para a eliminação do carrapato. Entre eles, o método mais utilizado é o carrapaticida que usa produtos químicos aplicados nos bovinos a fim de eliminar e evitar os carrapatos. Estes acaricidas são dispendiosos e necessitam de mão de obra e equipamento para sua aplicação, seu uso indiscriminado deixa resíduos na

carne e no leite, podem causar intoxicação nas pessoas que o aplicam e poluir o meio ambiente (FURLONG; PRATA, 2005). O carrapato pode ainda desenvolver resistência aos grupos químicos dos carrapaticidas. Após instalada a resistência é impossível revertê-la descartando-se o grupo químico para todas as próximas gerações de carrapatos, resultando em aplicações de acaricidas sem nenhum resultado (GOMES, 2009).

Para minimizar os problemas causados pelos carrapatos e seus tratamentos é necessário utilizar uma abordagem de controle estratégico. Onde os carrapaticidas são aplicados em momentos decisivos, levando em consideração o ciclo de vida do carrapato e o clima. Possibilitando diminuir o número de aplicações e obtendo um melhor resultado. Para isso, como discutido por Souza (2012) é necessário conhecer o ciclo de vida biológico do carrapato, além de informações sobre o hospedeiro, o ambiente e o clima. Poucos são os produtores que tem o conhecimento necessário para a realização desta abordagem. Sendo indispensável a ajuda especializada para um tratamento eficaz. A falta de informação dos produtores resulta em grandes gastos em acaricidas e mão de obra para sua aplicação, sem garantia de que essa abordagem seja eficaz. Apesar dos custos e perigos da aplicação, muitas vezes não se obtêm os resultados esperados, devido à aplicação de forma incorreta ou a resistência já instalada nos carrapatos (ROCHA *et al.*, 2006).

A pesquisa de Amaral (2008) aponta que são inúmeras as vantagens de um tratamento estratégico, entre elas as que mais se destacam são: diminuição da frequência de tratamentos; maior eficácia na eliminação do carrapato; atraso na ocorrência da resistência. Porém, os produtores não têm conhecimento ou não acreditam ser necessária a realização deste tipo de controle. Os problemas são verificados desde a escolha do produto carrapaticida, que muitas vezes são escolhidos por indicação dos balconistas das lojas de agropecuária, ou pelo preço. Resultando na troca constante de grupo químico, possibilitando que os carrapatos adquiram resistência a vários acaricidas e até mesmo a todos eles (SOUZA, 2012).

A falta de informação é um dos principais problemas enfrentados para se empregar um controle estratégico do carrapato, este é um problema enfrentado em muitas outras áreas da agropecuária. Por isso, muitas pesquisas como as de Ariff e Ismail (2013), Ballantyne, Maru e Porcari, (2010), Vásquez *et al.* (2019) entre outras, vêm sendo realizadas sobre o emprego de sistemas de informação para utilização

em âmbito rural. Um sistema de informação tem o objetivo de coletar, armazenar, processar e disseminar informações, com o intuito de facilitar a tomada de decisão (STAIR; REYNOLDS, 2016). Normalmente é empregado com o auxílio de soluções computacionais, que possibilitam a coleta, processamento e armazenamento de um vasto número de dados. Para a utilização de tecnologia da informação em âmbito rural é necessário utilizar meios computacionais que os produtores tenham acesso e familiaridade. Neste contexto os dispositivos móveis se destacam, pois segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017) 78,2% da população do Brasil possui um celular para uso pessoal e 97% das pessoas que acessam a Internet utilizam o celular para este fim. Embora estes dados englobem apenas os dispositivos móveis mais populares que são os smartphones, ainda existem outros como Tablets, Smartwatch e etc. Aplicações móveis são usuais para a maioria dos brasileiros, que as utilizam diariamente, sendo esta uma solução ideal para a troca de informação.

Um dispositivo móvel caracteriza-se por sua portabilidade, pois podem ser carregados e utilizados em qualquer lugar, resultando em dispositivos pequenos e leves. Outro fator determinante para o sucesso destes dispositivos é sua usabilidade, que possibilita uma boa interação com o usuário através de suas funcionalidades. Estas funcionalidades são disponibilizadas no formato de aplicações que possuem os mais variados fins (NAYEBI *et al.*, 2012). Ao se desenvolver uma aplicação deve-se atentar à conectividade destes dispositivos através de redes móveis ou WiFi, que podem variar ao se transportar o aparelho, podendo resultar na conexão à redes sem segurança. Em meio rural muitas vezes não há rede disponível sendo necessário a utilização de aplicações *off-line*, onde pode ocorrer sincronização de dados apenas em momentos que o dispositivo esteja em lugar com acesso à Internet. Charland e Leroux (2011) afirmam que além destes fatores cada Sistema Operacional móvel possui uma plataforma de desenvolvimento única com linguagens de programação distintas. Sendo necessário optar por aplicações nativas, onde a aplicação é disponibilizada apenas para um sistema, ou desenvolvimento Web, onde todos os sistemas a aceitam mas pode-se perder em desempenho e aproveitamento de recursos, além apresentar uma limitação ainda maior em aplicações *off-line*.

Ao se utilizar uma aplicação móvel é necessário armazenar e enviar dados para todos os aparelhos que possuam esta aplicação, efetivando assim a troca de

informação. Neste contexto um meio comum para a comunicação entre diversos aparelhos é a implementação de um *Web Service*. Segundo Alonso *et al.* (2004) o *Web Service* permite a integração de diversas plataformas, expondo as funcionalidades de um sistema de informação e disponibilizando-o por meio de tecnologia da *Web* padrão diminuindo assim a heterogeneidade. Desta forma é possível criar uma página *Web* para administrar os dados obtidos na aplicação e fornecer dados novos a todos os aparelhos que possuam a aplicação móvel.

1.1 Problema de Pesquisa

Segundo Mascarenha (2012) ao início de qualquer pesquisa científica é necessário a definição de um problema, este problema deve guiar a pesquisa objetivando encontrar uma resposta ou solução. Visto o grande impacto dos carrapatos na pecuária e a dificuldade em se empregar um controle estratégico eficaz para as diferentes regiões brasileiras, nesta pesquisa elencou-se o seguinte problema de pesquisa:

“É possível desenvolver um modelo proativo e eficaz de controle estratégico do carrapato, no formato de um sistema de informação que possibilite sua adoção por produtores de bovinos? ”

1.2 Justificativa

O maior problema enfrentado para se estabelecer um controle estratégico do carrapato é a falta de informação dos produtores. Ao se manipular o carrapaticida químico deve-se atentar a diversos fatores, como a dose, validade, conservação, local, condição dos animais e como garantir a segurança do aplicador e do meio ambiente (FURLONG, 2005). Na aplicação do carrapaticida em um controle estratégico é necessário saber ainda como algumas informações podem influenciar a incidência de carrapatos, como: o ciclo de vida do carrapato, a temperatura, a umidade, o clima da região, a nutrição dos animais e o manejo das pastagens. Além de dar uma maior atenção a escolhas dos componentes químicos utilizado, através da coleta e envio de amostras para a realização do biocarrapaticidograma. O biocarrapaticidograma é um teste laboratorial, que indica se os carrapatos são resistentes aos carrapaticidas (GOMES, 2009).

Faz-se necessário um meio de fácil acesso às informações, auxiliando o produtor a realizar um controle estratégico do carrapato e entender seus princípios, facilitando o contato com pessoas especializadas e laboratórios, auxiliando no envio de amostras para a realização do biocarrapaticidograma. É imperativo ainda, realizar estudos sobre as infestações, verificando-se quais regiões são mais afetadas, qual o comportamento das infestações em relação ao clima das diversas regiões. Para organizar ações de saneamento e informativas direcionados aos locais mais afetados e possibilitando ainda a elaboração de pesquisas futuras.

A disseminação de informação em âmbito rural normalmente é realizada através da distribuição de cartilhas informativas, onde as informações são colocadas em papel e entregue aos produtores. Este meio é altamente utilizado em pesquisas em âmbito rural como apresentado por Litre *et al.*(2017), Mudo (2011) e Santos (2018). Porém, depende de muito tempo e recursos para sua distribuição. O uso da Internet em âmbito rural no Brasil vem crescendo nos últimos anos. Dados do IBGE (2018) mostram que teve um aumento de 7,8% nas residências rurais que possuem acesso à Internet de 2017 para 2018, finalizando com mais de 49% das residências com acesso à rede. O uso da Internet proporciona um meio mais rápido, com menor custo e com maior alcance do que os outros meios de troca de informações. O desenvolvimento de cartilhas em meio digital tem menor custo financeiro e um melhor retorno, facilitando a troca de informações sem necessidade do envio de correspondência.

A utilização de aplicações móveis é um grande aliado para possibilitar a visualização destas informações pois 97% da população brasileira que acessa a Internet o faz por meio de dispositivos móveis (IBGE, 2018), possibilitando também o acesso a informação em locais sem rede, realizando sincronismo de dados quando o dispositivo se conecta à Internet novamente. Para atualizar as informações nas aplicações móveis, junto a um servidor Web, é necessário ter um meio para gerenciar os dados enviados e recebidos. Para isso, é necessário a implementação de um *Web Service* para manter os dados na *Web* onde eles poderão ser atualizados, processados e enviados para todos os dispositivos que possuem a aplicação móvel.

Assim, este trabalho apresenta uma solução para que os produtores de bovinos possam se informar sobre o controle estratégico do carrapato através de uma aplicação móvel, que recebe e envia dados através de um *Web Service* a um

Servidor *Web*. Onde os dados serão salvos, processados e disponibilizados através de uma *Página Web*, para a realização de pesquisas futuras.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um modelo de controle estratégico do carrapato e implementar um sistema de informação que comporte este modelo. Facilitando o contato com laboratórios para a realização do biocarrapaticidograma e com especialistas. Possibilitando um tratamento com carrapaticidas de forma eficaz, auxiliando durante todo o processo de aplicação destes químicos. Além de salvar informações sobre infestações e gerar mapas para a realização de estudos e ações preventivas. Para a realização deste objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um estudo sobre os carrapatos e meios de combate a infestações;
- Realizar um levantamento bibliográfico sobre sistemas de informação;
- Realizar um levantamento sobre quais tecnologias podem ser melhor empregadas para o sistema de informação em ambiente rural;
- Desenvolver um modelo de controle estratégico do carrapato;
- Propor uma solução de sistema de informações para o modelo desenvolvido;
- Modelar e implementar a solução proposta;
- Testar e validar a solução proposta;
- Analisar resultados obtidos.

1.4 Organização do texto

Este trabalho irá abordar inicialmente no capítulo 2 o referencial teórico, dando embasamento para os principais conceitos empregados no desenvolvimento do sistema. O capítulo 3 mostrará a metodologia utilizada. O capítulo 4 irá apresentar a implementação do sistema. No capítulo 5 são mostrados os resultados e discussões. E no capítulo 6 aponta-se as conclusões obtidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados alguns conceitos essenciais para a realização desta pesquisa, e está subdividido em quatro seções. Na seção 2.1 serão analisados conceitos sobre o carrapato do boi e seu controle. Na seção 2.2 será verificado o controle estratégico do carrapato. Na seção 2.3 serão abordadas as tecnologias da informação. A seção 2.4 mostrará alguns trabalhos correlatos.

2.1 Carrapato Bovino

O carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* popularmente conhecido como carrapato do boi é considerado um parasita, pois necessita passar um período de sua vida sobre o corpo de um animal de sangue quente. Seus principais hospedeiros são os bovinos, mas podendo se desenvolver em outras espécies em situações extremas, como a falta de hospedeiros ou superpopulação de carrapatos (GOMES, 2009). O carrapato do boi causa diversos prejuízos a pecuária brasileira, muito destes gastos é atribuído ao tratamento da tristeza parasitária bovina, uma doença causada por um complexo de agentes patogênicos transmitidos pelo carrapato, que pode levar a morte do animal.

Além disso, o desconforto causado pelos carrapatos não permite que os bovinos pastem normalmente. Gerando uma perda de peso anual de em média 0,757kg por carrapato, o que pode ser fatal em infestações intensas (LITTLE, 1963). Esta má alimentação e perda de peso também afetam a produção de leite

o carrapato cria escoriações com sua fixação, que resulta em danos no couro diminuindo drasticamente sua qualidade e preço, podendo ainda servir como porta de entrada para bactérias e larvas-de-mosca

Os gastos são também atribuídos aos tratamentos para o controle do carrapato, que muitas vezes são caros e dependem de mão de obra. O mau uso dos carrapaticidas pode ocasionar na contaminação e morte dos animais, além de perigos às pessoas envolvidas no processo e poluição do meio ambiente (GARCIA *et al.*, 2019).

Para uma otimização e aplicação correta de carrapaticidas é necessário empregar uma estratégia de controle do carrapato. O conhecimento de alguns fatores é imprescindível para este fim. Possibilitando definir quais os melhores

períodos de aplicação dos carrapaticidas, ou seja, que afetam mais os carrapatos com um menor número de aplicações. Estes fatores consistem em principalmente ter o conhecimento do ciclo de vida dos carrapatos e como os dados meteorológicos podem afetar a incidência dos carrapatos durante as estações do ano. Assim como a ciência de aplicação de outros meios de controle, para serem utilizados em paralelo aos carrapaticidas. Tendo em vista estes princípios esta seção foi dividida em duas subseções, a subseção 2.1.1 que trata do ciclo de vida dos carrapatos. E a subseção 2.1.2 que aborda as técnicas mais utilizadas para o controle do carrapato.

2.1.2 Técnicas de Controle do Carrapato

A pesquisa de Willadsen (2006) apresenta seis técnicas de controle dos carrapatos apontadas como as mais eficazes: A vacinação, o melhoramento genético, o controle biológico, a utilização de acaricidas químicos, a aplicação genômica do carrapato e a integração de duas ou mais técnicas. Porém, o próprio autor aponta as dificuldades de comercializar produtos para o controle biológico, pois normalmente consiste em fungos e desta forma é necessário encontrar meios que possibilitem a fabricação, distribuição e estabilidade deles em campo. Na aplicação genômica ainda estão sendo feitas pesquisas para realizar um mapeamento completo do genoma dos carrapatos, ainda não há possibilidade de obter resultado significantes para sua utilização de forma ampla. Desta forma, através da pesquisa de Willadsen (2006) pode-se concluir que o tratamento que melhor se apresenta é a utilização da vacinação e/ou dos acaricidas em conjunto com um melhoramento genético dos bovinos.

Andreotti *et al.* (2002) destaca que a vacina contra o carrapato confere proteção parcial aos bovinos aumentando a sua imunidade contra futuras infestações, interferindo em fases no ciclo de vida do carrapato, como a diminuição da fertilidade, produção de ovos e conseqüentemente no número de carrapatos. Segundo Willadsen (1997) a vacina tem vantagem sobre os carrapaticidas pois possui um menor custo e a ocorrência de resistência é menor. Porém, deve ser utilizada com outros métodos de controle pois não é totalmente efetiva e apresenta um melhor resultado quando há poucos carrapatos sobre o animal.

Alguns bovinos apresentam uma maior resistência natural aos carrapatos, esta resistência pode ser considerada como inata ou adquirida. A resistência inata

está presente no animal desde o seu nascimento, não sendo necessário contato prévio do bovino com o carrapato. Já a resistência adquirida é obtida após o animal passar por algumas infestações de carrapatos. O melhoramento genético do rebanho pode ser realizado através da seleção dos animais resistentes para reprodução e descartes dos animais com maior propensão ao carrapato (RIEK, 1962). Pode-se ainda optar por raças que apresentam um melhor desempenho, segundo Biegelmeyer *et al.* (2012) as raças zebuínas (*Bos indicus*) apresentam uma melhor resistência ao carrapato que as raças taurinas (*Bos taurus*). Pesquisas realizadas na área mostram o uso potencial da seleção genômica para identificar indivíduos mais resistentes dentro de raças puras e cruzamentos, como Hereford e Braford respectivamente (CARDOSO *et al.*, 2015). Sendo possível utilizar o melhoramento das raças para gerar animais que apresentam uma maior resistência aos carrapatos.

Os carrapaticidas possuem diferentes grupos químicos, com o passar dos anos novos grupos surgiram e outros deixaram de existir. Sua aplicação consiste em duas técnicas: por contato e sistêmicas. Os acaricidas por contato são aqueles que não entram na rede sanguínea dos animais, sendo aplicados apenas em sua superfície. Os mais utilizados são: banheira de Imersão, onde o carrapaticida é diluído em uma banheira onde os animais passam e ficam completamente submersos na solução como mostra a Figura 1(a); aspersão, onde o carrapaticida é pulverizado sobre o animal de forma a cobrir toda sua superfície, pode ser manual, normalmente utilizada em pequenos rebanhos; e brete de aspersão, que possui jatos ao redor de um brete, ao serem acionados cobrem todo o animal com o produto, como o mostrado na Figura 1(b) (HIGA *et al.*, 2017).

Os carrapaticidas sistêmicos são aqueles onde o princípio ativo é metabolizado pelo animal, sendo consumido pelo carrapato que então são mortos. Consistem principalmente em: pour-on (em alguns casos pode ser considerado de contato), onde se passa o químico no fio do lombo, como mostra a Figura 1(c); injetável, onde o carrapaticida é inserido diretamente na corrente sanguínea do animal através de uma injeção que pode ser visto na Figura 1(d) (FURLONG, 2007).

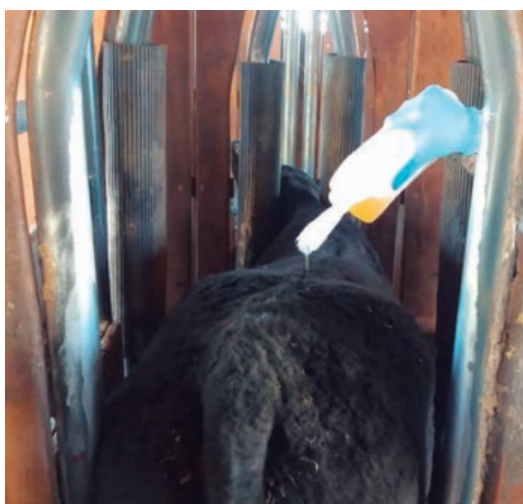
Figura 1 - Aplicação dos Carrapaticidas.



(a) Banheira de Imersão



(b) Brete de Aspersão



(c) Pour-on



(d) Injetável

Fonte: Higa *et al.*, 2019.

Os acaricidas são produtos que por possuírem bases químicas limitadas devem ser tratados como bens muito preciosos, pois sua má utilização pode acelerar o estabelecimento da resistência parasitária, onde o carrapato não é mais afetado pelo produto tornando-o obsoleto. É possível verificar que todas as técnicas para o controle do carrapato pesquisadas possuem desvantagens, para uma melhor visualização elas foram dispostas na tabela 1. Porém, mesmo com estas desvantagens é possível se obter um resultado satisfatório as utilizando de forma correta ou em conjunto.

Tabela 1 - Desvantagens das Técnicas para Controle do Carrapato.

TÉCNICA	DESvantAGEM	FONTE
BIOLÓGICO	Difícil de controlar e sem possibilidade de comercialização.	Willadsen (2006)
VACINA	Necessário a utilização de outra técnica de controle em paralelo; Ocorre a resistência do carrapato.	Andreotti <i>et al.</i> (2002) Willadsen(1997)
MELHORAMENTO GENÉTICO	Demora anos para obtenção de resultados satisfatórios; O cruzamento de raças pode prejudicar outras áreas como produção do leite e qualidade da carne.	Riek (1962) Biegelmeyer <i>et al.</i> (2012)
CARRAPATICIDA	Pode intoxicar o gado, os aplicadores e o meio ambiente; Ocorre a resistência do carrapato; Altos gastos com produto e aplicação;	Higa <i>et al.</i> (2017) Furlong (2007)

Fonte: Próprio Autor, 2020.

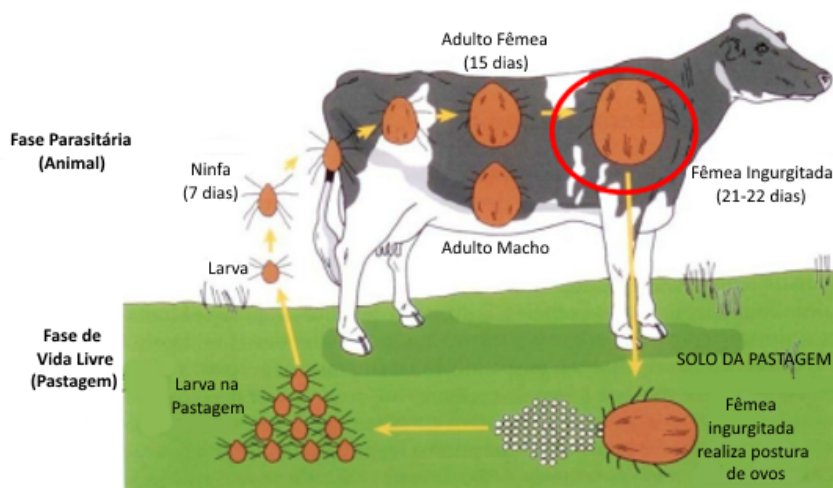
Para melhor eliminar os carrapatos, retardando a instalação da resistência, é possível o emprego de uma ou mais técnicas. A única técnica que mostra resultados satisfatórios quando utilizada isolada das outras é o carrapaticida, que também é a mais utilizada. Porém, o seu mau uso causa grandes problemas como a intoxicação de pessoas, animais e meio ambiente, além do surgimento da resistência que acarreta em altos gastos sem efeito sobre os carrapatos. Por isso, é importante o estudo e aplicação de meios para o controle estratégico do carrapato (GEORGE; POUND; DAVEY, 2004).

2.1.1 Ciclo de Vida do Carrapato

O ciclo de vida dos carrapatos consiste em duas fases: a fase de vida livre e a fase parasitária. Furlong *et al.* (2003) destaca que a fase parasitária não depende da temperatura e ocorre enquanto há contato com o hospedeiro, durando em média 21 dias. O carrapato sobe no gado como larva, após um período ocorrem duas trocas de cutícula, onde a larva passa para ninfa e então para a fase adulta. As fêmeas se alimentam mais que os machos após a fecundação, onde a maior parte do sangue armazenado será utilizado para a produção de ovos, que podem chegar a 3.000 por

fêmea. No momento em que a fêmea se enche de sangue, também conhecido como fêmea ingurgitada, ela se desprende do animal para a postura dos ovos na pastagem, dando início a fase de vida livre, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2- Ciclo de vida do Carrapato



Fonte: Weber, 2015.

Na fase de vida livre, que pode durar de trinta dias a oito meses, ocorrem as etapas de larva, ovos, postura e pré-postura. Nesta fase há grande influência da temperatura, onde nos meses quentes e úmidos o desenvolvimento dos ovos é mais rápido após a fêmea ingurgitada cair na pastagem. Na região sul do Brasil onde o clima é subtropical, nos meses de maior frio os carrapatos não conseguem se desenvolver e quase somem das pastagens (GOMES, 2009). Já em regiões mais quentes, o carrapato é um problema frequente durante todo o ano, porém em temperaturas maiores que 40°C, as fêmeas ingurgitadas, ovos e larvas morrem nas pastagens devido ao ressecamento.

É abordado por Andreotti *et al.* (2016) que os tratamentos normalmente são iniciados quando já há uma infestação, ou seja, no fim da fase parasitária. Porém neste ponto os danos causados podem ser irreversíveis. Um tratamento realizado de forma adequada necessita do conhecimento do ciclo de vida do parasita, para a realização de aplicações dos carrapaticidas em momentos em que há poucos carrapatos na pastagem. Desta forma é possível reduzir o número de aplicações, deixando menos resíduos na carne, leite e meio ambiente, além de possibilitar um melhor controle sobre as infestações.

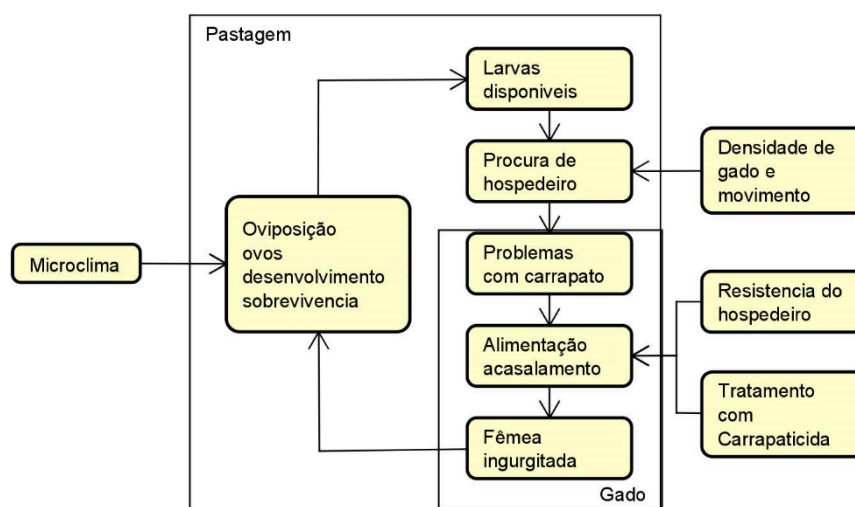
Neste capítulo foram levantados pontos sobre o carrapato dos bovinos. Pode-se observar os prejuízos que ele causa com as perdas na produção de leite e carne, desvalorização do couro e até morte dos animais. Porém, o maior prejuízo é na aplicação dos carrapaticidas de forma errada o que acelera a resistência do carrapato e pode ocasionar em aplicações sem nenhum resultado. Para minimizar o problema pode-se utilizar um controle estratégico, para isso é necessário ter conhecimento de como combater o carrapato. Verificamos então, que uma opção viável é utilizar vacina e/ou acaricidas em conjunto com um melhoramento genético. Para realizar a aplicação dos carrapaticidas é necessário saber quando utilizá-lo, necessitando ter conhecimento sobre o ciclo de vida do carrapato. Pois o tratamento deve ser iniciado quando há menos carrapato nas pastagens e isso pode variar devido ao clima.

2.2 Controle Estratégico

Alguns autores apontam o tratamento estratégico como passos que devem ser seguidos anualmente para a utilização de carrapaticidas, resultando na diminuição das aplicações por ano. Além disso, são verificadas outras técnicas de controle, que possibilitam a redução na utilização de químicos e quando usadas em conjunto possibilitam um melhor resultado no combate contra o carrapato e reduzem a ocorrência da resistência parasitária. Alguns trabalhos realizados na área de tratamento estratégico do carrapato que foram relevantes para a criação do modelo proposto nesta pesquisa são:

- Norton, Sutherst e Maywald (1983) - Nesta pesquisa é criado um framework para utilizar informações de pesquisas anteriores em recomendações apropriadas a propriedades que diferem entre si em três aspectos principais: O clima local, as oportunidades de gestão disponíveis e a percepção e objetivo de cada pecuarista. Através do estudo do ciclo de vida do carrapato aponta quais os períodos que podem afetar as infestações, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Fatores que podem afetar o ciclo de vida dos carrapatos.



Fonte: Norton, Suther e Maywalt, 1983.

Com estas informações Norton, Suther e Maywalt (1983) criaram um modelo de cinco passos para análise e tratamento das infestações de carrapatos. O primeiro passo é definir as características biológicas e físicas, onde são verificadas as condições climáticas, a resistência dos hospedeiros, a densidade do gado e movimentação. No segundo passo é verificada a intensidade dos carrapatos, fazendo uma estimativa ou inspecionando o gado no outono. O terceiro passo é verificar as características dos produtores, para a implantação do controle estratégico. O quarto passo é a realização do tratamento, onde é abordado o melhoramento genético, controle da densidade do gado e o melhoramento da técnica de aplicação de carrapaticida através da imersão. E o quinto e último passo indica tarefas para o melhoramento de todo o processo, como a modificação da percepção do produtor, desenvolvimento de estratégias para regras de decisão, cálculo de despesas para as mudanças e melhoramento de técnicas como monitoramento, imersão e etc.

- Andreotti, Garcia e Koller (2016) - Esta pesquisa mostra um guia para a aplicação do controle estratégico em dez passos, levando em consideração o ciclo de vida do carrapato, a dinâmica populacional, o grau de sangue europeu nos bovinos, manejo de pastagem e lotação. Os passos consistem em: Usar o produto adequado, onde é realizado o teste de resistência para a

escolha do produto; verificar a melhor época para controlar o carrapato, realizar as aplicações carrapaticidas quando tem menor número de carrapatos na pastagem; seguir as instruções dos fabricantes dos produtos, para a diluição e aplicação correta; cuidar da segurança do aplicador, utilizar roupas protetoras para a aplicação dos produtos químicos; Aplicação correta, verificar se todas as partes do animal entraram em contato com uma quantidade suficiente do carrapaticida; Reduzir a população de carrapatos na pastagem, devolver a pastagem os animais já tratados; Dar maior atenção a animais de sangue doce, animais mais suscetíveis aos carrapatos devem ser tratados com maior frequência ou serem descartados; Controlar a chegada de novos animais, verificar os novos animais para que não tragam carrapatos; Evitar infestações mistas, separar os bovinos dos equinos, pois o carrapato do cavalo deve ser tratado de forma diferente; Avaliar anualmente o desempenho do produto, realizar o teste de resistência ao carrapatos.

- Alvez-Branco *et al.* (2000) - Esta pesquisa mostra a importância da utilização de um controle estratégico, tanto para aplicado ao carrapato quanto às verminoses. É realizado um estudo sobre o carrapato bovino em animais Hereford e Ibage (3/8 Nelore x 5/8 Angus). Inicia com os efeitos causados nos bovinos com e sem a utilização do carrapaticida e os prejuízos que o carrapato pode ocasionar. Após, mostra os efeitos do controle sobre o peso do animal e o número de carrapatos fixados sobre ele. Foi observado o comportamento do controle estratégica com 6, 4 e 3 aplicações por ano utilizando-se o meio de aplicação de imersão durante 3 anos. A pesquisa aborda também o controle integrado de verminose e o complexo carrapato/tristeza parasitária bovina. Mostra que se pode aplicar menos produtos por ano e se ter um resultado satisfatório. Os autores destacam ainda a importância de outros fatores no controle estratégico, como nutrição, manejo, inimigos naturais do carrapato (aves predadoras, formigas, etc.) e genética.
- Furlong (1998) - Esta pesquisa mostra a importância da temperatura no ciclo de vida dos carrapatos e gera um esquema de controle estratégico anual de acordo com estes dados. São realizadas aplicações no verão, pois nesta

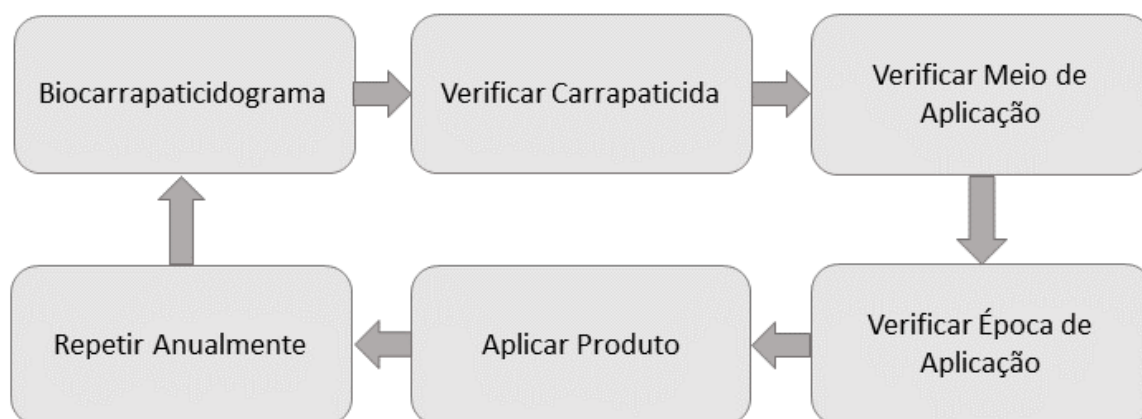
estação ocorre uma menor incidência de carrapatos, visto que a pesquisa foi realizada na região do Brasil Central. Consistindo em cinco ou seis aplicações por pulverização com intervalo de 21 dias, ou três a quatro aplicações com pour-on (no fio do lombo) com intervalos de 30 dias, com reforço na primavera se necessário. O autor destaca que deve-se seguir as normas de um bom tratamento e realizar o teste de resistência. Os resultados podem variar devido à pastagem, lotação e resistência dos bovinos aos carrapatos. Esta abordagem mostra-se mais eficaz que o tratamento normalmente empregado pelos produtores que é realizar o tratamento com carrapaticida quando a infestação já está instalada. Alguns grupos químicos de carrapaticidas são destacados nesta pesquisa, assim como sua utilização.

As pesquisas apresentadas possuem passos a serem seguidos pelos produtores ou técnicos responsáveis pelo tratamento. É possível verificar que alguns dados são analisados nas quatro pesquisas como o clima, a resistência do carrapato, aplicação do carrapaticida e genética dos bovinos. A pesquisa de Norton, Suther e Maywalt (1983), dá uma visão geral do processo sem se aprofundar em cada ponto da aplicação do tratamento. Já a pesquisa de Andreotti, Garcia e Koller (2016) mostra como aplicar todo o processo de controle estratégico, porém não apresenta um meio para monitoramento visando o emprego de melhorias. Alvez-Branco *et al.* (2000) mostra as vantagens do controle estratégico mais focado nas aplicações de químicos e não tanto em todo o processo de aplicação do controle, como a escolha do carrapaticida e o descarte. Furlog (1998) aborda todo o processo de aplicação do controle estratégico, porém sem se aprofundar nos tipos de carrapaticidas e no monitoramento do processo. Todas as pesquisas mostram o tratamento aplicado a uma região específica, realizando um processo de análise e melhoria apenas nas propriedades utilizadas para os experimentos.

Através das pesquisas citadas acima é possível verificar um padrão da aplicação do Controle Estratégico do Carrapato ele segue uma sequência de seis passos, sofrendo algumas alterações dependendo do autor. O primeiro passo consiste na realização do biocarrapaticidograma, para verificar se há resistência do carrapato a algum produto químico. Através do resultado deste teste é necessário selecionar um produto que não possua as bases químicas descritas no exame. Então deve-se verificar como aplicar o carrapaticida lendo a bula do produto e

verificando o bom funcionamento dos meios de aplicação. Após é necessário verificar qual a melhor época para a aplicação conforme o nível da infestação e o clima. E então aplicar o produto seguindo este calendário. Estes procedimentos devem ser realizados anualmente. Estes passos podem ser verificados na Figura 4.

Figura 4 - Passos do Controle Estratégico do Carrapato



Fonte: Próprio Autor, 2019.

É possível verificar que a principal dificuldade para a implantação do controle estratégico do carrapato é fazer com que as informações cheguem aos produtores e que estes compartilhem as informações das suas propriedades para um melhoramento do processo.

2.2.1 Importância da Informação

A informação é um importante meio de transformação do ser humano, considerada como uma ferramenta de desenvolvimento, gerando novos conhecimentos e auxiliando na melhoria da qualidade de vida da sociedade (ARAÚJO,1991). No processo de tomada de decisão como aplicação do controle estratégico do carrapato, é necessário classificar a informação de modo a descartar as inúteis e selecionar as que são necessárias, permitindo o processamento apenas das informações relevante para a tomada de decisão. É importante agregar valor à informação para realizar esta classificação. Para isso, segundo Moresi (2000) é necessária atentar a quatro classes diferentes de informação, são elas:

- Dados: Considerados a matéria prima para a produção de informação, são sinais que ainda não foram processados, organizados ou arranjados para que uma pessoa possa compreender;

- Informação: São os dados que passam por algum tipo de processamento para serem compreendidos;
- Conhecimento: Informações que foram analisadas e avaliadas sobre a sua confiabilidade, sua relevância e sua importância.
- Inteligência: Conhecimento que foi sintetizado e aplicado em uma situação, para ganhar maior profundidade de consistência da mesma.

Outro importante ponto para a troca de informação é o compartilhamento, pois é necessário que os dados coletados sejam disponibilizados para o acesso de outros. Segundo Alcará *et al.* (2009) o compartilhamento de informações é de suma importância para a geração de novos conhecimentos. Porém, esta prática deve ser estimulada e para isso, é necessário atentar a quatro fatores: Natureza do conhecimento; motivação para compartilhar; oportunidades para compartilhar; e cultura do ambiente de trabalho. Estes dados, tanto compartilhados quanto gerados, devem passar por um processamento, seleção, armazenamento e serem disponibilizados, para isso foram criadas as Tecnologias da Informação.

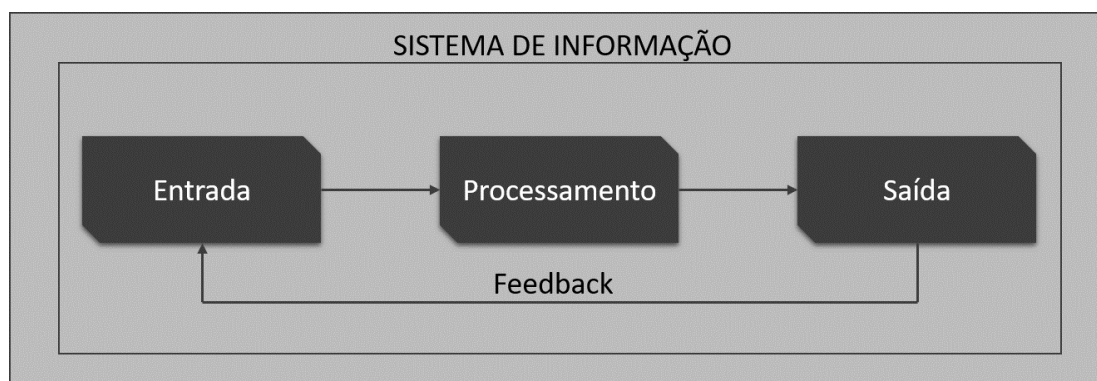
Neste capítulo foi possível verificar como se dá o controle estratégico do carrapato. Que é um processo cíclico, que deve ser realizado anualmente. Inicia desde a escolha do produto carrapaticida, passando por todo o processo de aplicação até seu descarte. Minimiza o número de aplicações por ano, retardando a resistência dos carrapatos. Verificou-se também que o maior motivo para esse controle não ser utilizado é a falta de informação dos produtores. Destacou-se a importância da informação para diferentes fins e como é necessário estimular o compartilhamento e troca de conhecimento para assim gerarmos novos conhecimentos e enfrentarmos da melhor maneira problemas graves como a infestação de carrapatos.

2.3 Tecnologia da Informação

A informação gerada tem um crescimento exponencial, esta explosão de conhecimento gera um grande número de pesquisas relacionadas ao controle e racionalização da informação, para desta forma utilizá-la de forma mais lucrativa (ARAÚJO, 1991). É necessário um meio eficaz e eficiente de seleção, processamento e armazenamento destes dados, para isso foram criados os sistemas de informação.

Um Sistema de Informação (SI) é um conjunto de componentes ligados entre si que coletam, processam, armazenam e distribuem informação que servem para apoiar a tomada de decisão, a coordenação e o controle de uma organização (BELMIRO, 2012). Ele possui três atividades básicas, que tem um fluxo contínuo: Entrada, que realiza a coleta dos dados; processamento, onde estes dados são transformados em informação útil; e saída, onde estas informações são disponibilizadas aos usuários do sistema. Além destas atividades, possui também um feedback que permite uma realimentação do sistema com informações que foram geradas, resultando em melhorias do processo (LAUDON; LAUDON, 2007). O fluxo das atividades de um Sistema de Informação pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 - Funções de Um Sistema de Informação.



Fonte: Adaptado de Laudon e Laudon, 2007.

A Tecnologia da Informação (TI) conforme Laurindo *et al.* (2001) engloba os Sistemas de Informação, *hardware*, *software*, telecomunicação, automação e recursos multimídia utilizados por organizações para fornecer e gerar dados, informações e conhecimento. É utilizada para acompanhar transformações que ocorrem no mundo, para aumentar a produção, melhorar a qualidade dos produtos, como suporte a análise de mercado, para tornar ágil e eficaz a interação com clientes, mercados e competidores e é usada ainda como ferramenta de comunicação e gestão empresarial. Suas principais funções segundo Rossetti e Morales (2007) são: Processamento de dados; relatório administrativo; apoio à decisão; apoio estratégico e ao usuário final; e conexão interna e externa.

No meio rural se faz necessária a aplicação da Tecnologia da Informação pois a agropecuária assume atualmente características empresariais, que resulta em modificações nas formas de produção, comercialização e relações sociais. Neste

contexto, a informação mostra-se vital para o sucesso dos negócios e manutenção de atividades. Entretanto, a adoção da tecnologia em âmbito rural deve levar em conta a realidade do produtor, os custos de implantação e manutenção e dos mercados onde a propriedade está inserida (MACHADO; NANTES, 2011).

Cocaro e Jesus (2008) apontam que a tecnologia da Informação vem ganhando cada vez mais espaço quando aplicada a agropecuária as principais aplicações apontadas pelos autores são:

- Pacotes de *software*
- ERP (*Enterprise Resources Planning*) agropecuária
- Rastreabilidade de produtos de origem animal e vegetal
- Informações climáticas
- Comercio eletrônico e cotação *on-line*
- Cooperativas
- Assistência técnica e extensão rural
- Agricultura de precisão
- Zootecnia de precisão
- Ensino a distância

As principais dificuldades encontradas para a implantação de tecnologia da informação em meio rural ainda são culturais. Pois, propões modificações no sistema produtivo que os produtores estão acostumados, além dos custos de implantação e manutenção dos sistemas. A aplicação de novas tecnologias apresenta um novo gerenciamento da cadeia produtiva, modificando os setores de serviço e o olhar do consumidor para os produtos. Facilitando a rastreabilidade, eficiência, redução dos impactos ao meio ambiente, além de melhorar o bem-estar animal e dos trabalhadores (Cavalcanti *et al.*, 2017).

Esta seção foi separada em três subseções para apresentar os conceitos de três tecnologias que atendem aos requisitos para a implementação de um sistema para a troca de informação em meio rural. Na subseção 2.3.1 será apresentada a computação móvel, pois o melhor meio de se implantar um novo sistema é utilizando tecnologias a qual os usuários finais já estão familiarizados. A subseção 2.3.2 mostra o *Web Service* como serviço para o envio de informações pela Internet. E a subseção 2.3.3 mostra a Lógica Fuzzy que auxilia no processo de tomada de decisão.

2.3.1 Computação móvel

Nos últimos anos o desenvolvimento de soluções móveis vem crescendo exponencialmente, isso se deve ao grande aumento na utilização de dispositivos móveis. Segundo pesquisa do IBGE (2017) no Brasil estima-se que 97% da população utiliza o celular para acessar a Internet enquanto apenas 56,6% utilizam microcomputadores. Estes dispositivos possuem diversas inovações que não eram possíveis em dispositivos estáticos, mas seu grande sucesso se deve principalmente por sua mobilidade. Possibilita o acesso a informações a todo instante e em qualquer lugar. Porém deve-se atentar a algumas limitações que estes dispositivos apresentam. Satyanarayanan (1996) apresenta cinco restrições da computação móvel, são elas: A restrição de recursos computacionais comparado aos dispositivos estáticos; maior probabilidade de perda de dados, pois tem maior propensão a roubos, perdas e danos; conexões móveis possuem maior variabilidade e menor confiabilidade; e possuem uma fonte de energia finita e limitada.

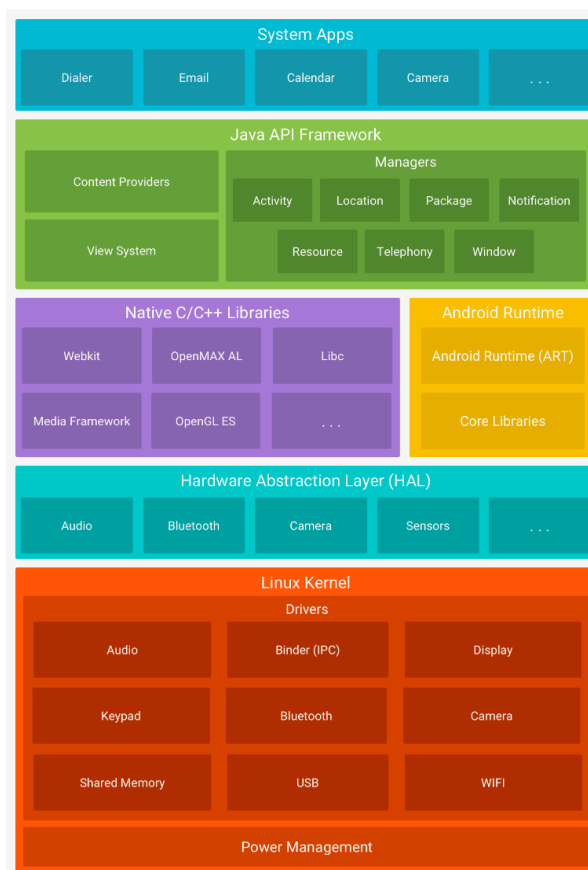
Grønli *et al.* (2014) apontam os quatro Sistemas Operacionais móveis mais populares, são eles Android, iOS, Windows Phone e Firefox OS. Ao comparar estes quatro sistemas o Android se destaca, pois é considerado o mais utilizado no mundo e é a plataforma que possui maior número de *downloads* em sua loja de aplicativos. Desenvolvido pela Open Handset Alliance (OHA), grupo de empresas lideradas pela Google. A plataforma Android possui uma arquitetura com estrutura hierárquica que consiste em seis camadas, são elas:

- Kernel do Linux: Se responsabiliza pelo gerenciamento da memória, os processos threads, rede, drivers e a segurança dos arquivos e pastas. Isso permite que várias aplicações possam ser executadas simultaneamente, possibilitando que algumas sejam realizadas em segundo plano, sem atrapalhar as operações efetivadas pelo usuário (LECHETA,2013).
- Camada de Abstração de Hardware (Hardware Abstraction Layer, HAL): Zhao e Tian (2012) afirmam que esta camada é utilizada para realizar a abstração dos serviços fornecidos pela camada inferior. Consiste em módulos de biblioteca que implementam uma interface para um componente específico de hardware.
- Android Runtime: Consiste em bibliotecas Core Java e na Máquina Virtual Dalvik, onde são executadas as aplicações, permitindo o isolamento de

processo, que possuem sua própria instância, e consumo mínimo da memória. (SINGH, 2014)

- Bibliotecas C/C++ nativas: A camada das bibliotecas é responsável por fornecer as funcionalidades a diferentes tipos de dados. Pois vários componentes e serviços das camadas inferiores exigem bibliotecas nativas em C/C++ como descrito por Lecheta (2013).
- Estrutura Java API: Segundo Zhao e Tian (2012) esta camada é responsável por disponibilizar as APIs que são responsáveis pelos recursos do Sistema Operacional Android. Programadas na linguagem Java simplificam a reutilização de componentes e serviços de sistemas modulares e principais.
- Aplicativos do Sistema: A camada superior de toda a arquitetura é a camada de aplicação. Possui diversos aplicativos já instalados que podem ser substituídos por aplicativos da preferência dos usuários. Os desenvolvedores podem utilizar tarefas de aplicativos do sistema sem a necessidade de programar estas funcionalidades (SINGH, 2014).

Figura 6 - Arquitetura do Sistema Operacional Android



Fonte: Lecheta, 2013.

Singh (2014) afirma que a segurança no Sistema Operacional Android ocorre primeiramente pelo Kernel do Linux que utiliza um modelo de permissões para o sistema de arquivos que verifica se o usuário pode manipular os arquivos ou ver seu conteúdo. É onde ocorre o isolamento dos processos, cada aplicação possuem um ID utilizando processos individuais. Possui também um mecanismo extensível para segurança IPC e a habilidade para excluir partes desnecessárias e inseguras do Kernel. Outros módulos de segurança também são implementados nas camadas superiores, são eles:

- Sandbox da Aplicação: Mecanismo de segurança para separar aplicações que estão rodando e disponibilizar apenas os recursos para os quais a aplicação tem permissão;
- Segurança na comunicação entre processos: Os mecanismos de segurança utilizados no Linux somados a novos mecanismos de IPC desenvolvidos para o Sistema Operacional Android, permitem aos desenvolvedores identificar as aplicações e definir as políticas de segurança.
- Assinatura da aplicação: A assinatura digital é realizada para que uma aplicação possa ser instalada e executada em um aparelho. Ela permite que o OS saiba o autor da aplicação, possibilitando confiança entre os processos.
- Permissões do usuário: As permissões são definidas no momento da implementação e ela define quais recursos a aplicação poderá acessar. Nenhuma aplicação tem garantias de acesso à APIs protegidas sendo necessária a concessão do usuário.

A segurança deve ser levada em consideração principalmente com o tráfego de dados móveis pela rede. As redes móveis são mais instáveis e conseqüentemente menos seguras. Por isso é necessário escolher um meio de envio e recebimento de dados mais seguro e que consiga driblar os diversos desafios de se integrar dados móveis a outras plataformas. Neste contexto é possível verificar a necessidade de se implementar um Web Service.

2.3.2 Web Service

Alonso *et al.* (2004) define *Web Service* como um meio de expor as funcionalidades de um sistema de informações e disponibilizá-los por meio da tecnologia da Web padrão. Diminuindo a heterogeneidade entre as diversas

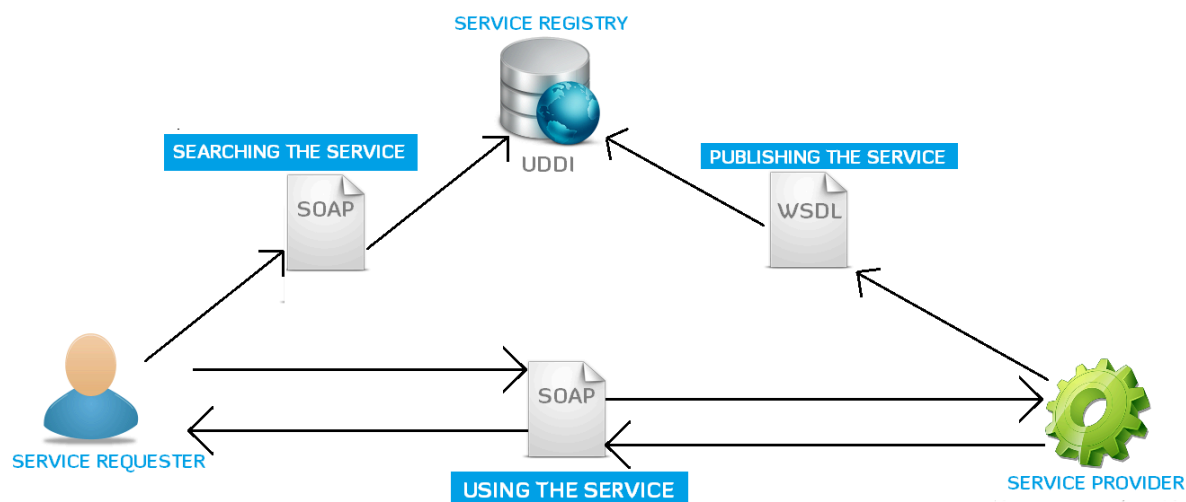
aplicações facilitando assim a sua integração. Possui uma arquitetura orientada a serviço (*Service-Oriented Architecture*, SOA) que tem por objetivo obter o acoplamento flexível entre os agentes de *software* que interagem. Isso é feito através de duas restrições arquiteturais como abordado por He (2003): A primeira define que todo agentes de *software* participante deve possuir uma interface simples e onipresentes. Somente semânticas genéricas são codificadas pela interface, que deve ser mantida disponível para todos provedores e consumidores. A segunda restringe mensagens descritivas por um esquema extensível entregue pela interface, permitindo que novas versões de serviços sejam introduzidas sem interromper os serviços existentes.

Web Service é considerado um serviço que é identificado por uma URI, que utiliza as descrições de serviço e transporte utilizando padrões abertos da Internet. Alguns padrões são utilizados pelos clientes e prestadores de serviço para executar as operações básicas de um SOA em um *Web Service*, segundo Papazoglou e Georgakopoulos (2003) são eles:

- SOAP (Simple Object Access Protocol): Protocolo utilizado para realizar interações entre *Web Services*, transporta conteúdo de dados em XML;
- WSDL (Web Service Definition Language): Utilizada para as descrições de interface do *Web Service*;
- UDDI (Universal Description Discovery and Integration): Define um protocolo para serviços de diretório que contém descrições do *Web Service*;

A Figura 7 mostra uma arquitetura simplificada de um *Web Service*, para uma melhor visualização dos serviços utilizados para a solicitação e entrega de serviços. O protocolo SOAP habilita a comunicação através do *Web Service*, tanto para pesquisar sobre um serviço quanto para buscar um serviço. A linguagem WSDL faz uma descrição formal dos serviços no momento de sua criação e a UDDI é onde as descrições dos serviços são registradas (CURBERA *et al.*, 2002).

Figura 7 - Arquitetura do Web Service.



Fonte: Altvista¹, 2019.

O servidor Web recebe mensagens HTTP com uma SOAP, extrai o SOAP da solicitação HTTP e entrega a mensagem para a estrutura, que então processa a mensagem e a entrega para a lógica de negócios do serviço da Web (ou seja, o serviço real implementação). Assim, a estrutura do Web Service tem um papel chave na verificação de erros na mensagem, extração de dados sobre a operação invocada, construindo um objeto em nível de programação na mensagem, e entregando-o ao serviço real Implementação (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A política de segurança de um *Web Service* cobre três áreas principais na troca de mensagens pela Web: a segurança, que tem foco em manter a integridade e confidencialidade; a confiança, onde são validados os token de segurança para que as mensagens possam ser transferidas; e a conversa segura, que permite a troca de mensagens por uma conexão já estabelecida e segura, isto é feito através de mecanismos para estabelecer e compartilhar contextos de segurança. Dentro destas categorias ocorrem assertividades, como a utilização de Tokens de Segurança, que são códigos de segurança acoplados ao cabeçalho da mensagem, onde é utilizado um mecanismo de referência para acessar estes tokens. Outro foco na segurança de um *Web Service* é a integridade e a confidencialidade que mostra qual parte da mensagem deve ser protegida e define quais algoritmos são permitidos. A visibilidade da mensagem mostra qual parte deve ser descriptografada

¹ <http://mysc.altvista.org/all-you-need-to-know-about-web-services/>

para que o protocolo SOAP possa operar nestas partes. E o tempo da mensagem permite a restrição de entidades após um período de tempo (GEUER-POLLMANN; CLAESSENS, 2005).

2.3.3 Computação Aplicada

Os meios computacionais são utilizados nas mais diversas áreas. Atualmente com a difusão da agropecuária de precisão, a aplicação destes meios proporcionou diversas melhorias nos sistemas produtivos de propriedades rurais como facilitar o processo de gestão de propriedades, o monitoramento de plantações e animais, otimização de processos, troca de informação entre outros (DEHNEN-SCHMUTZ, 2016). Porém, ao desenvolver soluções tecnológicas para este fim é necessário atentar a alguns fatores como:

- Comunicação: em meio rural muitas vezes não é possível ter uma boa conexão com a Internet, muitas vezes não sendo possível acessar nenhum tipo de rede. Sendo necessário a implementação de soluções com armazenamento local e com troca de dados de forma física (BALLANTYNE *et al.*, 2010)
- Armazenamento: devido aos sensores coletarem muitos dados por segundo é necessário verificar como estes dados serão armazenados e coletados, principalmente em caso de não se possuir conexão com a internet.
- Tecnologias de Desenvolvimento: é de suma importância verificar qual tecnologia utilizar, pois a implementação de um sistema computacional, modifica a rotina de uma propriedade e pode cair em desuso. É importante a realização de treinamentos e a utilização de sistemas intuitivos e ágeis para que sua implantação possa ser aceita por aqueles que a empregam (HOFFMANN *et al.*, 2014).

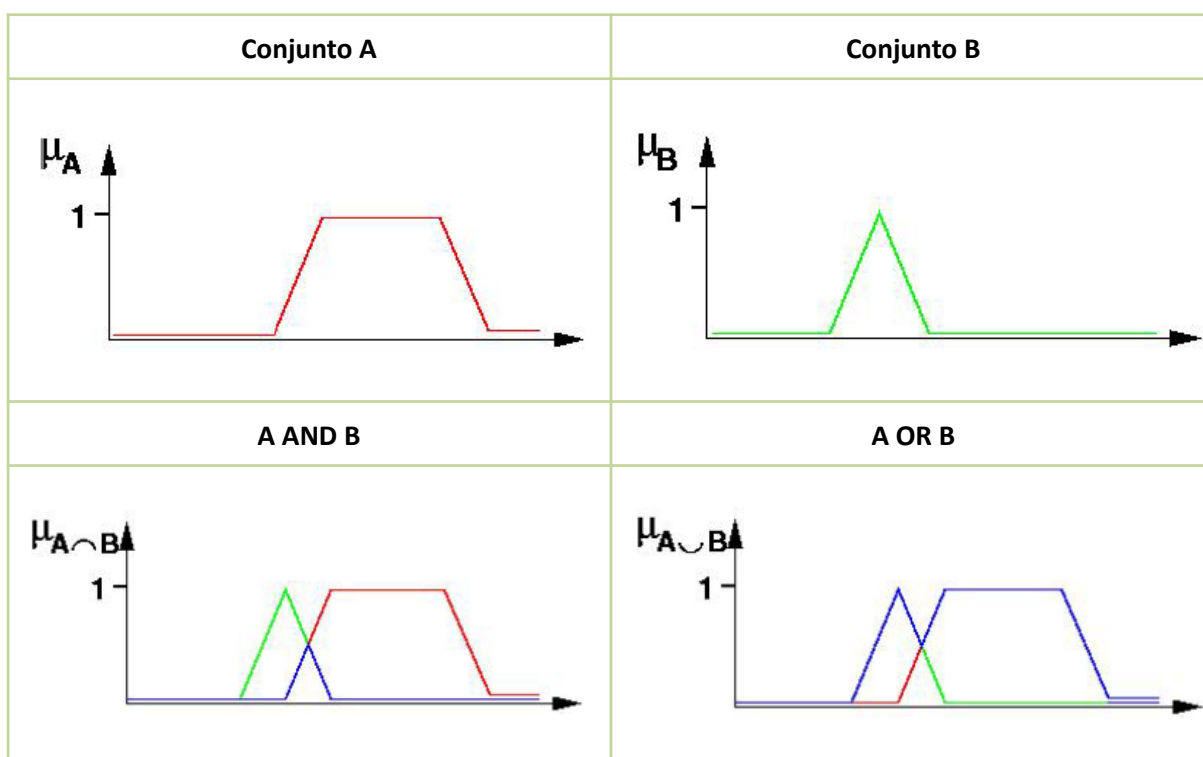
Muitas são as pesquisas que utilizam tecnologia para soluções de problemas em meio rural, entre elas se destacam os Sistemas de Apoio a Decisão, que são sistemas de informações que utilizam modelos e dados com o objetivo de auxiliar na solução de problemas semiestruturados e não estruturados, como destaca Santos (2009). A Lógica Fuzzy se destaca entre os SAD, pois utiliza variáveis linguísticas como: muito alto, alto, médio entre outros em união com regras de inferência. Esse conceito facilita que os resultados se aproximem das tomadas de decisão realizadas

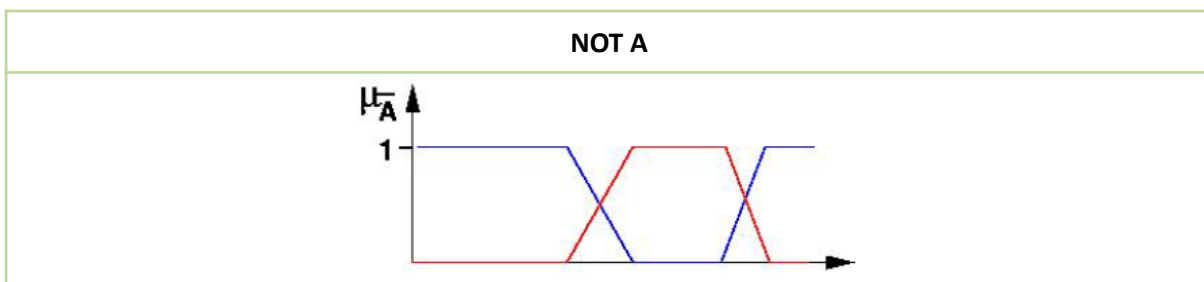
pelos humanos, chegando em soluções com um alto nível de assertividade (CHENCI; RIGNEL; LUCAS, 2001).

2.3.4 Lógica Fuzzy

A teoria de conjuntos Fuzzy foi formalizada por Lofti A. Zadeh na década de 1960 com o intuito de tratar informações de caráter impreciso ou vago. A lógica Fuzzy também chamada de lógica Nebulosa foi baseada nesta teoria e possibilita o processamento de situações ambíguas, não possíveis de se processar com Lógica Booleana. Fazendo com que a tomada de decisão por máquinas aproxime-se à realizada por humanos (CHENCI; RIGNEL; LUCAS, 2011). Na lógica binária uma preposição pode ser verdadeira ou falsa, 0 ou 1, já na lógica multivalorada pode variar entre 0 e 1 podendo assumir valores como 0.2 ou 0.6, que ficam entre verdadeiro e falso, tendendo de um para o outro, ou ficando entre os dois. Estes valores são representados por variáveis linguísticas que consistem em nomes de conjuntos Fuzzy como por exemplo muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo. Estes conjuntos são demonstrados por funções de pertinência, através destas funções é possível realizar operações de união, intersecção e negação nos conjuntos Fuzzy, como pode ser observado na Figura 8 (HELLMANN, 2001).

Figura 8 - Operações em conjuntos Fuzzy.





Fonte: Hellmann, 2001.

Tanscheit (2004) afirma que em um sistema de inferência Fuzzy possui quatro blocos principais são eles:

- Fuzzificação: Com a entrada de dados precisos, como um conjunto de dados, é necessário transformá-los em conjuntos Fuzzy e isso é feito neste estágio.
- Regras: As regras são disponibilizadas por especialistas ou de extração de dados e são dispostas em sentenças linguísticas, possuem um formato SE...ENTÃO.
- Inferência: É neste estágio que ocorrem as operações propriamente ditas.
- Defuzzificação: Após a obtenção do conjunto fuzzy de saída através da inferência é necessário transformar estes dados em saídas precisa, para isso é aplicada a defuzzificação.

A lógica Fuzzy é aplicada em diversas áreas pois permite capturar informações vagas e transformá-las em informações numéricas fáceis de controlar. Na agropecuária encontram-se diversas aplicações da lógica difusa, pois ela é ideal para manipular dados de umidade, temperatura, temperamento animal entre outros. Sendo um fator chave em áreas como bem-estar animal, sistema de produção, sistemas de irrigação e qualidade. (GABRIEL FILHO *et al.*, 2011)

Neste capítulo pode-se observar quais tecnologias da informação podem ser empregadas para melhor atender os produtores de bovinos no controle estratégico do carrapato. Inicialmente foi abordada a computação móvel, que apesar de conter algumas limitações, ainda é o meio mais utilizado para acesso a dados. O Sistema Operacional Android se destaca por ser a plataforma móvel mais utilizada, ele é baseado no Kernel do Linux e contém um sistema de permissões. Onde ocorre o isolamento dos processos. Além disso, é necessário atentar a meios de troca de informações entre plataformas, foi então mostrado o Web Service. Que possui uma arquitetura orientada a serviço, com o objetivo obter o acoplamento flexível entre os

agentes de *software* que interagem, facilitando assim a transferência de dados através da rede. Após, destacou-se como são aplicadas as tecnologias em meio rural, abordando também os sistemas de apoio à decisão. Onde se destaca a lógica fuzzy, que através de variáveis linguísticas, aproxima a tomada de decisão realizada por humanos, chegando a resultados mais precisos.

2.4 Trabalhos Correlatos

Para a realização desta pesquisa buscou-se trabalhos que se assemelham a este de alguma forma, com a finalidade de auxiliar na construção do conhecimento. Foram então selecionados cinco trabalhos correlatos para discussão e comparação com o presente trabalho, são eles:

1. **Arif e Smail (2013)** - Apresentam um sistema de informação para prevenir doenças no gado. Para isso foi desenvolvido um aplicativo para o Sistema Operacional Android que recebe dados de um leitor de RFID (Radio Frequency Identification) que é utilizado para identificar e manter um histórico sobre os animais. Estes dados são armazenados no dispositivo móvel até ter conexão com a rede e então os dados serão enviados através do provedor Web para serem armazenados no Google Drive. Estas informações são analisadas pelo Departamento de Serviços Veterinários (Department of Veterinary Services- DVS) e laboratório animal, tendo uma resposta rápida no caso de haver algum animal doente. Além disto, o produtor pode armazenar, atualizar e recuperar informações dos animais a todo momento utilizando o dispositivo móvel.
2. **Ojigo e Daborn (2013)** - Destacam a importância da troca de informação sobre a pecuária, para cuidados veterinários, em áreas de difícil acesso no Kenya. Para sanar esta dificuldade, esta pesquisa implementa um modelo utilizando dispositivos móveis e estáticos para a troca de informações e armazenamento de dados. Os dados são coletados por um dispositivo móvel e enviados através de um provedor de Internet móvel até um computador estático. É possível gerar formulários de coletas de dados para realizar análises, inclusive com pontos georreferenciados de onde os dados foram coletados. Estes dados são compartilhados com os Escritórios Veterinários de cada cidade. Permitindo que ações sejam tomadas caso ocorra algum caso

de doença emergente, possibilitando o envio de mensagens de alerta aos produtores.

3. **Alcala-Canto et al. (2018)** - Realizam um Georreferenciamento do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus)*. Utilizando dados de reportes de infestações, de temperatura e de umidade dos anos de 1970 a 2017 no México. O intuito é verificar a incidência dos carrapatos nos diversos climas e estações do ano. E apoiar estudos de modelagem para prever a propagação do carrapato, levando os veterinários a realizarem medidas de controle em regiões e momentos oportunos.
4. **Chiodini (2018)** - Esta pesquisa consiste em uma revisão de quatro sistemas de informação para o conhecimento, prevenção, ações a serem tomadas e extração de carrapatos, são eles: O primeiro sistema é o Tekenbeet app, mostra como buscar carrapatos, como retirá-los, como identificá-los e um panorama geral sobre o parasita e a doença de Lyme. Além de gerar alertas e mostrar vídeos sem a necessidade de uma conexão com a Internet. Este aplicativo é voltado para carrapatos encontrados em pessoas; o segundo sistema é o Zecke para prevenção ao carrapato. Informa sobre as doenças transmitidas pelos carrapatos, vacinas e precauções. Verifica a possibilidade de carrapatos em uma região através da localização do usuário e dados meteorológicos; O terceiro sistema é uma campanha realizado no Reino Unido para aumentar o conhecimento e conscientização sobre o carrapato disponibilizando pesquisas em uma página online; O último sistema é uma página Web com diversas pesquisas sobre o carrapato realizadas pelo Centro para a Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos da América.
5. **Vásquez et al. (2019)** - Elaboram um modelo para análise da pecuária sustentável utilizando a Lógica Fuzzy, para auxiliar na tomada de decisão. São analisadas seis entradas: Temperatura, implementação de um plano de saúde, chuva, procriação, sistema de produção e plano de alimentação. Através da análise destas entradas são geradas três saídas, são elas: Dias de lactação, produção de leite diária e intervalo entre nascimentos. Os pesquisadores realizaram testes com dados reais para validar o modelo proposto. As indicações de melhorias aos produtores são realizadas apenas nas três entradas que eles têm controle, implementação de um plano de saúde, sistema de produção e plano de alimentação. Além de mostrar épocas

mais propícias para a produção tanto de leite quanto de carne através dos dados climáticos.

As pesquisas citadas possuem alguns pontos em comum com o presente trabalho. A pesquisa de Arif e Smail (2013) e Ojigo e Daborn (2013), apresenta um sistema de apoio a doenças dos bovinos utilizando dispositivos móveis e salvando os dados em um repositório remoto. Um sistema semelhante será utilizado nesta pesquisa, porém com o intuito de informar sobre o carrapato bovino. Alcalá-Canto *et al.* (2018) abordam tecnologias para mapear infestações e geram informações sobre o carrapato, contudo, difere-se da presente pesquisa por possuir algumas funcionalidades divergente e não abordar o controle estratégico. Chiodini (2018) apresenta 4 sistemas de informação sobre o carrapato, porém é mais direcionado ao combate da doença de Lyme associada ao carrapato estrela. Vásquez *et al.* (2019) utilizam da Lógica Fuzzy, que também avalia dados de temperatura e umidade, porém não é empregado diretamente a predição de infestações de carrapato ou ao cálculo de número de aplicações de carrapaticida/ano. A tabela 2 mostra quais as semelhanças e diferenças encontradas entre as pesquisas citadas e o presente trabalho.

Tabela 2 - Comparação dos Trabalhos Correlatos com o Modelo Pretendido.

PESQUISAS	SEMELHANÇA	DIFERENÇA
1 e 2	Utilização de dispositivo móvel para a coleta de dados e envio de informações aos produtores; Armazenamento de dados em dispositivo remoto; Envio de dados pela rede.	O sistema não é utilizado para o controle do carrapato; Não é realizado um processamento e mapeamento dos dados obtido na Web
3	Realiza um mapeamento das infestações para estratégias sanitárias; Cria predição para infestações de carrapatos através dos dados de temperatura e umidade.	Não informa os produtores sobre tratamentos estratégicos; Não coleta dados através de dispositivos móveis.

4	É um sistema de informação sobre o carrapato; Gera alerta sobre infestações.	Não salva dados dos produtores; Não mostra como realizar o controle estratégico do carrapato.
5	Utiliza a Lógica Fuzzy para predizer dados sobre a pecuária; Auxilia na tomada de decisão; Informa onde o produtor deve melhorar seu sistema.	Não é voltado para o combate ao carrapato; Não utiliza dispositivos móveis ou <i>Web Service</i> ;

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Apesar de muitas pesquisas mostrarem a importância do emprego do controle estratégico do carrapato como mostrado no capítulo 2.2, não foi encontrada nenhuma outra pesquisa que englobe a tecnologia da informação para a aplicação destes conceitos. Desta forma, entende-se a necessidade de implementar um modelo que informe ao produtor sobre o controle estratégico, como mostrado no capítulo 2.3 a tecnologia da informação é uma grande aliada para este propósito.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia e as ferramentas empregadas para a realização deste trabalho. Na seção 3.1 será descrita a definição da pesquisa quanto sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. Na seção 3.2 serão apresentadas as etapas do método. A seção 3.3 mostra uma revisão sistemática sobre os meios de controle de infestações de carrapatos.

3.1 Definição dos Tipos de Pesquisa

Segundo Mascarenha (2012) a metodologia científica é o meio de se realizar um estudo ou fazer ciência, a atividade preponderante da metodologia é a pesquisa, por isso faz-se necessário definir que tipo de pesquisa será realizada para se obter o tipo de ciência desejada. As definições metodológicas utilizadas nesta pesquisa podem ser visualizadas na Figura 9.

Figura 9 - Definições Metodológicas.



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Quanto à abordagem, esta pesquisa pode ser definida como quantitativa, que considera que tudo pode ser quantificável, recorrendo a linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno. Quanto à natureza, a pesquisa é definida como aplicada, ou seja, visa gerar conhecimento para a aplicação prática, pois será implementada uma aplicação fundamentada em revisões bibliográficas, para auxiliar os produtores de bovinos a combater as infestações de carrapatos. Já quanto aos objetivos, esta pesquisa define-se como explicativa objetivando entender o porquê

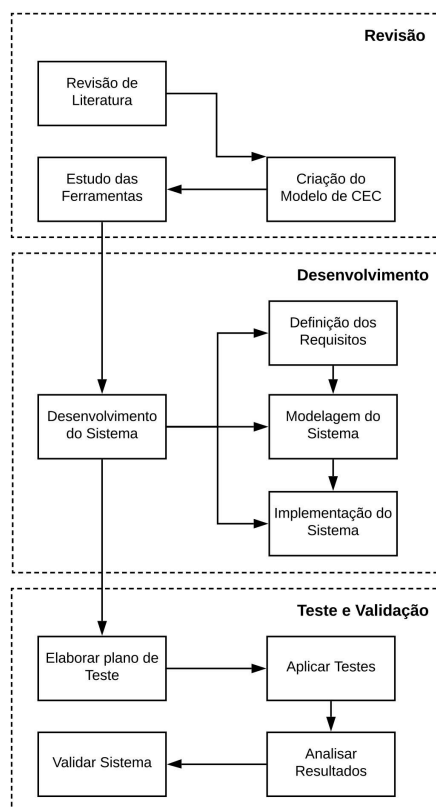
de os tratamentos aplicados em infestações não resultarem na eliminação dos carrapatos, e apontar os fatores que influenciam este fenômeno. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009)

Os procedimentos definidos nesta pesquisa são os de bibliografia e de campo, primeiramente é realizado um levantamento bibliográfico sobre os carrapatos e as tecnologias que podem ser utilizadas para a troca de informações entre os produtores e os especialistas, otimizando os tratamentos de infestações de carrapatos gerando menos prejuízos aos produtores. Também são coletados dados dos laboratórios e dos produtores para a realização de pesquisas futuras e para identificar um meio de unir as duas partes para a realização do biocarrapaticidograma.

3.2 Etapas do Método

O método foi dividido em três etapas principais: Revisão, desenvolvimento e teste e validação. Cada etapa foi subdividida em ações próprias, possibilitando uma melhor visualização da aplicação do método. A Figura 10 apresenta as etapas do método e suas respectivas ações.

Figura 10 - Etapas do método.



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Na primeira etapa é definida por uma revisão dos conceitos fundamentais para esta pesquisa. Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os carrapatos e técnicas que podem ser utilizadas para amenizar infestações, assim como outras informações essenciais para a execução desta pesquisa. Através desta revisão bibliográfica foi criado um modelo de CEC (controle estratégico do carrapato). Após, foram estudadas quais as ferramentas serão utilizadas para a implementação computacional desta solução.

A segunda etapa caracteriza-se pela implementação, onde será desenvolvido o sistema. Inicia-se essa etapa pelo levantamento dos requisitos, onde serão definidas todas as funcionalidades do sistema. Após será feita a modelagem do sistema, possibilitando uma melhor visualização e organização dos requisitos. E então será possível implementar a aplicação, o *Web Service* e a página *Web*. Na terceira e última etapa será realizado o plano de testes e validação do sistema. A primeira ação nesta fase é a aplicação do plano de testes. Os resultados serão analisados e serão realizadas as modificações necessárias validando-se o sistema. Por fim, o sistema será concluído e documentado.

3.3 Estudo das Ferramentas

O sistema a ser implementado possui duas plataformas de desenvolvimento: uma mobile e uma na Web. Para a aplicação em dispositivos móveis buscou-se qual a melhor plataforma de desenvolvimento, a fim de atingir um maior número de usuários, de forma a gerar um programa eficaz e que possa ser utilizado mesmo sem se ter acesso à Internet. Conforme Charland e Leroux (2011) às aplicações nativas para dispositivos móveis apesar de abrangerem apenas uma plataforma, possuem um melhor desempenho e aproveitamento de recursos que as aplicações Web, além de providenciar um melhor suporte para atividades *off-line*. Tendo em vista estas vantagens foi necessário selecionar uma plataforma móvel viável para comportar o sistema. Como destaca Rana, Gudla e Sung (2019) o Sistema Operacional Android se apresenta como o mais utilizado, com bilhões de usuários ativos e mais de 2 milhões de aplicativos. Podem ser realizadas aplicações para este sistema em qualquer computador independente de marca e possui uma licença para desenvolvimento mais acessível monetariamente. Devido aos benefícios apresentados optou-se por implementar um sistema nativo para a plataforma Android.

Para a implementação da página Web foi utilizada a abordagem de desenvolvimento da Web padrão que consiste nas linguagens HTML5, CSS3 e PHP. Com a utilização de um banco de dados em MySQL. Esta abordagem foi selecionada devido a sua facilidade e desempenho. Buscou-se um host de hospedagem. Neste tipo de abordagem não é necessária a implementação de um servidor Web pois este é disponibilizado pelo administrador. Sendo necessária apenas a programação da página Web, transferência de dados pelo *Web Service* e banco de dados. Para escolha do host foi levado em consideração os valores, tamanho do armazenamento, possibilidade de expansão e confiabilidade.

Tabela 3 - Ferramentas Utilizadas

Plataforma	Linguagem de Programação	Banco de Dados
Web	HTML5, CSS3 e PHP	MySQL
Mobile	Java e XML (Padrão do Android)	SQLite

A Tabela 3 mostra um resumo das ferramentas utilizadas para o desenvolvimento da solução: a mobile, implementada para ser nativa do sistema operacional Android; e a Web, utilizando as ferramentas de Web padrão.

4 IMPLEMENTAÇÃO

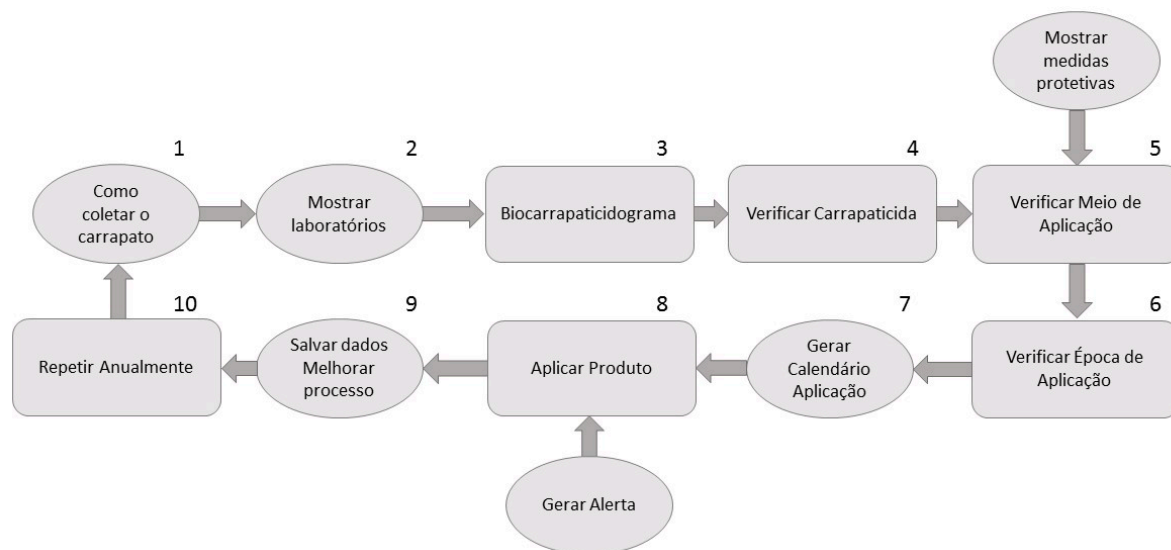
Esta seção aborda as ações tomadas para o desenvolvimento do sistema. A seção 4.1 descreve o modelo com seus usuários, funcionalidades e saídas. Na seção 4.2 é realizada a modelagem do sistema com sua definição e diagramas UML. A seção 4.3 mostra o desenvolvimento do protótipo Tick Attack.

4.1 Proposta de um Modelo para o Controle Estratégico do Carrapato

Como resultado inicial deste estudo, a partir da adaptação das pesquisas de Norton, Sutherst e Maywald (1983), Furlong (1998) e Andreotti, Garcia e Koller (2016), foi possível propor um modelo de tratamento estratégico do carrapato em forma de guia sequencial, de fácil compreensão e com informações que podem ser acessadas a qualquer momento. Como mencionado anteriormente, o modelo proposto foca na comunicação entre os produtores e o sistema. O primeiro passo é estimular a realização do biocarrapaticidograma, informando como realizar a coleta dos carrapatos para envio e onde se encontram os laboratórios com a localização mais próxima. Após, é necessário saber quais produtos carrapaticidas possuem os grupos químicos indicados no biocarrapaticidograma, para então escolher o produto e o meio de aplicação. Nesta etapa, é necessário saber qual a dosagem do produto (informação que é encontrada na bula) e verificar a manutenção dos equipamentos para a aplicação. A proteção do aplicador e como descartar embalagens e resíduos devem ser abordados no momento da seleção do meio de aplicação.

É necessário conhecer o clima da região e o nível de infestações de carrapatos para selecionar qual a melhor época para a utilização do produto. Cria-se um calendário onde serão agendadas as datas de aplicação do carrapaticida. Serão gerados alertas para a aplicação nas datas correspondentes ao calendário e em situações propícias para infestações extremas, estes dados são obtidos através da lógica fuzzy e data da última aplicação. Os dados obtidos pelo *feedback* do produtor são salvos e analisados para melhorias futuras. Anualmente haverá alertas de início do tratamento, lembrando o usuário de realizar o teste biocarrapaticidograma e iniciar novamente o ciclo de controle. A Figura 11, mostra o modelo adaptado do controle estratégico do carrapato, as modificações são demonstradas em círculos enquanto os passos gerais estão em retângulos.

Figura 11 - Adaptação do Modelo de Controle Estratégico.



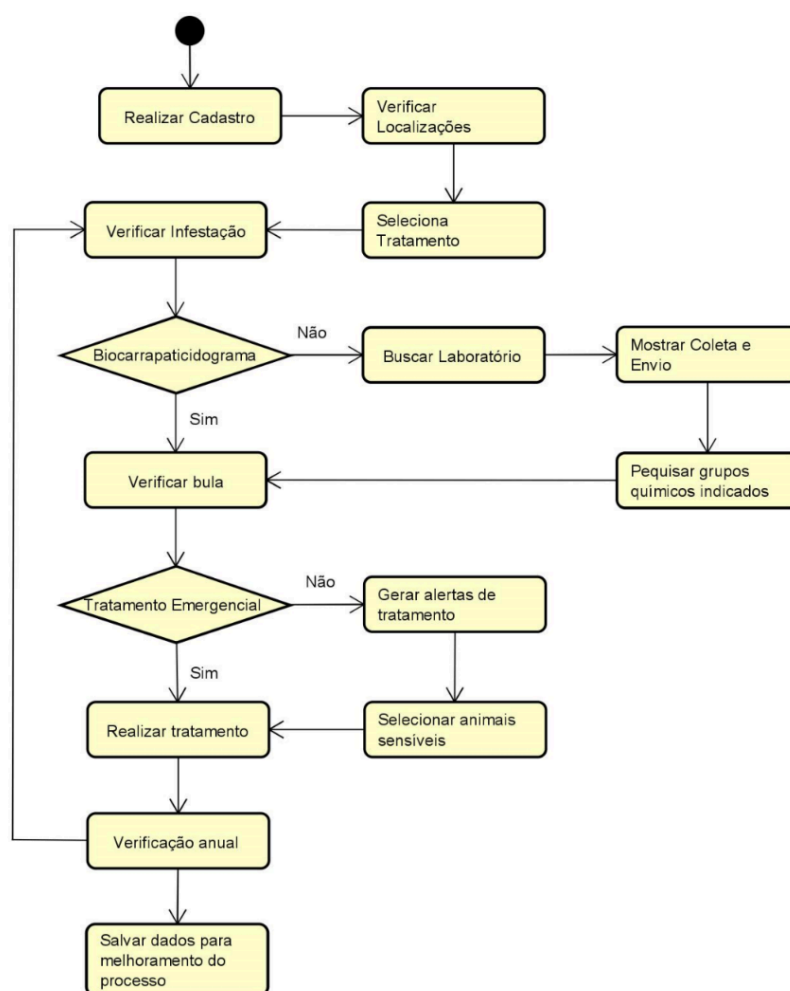
Fonte: Próprio Autor, 2019.

Para implementação do modelo proposto foi desenvolvido um fluxo dos processos, para uma melhor compreensão, como apresentado na Figura 11. Primeiramente é necessária a realização de um cadastro, onde o produtor se identificará e colocará as informações da propriedade juntamente com a localização. Neste momento serão respondidas perguntas sobre as características do produtor, como apontado por Norton, Suthers e Maywald (1983), a fim de criar um perfil do conhecimento do produtor e seus objetivos. Através da localização será possível verificar o clima regional e gerar um tratamento de acordo. No primeiro passo verifica-se a realização do teste biocarrapaticidograma, se o teste não foi realizado é mostrado os endereços dos laboratórios mais próximos à localização do produtor. Será possível nesta etapa abrir um tutorial mostrando como realizar a coleta e envio dos carrapatos ao laboratório em forma de texto, vídeo e imagens. Com o resultado em mãos o produtor poderá abrir o site da Sidan² para pesquisar quais carrapaticidas utilizar. Será então indicado ao produtor verificar a dosagem correta e a diluição, estes dados encontram-se na bula do produto. É então realizado o tratamento emergencial em caso de infestações extremas ou é programado o tratamento estratégico, que será realizado de acordo com o selecionado pelo produtor, com tutoriais da forma correta de aplicação, proteção para os aplicadores e manutenção dos equipamentos. A data de realização do tratamento será

² <https://sistemas.sidan.org.br/cpvs/pesquisar.aspx>

apresentada ao produtor em forma de alarme e notificações. Antes da realização do tratamento será necessário selecionar os animais de sangue doce, com maior propensão a ter carrapatos, pois esses animais devem passar por um tratamento mais intenso ou serem descartados. Todos os anos será solicitado ao produtor realizar a verificação da infestação e a realização do teste carrapaticida, iniciando novamente o processo de tratamento. Serão também gerados avisos para a troca de grupo químico do carrapaticida, com o intuito de evitar a resistência por uso prolongado. O esquema do modelo de controle estratégico a ser seguido é mostrado na Figura 12.

Figura 12 - Fluxograma do Controle Estratégico

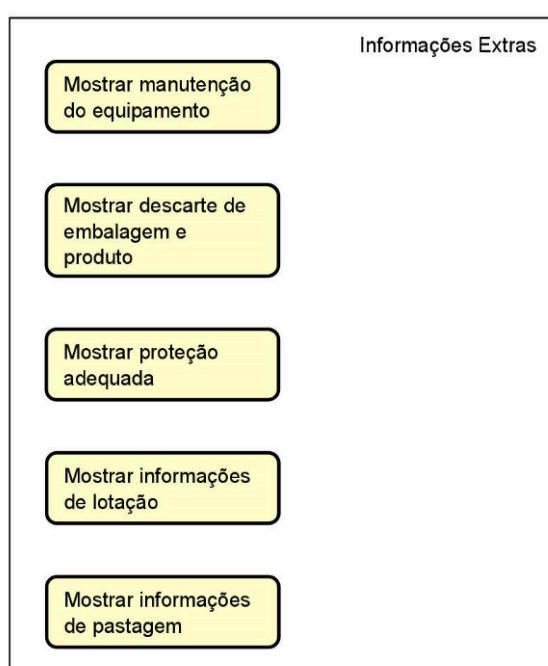


Fonte: Próprio Autor, 2019.

Além do fluxo principal do modelo algumas informações poderão ser acessadas a qualquer momento, são elas: Mostrar manutenção do equipamento, onde será possível visualizar quais os cuidados devem ser realizados nos principais

meios de aplicação do carrapaticida; Mostrar descarte de embalagem e produto, para evitar descartes que poluam o meio ambiente; Mostrar proteção adequada, para proteger as pessoas que participam da aplicação do produto; Mostrar informações de lotação, calculando o número adequado de animais por piquete evitando que um grande número de animais passem por pastagens infestadas; Mostrar informações de pastagens, informando quais as melhores pastagens para evitar os carrapatos. As informações extras podem ser visualizadas na Figura 13.

Figura 13 - Informações Extras



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Para disponibilizar este modelo de forma a permitir um acesso fácil foi utilizado o meio digital, a interface a ser acessada pelo produtor será implementada para dispositivos móveis, permitindo que todas as etapas do modelo sejam acompanhadas em tempo real, na geração de alertas o produtor poderá visualizar e atender de forma instantânea.

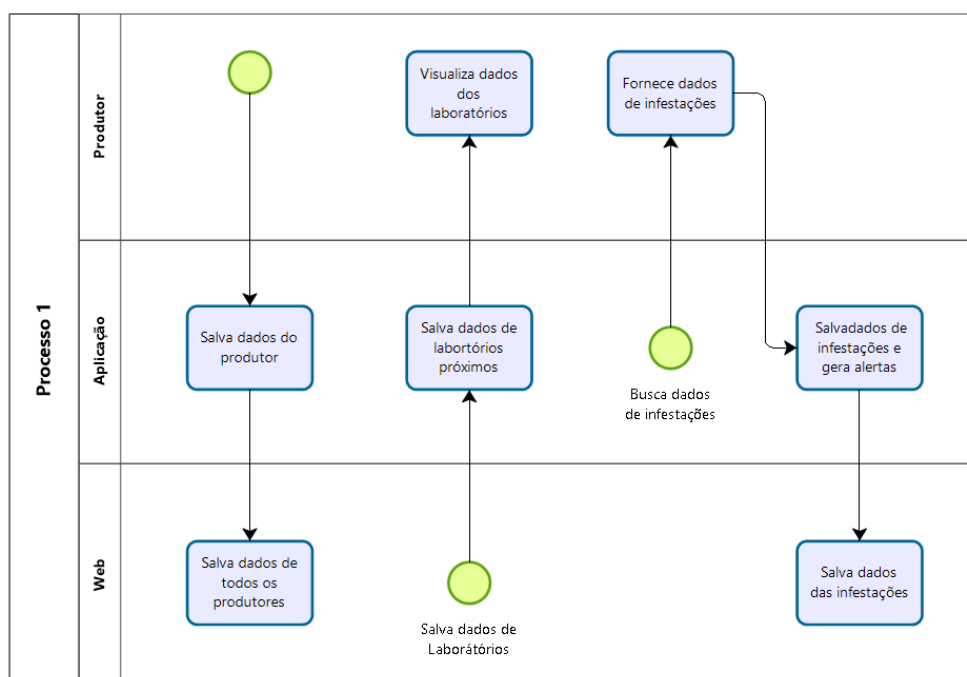
4.2 Modelagem do sistema

A modelagem do sistema foi dividida entre as duas plataformas desenvolvidas Web e mobile. A aplicação móvel, que tem como principais usuários os produtores e técnicos da pecuária, onde poderão ter acesso a informações de controle estratégico, endereços de laboratórios e instruções sobre o envio de amostras para

a realização do biocarrapaticidograma. Serão ainda coletados dados de infestações e localização que serão enviados para a Web. A aplicação, deve ainda buscar dados de umidade e temperatura e através deles deve gerar alertas de infestações iminentes utilizando a Lógica Fuzzy. Na Web será gerado um banco de dados, que possibilitará o acesso a estas informações de todos os usuários do sistema, tanto para o mapeamento quanto para pesquisas futuras.

Serão, também, salvas as localizações dos laboratórios que realizam o biocarrapaticidograma, estes dados serão enviados a aplicação conforme a localização do produtor, sendo armazenado no dispositivo móvel apenas os laboratórios mais próximos ao produtor, evitando sobrecarregar a memória dos dispositivos. Através da Figura 14 é possível verificar a troca de informação dentro do sistema, com seus três agentes principais: produtor, aplicação e Web.

Figura 14 - Modelo do sistema.



Fonte: Próprio Autor, 2019.

A Figura 14, mostra quais são as entradas do sistema, para a aplicação as entradas são obtidas através dos reportes do produtor e dados vindos da Web. Para a Web as entradas consistem nos cadastros dos laboratórios e dos reportes enviados pela aplicação. É possível verificar que a aplicação e a Web são dependentes uma da outra sendo necessário a troca de informações entre elas. As saídas da aplicação consistem em informar o produtor sobre os laboratórios e

tratamentos e mostrar os alertas de infestação iminente. Já as saídas da Web são armazenar os dados e realizar o mapeamento.

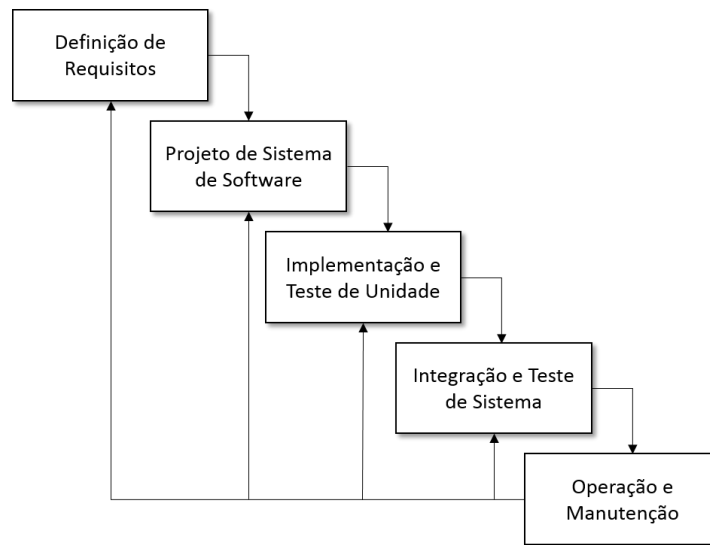
4.2.1 Modelo de Desenvolvimento

Para a realização da modelagem do sistema, primeiramente foi realizada uma pesquisa sobre os modelos de desenvolvimento mais utilizados, objetivando escolher o que melhor se adapta à proposta desta pesquisa. Sommerville (2007) aponta as seguintes soluções como as mais usuais:

- **Modelo em Cascata:** Uma fase de desenvolvimento é entrelaçada a outra, originando o nome de cascata, a fase seguinte não deve iniciar antes que a fase anterior termine;
- **Desenvolvimento Evolucionário:** Gera uma implementação inicial e a expõe ao usuário, refinado esta implementação com diversas versões, até que o sistema fique adequado;
- **Engenharia de Software Baseada em Componentes:** Utiliza componentes reusáveis, focando na integração destes componentes ao invés de desenvolvê-los do zero;
- **Entrega Incremental:** A especificação, o projeto e a implementação são divididos em uma série de incrementos desenvolvidos um de cada vez;
- **Desenvolvimento em Espiral:** O processo é seguido como um espiral. A cada loop da espiral representa uma fase de desenvolvimento do software.

Nesta pesquisa optou-se pelo modelo em cascata, pois, é caracterizado, segundo Pressman e Maxim (2016), por apresentar uma abordagem sequencial e sistemática. Os estágios de evolução são bem definidos e demonstram as principais atividades de desenvolvimento. Este modelo foi escolhido, pois tem as suas fases bem delimitadas, assim é possível criar um planejamento mais conciso, bem como definir os prazos para a finalização de cada etapa. A sequência e as etapas podem ser observadas na Figura 15.

Figura 15 - Modelo em Cascata.



Fonte: Sommerville, 2007.

Os estágios observados na Figura 15 são definidos por Sommerville (2007) como:

- **Análise e definição dos requisitos:** Esta etapa é essencial para definir quais as funcionalidades e características do sistema deve suportar. Os requisitos devem ser discutidos junto ao usuário do sistema;
- **Projeto de sistema e software:** Estabelece a estrutura do sistema, demonstrando a aplicação das funcionalidades. Desta forma é possível definir como deve ser feita a implementação;
- **Implementação e teste de unidade:** Nesta etapa são implementadas as funcionalidades, que são separadas em unidades. Ao final de cada implementação de unidade, esta é testada e verifica-se se atende as especificações;
- **Integração e teste de sistema:** Esta etapa caracteriza-se pela integração das unidades implementadas na etapa anterior. É a formação do sistema final, onde é testado o sistema como um todo garantindo que todos os requisitos foram atendidos;
- **Operação e Manutenção:** Nesta etapa o sistema é disponibilizado ao cliente e então são corrigidos erros que não foram detectados nas etapas anteriores.

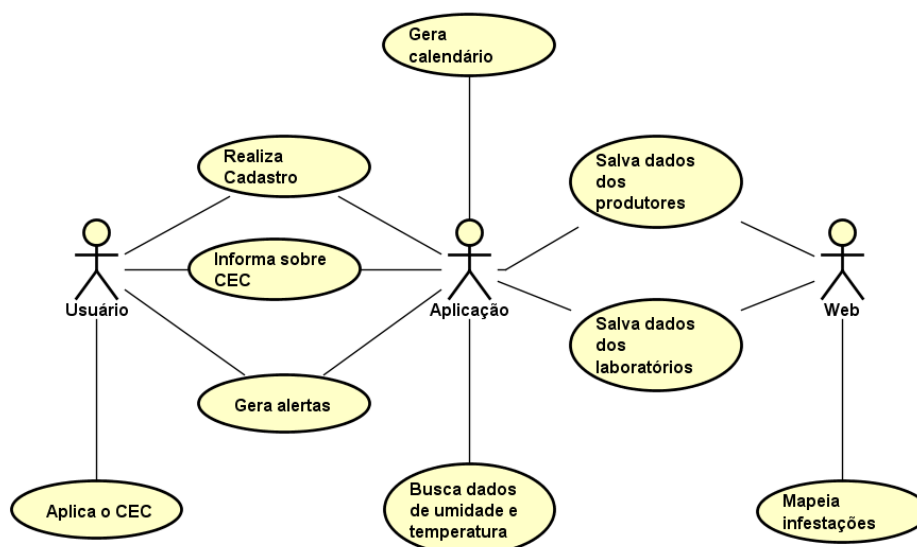
No modelo em cascata deve-se finalizar uma fase antes de iniciar outra, após cada fase deve ser executada individualmente e apenas ao finalizar a última fase é

possível rever as anteriores para a realização de modificações. As vantagens da aplicação deste modelo são a consistência de cada fase, facilitando a compreensão de quais erros devem ser corrigidos em cada estágio. Porém ele só deve ser empregado quando os requisitos são bem definidos e com poucas chances de modificações durante o desenvolvimento do sistema.

4.2.2 Projeto da solução Tick Attack

Para a realização do levantamento e análise dos requisitos, foi criado um documento de requisitos que pode ser visto no Apêndice I. Nesta etapa, os requisitos funcionais e não funcionais foram definidos e classificados como essenciais, importantes e desejáveis. Este documento passou por uma reavaliação, onde realizou-se modificações e inclusão de novos requisitos. Após a aprovação deste documento, foi realizado o projeto de sistema de software. Onde foram empregados diagramas UML (*Unified Modeling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada) de Caso de Uso, Classe e Sequência. A fim de representar a estrutura do sistema de forma padronizada, obtendo assim uma melhor compreensão das suas funcionalidades (SUMMERVILLE, 2007). O primeiro diagrama criado foi o Diagrama de Caso de Uso, este diagrama mostra a interação os três atores principais do sistema: o usuário; a aplicação móvel; e a Web. É possível visualizar este diagrama na Figura 16.

Figura 16 - Caso de Uso da Aplicação



Fonte: Próprio Autor, 2020.

O usuário pode realizar o cadastro na aplicação, ver informações sobre o Controle Estratégico do Carrapato e receber alertas de infestações iminentes e da data de aplicação dos carrapaticidas. Pode ainda, em posse das informações, aplicar o controle estratégico no seu rebanho. A aplicação solicita o cadastro do usuário e salva os dados, informa sobre o Controle Estratégico, busca dados de umidade e temperatura. Com os dados coletados ela cria o calendário de aplicações e gera os alertas. Busca ainda a localização dos laboratórios próximos e envia os dados do produtor para a Web. A Web salva os dados dos produtores e fornece os dos laboratórios.

Após, foi criado o Diagrama de Classes. Este diagrama tem por objetivo mostrar as classes do sistema e como elas interagem entre si. É representado por um retângulo com três divisórias onde a parte superior é o nome da classe, o espaço centra os atributos e o final os métodos da respectiva classe (PRESSMAN; MAXIM, 2016). No momento da modelagem desta pesquisa, verificou-se a necessidade de se implementar seis classe são elas:

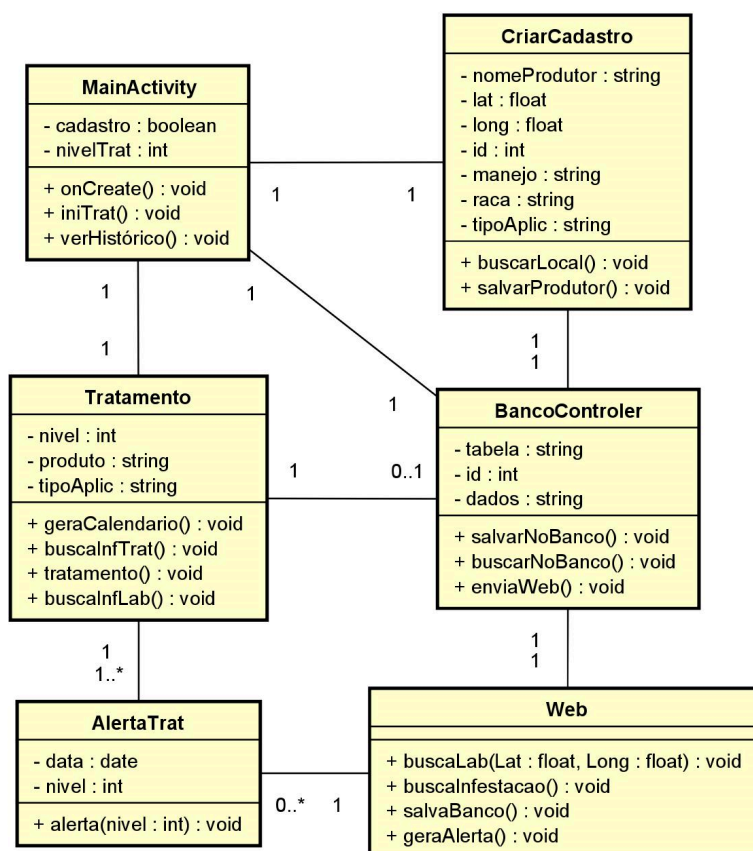
- **MainActivity:** Esta é a classe inicial da aplicação ela irá mostrar as opções que o usuário tem para que inicie a utilizar a aplicação. Tem como atributos: cadastro, que assume um valor verdadeiro ou falso para encaminhar o usuário para a tela de cadastro caso este não o tenha realizado ainda; nivelTrat, que possui um número inteiro que indica em que passo do tratamento o usuário está para que não seja necessário passar por passos que já foram atingidos, deixando a aplicação mais dinâmica. Seus métodos são: iniTrat que direcionará o usuário para a tela de tratamento correspondente ao seu nível; verHistorico onde é possível gerar um relatório com o histórico de todos os tratamentos realizados pelo produtor.
- **CriarCadastro:** Esta classe é utilizada para criar um novo cadastro e editar um cadastro já realizado. Seus atributos consistem nos dados a serem fornecidos pelo produtor. Seus métodos são: buscarLocal, onde o produtor pode optar por buscar o local da propriedade ao invés de colocá-lo manualmente; e salvarProdutor, que salva os dados de cadastro no banco de dados.
- **Tratamento:** Nesta classe são dispostas as informações sobre o controle estratégico do carrapato e ordem sequencial, seus atributos são: nível, que mostra em que parte do tratamento o usuário se encontra; produto, que

indica qual a família química de carrapaticida está sendo utilizada no momento; e tipoApli que mostra qual técnica de aplicação foi selecionada para direcionar as informações de tratamento para esta técnica. Os métodos são: gerarCalendario, onde são verificados os períodos para a aplicação do produto para a técnica escolhida levando em conta o clima da região; buscalnf, onde é buscado no banco quais as informações devem ser mostradas ao produtor no nível de tratamento em que ele se encontra; tratamento, que é o mostrar o tratamento propriamente dito; e buscalnfLab que busca o endereço dos laboratórios próximos para a realização do biocarrapaticidograma.

- BancoControler: Esta classe é implementada para controlar o banco de dados. Seus métodos são: salvarNoBando que tem o intuito de salvar dados no banco; buscarNobanco que realiza uma busca por dados no banco; e enviaWeb que envia os dados para a Web.
- AlertaTrat: Esta classe será executada em background e tem o intuito de gerar alertas quando for a data do calendário de execução (uma semana antes e no dia) e quando estiver em época de infestações iminentes. Seus atributos são: nível, consiste em um número inteiro que se for igual ou maior a três indica infestação iminente; e data que será comparada a data do calendário gerado. Seu método consiste apenas na geração do alerta.
- Web: Esta classe manipula os dados que serão enviados e buscados na Web. Seus métodos consistem em: buscaLab, que busca os dados dos laboratórios próximos e salva no banco de dados; buscalnfestacao onde os resultados da lógica Fuzzy são procurados para ver se há necessidade de gerar um alerta; salvaBanco, salva algumas informações sobre os tratamentos localmente para que a aplicação possa ser utilizada *off-line*; geraAlerta que manda uma mensagem para a classe AlertaTrat quando houver riscos de infestação.

Este Diagrama de Classes descrito pode ser visualizado na Figura 18, assim como seus atributos e métodos. São, também, demonstrados os relacionamentos entre as classes através das linhas que as unem.

Figura 17 - Diagrama de Classe

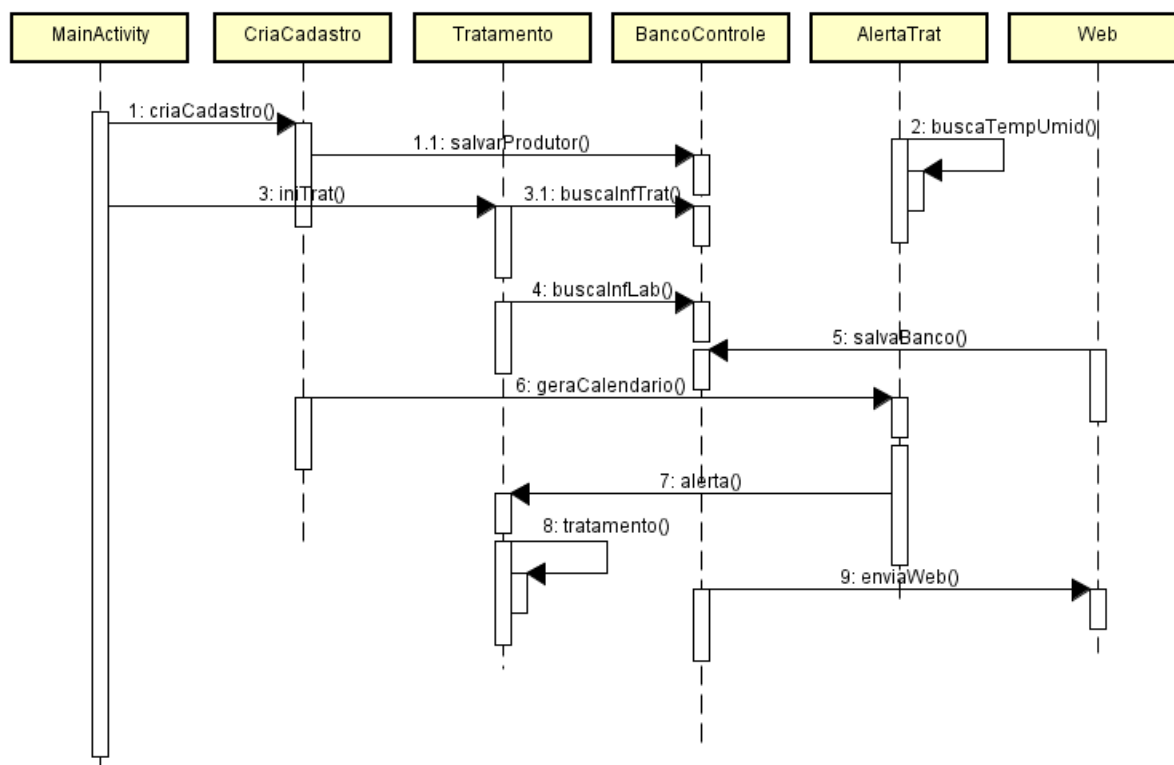


Fonte: Próprio Autor, 2019.

Os relacionamentos podem ser definidos como: Um para um, onde uma classe pode ter apenas uma relação com a outra classe, para sua demonstração são colocados números um (1) perto de cada uma entidades do relacionamento; um para zero ou mais, onde uma classe pode ter uma relação com nenhuma, uma ou muitas da outra classe e é representado por um número um (1) perto de uma das entidade e um número zero, dois pontos e asterisco perto da outra (0..*); esta relação pode também ser um para um ou mais, que é semelhante a outra porém é necessário ter pelo menos uma relação e é representada por um número um, dois pontos e asterisco (1..*).

O último diagrama gerado é o Diagrama de Sequência e ele tem como objetivo mostrar a interação entre as classes do sistema, pode ser visualizado na Figura 19.

Figura 18 - Diagrama de Sequência



Fonte: Próprio Autor, 2019.

No diagrama da Figura 19 é possível verificar que a classe inicial MainActivity começa a classe CriaCadastro através do método criaCadastro. Nesta classe são solicitados os dados do produtor que são salvos, através do método salvarProdutor, que chama a classe BancoControler. A classe MainActivity, pode então dar início ao tratamento, chamando o método iniTrat, para iniciar a classe Tratamento. Que por sua vez, vai buscar as informações de tratamento com o método buscaInfTrat no BancoControler. Se o produtor necessitar realizar o biocarrapaticidograma, a classe Tratamento buscará a localização dos laboratórios através do método buscaInfLab na classe BancoControler. Na classe Cadastro, será também gerado o calendário que é salvo no banco de dados através do método geraCalendário. A classe AlertaTrat, busca dados de umidade e temperatura a fim de gerar alertas de infestações iminentes e através dos dados de calendário gera alertas nos dias marcados. Por fim, estas informações são mostradas ao produtor através do método de tratamento. A classe Web pode salvar e atualizar os dados do banco, utilizando o método salvaBanco.

4.3 Tick Attack

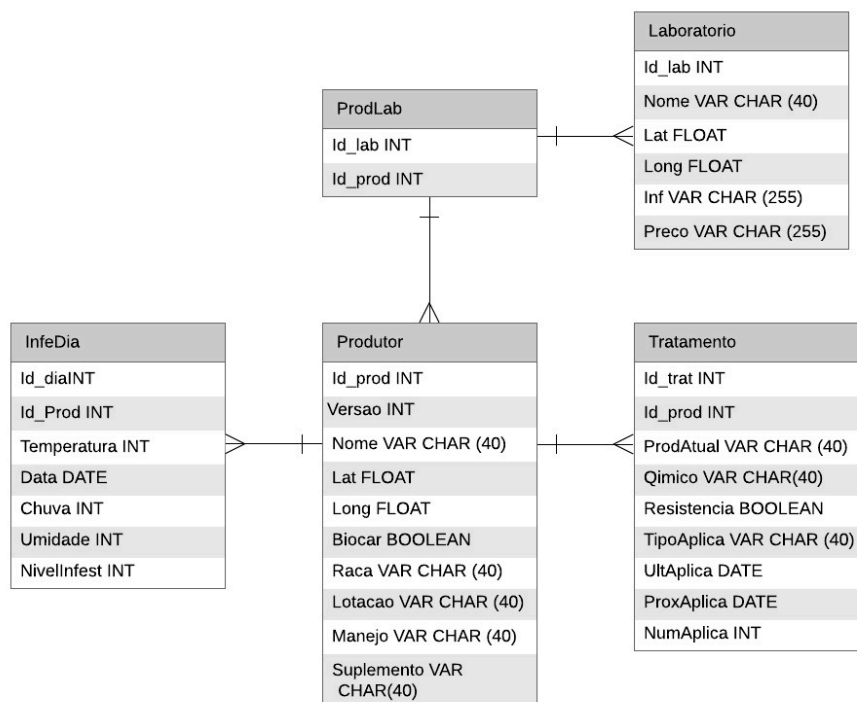
Nesta seção serão abordados os passos realizados para a implementação do sistema Tick Attack. Na subseção 4.3.1 destaca o desenvolvimento do diagrama de entidade e relacionamento do banco de dados tanto da Web quanto mobile. A implementação da lógica Fuzzy será abordada na subseção 4.3.2. A subseção 4.3.3 apresenta a implementação do sistema.

4.3.1 Banco de Dados

Para o desenvolvimento deste sistema foi criado dois bancos de dados relacionais, que se comunicam entre si, um na Web utilizando-se o SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) MySQL e um mobile utilizando-se o SGBD SQLite próprio para o Sistema Operacional Android. Foi então, criado um Diagrama de Entidade-Relacionamento que consiste nas tabelas que serão geradas, seus atributos e o relacionamento entre elas (ELMASRI; NAVATHE, 2016). As mesmas tabelas foram geradas na plataforma Web e na mobile, com o intuito de facilitar a troca de dados entre elas. Na Web haverá dados de todos os produtores e laboratórios, além das informações sobre as aplicações de todos os tipos de carrapaticida. Na plataforma mobile, serão salvos apenas os dados referentes aquele produtor, como os laboratórios próximos a sua propriedade e os dados de tratamento referente as técnicas escolhidas por ele.

O banco consiste em cinco tabelas principais, onde são salvos os dados dos produtores, dos tratamentos, das infestações e dos laboratórios. As tabelas possuem relações entre si, como pode ser visto no diagrama de entidade relacionamento na Figura 20.

Figura 19 - Diagrama Entidade Relacionamento da Web.



Fonte: Próprio Autor, 2020.

Na Web criou-se um banco de dados com o nome tickattack. Após, na aba SQL criou-se um script para a criação das tabelas, seguindo-se o que foi demonstrado na Figura 19. Uma pequena parte do script criado pode ser visto na figura 20.

Figura 20 - Sript SQL para criação do banco de dados na Web.

```

Executa comando(s) SQL na base de dados tickataack:

1 CREATE TABLE produtor(
2   id_prod INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
3   versao INT,
4   nome VARCHAR(40),
5   lat_prod FLOAT,
6   log_prod FLOAT,
7   biocar BOOLEAN,
8   raca VARCHAR(40),
9   lotacao VARCHAR(40),
10  manejo VARCHAR(40),
11  suplemento VARCHAR(40)
12 );
13 CREATE TABLE laboratorio(
14  id_lab INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
15  nome VARCHAR(40),
  
```

Bind parameters

Fonte: Próprio Autor, 2020.

No banco de dados da aplicação móvel, foi implementada a classe BancoController que estende a classe SQLiteOpenHelper, uma classe auxiliar do Android para gerar e controlar versões do SQLite (Android Developer, 2020). Essa classe é utilizada para a criação do banco de dados através do método onCreate que é subscrito. Também, para o controle de versionamento subscrivendo o método onUpgrade, onde é verificado se a versão atual está atualizada e quais colunas estão desatualizadas. Após, são criados métodos dentro desta mesma classe, onde verifica-se se as colunas das tabelas estão atualizadas. No caso de a versão estar desatualizada com a da Web é chamado o Web Service para buscar ou enviar os dados para a Web.

O Web Service foi implementado utilizando-se a linguagem PHP pois, ela permite um desenvolvimento ágil e suporte oficial para mensagens SOAP por meio de uma biblioteca integrada baseada em C (SUZUMURA *et al.* 2008). Foi implementado o método POST, por questões de segurança, como abordado por Muiyón e Montaluisa (2020). Tem o intuito de salvar os dados presentes no SQLite da aplicação no Banco de dados MySQL da Web e retornar uma mensagem de sucesso ou fracasso. Outro Web Service foi criado para buscar os dados da Web e salvá-los no SQLite utilizando-se a mesma lógica e a linguagem PHP. Os dados só podem ser transferidos entre os bancos quando o dispositivo móvel estiver conectado à rede, porém é essencial que a aplicação seja funcional também quando o aparelho estiver off-line. Os dados já são salvos localmente, para a utilização sem rede, é necessário então realizar uma verificação da rede para iniciar a busca ou envio das informações. Para realizar esta verificação foi criada uma classe NetworkVerify que herda a classe BroadcastReceiver, esse é uma classe padrão do Android seu intuito é enviar mensagens Broadcasts em background e desta forma retornar algum dado sobre o sistema (ANDROID DEVELOPER, 2020). Com esta comprovação foi possível realizar a transmissão de dados apenas quando o aparelho móvel estiver conectado à rede podem utilizá-lo normalmente sem conexão com a internet.

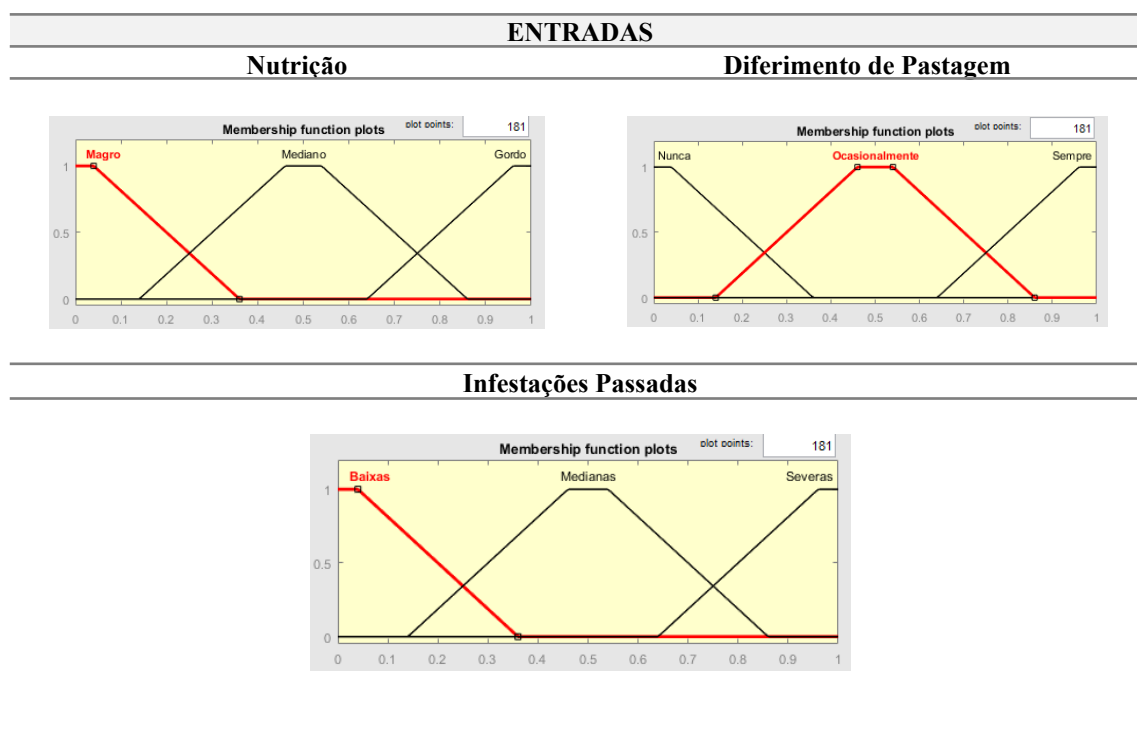
4.3.2 Lógica Fuzzy

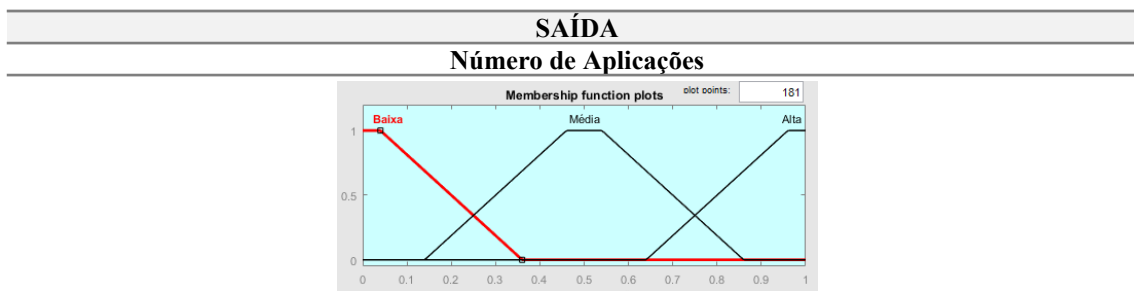
Tendo em vista a importância de um tratamento estratégico do carrapato, é necessário informar ao produtor como utilizá-lo. Visando minimizar ao máximo o

número de aplicações do carrapaticida ao ano sem interferir na sua eficácia. Estes dados podem variar devido a região climática e sistema produtivo. Inicialmente é necessário coletar algumas informações junto ao produtor, para gerar um calendário de aplicações que melhor se aplique ao seu contexto. As seguintes informações se destacam neste cenário: Nutrição dos bovinos, pois um animal bem nutrido possui maior resistência ao carrapato; Manejo de pastagem, mantendo o gado longe de uma pastagem infestada de carrapatos é possível impedir que os carrapatos subam no gado; Nível de infestações passadas, se o local tem constantes infestações severas, há um grande nível de larvas de carrapato à campo sendo necessário um tratamento mais intenso [4].

As seguintes variáveis linguísticas foram elencadas para cada uma das entradas: para Nutrição são Magro, Mediano e Gordo; para Manejo são Nunca, Ocasionalmente e Sempre; e para Infestações Passadas são Baixas, Medianas e Severas. E a saída ficou definida como Número de Aplicação e suas variáveis são: Baixo, Médio e Alto. Quando o número de aplicações é definido como baixo, são definidas 2 aplicações de carrapaticida por ano, quando é média são definidas 3 aplicações e alta pode ser 4 ou até 5 aplicações por ano. A figura 21 mostra as funções geradas para esta solução.

Figura 21 - Funções Fuzzy para número de infestações por ano.

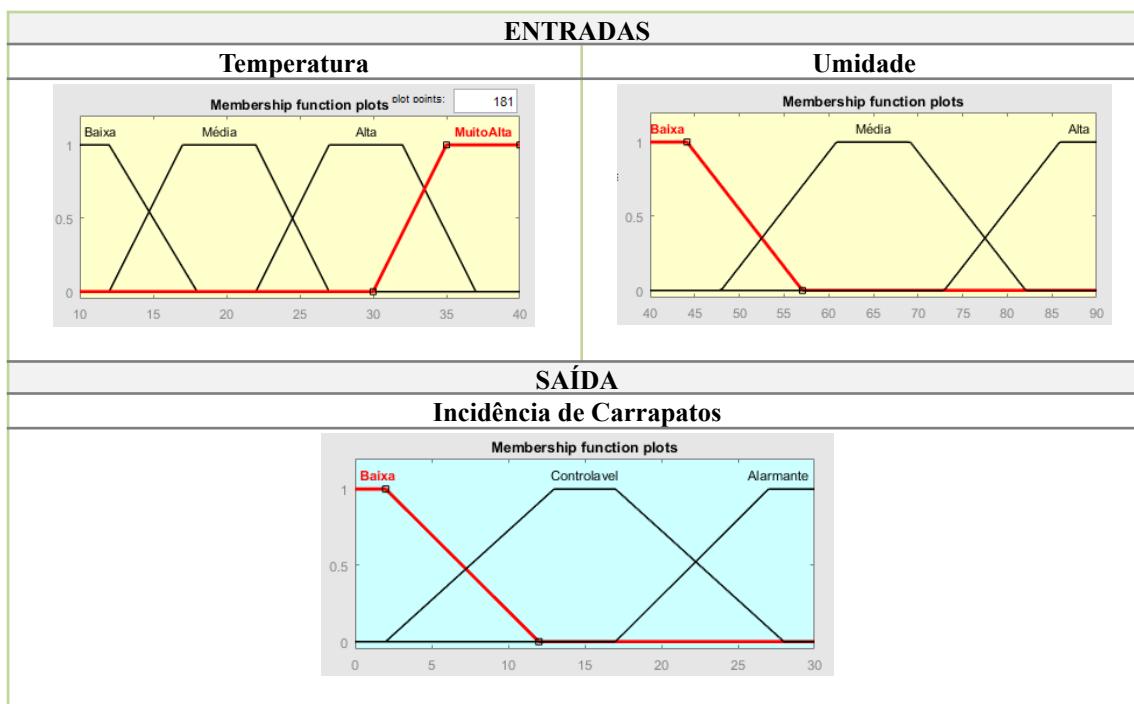




Fonte: Próprio Autor, 2019.

Foi também utilizada a Lógica Fuzzy para definir períodos de infestações intensas, para gerar alertas ao produtor. Neste contexto foram analisados os dados de temperatura e umidade. As variáveis linguísticas para a temperatura como Baixa, Média, Alta e MuitoAlta, em um intervalo entre 10° e 40°C. Para a umidade relativa do ar as variáveis foram Baixa, Média e Alta, em um intervalo entre 40% e 90%, os dados de temperatura e umidade foram selecionados devido a sua influência na fase de vida livre do carrapato, conforme destacado por Gomes (2009). Para a saída que foi denominada como incidência de carrapatos as variáveis foram Baixa, Controlável e Alarmante. A Figura 22 mostra as funções geradas para as entradas e para a saída.

Figura 22 - Funções Fuzzy para incidência de carrapatos.



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Após foram estabelecidas as regras de inferência, em vista que a temperatura é o fator de maior influência sobre a incidência dos carrapatos foram geradas as seguintes regras mostradas na Figura 23.

Figura 23 - Regras de Inferência.

Se (Umidade é Baixa) ou (Temperatura é Baixa) então (IncidênciaDeCarrapatos é Baixa)
 Se (Umidade é Média) e (Temperatura é Média) então (IncidênciaDeCarrapatos é Controlável)
 Se (Umidade é Média) e (Temperatura é Alta) então (IncidênciaDeCarrapatos é Alarmante)
 Se (Umidade é Alta) e (Temperatura é Média) então (IncidênciaDeCarrapatos é Controlável)
 Se (Umidade é Alta) e (Temperatura é Alta) então (IncidênciaDeCarrapatos é Alarmante)
 Se (Temperatura é MuitoAlta) então (IncidênciaDeCarrapatos é Baixa)

Fonte: Próprio Autor, 2019.

A função de defuzzificação utilizada foi a centróide, também chamada de centro de massa, este é o método de defuzzificação mais utilizado. Consiste em obter um valor numérico através do centro de gravidade da distribuição de possibilidades de saída do sistema Fuzzy. (ROVEDA *et al.*, 2011) Através deste método foi possível chegar a uma solução satisfatória para prever o número de aplicações de carrapaticida por ano e os períodos de infestações intensas de carrapato através dos dados de temperatura e umidade.

A Lógica Fuzzy foi implementada na aplicação móvel. As variáveis necessárias para a implementação de número de aplicações, foram coletadas em um pequeno questionário no momento do cadastro do produtor. Em previsão de infestações foi buscado os dados de umidade e temperatura disponibilizados pelo próprio aparelho Android, essa verificação é feita uma vez por dia as 13h, onde é registrada a maior temperatura do dia. A coleta destes dados foi realizada através de um Service para realizar a ação em background. Possibilitando que essa coleta de dados não interfira na utilização do aparelho, podendo-se realizar outras ações enquanto os dados são coletados. Foi utilizada a classe `SensorEventListener` para buscar os dados diretos do sensor do aparelho. Os dois tipos coletados são:

- `TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE`
- `TYPE_RELATIVE_HUMIDITY`

Em posse dos dados foi possível aplicar a lógica Fuzzy, para isso utilizou-se a biblioteca JFuzzyLite. Primeiramente foram implementadas as funções no programa MatLab como mostrado na figura 21 e 22. Depois foi necessário instalar a biblioteca jfuzzylite.jar no Android. Foi então criada a Classe FuzzyAplicacoes (manejo, nutricao, infestacoes), que recebe os dados de manejo, nutrição e infestações passadas, retornando o número de aplicações por ano. Todos as variáveis foram encaixadas em uma escala de 0 a 1. Implementou-se também a classe FuzzyInfestações (umidade, temperatura), que recebe as variáveis de umidade e temperatura e retorna à incidência de carrapatos. Os dados gerados pelo MatLab foram utilizados para gerar a função esperada corretamente, um exemplo do que foi gerado na aplicação e o que foi colocado no código pode ser visto na figura 24.

Figura 24 - implementação da função Fuzzy.

<p>Current Variable</p> <p>Name Temperatura</p> <p>Type input</p> <p>Range [10 40]</p> <p>Display Range [10 40]</p>	<pre> InputVariable temp = new InputVariable(); temp.setName("Temperatura"); temp.setRange(10, 40); temp.addTerm(new Trapezoid("Baixa", -0.8, 8.8, 12, 18)); temp.addTerm(new Trapezoid("Média", 12, 17, 22, 27)); temp.addTerm(new Trapezoid("Alta", 22, 27, 32, 37)); temp.addTerm(new Trapezoid("MuitoAlta", 30, 35, 40, 45)); engine.addInputVariable(temp); </pre>
<p>Current Membership Function (click on MF to select)</p> <p>Name Baixa</p> <p>Type trapmf</p> <p>Params [-0.8 8.8 12 18]</p>	
<p>Current Membership Function (click on MF to select)</p> <p>Name Média</p> <p>Type trapmf</p> <p>Params [12 17 22 27]</p>	
<p>Current Membership Function (click on MF to select)</p> <p>Name Alta</p> <p>Type trapmf</p> <p>Params [22 27 32 37]</p>	
<p>Current Membership Function (click on MF to select)</p> <p>Name MuitoAlta</p> <p>Type trapmf</p> <p>Params [30 35 40 45]</p>	

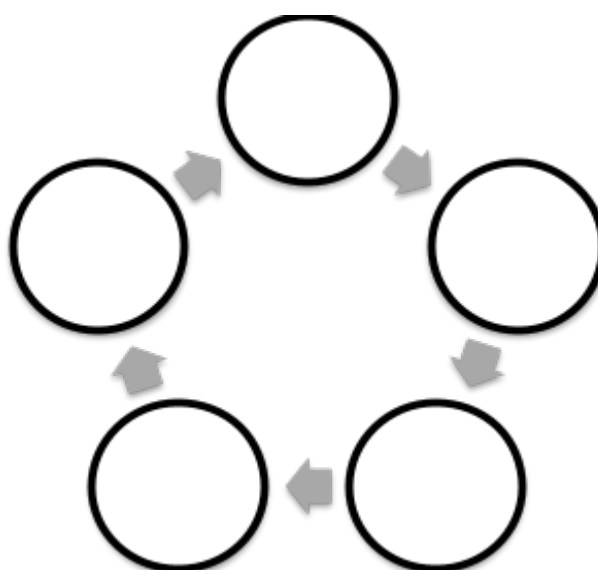
Fonte: Próprio Autor, 2019.

O mesmo foi realizado, para todas as funções necessárias. Após foram implementadas as regras de inferência e foram setados os valores atribuídos. Por fim os resultados foram salvos e utilizados em seus respectivos contextos.

4.3.3 Implementação do Sistema

Para demonstrar a implementação realizada vamos seguir o fluxo de ações dos usuários dentro do sistema. Iniciando pelo cadastro onde são colhidas informações para gerar o calendário. Através deste calendário, são gerados alertas nos dias em que deve ser aplicado o carrapaticida. E dados de umidade e temperatura, coletados diariamente, são utilizados para gerar os alertas de infestações iminentes. A qualquer momento o usuário poderá acessar as telas de tratamento, onde estão as informações sobre o controle estratégico. Todos os dados coletados pela aplicação são enviados para a Web onde é gerado um mapa com os locais das infestações e sua intensidade. A figura 25 mostra esse fluxo de ações.

Figura 25 - Fluxo de ações do usuário dentro do sistema.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Quando o sistema inicia pela primeira vez é necessário a realização do cadastro antes de prosseguir com a aplicação. A tela de cadastro busca informações que são utilizadas em outros pontos do sistema, como geração do calendário, definição do tipo de aplicação do carrapaticida, busca de localização dos laboratórios entre outros. Esta tela pode ser vista na figura 26.

Figura 26 - Tela de cadastro.

Cadastro

Para a utilização desta aplicação você deve fornecer alguns dados, não se preocupe estes dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos e não serão compartilhados

Informações do Produtor

Digite o seu nome: _____

Digite seu CPF/CNPJ: _____

Informações da Propriedade

0,0

Usar localização atual: **LOCAL**

Buscar localização no mapa: **MAPA**

Tamanho da Propriedade: _____ ha

Informações da Criação

Número de Animais: _____

Selecione o tipo de aplicação de carrapaticida utilizada

Banheira de Imersão

Brete de Aspersão

Injetável

Pour-on

Qual o estado corporal médio do seu rebanho?

Magros

Medianos

Gordos

Você utiliza diferimento de pastagem (períodos de descanso) com que frequência?

Nunca

Às vezes

Sempre

Como você considera que foi a última infestação de carrapatos na sua propriedade?

Fraca - Afetou poucos animais ou nenhum

Média - Afetou vários animais, porém de forma controlável e sem perdas

Severa - Afetou a maioria dos animais e teve perda em produção ou até morte de animais

VOLTAR **CONCLUIR**

Fonte: Próprio autor, 2020.

O CNPJ é utilizado como chave primária para diferenciar os produtores no banco de dados. Os dados de localização, permitem mostrar laboratórios próximos. Os dados de aplicação de carrapaticida direcionam as telas de tratamento para a aplicação utilizada. Estado corporal, diferimento de pastagem e infestações anteriores são utilizadas na Lógica Fuzzy, o que resulta no número de aplicações de carrapaticidas por ano. Ao finalizar essa tela, clicando-se em concluir, é chamada a classe FuzzyAplicacoes e foram definidos os números de aplicações por ano e então gera-se o calendário.

A tela de calendário pode ser acessada através da tela principal, os dias das aplicações são pré-definidos por região climática, por exemplo no Sul tem um menor número de carrapatos no inverno, começando-se o tratamento no início da primavera. Já na região Nordeste se tem um número menor de carrapatos no verão, e não se tem um período sem carrapatos como acontece no Sul, dando-se início ao tratamento no verão. O número de aplicações pode variar de 3 a 6 para carrapaticidas de contato e de 2 a 4 para os *pour-on* (FURLONG; PRATA, 2005). Nos dias programados no calendário é gerado um alerta, para informar que a aplicação deve ser feita naquele dia. Outra notificação é gerada pelo resultado da Lógica Fuzzy de infestações iminentes, esse alerta só pode ser gerado uma vez por semana, com o intuito de não sobrecarregar o usuário com diversas notificações, e a

verificação de umidade e temperatura é feita uma vez por dia. A implementação da notificação pode ser vista na figura 27.

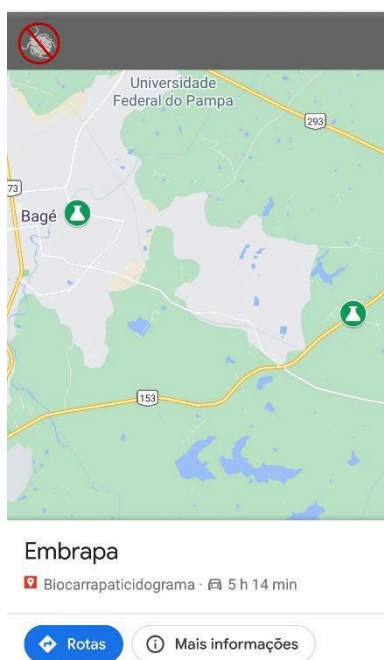
Figura 27 - Implementação das notificações.

```
NotificationManager nm= (NotificationManager) getSystemService(NOTIFICATION_SERVICE);  
NotificationCompat.Builder builder= new NotificationCompat.Builder(context: MainActivity.this);  
builder.setContentTitle(titulo);  
builder.setContentText(descricao);  
builder.setSmallIcon(R.drawable.ic_tick);
```

Fonte: Próprio autor, 2020.

Após a realização do cadastro, é iniciada as telas de tratamento, primeiro é passada uma instrução sobre a coleta do carrapato, passando por uma tela que abre o Google Maps com marcações de onde ficam os laboratórios próximos. Os laboratórios são buscados na Web baseados na localização do produtor, mapeando todos os laboratórios que ficam entre a localização e 0,1 ponto de latitude e longitude a mais e a menos. Se não houver laboratórios com essa distância aumenta-se mais 0,1 ponto, até ser encontrado pelo menos um. A tela que mostra a localização dos laboratórios pode ser vista na figura 28.

Figura 28 - Tela de visualização de laboratórios.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Para implementação dessa tela foi adicionado o pacote Google Play Service ao Android Studio. Foi necessário gerar uma key na Google Cloud Platform possibilitando a utilização da API Google Maps. Criou-se a Classe GoogleMaps que abre o Google Maps na aplicação. Através do método onMapReady, são criados os marcadores na longitude e latitude correspondente e com o nome de cada laboratório. A cor do marcador depende da intensidade de infestações em cada região. A figura 29 mostra a implementação deste método.


Figura 29 - Método para inserção dos marcadores.

```
public void onMapReady(GoogleMap googleMap, Double lat, Double long,
String name, String color) {
    googleMap.addMarker(new MarkerOptions()
        .position(new LatLng(lat, long))
        .title(name));
        .icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(color)));
}
```

Fonte: Próprio autor, 2020.

Após esta tela, seguem-se as telas de tratamento, que são onde as informações sobre o passo a passo do tratamento estratégico são mostrados ao produtor. Passando por carrapaticida, onde é disponibilizado o site da Sidan para consultar carrapaticidas que não possuam os químicos apontados no biocarrapaticidograma. Além disso, se dá algumas dicas da aplicação do carrapaticida, como ler a bula e seguir as recomendações do fabricante para realização da mistura. Aconselha-se também ao produtor, procurar ajuda de um veterinário ou especialista da área. As telas sequenciais abordam os seguintes temas: limpeza dos meios de aplicação, definido na hora do cadastro, como aplicar sobre o animal; dicas sobre diferimento de pastagem e nutrição, destacando como isso pode ajudar contra o carrapato; descarte do carrapaticida, como proteger as pessoas que o aplicam. Um exemplo de tela de tratamento pode ser visto na figura 30.


Figura 30 - Tela de Tratamento

 **Tratamento**


1º Passo: Biocarrapaticidograma

O primeiro passo para a realização de um controle estratégico é a realização do exame Biocarrapaticidograma. Este exame testa a eficiência do carrapaticida. Os carrapatos na sua propriedade podem ser resistentes a certos grupos químicos. Para realizar este exame é necessário coletar carrapatos e enviar para um laboratório de sua preferência.

Para realizar a coleta selecione alguns animais de sua preferência, é necessário que seja mais de um. E os mantenha sem tratamento carrapaticida por pelo menos 35 dias. Após, colete as fêmeas dos carrapatos, elas são maiores que os demais. É necessário coletar muitos carrapatos em torno de 200.



Coloque os carrapatos em um recipiente (plás-



Coloque os carrapatos em um recipiente (plástico ou papelão) com furos e os envie ao laboratório mais próximo. Os carrapatos devem chegar ao laboratório em um período de 24h. Pois é necessário que ainda estejam vivos. Por isso é de extrema importância que o recipiente onde eles vão ser enviados possua furos para a entrada de ar, os furos não podem ser muito grandes se não os carrapatos escapam.

Se vocês estiver conectado a internet, pode optar por ver o vídeo sobre como coletar o carrapato.

[VÍDEO](#)

Para verificar quais laboratórios estão mais perto de você clique aqui.

[LABORATÓRIO](#)

[VOLTAR](#) [PRÓXIMO](#)

Fonte: Próprio Autor, 2020.

Todas as telas de tratamento, inclusive a tela de buscar por laboratórios, podem ser acessadas através da tela de informações, o intuito dessa tela é facilitar o acesso a informação sem ter que ficar navegando nas telas de tratamento, que são disponibilizadas em sequência. A última é a tela principal, ela é utilizada para facilitar o acesso às outras áreas do sistema, esta tela e sua interação com as outras pode ser vista na figura 31.

Figura 31 - Telas da Aplicação



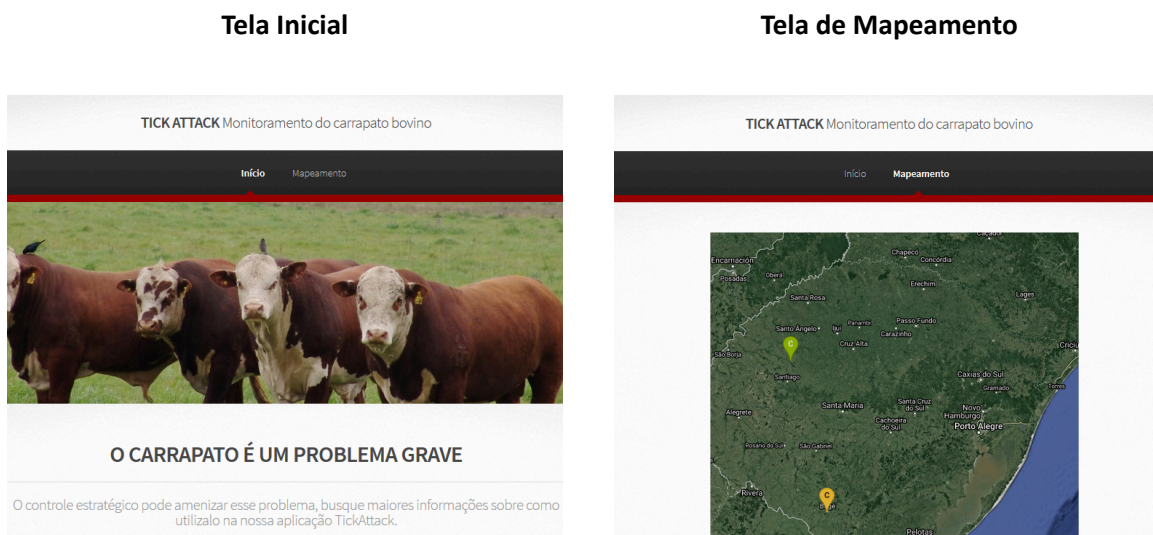
Fonte: Próprio Autor, 2019.

O sistema está programado para, passados 365 dias após a realização do cadastro, solicitar informações novamente ao usuário, reiniciando todo o processo. Estes novos dados subscrevem os antigos na aplicação, porém todos os dados são mantidos na Web. Para visualizar os dados salvos na Web, foi implementada uma página, onde mostra uma pequena introdução em uma tela inicial e o nível de infestações em uma tela de mapeamento. Os dados foram buscados no banco de dados e coloca-se a cor de acordo com a maioria das respostas obtidas por região, sendo vermelho para infestações intensas, amarelo para medianas e verde para leves. Estes dados são solicitados aos produtores em uma das telas de tratamento, onde mostra dados do carrapaticida.

Para implementação do mapa foi utilizada a mesma Key do Google Cloud Platform empregada na aplicação. Porém foi implementado um mapa estático onde é apenas somado os marcadores conforme a necessidade à um link HTTP. A

linguagem PHP foi aplicada tanto para buscar os dados no banco quanto para verificar quais marcadores devem ser incluídos. As telas geradas podem ser visualizadas na Figura 32.

Figura 32 - Telas da Web



Fonte: Próprio Autor, 2020.

A página Web possibilita, através do mapeamento, a análise dos dados coletados pela aplicação. Ao visualizar as áreas mais afetadas, pode-se criar ações para melhor atendê-las. Além de possibilitar a utilização destes dados para pesquisas futuras e melhoramento do processo de controle estratégico.

4.4 Testes e Validação

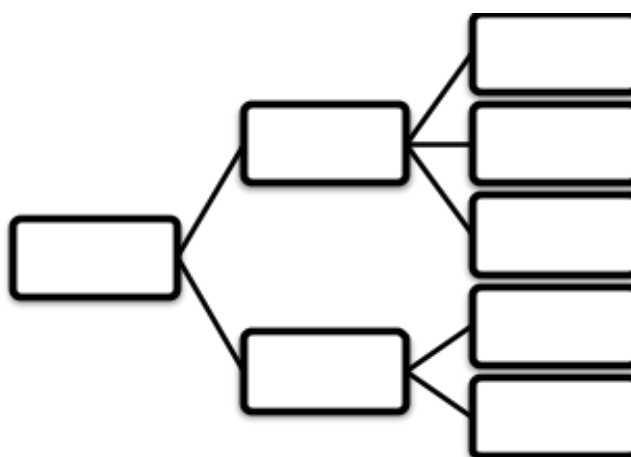
Após a implementação é necessário realizar os testes e validação. Para isso, foram realizados testes de software a fim de atestar a qualidade do sistema, verificando se o sistema cumpre as especificações e funcionalidade no ambiente em que foi implementado. Segundo Dias Neto (2007) os testes devem ser aplicados em diferentes níveis e em paralelo à implementação, onde os principais níveis são:

- Unitário: Ao terminar cada módulo do sistema é realizado um teste apenas na funcionalidade implementada, desta forma é possível verificar que a unidade corresponde ao esperado;

- Integração: Após a finalização de uma funcionalidade deve se integrá-la ao sistema, sendo necessário realizar um teste para verificar se esta integração não afeta nenhum dos componentes;
- Sistema: Quando a implementação é concluída é necessário testar o sistema como um todo;
- Aceitação: Realizada por uma amostragem de usuários finais, com a finalidade de verificar se o sistema supre as necessidades e é aceito pelo seu público alvo;
- Regressão: Os testes de regressão são aplicados em todo o sistema sempre que uma nova funcionalidade é adicionada. A fim de verificar se ela não interferiu no funcionamento do sistema como um todo;

Os testes foram divididos em duas etapas: a primeira etapa é realizada pelo próprio desenvolvedor, que abrange testes unitários, testes de integração e teste de regressão (que foram aplicados em conjunto) e os testes do sistema; a segunda etapa, é quando são realizados os testes de aceitação, que são executados por um número reduzido de usuários finais. Este, objetiva verificar a usabilidade e funcionalidades do sistema. A estrutura dos testes pode ser vista no diagrama mostrado na figura 33.

Figura 33 - Diagrama de Teste.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Inicialmente, realizou-se testes unitários, ao fim da implementação de cada módulo do sistema, verificando-se assim seu funcionamento individual. Após a integração de uma nova funcionalidade foram testadas todas as outras

funcionalidades novamente assim como a unidade integrada. As funcionalidades foram implementadas e integradas na seguinte ordem:

- Banco de Dados
- Web Service
- Layout aplicação (geral)
- Tela Cadastro
- Gerar Calendário (Lógica Fuzzy)
- Buscar dados de umidade e temperatura
- Fuzzy infestações iminentes
- Gerar Alertas dia do calendário
- Gerar Alerta infestações
- Telas de tratamento (gerais)
- Tela de tratamento (mapa de laboratórios)
- Layout Web
- Mapa Web

Foi então, desenvolvido um plano de testes, com o intuito de encontrar um maior número de falhas, verificar se o sistema cumpre todos os requisitos levantados e se o funcionamento geral da ferramenta está de acordo com o planejado (PRESSMAN *et al.*, 2016). Este plano de testes pode ser visto no Apêndice C. Os testes de aceitação foram realizados disponibilizando o sistema durante duas semanas para que cinco usuários o utilizassem. Após este período foi disponibilizado um formulário de satisfação para que eles preenchessem. No desenvolvimento deste formulário utilizou-se uma escala Likert de 5 pontos, a fim de mensurar o sentimento dos usuários em relação ao sistema (SILVA JUNIOR; COSTA, 2014). Em usabilidade foi verificada a experiência do usuário com a interface da aplicação. Em funcionalidade verificou-se se o sistema ajudou o usuário no combate ao carrapato e se este pretende utilizá-lo efetivamente. Por fim, foi fornecido um espaço para comentários e sugestões. O formulário disponibilizado aos usuários pode ser verificado no Apêndice B.

Cada etapa dos testes foi avaliada. Classificou-se os bugs em duas categorias: erros, quando o sistema não cumpre um dos seus requisitos ou tem um mau funcionamento que impede sua utilização; melhorias, quando pode melhorar a

usabilidade, mas não interfere no funcionamento. Ao encontrar-se um erro gerou-se um relatório, que voltou para a etapa de implementação para sua correção. Ao encontrar uma melhoria foi analisado se sua correção seria imediata ou em pesquisas futuras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são abordados os resultados obtidos através da análise e testes do sistema como um todo. Além disso, são apresentadas algumas discussões sobre cada uma das funcionalidades e seu efeito na aplicação de um Controle Estratégico do Carrapato de forma eficaz. Na seção 5.1 são apresentados os resultados obtidos pelos testes do desenvolvedor. A seção 5.2 mostra o experimento realizado com um número reduzido de usuários finais.

5.1 Testes do Desenvolvedor

Para melhor apresentar os resultados encontrados pelo desenvolvedor eles foram divididos em três categorias, são elas:

- Banco de Dados e *Web Service*
- Lógica Fuzzy
- Layout

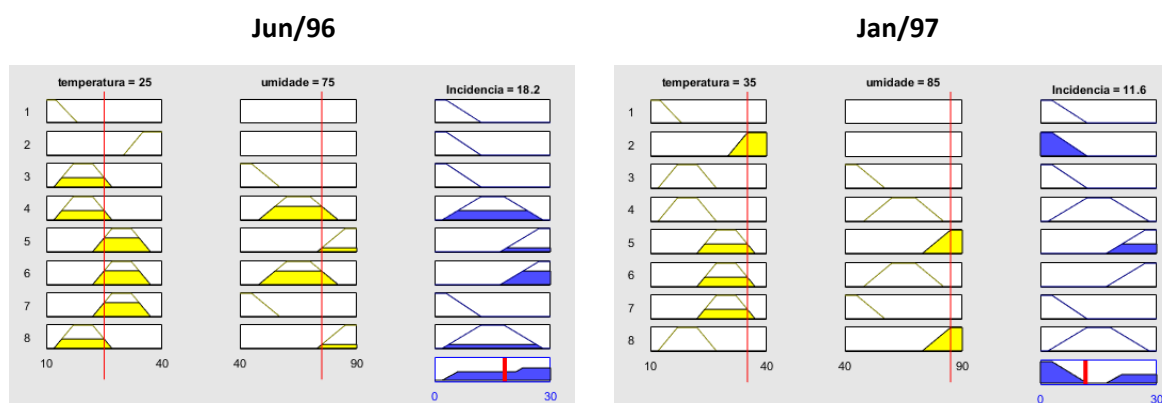
Para Banco de Dados e *Web Service*, foi verificado a interação entre eles e analisado cada tabela para conferir se não faltavam informações. Criou-se um pequeno layout tanto na aplicação quanto na Web, para verificar se todos os dados estavam sendo transferidos corretamente. Algumas melhorias foram observadas para serem aplicadas em novas versões da ferramenta como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Melhorias no Banco de Dados.

<i>Componente</i>	<i>Melhorias</i>
<i>Banco de Dados da aplicação</i>	Foi observado que alguns dados do produtor e do tratamento em si, após a aplicação na Lógica Fuzzy de gera calendário, não foram mais utilizados. Podendo alguns dados serem salvos apenas na web, otimizando assim o desempenho da aplicação.
<i>Banco de Dados da Web</i>	Dados diários de umidade e temperatura não foram salvos na Web, pois, poderia sobrecarregar o sistema. Porém, observou-se a importância destes dados para pesquisas futuras.

Para a validação da Lógica Fuzzy foi utilizado o programa MatLab, a fim de observar se as entradas geram saídas satisfatórias. Após a implementação na aplicação, foi realizado o mesmo processo, verificando-se se os resultados obtidos não foram modificados no momento da implementação. Para validar o resultado de infestações iminentes foram coletados dados da pesquisa de Santos Junior *et al.* (2000). Esta pesquisa traz uma relação do número de carrapatos em cada mês de junho de 1996 até maio de 1997, na cidade do Rio de Janeiro, RJ. Mostrando que o mês que mais teve incidência de carrapato foi o de Jun/96, onde teve uma média de temperatura de 25°C e umidade relativa de 75%. A menor incidência foi no mês de Jan/97, que teve uma temperatura média de 35°C e uma umidade relativa de 83%. Estes dados foram aplicados a Lógica Fuzzy, a figura 34 mostra os resultados obtidos.

Figura 34 - Resultados da Lógica Fuzzy de infestações Iminentes.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Através da figura 34, pode-se observar que o mês de junho, descrito por Santos Junior *et al.* (2000), como com maior incidência de carrapatos, foi apontado pela lógica Fuzzy como tendo incidência de carrapatos alarmante. E o mês de janeiro que registrou a menor incidência de carrapatos, foi apontado como tendo incidência baixa. Validando assim o modelo. Para a Lógica Fuzzy de geração de calendário não encontrou-se pesquisas que fizessem distinção entre os sistemas produtivos e o número de aplicações para comparação com o modelo proposto.

Na verificação de Layout conferiu-se as heurísticas da usabilidade de Jakob Nielsen (1993). Onde cada ponto foi integrado ao Layout das telas do sistema, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Implementação das Heurísticas de Nielsen ao sistema.

Heurística	Implementação no Sistema
Visibilidade do status do sistema	Nas telas de tratamento, mostra-se a quantidade de páginas e em qual o usuário se encontra.
Compatibilidade entre sistema e mundo real	Foi utilizada uma linguagem simples para uma melhor compreensão do usuário
Controle e liberdade para o usuário	Foram implementados botões para realizar a navegação no sistema.
Consistência e padrões	Todo o sistema possui o mesmo esquema de cores e padrões de botões
Prevenção de erros	O usuário pode a qualquer momento modificar os dados informados.
Reconhecimento no lugar da lembrança	A interface é simples e mantém o mesmo padrão de botões.
Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema não apresenta grande complexidade, possibilitando sua utilização por todos os tipos de usuários.
Projeto minimalista e estético	As informações foram separadas em telas diferentes, afim de não poluir a tela e manter o design minimalista.
Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	Ao realizar o cadastro, os campos obrigatórios que não foram preenchidos assumem a cor vermelha.
Ajuda e documentação	Foi implementada uma tela de informações afim de ajudar o usuário na utilização.

A interface do usuário foi um dos pontos chave nesta pesquisa, pois, o intuito é facilitar ao produtor ter acessos às informações e isto não é possível através de uma interface que ele não compreenda. Várias pesquisas foram realizadas abordando as Heurísticas de Nielsen como as de Krone (2013), Salazar *et al.* (2012), Feijó, Gonçalves e Gomes (2013) entre outros. Assegurando o grande impacto positivo da utilização das Heurísticas de Nielsen na experiência do usuário, por isso, optou-se por validar estas etapas neste sistema.

5.2 Teste do Usuário

Foi realizado um experimento com uma amostra de usuários finais, pelo período de duas semanas. Para isso, foi disponibilizado um arquivo .apk da aplicação, que foi enviada para cada produtor junto com uma explicação sobre a sua instalação. O intuito é ter uma visão do usuário final, verificando se o sistema se encaixa no seu contexto e se a sua usabilidade está ajustada ao seu público alvo. Validando assim sua aceitação e apontando melhorias necessárias (RODRIGUEZ *et al.*, 2016).

Segundo Defante *et al.* (1999), os produtores podem ser classificados conforme o tamanho de sua propriedade, podendo ser:

- Mini - Com propriedades de até 10 ha;
- Pequeno - com propriedades entre 10 ha à 100 ha;
- Médio - Com propriedades entre 100 ha e 1000ha;
- Grande - Com propriedades acima de 1000 há.

O experimento foi realizado em um grupo de cinco usuários finais, eles abrangem grupos diferentes. Sendo três produtores médios, com constante acesso à tecnologia. E dois produtores pequenos, um com constante acesso à tecnologia e um com pouco acesso à tecnologia, como mostra a tabela 6.

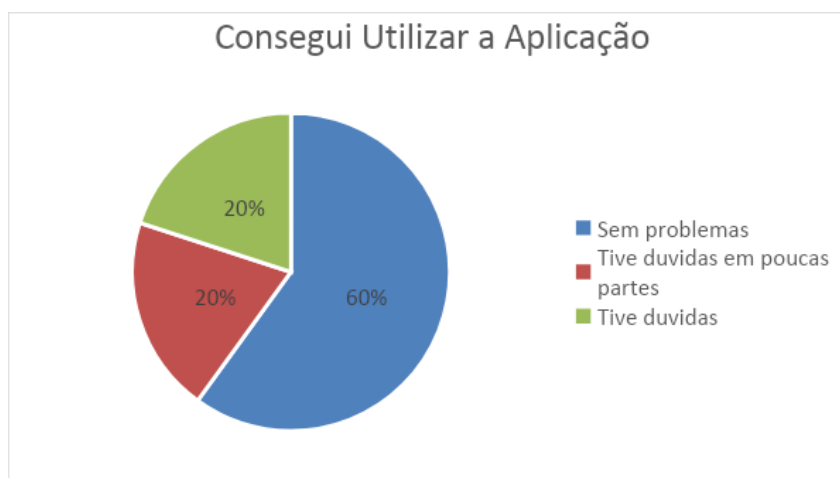
Tabela 6 - Amostra de testes

	TAMANHO DO REBANHO	ACESSO À TECNOLOGIA
PRODUTOR 1	Médio	Sempre
PRODUTOR 2	Médio	Frequentemente
PRODUTOR 3	Médio	Frequentemente
PRODUTOR 4	Pequeno	Frequentemente
PRODUTOR 5	Pequeno	Raramente

Fonte: Próprio autor, 2020

Mesmo com estas diferenças, todos conseguiram utilizar o sistema. Um produtor apresentou maior dificuldade, mas ao ser abordado, ele afirmou ter dificuldades com o uso da tecnologia em si e não propriamente com o sistema. A figura 35 mostra como foi a utilização pelo ponto de vista dos usuários.

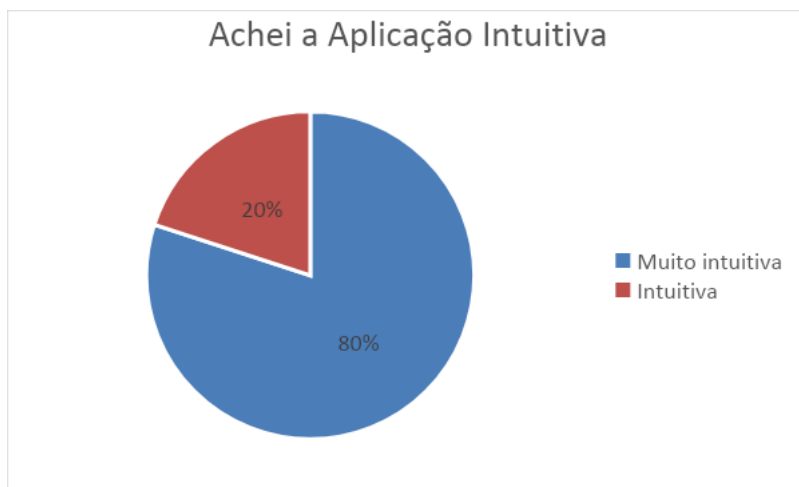
Figura 35 - Utilização dos usuários.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Os usuários afirmaram também achar a aplicação intuitiva, ou seja, não foram necessárias explicações para sua utilização. Essa avaliação comprova que a utilização das Heurísticas de Nielsen facilita o entendimento do usuário, tendo mesmo o produtor com pouco acesso à tecnologia, achado a aplicação intuitiva, como pode ser visto na figura 36.

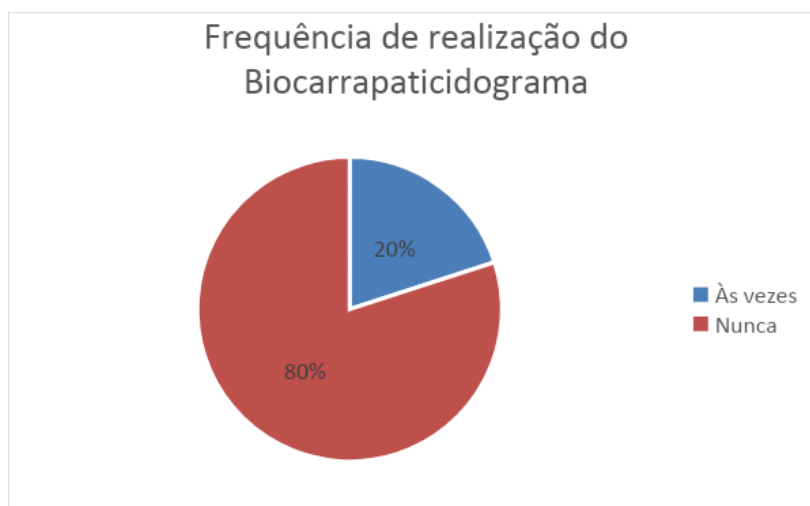
Figura 36 - Visão dos usuários sobre a utilização ser intuitiva.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Quanto ao biocarrapaticidograma nenhum produtor o aplica anualmente, um deles não conhecia a existência deste exame. Apenas dois produtores haviam realizado este exame anteriormente, mesmo assim foram poucas as vezes. A figura 37 mostra um gráfico destes resultados.

Figura 37 - Frequência de realização do Biocarrapaticidograma.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Todos os produtores que utilizaram o sistema o acharam útil. Um usuário falou que aplicaria parcialmente o que foi mostrado no sistema, alegando que utiliza a banheira de imersão de um vizinho, para realizar a aplicação do carrapaticida no seu rebanho. Porém, se mostrou empolgado em mostrar os pontos que aprendeu com a aplicação ao vizinho. Todos alegaram que indicariam a aplicação aos seus

pares. Apenas três usuários deixaram comentários, seus pontos mais relevantes podem ser vistos na tabela 7.

Tabela 7 - Comentários dos usuários.

Pontos negativos	Pontos positivos
Muita informação para se colocar no cadastro e com letra muito pequena.	O alerta de infestação é uma ideia muito legal, pois acho importante saber quando observar melhor o gado.
As telas de tratamento não se mostram muito eficientes, pois são muitas e tem que ficar passando. Sendo melhor acessar as informações via tela de informações.	Tinha muitas informações que eu não sabia, achei muito interessante.
Deveria ter como reprogramar as datas do calendário.	Acho que mostrar os laboratórios facilita muito pra gente levar os carrapatos.
O site disponibilizado para consultar os carrapaticidas é confuso e difícil de utilizar.	A aplicação é bem fácil de usar, gostei que salva a página que estava, assim pude seguir lendo as informações em dias diferentes.

Fonte: Próprio autor, 2020.

Através destas avaliações pode-se verificar que o sistema cumpriu o seu papel principal, que é informar ao produtor de forma simples e fácil. Os comentários foram avaliados e estão mapeados para melhoramentos dos pontos negativos em trabalhos futuros.

Os resultados mostraram que o sistema ainda tem pontos de melhoria, mas cumpre seu papel principal, que é informar ao produtor sobre o controle estratégico dos carrapatos. O período de testes foi curto para que os produtores pudessem observar todas as funcionalidades e também para verificar se eles utilizariam a ferramenta com frequência. Além disso, os alertas de infestações iminentes não puderam ser observados pelos usuários, pois não foi registrada uma temperatura de alerta no período. Mesmo assim, este foi o ponto que se mostrou mais atraente aos usuários, tendo os três usuários que deixaram comentários apontado esse ponto como positivo.

Frente aos resultados obtidos, pode-se afirmar que as infestações de carrapatos são um problema grave, enfrentado pelos criadores de bovinos, não só no Brasil, mas em todo o mundo. É necessário atentar a vários fatores ao se empregar um Controle Estratégico do Carrapato, como clima, sistema produtivo entre outros. Poucos são os produtores que realizam esse tipo de controle, visto que não tem o conhecimento necessário para sua realização. Este estudo originou um modelo para o Controle Estratégico do Carrapato, através de passos de fácil compreensão. É uma ferramenta, que pode ser futuramente melhorada, mas que traz subsídios para o produtor rural possa combater infestações de carrapatos considerando características próprias do seu sistema produtivo. O modelo proposto usa uma plataforma mobile para informar o produtor e através da Lógica Fuzzy gera um tratamento adequado ao seu rebanho e clima da região. Utilizando um *Web Service* os dados são salvos em uma plataforma Web a fim de concentrar todos os dados da ferramenta e realizar melhoramentos no processo e ações de saneamento quando necessário. Pode-se verificar que o sistema foi bem aceito pelos seu público alvo, gerando resultados consistentes, expostos de forma simples e levando em consideração a experiência do usuário.

6 CONCLUSÕES

Um tratamento estratégico do carrapato é a melhor forma para a eliminação deste parasita, porém esta técnica é pouco empregada ou utilizada de forma errada pelos produtores. São encontrados problemas por todo o ciclo de aplicação do carrapaticida desde sua escolha sem um parâmetro até seu descarte que pode poluir o meio ambiente. Este uso incorreto pode acarretar em problemas maiores como a resistência do carrapato aos carrapaticidas, resultando em tratamentos sem nenhum resultado, podendo em caso extremo gerar carrapatos resistentes a todos os grupos químicos não deixando solução para sua eliminação. Em vista deste problema observou-se que o maior obstáculo para a realização de um controle eficaz do carrapato é fazer com que as informações cheguem aos produtores.

A melhor forma para a troca de informação encontrada hoje em dia é através da utilização da Tecnologia da Informação. Mas, para um bom emprego desta tecnologia é necessário um meio para que seus usuários possam utilizá-la de forma intuitiva e eficaz, para isso é necessário a realização de treinamento ou a utilização de uma plataforma familiar ao usuário. No caso dos produtores é inviável a realização de um treinamento, por isso optou-se pela utilização de dispositivos móveis, pois a maior parte da população brasileira tem acesso a eles. O envio de dados é realizado apenas quando se tem conexão com a Internet, possibilitando a utilização a campo onde muitas vezes não se tem acesso à rede. Este envio se dá através de um *Web Service*, pois assim é possível transferir de forma mais segura e confiável.

Com o modelo desenvolvido pode-se concluir que é possível informar ao produtor sobre o tratamento estratégico do carrapato possibilitando um melhor aproveitamento das aplicações de carrapaticida e evitando o desperdício, a poluição e a resistência do carrapato. A lógica Fuzzy auxilia na geração de alertas de infestações que podem assessorar o produtor no tratamento preventivo reduzindo os gastos com perda na produção e morte de animais. Além disso, os dados disponibilizados pelos produtores serão salvos em um servidor, onde pesquisadores e especialistas poderão desenvolver e melhorar os processos para eliminação do carrapato.

Este trabalho originou o artigo intitulado “Proposta de um modelo para o controle estratégico do carrapato” apresentado no 12º Congresso Argentino de Agroinformática no ano de 2020.

Para a continuação deste trabalho, como trabalhos futuros, objetiva-se: realizar as melhorias apontadas pelos usuários que testaram a aplicação; implementar a utilização de áudios por parte dos usuários, facilitando ainda mais a utilização do sistema; expandir o uso da ferramenta para todo o Brasil; realizar uma análise dos dados obtidos; além de realizar melhorias no mapeamento da Web, realizando uma separação de clima e tempo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. ABIEC, 2017. Perfil da Pecuária no Brasil. Relatório Anual, 2017. Disponível em: <www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf> Acesso em: 06 set. 2019.
- ALCALA-CANTO, Yazmin *et al.* Development of the first georeferenced map of *Rhipicephalus (Boophilus) spp.* in Mexico from 1970 to date and prediction of its spatial distribution. *Geospatial Health*, 7 maio 2018. PAGEPress Publications. <http://dx.doi.org/10.4081/gh.2018.624>.
- ALCARÁ, A. R. *et al.* Fatores que influenciam o compartilhamento da informação e do conhecimento. *Perspectivas em ciência da informação*, v. 14, n. 1, p. 170-191, 2009.
- ALONSO, Gustavo *et al.* Web services. In: *Web Services*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 123-149.
- ALVES-BRANCO, F. *et al.* Programas estratégicos e estratégico integrado para o controle das parasitoses em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. Embrapa Pecuária Sul-Documentos (INFOTECA-E), 2000.
- AMARAL, M. A. Z. Aplicação e uso por produtores do controle estratégico do carrapato bovino adotado pela Embrapa Gado de Leite. 2008. 78 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Instituto de Veterinária, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- ANDREOTTI, R. *et al.* Controle do carrapato por meio de vacina-situação atual e perspectivas. Embrapa Gado de Corte, 2002.
- ANDREOTTI, R. *et al.* Carrapatos: protocolos e técnicas para estudo. Embrapa Gado de Corte. Livro técnico (INFOTECA-E), Brasília, DF. 1ª ed, 240p, 2016.
- ARAÚJO, V. M. R. H. Informação: instrumento de dominação e de submissão. *Ciência da informação*, v. 20, n. 1, 1991.

- ARIFF, M. H.; ISMAIL, I. Livestock information system using Android Smartphone. In: 2013 IEEE Conference on Systems, Process & Control (ICSPC). IEEE, 2013. p. 154-158.
- BALLANTYNE, P.; MARU, A.; PORCARI, E. M. Information and communication technologies: opportunities to mobilize agricultural science for development. *Crop Science, Madison*, v. 50, p. 63-69, Mar./Apr. 2010.
- BELMIRO, João N. *Sistemas de Informação*. São Paulo: Pearson Education, 2012. 124 p.
- BIEGELMEYER, P; NIZOLI, L.Q; CARDOSO, F. F; DIONELLO, N. J. L. Aspectos da resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Archivos de Zootecnia*, v. 61, n. 237, p. 1-11, 2012.
- CAVALCANTI, L. F. L. *et al.* *Pecuária de Precisão: Uso de tecnologias para apoio à tomada de decisão*. Zootec, Santos/SP. 2017.
- CARDOSO, F. F. *et al.* Genomic prediction for tick resistance in Braford and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v. 93, n. 6, p. 2693-2705, 2015.
- CHARLAND, Andre; LEROUX, Brian. Mobile application development: web vs. native. *Communications of the ACM*, v. 54, n. 5, p. 49-53, 2011.
- CHENCI, Gabriel P.; RIGNEL, Diego GS; LUCAS, Carlos A. Uma introdução á lógica Fuzzy. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e de Gestão Tecnológica*, v. 1, n. 1, 2011.
- CHIODINI, Jane. Preventing tick bites-Educational resources. *Travel medicine and infectious disease*, v. 26, p. 75-78, 2018.
- COCARO, Henri; JESUS, Jose Carlos dos Santos. *A Agroinformática em Empresas Rurais: algumas tendências*. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.
- CURBERA, Francisco *et al.* Unraveling the Web services web: an introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. *IEEE Internet computing*, v. 6, n. 2, p. 86-93, 2002.

- DEFANTE, Marcelo et al. O papel do crédito agrícola brasileiro e sua distribuição por estratos de produtores. *Revista Teoria e Evidência Econômica*, v. 7, n. 12, 1999.
- DEHNEN-SCHMUTZ, K. *et al.* Exploring the role of smartphone technology for citizen science in agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, Paris, v. 36, p. 25, June 2016.
- DIAS NETO, A. C. Introdução a teste de software. *Engenharia de Software Magazine*, v. 1, p. 22, 2007.
- ELMASRI, R; NAVATHE, S. *Fundamentals of Database Systems*. 7ª edição. Pearson, 2016.
- FEIJÓ, Valéria Casaroto; GONÇALVES, Berenice Santos; GOMEZ, Luiz Salomão Ribas. Heurística para avaliação de usabilidade em interfaces de aplicativos smartphones: Utilidade, produtividade e imersão. *Design e Tecnologia*, v. 3, n. 06, p. 33-42, 2013.
- FURLONG, J. Controle do carrapato dos bovinos na região Sudeste do Brasil. *Caderno Técnico da Escola de Veterinária UFMG*, Belo Horizonte, n.8, p.49-61, 1993.
- FURLONG, J; MARTINS, S; PRATA, M. C. A. Carrapato dos bovinos: controle estratégico nas diferentes regiões brasileiras. *Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 2003.
- FURLONG, J; PRATA, M. C. A. Conhecimento básico para o controle de carrapato-dos-bovinos. In: FURLONG J. (Org.). *Carrapatos: Problemas e Soluções*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005.
- GABRIEL FILHO, Luís RA et al. Application of fuzzy logic for the evaluation of livestock slaughtering. *Engenharia Agrícola*, v. 31, n. 4, p. 813-825, 2011.
- GARCIA, M. V. et al. "Biologia e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*." *Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)*, 2019.

- GEORGE, J. E.; POUND, J. M.; DAVEY, R. B. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. *Parasitology*, v. 129, n. S1, p. S353-S366, 2004.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Ufrgs, 2009. 120 p.
- GEUER-POLLMANN, Christian; CLAESSENS, Joris. Web services and web service security standards. *Information Security Technical Report*, v. 10, n. 1, p. 15-24, 2005.
- GOMES, Alberto. Carrapato-de-boi: prejuízos e controle. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 4 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/325246>>. Acesso em: 06 fev. 2019.
- GOMES, Claudia Cristina. O carrapato-do-boi e o manejo da resistência aos carrapaticidas. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2009. 5 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 70). Disponível em: <<http://www.cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes:list/215>>. Acesso em: 06 fev. 2019.
- GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEON, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 23, n. 2, 2014. 150-156 p.
- GRØNLI, Tor-morten *et al.* Mobile application platform heterogeneity: Android vs Windows Phone vs iOS vs Firefox OS. In *AINA 2014*. 635–641, 2014.
- HE, Hao. What is service-oriented architecture. *Publicação eletrônica em*, v. 30, p. 1-5, 2003.
- HELLMANN, Martin. Fuzzy logic introduction. *Université de Rennes*, v. 1, 2001.

- HIGA, L. *et al.* Controle do carrapato-do-boi por meio de acaricidas. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE), 2019.
- HOFFMANN, C. *et al.* Development trends in agricultural apps - an interim review. *Landtechnik*, Dusseldorf, v. 69, n. 5, p. 250-255, Sept. 2014.
- JÚNIOR, Severino Domingos da Silva; COSTA, Francisco José. Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase Completion. *PMKT–Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia*, v. 15, n. 1-16, p. 61, 2014.
- KRONE, Caroline. Validação de Heurísticas de Usabilidade para Celulares Touchscreen. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina, Grupo de Qualidade de Software, 2013.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. *Sistemas de Informação Gerenciais*. 7. ed. São Paulo: Pearson Education, 2007. 478 p.
- LAURINDO, Fernando José Barbin *et al.* O papel da tecnologia da informação (TI) na estratégia das organizações. *Gestão & Produção*, v. 8, n. 2, p. 160-179, 2001.
- LECHETA, Ricardo. *Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com Android SDK*. Terceira edição, Novatec, 2013.
- LITRE, Gabriela *et al.* O desafio da comunicação da pesquisa sobre riscos climáticos na agricultura familiar: a experiência de uso de cartilha educativa no Semiárido nordestino. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, [s.l.], v. 4, 30 abr. 2017. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v40i0.49069>.
- MACHADO, João Guilherme de Camargo Ferraz; NANTES, José Flávio Diniz. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais: o caso da pecuária de corte. *Gestão & Produção*, v. 18, n. 3, p. 555-570, 2011.
- MASCARENHA, Sidnei A. *Metodologia Científica*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. 140 p.

- MUYÓN, Christian; MONTALUISA, Franklin. Métodos de seguridad de la información para proteger la comunicación y los datos de servicios web REST en peticiones HTTP utilizando JSON Web Token y Keycloak Red Hat Single Sign On. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, n. E29, p. 198-213, 2020.
- MUDO, Macario S. A cartilha como instrumento de intervenção da Extensão Rural. *Revista de Extensão e Estudos Rurais*, v. 1, n. 1, 2011.
- NAYEBI, Fatih; DESHARNAIS, Jean-Marc; ABRAN, Alain. The state of the art of mobile application usability evaluation. In: 2012 25th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE). IEEE, 2012. p. 1-4.
- NIELSEN, J. Engenharia de Usabilidade. Morgan Kaufman Publisher, Academic Press, 1993.
- NORTON, G. A.; SUTHERST, R. W.; MAYWALD, G. F. A framework for integrating control methods against the cattle tick, *Boophilus microplus* in Australia. *Journal of Applied Ecology*, p. 489-505, 1983.
- OJIGO, David O.; DABORN, Chris J. Communications and Data Collection: Lessons from Studies in the Extensive Livestock Production Areas of Kenya. *Journal of exotic pet medicine*, v. 22, n. 1, p. 39-45, 2013.
- OLIVEIRA, Rui André *et al.* Uma abordagem para comparar a segurança de estruturas de serviço da web. *Future Generation Computer Systems*, v. 110, p. 833-848, 2020.
- PAPAZOGLU, Michael P.; GEORGAKOPOULOS, Dimitrios. Service-oriented computing. *Communications of the ACM*, v. 46, n. 10, p. 25-28, 2003.
- PRESSMAN, Roger; MAXIM, Bruce. Engenharia de Software-8ª Edição. McGraw Hill Brasil, 2016.

- RANA, Md Shohel; GUDLA, Charan; SUNG, Andrew H. Evaluating machine learning models on the Ethereum blockchain for Android malware detection. In: Intelligent Computing-Proceedings of the Computing Conference. Springer, Cham, 2019. p. 446-461.
- RIEK, R. F. Studies on the reactions of animals to infestation with ticks. VI. Resistance of cattle to infestation with the tick *Boophilus microplus* (Canestrini). Australian Journal of Agricultural Research, v. 13, n. 3, p. 532-550, 1962.
- ROCHA, Christiane M. B. M; OLIVEIRA, Paulo Roberto; LEITE, Romário C; CARDOSO, Denis L; CALIC, Simone B; FURLONG John. Percepção dos produtores de leite do município de Passos, MG, sobre o carrapato *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae), 2001. Ciência Rural. Santa Maria, v36, n4, p 1235-1242, 2006.
- RODRÍGUEZ, Rocío A. *et al.* Creating a Usability Lab for Testing on Mobile Devices Using Free Tools. IEEE CACIDI 2016 - Ieee Conference On Computer Sciences, Buenos Aires, p.1-6, nov. 2016.
- ROSSETTI, Adroaldo Guimarães; MORALES, Aran Bey Tcholakian. O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. Ciência da Informação, v. 36, n. 1, p. 124-135, 2007.
- ROVEDA, Sandra Regina Monteiro Masalskiene; ROVEDA, José Arnaldo Frutuoso; LOURENÇO, Roberto Wagner. Aplicação da Lógica Fuzzy para Estudo de Permeabilidade de Solos de Região Impactada da Baixada Santista. Holos Environment, v. 11, n. 2, p. 180-187, 2011.
- SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.
- SALAZAR, Luiz Henrique A. *et al.* Customizando heurísticas de usabilidade para celulares. In: Companion Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. 2012. p. 37-38.

- SATYANARAYANAN, Mahadev. Fundamental challenges in mobile computing. CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA SCHOOL OF COMPUTER SCIENCE, 1996.
- SANTOS, Déborah da Silva et al. Soluções tecnológicas para a adequação ambiental da paisagem rural ao Código Florestal Brasileiro: bioma Cerrado. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 1, 2018.
- SINGH, Rajinder. An overview of android operating system and its security. *Journal of Engineering Research and Applications*, p. 519-521, 2014.
- SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 544 p.
- SOUZA, André Monteiro de et al. Viabilidade econômica da adoção do controle estratégico do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) em rebanhos bovinos leiteiros. 2012.
- STAIR, Ralph M.; REYNOLDS, George W. Princípios de Sistemas de Informação. 11. ed.: Cengage Learning, 2016. 752 p.
- SUZUMURA, Toyotaro *et al.* Performance comparison of web service engines in php, java and c. In: 2008 IEEE International Conference on Web Services. IEEE, 2008. p. 385-392.
- TANSCHKEIT, Ricardo. Sistemas fuzzy. Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- VÁSQUEZ, Ruben Purroy *et al.* Expert system based on a fuzzy logic model for the analysis of the sustainable livestock production dynamic system. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 161, p. 104-120, 2019.
- VIERO, Verônica Crestani; SILVEIRA, Ada Cristina Machado. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 28, n. 1, p. 257-277, 2011.

- WELBER, D. Z. L. Aspectos sobre o controle estratégico do carrapato bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. 2º Simpósio Maxileite – MSD, 27 e 28 Agosto de 2015 – Guarulhos – SP.
- WILLADSEN, Peter. Novel vaccines for ectoparasites. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v. 71, p. 209-222, 1997.
- WILLADSEN, Peter. Tick control: thoughts on a research agenda. *Veterinary Parasitology*, v. 138, n. 1-2, p. 161-168, 2006.
- ZADEH, Lotfi Asker. Fuzzy logic. *Computer*, v. 21, n. 4, p. 83-93, 1988.
- ZHAO, Xueliang; TIAN, Dan. The architecture design of streaming media applications for Android OS. In: 2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering. p. 280-283. 2012.

APÊNDICE A – DOCUMENTO DE REQUISITOS DO SISTEMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA - PPGCAP

Documento de Requisitos do Sistema
Monitoramento de Infestações de
Carrapatos

1. Introdução

Este documento especifica os requisitos do Sistema de Tick Attack. Salientando desta forma as necessidades essenciais para a correta implementação do sistema. O dado documento está estruturado em cinco seções, a introdutória e as seguintes foram organizadas como descrito abaixo.

- **Seção 2 - Requisitos funcionais:** Especifica todas as funcionalidades do software descrevendo as entradas, processos, saídas e prioridades de cada caso de uso a ser implementado.
- **Seção 3 - Requisitos não-funcionais:** Especifica todos os requisitos não funcionais do sistema.
- **Seção 4 - Referências:** Apresenta as referências utilizadas para elaboração deste documento.

1.1 Convenções, Termos e Abreviações

A correta interpretação deste documento exige o conhecimento de algumas convenções e termos específicos, que são descritos a seguir.

1.1.1 Identificação dos Requisitos

Os requisitos funcionais são representados pela sigla RF, enquanto que, os requisitos não funcionais são representados pela sigla NF. A referência aos requisitos é feita através do identificador do requisito, seguidos do seu nome, de acordo com a especificação a seguir: [identificador de requisito] <nome do requisito>. Os requisitos devem ser identificados com um identificador único, iniciando com o identificador [RF01] ou [NF01] e sendo incrementado à medida que forem surgindo novos requisitos.

0. Propriedades dos Requisitos

Para estabelecer a prioridade dos requisitos, nas seções 3 e 4, foram adotadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável”.

- Essencial é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente.
- Importante é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.
- Desejável é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

2. Requisitos Funcionais

2.1 [RF01] Cadastro do usuário

- **Descrição:** Permitir que o usuário realize seu cadastro de identificação na aplicação.
- **Entrada:** Informações de usuário tais como: Nome, CNPJ, localização, entre outros.
- **Pré-condição:** Instalação do aplicativo
- **Pós-condição:** Somente após o cadastro é possível utilizar a aplicação.
- **Processo:** O usuário irá informar os dados solicitados. Utilizando a opção GPS ou mapa para definir a localização de sua propriedade.
- **Saída:** Cadastro concluído, o usuário está apto a utilizar o sistema.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.3 [RF02] Gerar calendário.

- **Descrição:** Permitir que o usuário insira a localização e intensidade da infestação
- **Entrada:** Pegar dados do GPS ou permitir que o usuário localize no mapa. Usuário define um número de 1 a 10 para definir o nível de infestação, sendo um uma infestação muito leve e 10 uma muito severa.
- **Pré-condição:** Aplicativo instalado e cadastro inicial realizado.
- **Pós-condição:** armazenamento local dos dados de notificação de infestação e envio para Web quando houver conexão com a rede.
- **Processo:** O usuário irá selecionar a opção GPS ou mapa e irá definir onde ocorreu a infestação atribuindo um valor de 1 a 10 para o nível de infestação. Para utilizar a opção mapa é necessário acesso à rede.
- **Saída:** O sistema irá enviar os dados para a Web para processamento.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.3 [RF03] Notificar datas do calendário.

- **Descrição:** Permitir que o usuário insira a localização e intensidade da infestação
- **Entrada:** Pegar dados do GPS ou permitir que o usuário localize no mapa. Usuário define um número de 1 a 10 para definir o nível de infestação, sendo um uma infestação muito leve e 10 uma muito severa.
- **Pré-condição:** Aplicativo instalado e cadastro inicial realizado.
- **Pós-condição:** armazenamento local dos dados de notificação de infestação e envio para Web quando houver conexão com a rede.
- **Processo:** O usuário irá selecionar a opção GPS ou mapa e irá definir onde ocorreu a infestação atribuindo um valor de 1 a 10 para o nível de infestação. Para utilizar a opção mapa é necessário acesso à rede.
- **Saída:** O sistema irá enviar os dados para a Web para processamento.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.4 [RF04] Encontrar laboratórios.

- **Descrição:** A aplicação deve mostrar os laboratórios mais próximos que realizam o biocarrapaticidograma e mostrar como realizar a coleta dos carrapatos para envio.
- **Entrada:** Dados dos laboratórios e informações de coleta.
- **Pré-condição:** os laboratórios devem ter realizado cadastro na Web e estes dados devem ser enviados a aplicação
- **Pós-condição:** Nenhuma
- **Processo:** O usuário clica em buscar laboratório e as informações devem ser passadas através da aplicação.
- **Saída:** Informações sobre os laboratórios e a coleta.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.6 [RF05] Gerar alertas de infestações iminentes.

- **Descrição:** A aplicação deve enviar ao produtor alertas quando estiver com risco de infestações.
- **Entrada:** Aviso vinda da Web.
- **Pré-condição:** A página Web deve realizar um processamento com os dados de umidade, temperatura e reportes de infestações e verifica quando a probabilidade de ocorrer uma infestação é alta e enviar estes dados a aplicação.
- **Pós-condição:** Nenhuma
- **Processo:** A aplicação deve verificar o aviso vindo da Web e gerar um alerta ao produtor.
- **Saída:** Alerta é visualizado pelo produtor.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.7 [RF06] Informar sobre controle estratégico do carrapato.

- **Descrição:** Disponibilizar ao usuário informações sobre como realizar o controle estratégico e mostrar suas vantagens, afim de estimular a aplicação da técnica.
- **Entrada:** Clicar no botão controle estratégico.
- **Pré-condição:** Manter Informações atualizadas na aplicação.
- **Pós-condição:** Nenhuma.
- **Processo:** Mostrar ao usuário de forma simples como realizar o controle estratégico do carrapato e suas vantagens.
- **Saída:** Mostrar ao usuário as informações.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.8 [RF07] Gerar mapeamento na Web.

- **Descrição:** Permitir que os usuários possam visualizar os mapas de intensidade de infestações, histórico de infestações e umidade e temperatura.
- **Entrada:** Clicar no botão de visualização do mapa e selecionar a opção desejada.
- **Pré-condição:** Manter dados de temperatura, umidade e reporte de infestações salvos em banco de dados.
- **Pós-condição:** Nenhuma.
- **Processo:** O usuário poderá visualizar o mapa clicando em um botão de visualização do mapa e selecionado a opção de mapa. Os dados referentes ao mapa selecionado serão buscados no banco de dados e então será gerado o mapa.
- **Saída:** Visualização do mapa através da página Web da aplicação.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.9 [RF08] Buscar dados de umidade e temperatura.

- **Descrição:** A página Web deve ser capaz de buscar em outras páginas os dados de umidade e temperatura afim de realizar o mapeamento e gerar os avisos de infestação.
- **Entrada:** Endereço da página onde os dados devem ser buscados.
- **Pré-condição:** Nenhuma.
- **Pós-condição:** Processar dados junta ao reportes de infestação enviados pela aplicação.
- **Processo:** Buscar em página Web pré-selecionada os dados de umidade e temperatura.
- **Saída:** Salvar dados de umidade e temperatura separados por região no banco de dados.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

2.10 [RF09] Sincronização de informações entra aplicação e Web.

- **Descrição:** Os dados de cadastro e reporte de infestações fornecidos pelos usuários armazenados localmente devem ser sincronizados com um servidor Web.
- **Entrada:** Enviar dados para o servidor.
- **Pré-condição:** Aplicativo instalado e cadastro inicial realizado, conexão com a rede.

- **Pós-condição:** Dados locais de cadastro e infestações sincronizados com os dados do servidor Web.
- **Processo:** Para o envio é necessário ter conexão com a rede. Os dados devem ser armazenados localmente até que uma conexão Web esteja ativa, quando então, os dados serão enviados ao servidor Web.
- **Saída:** Dados armazenados no servidor. E dados locais atualizados.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

3. Requisitos Não Funcionais**3.1 [NF01] Usabilidade.**

- **Descrição:** A interface com o usuário é de vital importância para o sucesso do sistema. O sistema deve possuir uma interface amigável, simples e objetiva ao usuário.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

3.2 [NF02] Desempenho.

- **Descrição:** Embora não seja um requisito essencial ao sistema, deve ser considerado por corresponder a um fator de qualidade de software.

Prioridade:

	Essencial	X	Importante		Desejável
--	-----------	---	------------	--	-----------

3.3 [NF03] Consumo de Energia.

- **Descrição:** Visto que a aplicação é desenvolvida para dispositivos móveis é necessário economizar energia, executando o mínimo possível de operações em background.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

3.4 [NF04] Utilização da Rede.

- **Descrição:** A aplicação deve ser funcional mesmo quando desconectada armazenando dados localmente. No entanto, quando houver disponibilidade de conexão Web, as funcionalidades dependentes de conexão poderão ser realizadas. Quando houver disponibilidade de conexão Web, a mesma deverá realizar a sincronização (envio e recebimento) dos dados com a página Web.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

3.5 [NF05] Ambiente de Desenvolvimento.

- **Descrição:** A implementação desse sistema será feita no ambiente de desenvolvimento Android Studio

Prioridade:

	Essencial		Importante	X	Desejável
--	-----------	--	------------	---	-----------

3.6 [NF06] Sistema Operacional.

- **Descrição:** O dispositivo móvel deve ter o Sistema Operacional Android com versão igual ou superior a 4.4 KitKat.

Prioridade:

X	Essencial		Importante		Desejável
---	-----------	--	------------	--	-----------

4. Referências Bibliográficas

BIEGELMEYER, P. NIZOLI, L.Q. CARDOSO, F.F. DIONELLO, N. J. L. **Aspectos da resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. Archivos de Zootecnia, v. 61, n. 237, p. 1-11, 2012.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 544 p.

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE SATISFAÇÃO

Usabilidade

1- Eu utilizo aparelhos tecnológicos com que frequência

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

2- Estou satisfeito com a aplicação

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Indiferente
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

3- Consegui utilizar a aplicação

- Sem problemas
- Tive dúvidas em poucas partes
- Tive dúvidas
- Tive muita dificuldade
- Não consegui utilizar

4- Gostei do visual da aplicação

- Gostei muito
- Gostei
- Indiferente
- Não gostei
- Odiei

5- Achei a aplicação intuitiva (soube só de olhar como utiliza-la)

- Muito intuitiva
- Intuitiva
- Indiferente
- Não intuitiva
- Não consegui utilizar

Funcionalidade

1- Considero as infestações de carrapato um problema

- Muito grave
- Grave
- Mediano
- Leve
- Inexistente

2- Eu realizava o biocarrapaticidograma, antes de utilizar a aplicação, com que frequência

- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

3- Achei o sistema útil

- Muito útil
- Útil
- Útil em partes
- Pouco útil
- Inútil

4- Achei o sistema informativo

- Muito informativo
- Informativo
- Informativo em partes
- Pouco informativo
- Sem informações relevantes

5- O sistema apresentou uma solução viável para minimizar o problema dos carrapatos

- Totalmente Viável
- Viável na maioria
- Parcialmente Viável
- Praticamente Inviável
- Inviável

6- Achei a utilização de mapa para a localização de laboratórios útil

- Muito útil
- Útil
- Útil em partes
- Pouco útil
- Inútil

7- Achei o número de aplicações de carrapaticidas anual gerado pelo aplicativo viável

- Totalmente Viável
- Viável na maioria
- Parcialmente Viável
- Praticamente Inviável
- Inviável

- 8- Achei a geração de alertas de infestações útil
- Muito útil
 - Útil
 - Útil em partes
 - Pouco útil
 - Inútil
- 9- Eu aplicaria tudo o que foi mostrado na aplicação no meu sistema produtivo
- Aplicaria
 - Aplicaria na maior parte
 - Aplicaria em partes
 - Aplicaria em poucas partes
 - Não aplicaria
- 10- A aplicação modificou a minha visão sobre controle dos carrapatos
- Modificou totalmente
 - Modificou bastante
 - Modificou Parcialmente
 - Modificou Pouco
 - Não Modificou
- 11- Consegui utilizar a aplicação sem estar conectado à rede
- Utilizei sem problemas
 - Utilizei mas tive dificuldades
 - Não consegui utilizar algumas funcionalidades
 - Quase não consegui utilizar
 - Não consegui utilizar

12- Eu indicaria a aplicação para os meus pares

- Com certeza indicaria
- Provavelmente indicaria
- Talvez indicasse
- Provavelmente não indicaria
- Não indicaria

Comentários e Sugestões

APÊNDICE C – PLANO DE TESTE

1 Introdução

Este documento objetiva planejar a execução dos testes da aplicação TickAttack. Os testes unitários serão executados após a execução de cada módulo do sistema. Após, é feita a integração e com o intuito de ver se o processo não interferiu no funcionamento de nenhum módulo foi criado este plano de testes.

2 Definição ambiente de teste

Os testes foram realizados nos seguintes aparelhos:

Aparelho	Sistema Operacional
Samsung Galaxy J7 Prime	Android 8.1.0 Oreo
Samsung Galaxy J7	Android 6.0.1 Marshmallow

3 Casos de teste

Forma realizados os seguintes casos de teste:

Caso de Teste	Realizar cadastro
Pré-Condição	Ter instalado a aplicação
Procedimento	1- Iniciar a aplicação 2- Responder todas as perguntas 3- Clicar em concluir
Resultado Esperado	Iniciar a tela de tratamento sem problemas

Caso de Teste	Não realizar cadastro
Pré-Condição	Ter instalado a aplicação
Procedimento	1- Iniciar a aplicação 2- Não responder todas as perguntas 3- Clicar em concluir
Resultado Esperado	Não conseguir seguir com a aplicação e visualizar uma mensagem informando que tem dados faltando.

Caso de Teste	Gerar calendário
Pré-Condição	Ter realizado o Cadastro
Procedimento	1- Acessar a aplicação 2- Entrar na tela de cadastro
Resultado Esperado	Conseguir observar as datas das aplicações do carrapaticida.

Caso de Teste	Visualizar alerta de dia do tratamento
----------------------	--

Pré-Condição	
Procedimento	
Resultado Esperado	
Caso de Teste	Visualizar alerta de infestação iminente
Pré-Condição	
Procedimento	
Resultado Esperado	
Caso de Teste	Visualizar telas de tratamento
Pré-Condição	
Procedimento	
Resultado Esperado	
Caso de Teste	Acessar telas de tratamento através da tela de informações
Pré-Condição	
Procedimento	
Resultado Esperado	