

CARLOS RODRIGO VOGT



# APLICAÇÃO PARA GESTÃO DE APIÁRIOS COM USO DE SISTEMA ESPECIALISTA

inova**bee**

editora  
**itacaiúnas**

INSTITUTO  
**BrBIOMAS**

**Carlos Rodrigo Vogt**

# **Aplicação para gestão de apiários com uso de sistema especialista**

1ª edição

Editora Itacaiúnas  
Ananindeua – PA  
2024

©2024 por Carlos Rodrigo Vogt

*Todos os direitos reservados.*

1ª edição

#### **Conselho editorial / Colaboradores**

Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Universidade Federal do Pará, Brasil

José Antônio Herrera – Universidade Federal do Pará, Brasil

Márcio Júnior Benassuly Barros – Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Wildoberto Batista Gurgel – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

André Luiz de Oliveira Brum – Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Mário Silva Uacane – Universidade Licungo, Moçambique

Francisco da Silva Costa – Universidade do Minho, Portugal

Ofélia Pérez Montero - Universidad de Oriente – Santiago de Cuba, Cuba

Editora-chefe: Viviane Corrêa Santos – Universidade do Estado do Pará, Brasil

Editor e web designer: Walter Luiz Jardim Rodrigues – Editora Itacaiúnas, Brasil

Editoração eletrônica: Walter Rodrigues

Projeto de capa: Carlos Rodrigo Vogt

Revisão textual: do autor

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**

V886	Vogt, Carlos Rodrig Aplicação para gestão de apiários com uso de sistema especialista [recurso eletrônico] / Carlos Rodrigo Vogt. - 1. ed. – Ananindeua: Itacaiúnas, 2024. PDF Inclui bibliografia e sumário ISBN: 978-85-9535-281-0 (e-book) DOI: 10.36599/itac-978-85-9535-281-0  1. Ciência da computação 2. Engenharias. 3. Sistemas especialistas. I. Título.  CDD: 004
------	--

#### **Índice para catálogo sistemático:**

1. Ciência da Computação: 004

E-book publicado no formato PDF (*Portable Document Format*). Utilize software [Adobe Reader](#) para uma melhor experiência de navegabilidade nessa obra.

---

Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es). Esta publicação está licenciada sob [CC BY-NC-ND 4.0](#)

Esta obra foi publicada pela **Editora Itacaiúnas** em setembro de 2024.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus familiares e amigos pelo apoio, incentivo e paciência durante a jornada; aos professores e colegas do curso de Graduação em Ciência da Computação da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), por seus ensinamentos e amizade; e agradeço em especial, ao professor Me. Brunno José Fagundes por toda a dedicação e sabedoria transmitida durante a realização deste trabalho.

## RESUMO

A produção de alimentos de forma geral depende de agentes polinizadores, tais como as abelhas. A apicultura vem sofrendo constantemente devido à alta mortalidade de abelhas pelo mundo, o que faz com que inúmeros profissionais acabem desistindo da profissão. A apicultura é uma das muitas áreas da agricultura e assim como as demais áreas, enfrenta diversos desafios, os quais se iniciam antes mesmo da instalação do primeiro apiário. Este livro apresenta a abordagem de uma aplicação para auxiliar apicultores no controle de seus apiários. A solução conta com um Sistema Especialista, o qual faz a análise dos fatores de entrada e informa se a instalação em determinado local é viável, levando em consideração a expertise de especialistas. No caso de viabilidade, com base em ambientes semelhantes, estima a produtividade esperada para o local da instalação. O processo de aquisição do conhecimento e mapeamento dos atributos foi realizado através de entrevistas com especialistas (apicultores), para assim obter as principais características necessárias para viabilizar um apiário. A representação do conhecimento especialista se deu através de regras SE-ENTÃO, que consideram todos os casos possíveis com base nas características de entrada definidas. Para a validação da aplicação são utilizados dados históricos fornecidos pelos especialistas. Como resultado, obteve-se um *software* mobile disponível de forma gratuita na Play Store, o qual é capaz de auxiliar os apicultores na tomada de decisão sobre a instalação de novos apiários em locais adequados, informando uma estimativa de produção, ou em caso de não recomendação, informar os motivos desta sugestão. O software também possibilita o gerenciamento dos apiários e de geomapeamento de pontos de mortalidade, a fim de que os apicultores possam evitar áreas de risco.

**Palavras-Chaves:** Apicultura. Inteligência Artificial. Produtividade. Sistema Especialista. Geolocalização.

## PREFÁCIO

A apicultura, milenar atividade humana, assume cada vez mais relevância em um cenário global marcado por preocupações com a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a gestão eficiente dos apiários se torna crucial para o sucesso da atividade e para a preservação das abelhas, insetos essenciais para a polinização de diversas culturas e para o equilíbrio dos ecossistemas.

É nesse panorama que se apresenta este livro “APLICAÇÃO PARA GESTÃO DE APIÁRIOS COM USO DE SISTEMA ESPECIALISTA”, resultado do trabalho incansável e dedicado do Carlos Rodrigo Vogt, filho de apicultores, que transformou o conhecimento empírico em tecnologia através do conhecimento científico. A obra representa um marco significativo no entendimento e na promoção da cadeia apícola do Vale do Rio Pardo, e não só. Ao longo das páginas deste livro, somos conduzidos por uma jornada de descobertas.

Sistemas especialistas têm o potencial de revolucionar a cadeia apícola, trazendo diversos benefícios para os apicultores, consumidores e o meio ambiente. Com o investimento em mais pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura, os sistemas especialistas podem se tornar ferramentas essenciais para o desenvolvimento econômico, social e ambiental da apicultura brasileira.

Esta é mais uma prova do resultado do uso do sistema especialista como ferramenta valiosa na otimização da gestão da saúde das colmeias, gerenciamento da produção e tomada de decisões. Agregando valor em função da rastreabilidade. E, através do *software mobile* auxilia os apicultores no controle dos apiários e na análise da viabilidade dos locais.

A leitura deste livro é recomendada a todos os apicultores, desde os iniciantes até os mais experientes, que buscam aprimorar suas práticas e aumentar a produtividade de seus apiários. A obra também é de grande interesse para pesquisadores, estudantes e profissionais da área de agronomia, zootecnia e tecnologia da informação que se dedicam ao desenvolvimento de soluções inovadoras para a apicultura.

Acreditamos que “APLICAÇÃO PARA GESTÃO DE APIÁRIOS COM USO DE SISTEMA ESPECIALISTA” contribuirá significativamente para o avanço da apicultura brasileira, promovendo uma atividade mais sustentável, eficiente e lucrativa.

Resta parabenizar o autor e desejar sucesso no objetivo mais importante deste livro que é contribuir com a produtividade e rastreabilidade das colmeias, agregando valor à cadeia apícola. Que este livro possa ser uma fonte de conhecimento e um chamado à ação, para a importância da utilização de sistemas especialistas em toda a cadeia produtiva apícola, e não só na gestão dos apiários.

Silmo Schüler

Pós-Graduado em Tecnologia dos Alimentos

Mestre em Desenvolvimento Regional

Doutorando em Tecnologia Ambiental



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 APICULTURA .....	14
2.1.1 <i>Importância da apicultura</i> .....	15
2.1.2 <i>A crise na apicultura</i> .....	17
2.1.3 <i>Instalação de Apiários</i> .....	18
2.2 TECNOLOGIAS AUXILIARES .....	22
2.2.1 <i>Inteligência Artificial</i> .....	23
2.2.2 <i>Sistema Baseado em Conhecimento</i> .....	24
2.2.3 <i>Sistema Especialista</i> .....	24
2.2.4 <i>Representação do conhecimento</i> .....	27
2.2.5 <i>Mecanismo de Inferência</i> .....	30
2.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO .....	31
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	32
3.2 BIBLIOMETRIA QUANTITATIVA.....	32
3.3 TRABALHOS RELACIONADOS.....	36
3.3.1 <i>Um sistema baseado em machine learning para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola</i> .....	37
3.3.2 <i>Aplicativo para controle e gerenciamento de apiário</i> .....	37
3.3.3 <i>Economics of technical efficiency in white honey production: Using stochastic frontier production function.</i> .....	38
3.3.4 <i>A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Bee Hive Monitoring</i> .....	40
3.3.5 <i>Predicting honey production using data mining and artificial neural network algorithms in apiculture</i> .....	41
3.4 QUADRO COMPARATIVO .....	42
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>44</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO-ALVO.....	45
4.2 DADOS DE ENTRADA .....	46



4.3 FUNCIONALIDADES .....	46
4.4 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO .....	48
4.5 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	49
4.6 REGRAS DE PRODUÇÃO.....	49
4.7 TESTES E VALIDAÇÃO .....	53
4.7.1 Testes com usuário .....	57
4.8 TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO.....	58
4.9 BANCO DE DADOS.....	58
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>60</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
6.1 TRABALHOS FUTUROS .....	62
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>67</b>
<b>1 SPLASH SCREEN.....</b>	<b>68</b>
<b>2 LOGIN.....</b>	<b>69</b>
<b>3 CRIAÇÃO DE CONTA.....</b>	<b>70</b>
<b>4 RECUPERAÇÃO DE SENHA.....</b>	<b>72</b>
<b>5 TELA INICIAL.....</b>	<b>73</b>
<b>6 ADICIONAR, EDITAR E EXCLUIR ANOTAÇÕES.....</b>	<b>74</b>
<b>7 APIÁRIOS – TELA DE LISTAGEM.....</b>	<b>75</b>
<b>8 CADASTRAR APIÁRIO .....</b>	<b>76</b>
<b>9 CHECAR VIABILIDADE .....</b>	<b>77</b>
9.1 CHECAGEM DE VIABILIDADE.....	78
9.2 RESULTADO DE VIABILIDADE.....	79
<b>10 APIÁRIO – TELA DE INFORMAÇÕES .....</b>	<b>80</b>
10.1 EDITAR APIÁRIO.....	81
10.2 INATIVAR APIÁRIO .....	83
10.3 ADICIONAR, EDITAR E EXCLUIR PRODUÇÕES .....	84
<b>11 MAPA DE APIÁRIOS.....</b>	<b>85</b>
<b>12 MAPA DE MORTALIDADE .....</b>	<b>86</b>
<b>13 CONFIGURAÇÕES .....</b>	<b>87</b>
13.1 DADOS PESSOAIS.....	88
13.2 ALTERAR SENHA .....	89

<b>13.3 COMPARTILHAR.....</b>	<b>90</b>
<b>13.4 SUGESTÕES .....</b>	<b>91</b>
<b>13.5 MODO NOTURNO.....</b>	<b>91</b>
<b>13.6 SOBRE .....</b>	<b>92</b>
<b>13.7 TERMOS DE USO.....</b>	<b>92</b>
<b>13.8 SAIR DA CONTA .....</b>	<b>93</b>
<b>13.9 APAGAR CONTA.....</b>	<b>94</b>
<b>13.10 ALTERAR FOTO DE PERFIL.....</b>	<b>95</b>
<b>14 ÍCONE.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>103</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está em constante evolução e crescimento, assim, se tornando a cada dia mais presente no cotidiano das pessoas. Diversas áreas fazem investimentos para a melhoria de seus processos com o uso de tecnologia o que também ocorre na apicultura.

Conforme Aizen e Harder (2009) *apud* Switanek *et al.* (2016) a produção de alimentos de forma global depende de polinizadores como as abelhas. Segundo reportagem veiculada pela revista *Veja*, publicada em 01 de fevereiro de 2014, “Dois terços dos alimentos que nós ingerimos são cultivados com a ajuda das abelhas”. Tal publicação destaca o quanto somos dependentes de agentes polinizadores. Os dados são claros e mostram a importância da apicultura na sociedade.

Segundo MENDES (2019), “mais de 500 milhões de abelhas foram encontradas mortas por apicultores desde dezembro de 2018 em quatro estados brasileiros”. Considerando que a mortalidade é um fator preocupante e que afeta de forma drástica os apicultores, observa-se a necessidade de um sistema para auxiliar os criadores de abelhas a encontrarem locais produtivos.

As abelhas percorrem uma distância média de, no máximo, 3 Km para fazer a coleta do pólen. Segundo informações do portal especializado e referência em apicultura (A.B.E.L.H.A, 2015), devido a isso é preferível que as flores estejam o mais próximo possível dos locais de produção, pois assim, menos mel será consumido durante o processo da coleta.

Para a implantação de um apiário, deve-se considerar alguns pontos importantes, isto é, fatores que possam influenciar na vida das abelhas e no índice de produtividade. Conforme cartilha da Embrapa Meio-Norte (2002) e pelo ABC da Agricultura Familiar da Embrapa (2007), alguns fatores para escolher um local adequado são a flora apícola, água, segurança, sombreamento, acesso, topografia e proteção contra ventos.

A flora apícola (flores que fornecem pólen e néctar) é um dos principais fatores a ser mapeado. O percentual de mata na região onde se tem uma florada, da qual as abelhas podem utilizar para a produção de mel e para a sua própria alimentação, tem impacto direto na produtividade. É interessante que tal ecossistema tenha uma vegetação que desenvolva floração em épocas diferentes do ano, favorecendo assim a alimentação e produção das abelhas.

Além da florada, as abelhas precisam de uma fonte de água, sendo que uma colmeia consome em média 20 litros de água por semana. Também recomenda-se respeitar uma distância de 400 metros de residências e estradas, assim como, orienta-se que o local seja favorecido no que diz respeito a incidência de luz solar, onde recomenda-se que o alvado (abertura utilizada pelas abelhas para entrarem na colmeia) receba a incidência no período da manhã.

É indicado também que o local de instalação do apiário não receba ventos muito fortes, ou então que possua quebra ventos, pois as abelhas não conseguem voar com ventos muito fortes. Outro fator importante é observar as lavouras no entorno, bem como as culturas



produzidas, visto que algumas culturas são mantidas com a utilização de agrotóxicos os quais podem ser nocivos as abelhas.

Além de todos os benefícios que as abelhas proporcionam à vida humana, Rincon (2017) traz ainda que o mel produzido é o único alimento que inclui todas as substâncias para a sustentação da vida, incluindo vitaminas, minerais, água e enzimas, além de conter um excelente antioxidante para o bom funcionamento cerebral, a pinocembrina.

Segundo um levantamento feito por Diniz (2016), por ano o Brasil movimentava cerca de 300 milhões de reais que são provenientes da produção de mel, com isso, pode-se ter uma noção do quanto um possível colapso das abelhas impactaria também a economia de países como o Brasil.

No informativo Agro Ciência (2017), desenvolvido pela Embrapa Meio-Norte, a bióloga Márcia Maués diz que cerca de 250 espécies de animais polinizam as plantas agrícolas no Brasil. Desses, 87% são abelhas. “Polinizadoras por excelência, elas dependem dos recursos florais para sua alimentação e de suas crias”, detalha a cientista.

O colapso das abelhas vem a cada dia ganhando mais evidência, conforme o artigo de Pires (2016),

A partir de 2007, é possível constatar o uso de termos como “declínio” e “colapsos” de colônias no país, em congressos e na mídia popular (jornais e revistas impressas ou portais digitais), em que se procura estabelecer semelhanças com o fenômeno da CCD identificado nos Estados Unidos. Em 2010, foi levantada a possibilidade de ocorrências de CCD em abelhas africanizadas na região sudeste do país (no município de Altinópolis, SP), com características semelhantes às descritas pelos americanos, todavia, sem causas estabelecidas.

O fenômeno *Colony Collapse Disorder* (CCD), citado acima, refere-se ao evento no qual as abelhas produtoras desaparecem das colmeias, acredita-se que isso ocorra devido ao vírus *Israeli Acute Paralysis Virus* (IAPV).

O problema da mortalidade segundo Sperb (2019) aborda circunstâncias nas quais mais de 500 milhões de abelhas morreram entre outubro de 2018 e março de 2019 no Rio Grande do Sul, sendo considerado um dos casos mais graves já registrados no estado. Porém, estes números ainda tendem a ser muito maiores, pois muitos apicultores não informam as mortes ocorridas, muitas vezes pensando ser algo natural, esse é um dos motivos pelos quais é importante realizar uma análise dos locais onde serão instalados os apiários.

Diante dos pontos apresentados, foi desenvolvido um sistema computacional que permita à apicultores terem acesso a um geomapeamento de seus apiários, possibilitando, com base em dados das características dos locais de instalação dos apiários, indicar se o local é adequado a produção, bem como realizar a estimativa de produção caso ele seja.

Para realizar esse processo, adotou-se a utilização de uma técnica do Sistema baseado em conhecimento (SBC), denominada Sistema Especialista (SE). Os SBC são uma subárea de Inteligência Artificial (IA) e foram desenvolvidos para resolver problemas complexos com o auxílio do conhecimento de um especialista.



Os SBC têm como principais características possuírem uma base de conhecimento e um mecanismo de raciocínio para realizar inferências na base de conhecimento e extrair conclusões sobre determinado assunto (Rosso, Silva e Scalabrin, 2009).

Conforme Rezende (2003), os SBC são *softwares* que utilizam o conhecimento para resolverem problemas. Estes sistemas são desenvolvidos com o objetivo de serem utilizados em problemas que demandam um nível superior de conhecimento e para isso manipulam a informação de forma inteligente.

O SBC após receber conhecimento estará apto a avaliar a viabilidade de instalação de apiários, também de estimar a produtividade esperada. Como dados de entrada do sistema, são consideradas informações históricas de produção, associadas a informações de características do local de instalação dos apiários, levando também em consideração os fatores de risco ao cultivo como presença de lavouras nas proximidades e/ou eventos de mortalidade de colônias.

O objetivo do sistema, em resumo, é fornecer ao apicultor informações para que ele possa avaliar a viabilidade da instalação do apiário no local. Além disso, o apicultor pode efetuar o registro da produção por safra, para que seja feita uma análise de produtividade, permitindo assim um melhor controle sob seus apiários.

Com os índices de mortalidade de abelhas ficando cada vez maiores e a preocupação mundial sobre esse fato, faz-se a seguinte pergunta: como técnicas computacionais podem auxiliar o apicultor na tomada de decisão sobre locais mais adequados e com potencial produtivo?

Para buscar resposta a esta pergunta, desenvolveu-se um sistema que irá receber dados inseridos por usuários, sendo esses dados informações sobre o ambiente a ser analisado. Com o auxílio de um sistema baseado em conhecimento, irá realizar o processamento das informações retornando se o local apresenta fatores favoráveis a instalação do apiário. Além disso, este sistema deverá informar uma estimativa de produção caso o local seja considerado viável.

Para a realização do livro, foram organizados os seguintes capítulos: no Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica; o Capítulo 3 expõe trabalhos relacionados; o Capítulo 4 aborda a metodologia proposta para o desenvolvimento do trabalho; no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais; no Capítulo 6 é apresentada a conclusão e trabalhos futuros seguida das Referências e dos apêndices.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os temas relacionados ao estudo, iniciando pela seção definida como apicultura, onde são tratados os temas sobre a origem da apicultura no Brasil e sua importância, a crise na apicultura e seus principais fatores, também os ambientes favoráveis para um bom desenvolvimento do apiário e uma boa produção. Já na seção Tecnologias Auxiliares, são abordadas as tecnologias que possam contribuir para a manutenção dos apiários, como Inteligência artificial, Sistemas baseados em conhecimento e Sistemas Especialistas. Por fim, são apresentadas as considerações do Capítulo.

### 2.1 Apicultura

Conforme o *Brazilian Journal of Development* (2019), a apicultura é a prática da criação de abelhas com ferrão, da espécie *Apis Mellifera*. Esta prática pode ter diversos objetivos sendo alguns deles a produção de mel, própolis, geleia real, pólen ou cera de abelha. Vale lembrar que é denominada apicultura apenas a prática de criação de abelhas com ferrão, o ramo responsável pela prática de criação de abelhas sem ferrão é denominado de meliponicultura.

Conforme Ceepro (2019), as abelhas se originaram de vespas predadoras há cerca de 100 milhões de anos no então supercontinente Gondwana, que atualmente corresponde a África, América do Sul, Índia, Austrália e Antártida, com a evolução dessas vespas, surgiram 10 famílias de abelhas, com cerca de 700 gêneros e 20.000 espécies.

No Brasil a apicultura teve início em 1839, quando o padre Antônio Carneiro trouxe algumas colônias de abelhas da espécie *Apis Mellifera Mellifera* de Portugal para o Rio de Janeiro. Mas foi em 1956 que a apicultura no país teve uma evolução, pois foi quando de forma acidental, abelhas do tipo *Apis Mellifera Scutellata*, popularmente conhecidas como abelhas africanas, escaparam do apiário experimental e se acasalaram com as abelhas europeias, dando origem a um híbrido, chamado hoje de abelha africanizada (Sebrae, 2015).

Atualmente, no Brasil, a espécie predominante é a *Apis Mellifera*, pertencente ao gênero *Apis*, da família *Apidae*, sendo encontrada praticamente em todo o território nacional.



### 2.1.1 Importância da apicultura

Segundo estimativas, cerca de 90% das plantas que florescem dependem da polinização animal (Cunha *et al.*, 2020).

Além da importância para o ecossistema, a apicultura movimentava milhões na economia mundial todos os anos. Em 2019, a China foi responsável por cerca de 24% da produção mundial de mel, além de ser também a maior exportadora do produto (Vidal, 2021).

No Brasil a produção de mel vem aumentando nos últimos anos e conforme reportagem do portal Maliszewski (2019) *apud* A.B.E.L.H.A (2020), em 2019 o Brasil atingiu a marca de 46 mil toneladas de mel. Em 2020 o Brasil exportou cerca de 45.626 toneladas, tendo um faturamento de cerca de US\$ 98 milhões, conforme o Portal do Agronegócio (2021). Cerca de 60% da produção nacional de mel é exportada, disso, 80% têm como destino os Estados Unidos (Nunes, 2019). Conforme Vidal (2021), em 2019 a produção mundial de mel atingiu a marca de 1.852.598 toneladas e movimentou cerca de US\$ 1.964.688.

A produção irá depender de diversos fatores, sendo eles: (I) índice de flora apícola; (II) temperatura ambiente; (III) disposição de água; (IV) quantidade de colmeias na região; e (V) estado da colmeia ao entrar na safra. Ao final do inverno, se a colmeia foi bem mantida, o enxame estará saudável para o início da safra. Porém, se o inverno foi rigoroso e as abelhas não tiveram uma alimentação adequada, entrarão debilitadas na safra e levarão vários dias para se desenvolverem antes de iniciar de fato a produção de mel (A.B.E.L.H.A, 2020).

A Figura 1 ilustra os maiores produtores de mel em toneladas que compõem o total da produtividade mundial em 2019. Neste cenário, o Brasil, juntamente com o Canadá, Tanzânia, Espanha, Coreia do Sul, Romênia, Hungria, Alemanha, Uruguai e Grécia estão categorizados em 4º lugar, produzindo entre 20.000 e 49.000 toneladas. Nota-se também que a China sozinha é responsável pela produção de cerca de 444.100 toneladas de mel, sendo assim, responsável por quase 24% da produção mundial do produto (Vidal, 2021, *apud* FAO, 2021).





Figura 1. Produção mundial de mel em 2019 (Toneladas).

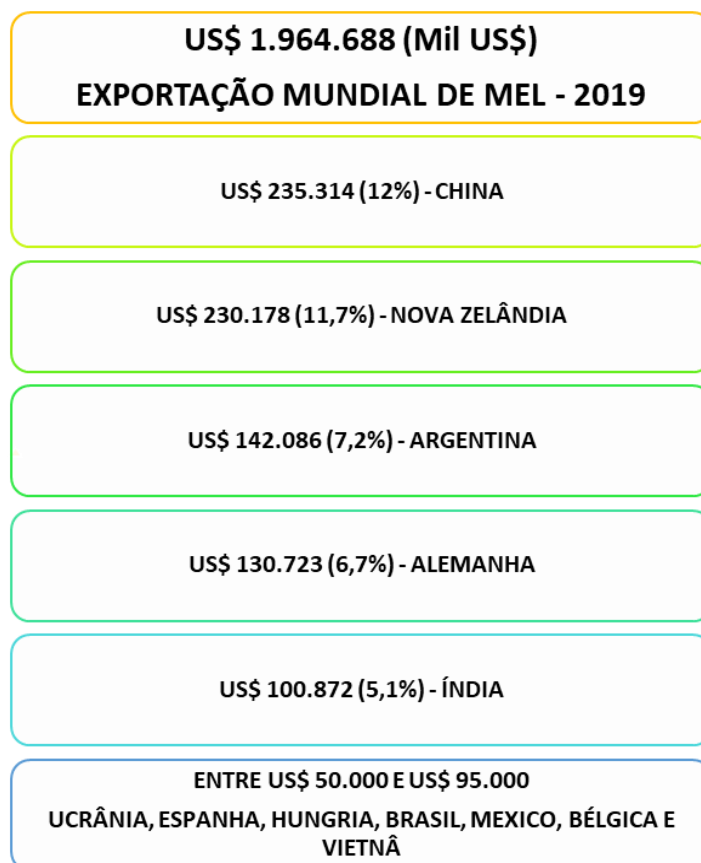


Fonte: adaptado de VIDAL, 2021, *apud* FAO, 2021.

Ao que diz respeito sobre os maiores exportadores mundiais em US\$ que compõem o total das exportações no ano de 2019, conforme ilustrado pela Figura 2, o Brasil ocupa o 6º lugar, junto com a Ucrânia, Espanha, Hungria, México, Bélgica e o Vietnã, tendo estes exportado para o valor entre US\$ 50.000.000 e US\$ 95.000.000. Atualmente a China detém o título de maior exportadora de mel do mundo, movimentando em 2019 o valor de US\$ 235.314 milhões, o que equivale a 12% do valor movimentado mundialmente com as exportações do produto.



Figura 2. Maiores exportadores mundiais de mel em 2019 (US\$ 1000).



Fonte: adaptado de VIDAL, 2021, *apud* FAO, 2021.

Os dados apresentados ilustram a importância da apicultura para o nosso país, bem como os fatores que contribuem para potencializar ou fatores que podem comprometer a produtividade. A seção a seguir apresenta alguns fatores que impactam na produção de mel e os motivos desta crise.

### 2.1.2 A crise na apicultura

A apicultura de forma geral vem passando por constantes crises. As abelhas são ameaçadas constantemente, sejam por fatores naturais ou por fatores ambientais (Giacobino *et al.*, 2017).

Segundo Durant e Clint (2019) as abelhas estão diminuindo no mundo todo e a perda de polinizadores é um fenômeno global que indica um declínio da biodiversidade de insetos. A principal causa tende ao aumento da agricultura e com isso, o aumento do uso de agrotóxicos e a diminuição do habitat das abelhas (Tosi *et al.*, 2017).



Conforme Gussoni e Ribeiro (2017), nos últimos 50 anos a agricultura expandiu muito e com isso, o uso de agrotóxicos em lavouras aumentaram de forma exponencial, o que é prejudicial tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Notícias sobre mortalidade de abelhas não são tão raras, como por exemplo as veiculadas em jornais locais, onde são relatadas perdas de 50% a 70% das colônias, onde suspeita-se como agente responsável o uso de agrotóxicos.

Apenas no vale do Rio Pardo, em setembro de 2021 houve inúmeras manchetes sobre o assunto. Uma das matérias, veiculada pela Rádio Sobradinho AM 1110, intitulada “Mortandade de abelhas na região pode estar ligada ao inseticida Fipronil” insinua que a principal causa da mortandade das abelhas é devido ao inseticida Fipronil.

Tais fatos evidenciam a necessidade de um mapeamento das regiões afetadas para que apicultores fiquem cientes e evitem tais regiões.

### 2.1.3 Instalação de Apiários

O sucesso na apicultura é diretamente influenciado pelo conhecimento do apicultor sobre o ambiente onde está instalando seu apiário (A.B.E.L.H.A, 2020). O termo apiário refere-se a um conjunto de colmeias instaladas de forma correta em uma determinada área geográfica (CEEPRO, 2019).

Ao instalar um novo apiário deve-se observar uma série de itens os quais serão decisivos para a continuação, segurança e produção dele. Os fatores cruciais estão listados abaixo e foram retirados do polígrafo de apicultura CEEPRO (2019).

- 1. Florada da região:** a flora apícola no entorno do apiário deve ser vasta, para garantir a viabilidade econômica. Quanto maior a variedade da flora e sua quantidade, melhor e mais produtivo o apiário será. Caso o apicultor não saiba identificar o tipo de mata, basta verificar a presença de abelhas na região, caso existam muitas abelhas no entorno, isso é um forte indício de que o local possa ser produtivo. Vale lembrar que é preciso notar se já não existem apiários instalados nos arredores, pois instalar um apiário perto de um já existente faz com que a flora seja dividida, comprometendo o desempenho produtivo.
- 2. Disponibilidade de água:** as abelhas, assim como outros seres vivos possuem necessidade de água para sua produtividade, visto que não armazenam água dentro de seus ninhos. Sempre que necessário elas saem para coletar, devido a isso, é importante ter uma fonte



de água nos arredores do apiário. A falta de água pode levar as abelhas a abandonarem a colmeia. A fonte de água deve estar localizada a no máximo 300 metros do apiário, sendo ideal uma distância de até 50 metros.

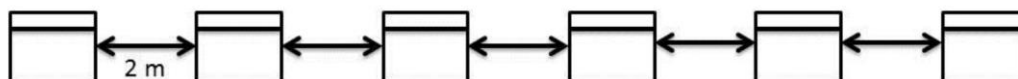
- 3. Facilidade de acesso:** tendo em mente que o apiário será construído para a produção de mel, deve ser possível chegar até o local com facilidade, para que seja possível transportar a produção.
- 4. Segurança das pessoas e animais nas proximidades:** o apicultor é o responsável legal por qualquer incidente que as abelhas de seu apiário possam vir a cometer, assim, é preciso que o apiário respeite uma distância mínima de 300 metros de qualquer ambiente de circulação de pessoas ou animais, isso considerando um ambiente de mata. Caso se trate de um ambiente de vegetação rasteira, a distância a ser considerada é de 400 metros.
- 5. Distância entre apiários:** as abelhas geralmente buscam alimento em um raio de até 1500 metros, o que pode variar dependendo da escassez ou abundância de néctar e pólen. A recomendação é que os apiários sejam instalados com uma distância mínima de 3000 metros entre eles.
- 6. Sombreamento e ventos:** a temperatura padrão no interior da colmeia é de cerca de 34-35°C, qualquer variação disso faz com que as operárias apresentem um comportamento diferente, tendo em vista restabelecer a temperatura ideal. É importante que em regiões muito quentes, as colmeias não fiquem completamente expostas ao sol, para evitar um aumento da temperatura interna. Já em regiões mais frias, é necessário que as colmeias fiquem expostas ao sol. É recomendado que o alvado (abertura frontal da caixa por onde as abelhas entram na colmeia) receba o sol da manhã, para que as abelhas possam sair para a coleta de alimento o mais cedo possível. É importante que as colmeias não recebam ventos fortes diretamente em seu alvado, pois isso faz com que a colmeia baixe sua temperatura de maneira muito rápida.
- 7. Número de colmeias por apiário:** este é um ponto importante que não possui uma resposta padrão, são inúmeros os fatores que definem um número máximo de colmeias no apiário, dentre eles, se o apiário é fixo ou de migração, a quantidade de flora apícola, a localização. Se a flora apícola for abundante durante o ano todo, o apiário poderá conter um número maior de colmeias, já se for sazonal, a quantidade deve ser reduzida. Na prática, a quantidade ideal só pode ser atingida com uma análise de dados ao longo do



tempo do apiário, após cada safra pode ser feita uma análise de viabilidade de expansão, ou se necessário, de redução do número de colmeias.

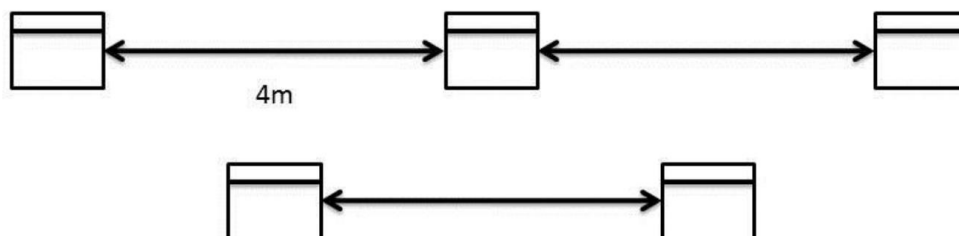
**8. Distribuição das colmeias no apiário:** A distribuição das colmeias pode se dar de diversas formas, o importante é respeitar uma distância de 2 metros entre as colmeias e 5 metros entre as fileiras. As Figuras de 3 a 6 apresentam algumas das diferentes maneiras de distribuição de colmeias no apiário que podem ser adotadas. A Figura 3 demonstra uma fila única, respeitando uma distância de 2 metros entre colmeias, onde o alvado de todas é voltado para um único lado. A Figura 4 traz uma instalação em zigue zague, agora mantendo uma distância de 4 metros entre colmeias da mesma fileira e a próxima fileira mantém a colmeia entre as duas colmeias da fileira antecessora, mantendo o alvado sempre na mesma direção. A Figura 5 apresenta uma instalação em fila dupla, onde os alvados são posicionados em direções opostas, este método instala as colmeias da mesma fileira a 2 metros de distância e de uma distância de 5 metros entre fileiras, essa instalação é feita com os alvados voltados para lados separados, fazendo com que o trabalho nas colmeias seja mais prático. Por fim a Figura 6 traz uma instalação em círculo, onde os alvados estão sempre voltados para fora, tendo assim uma facilidade maior para qualquer trabalho a ser feito no apiário.

Figura 3. Fila única com alvados voltados para o mesmo lado.



Fonte: Ceeopro, 2019.

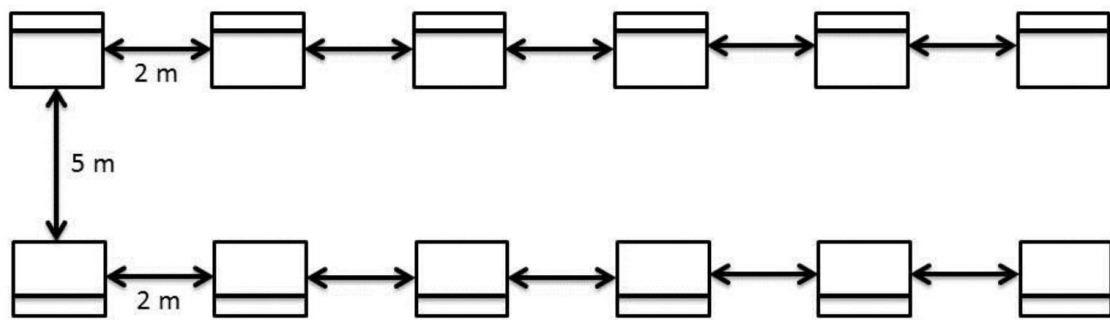
Figura 4. Ziguezague com alvados voltados para o mesmo lado.



Fonte: Ceeopro, 2019.

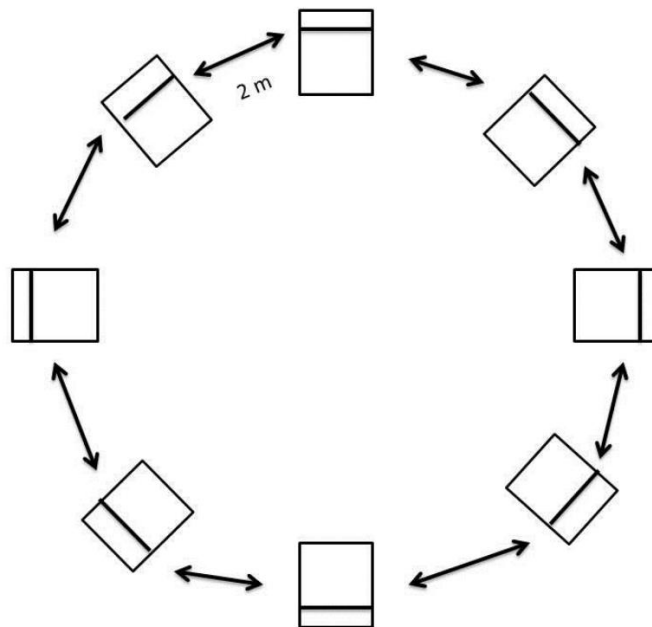


Figura 5. Fila dupla com alvados posicionados para lados opostos.



Fonte: Ceepto, 2019.

Figura 6. Em círculo com alvados posicionados para fora.



Fonte: Ceepto, 2019.

Em resumo, a instalação de um novo apiário demanda observar alguns pontos como a disponibilidade de flora apícola na região e de preferência que tenha flores ao longo de todo o ano, uma boa disposição de água no entorno, não seja muito quente ou muito frio, uma boa disposição entre colmeias, controlar para não haver um número excessivo de colmeias e por fim, ter o apiário em um local afastado para evitar ataques à população, assim, o apiário será um sucesso.

Uma colmeia é dividida nas seguintes partes:

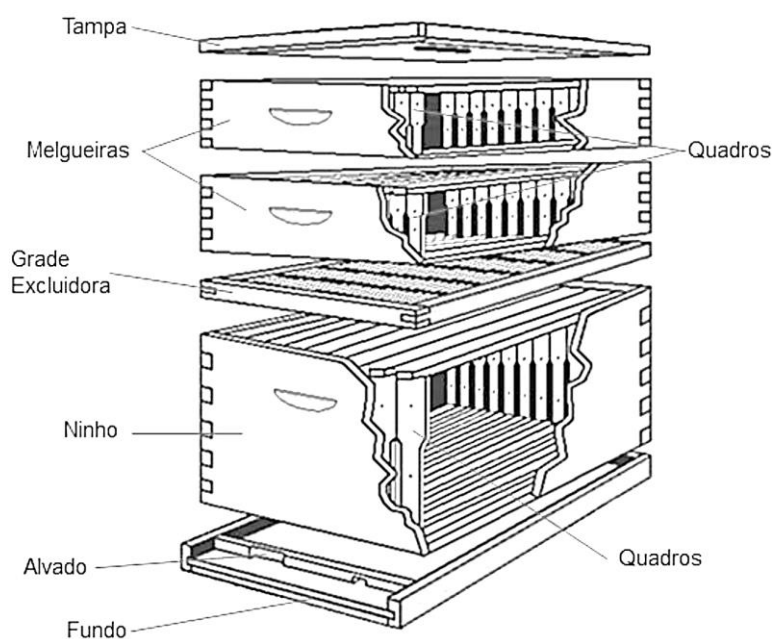
1. Tampa: tem a função de fechar a colmeia e é também por onde o apicultor acessa a colmeia quando é necessário;



2. Melgueira: local onde são colocados os quadros para a produção de mel.
3. Quadros da melgueira: servem para as abelhas produzirem o mel;
4. Grade excludora: tem a função de evitar que a rainha do enxame passe do ninho para as melgueiras;
5. Ninho: serve para armazenar os quadros do ninho;
6. Alvado: passagem por onde as abelhas acessam a colmeia;
7. Fundo: chão do ninho, mantém a colmeia fechada; e
8. Quadros do ninho: servem para a rainha colocar crias, também para armazenar alimento.

A Figura 7 apresenta a estrutura de uma colmeia demonstrando a denominação de seus componentes.

Figura 7. Estrutura de uma colmeia.



Fonte: Researchgate, 2016.

A próxima seção aborda as tecnologias auxiliares que serão utilizadas no desenvolvimento deste estudo.

## 2.2 Tecnologias Auxiliares

A tecnologia é uma das principais áreas que está em constante evolução. Dia após dia novas tecnologias surgem e com isso, vários processos podem ser melhorados e aperfeiçoados.





As seções seguintes abordam temas que podem ser aplicados à Apicultura através de sistemas computacionais para auxiliar na melhoria desta cultura.

### 2.2.1 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) é uma área da Ciência da Computação voltada ao estudo da representação do conhecimento e a capacidade de máquinas pensarem e aprenderem a resolverem problemas de maneira similar à mente humana Fernandes (2003) *apud* Fernandes (2012), ou conforme Luger (2004), a IA é o ramo da computação encarregado da automação do comportamento inteligente.

Em 1950, Alan Turing escreveu um dos trabalhos pioneiros sobre inteligência de máquina, intitulado “Mecanismo computacional e inteligência”, no qual foi proposto que questões referentes a inteligência fossem substituídas por testes baseados em conhecimento claramente definidos (Turing, 1950).

Hoje, a IA é uma área em destaque, pois ela permite analisar conjuntos de dados e, por exemplo, identificar padrões e fornecer resultados que normalmente não seriam observados se analisados por pessoas. Além disso, técnicas de IA permitem à sistemas computacionais "aprender" dentro de um universo específico, quais os resultados esperados para determinadas entradas de dados, como por exemplo, criando associações à padrões de entrada ou recomendando saídas de acordo com as entradas fornecidas.

De acordo com Luger (2004), algumas características da IA são:

1. O uso de um computador para executar raciocínio, reconhecer padrões, aprender e outras inferências;
2. Foco em problemas que não respondem a soluções algorítmicas, implicando assim em utilização de busca heurística como uma técnica de IA;
3. Interesse em solucionar problemas usando de informações inexatas ou pouco definidas;
4. Raciocínio utilizando de características qualitativas significativas de uma situação;
5. Resolver questões envolvendo significado semântico, também forma sintática;
6. Respostas suficientes são o resultado de se utilizar solução de problemas baseados em heurísticas;
7. O uso de conhecimentos específicos para resolver determinado problema; e
8. Conhecimento de metanível é usado para um controle mais sofisticado sobre estratégias de resolução de problemas.

Em resumo, a Inteligência Artificial é um campo em pleno crescimento e possui um potencial enorme de desenvolvimento e aplicação em inúmeras áreas.

A subseção seguinte aborda o tema Sistema Baseado em Conhecimento, sistema este que deriva da Inteligência Artificial.



### 2.2.2 Sistema Baseado em Conhecimento

Os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC) são uma subárea da Inteligência Artificial que simulam o conhecimento humano em ambiente computacional, podendo traduzir a capacidade de decisão dos especialistas humanos com base no conhecimento armazenado (Norlander, 2001).

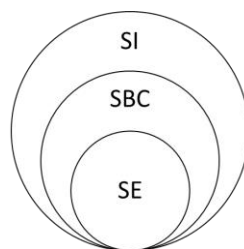
Todo e qualquer problema que necessite de conhecimento humano especializado para que seja resolvido pode ser realizado por um sistema baseado em conhecimento, no qual as inferências apontam soluções baseadas no conhecimento adquirido.

A inferência é a interação do sistema com o usuário de modo a acessar a base de conhecimento com o objetivo de realizar inferências sobre o que foi proposto.

A aquisição de conhecimento em um SBC é etapa mais complexa de seu desenvolvimento, nesta etapa o conhecimento é identificado e modelado para então ser empregado na resolução de problemas. Esta etapa é realizada por um especialista humano (Goldschmidt, 2010).

A Figura 8 apresenta a relação entre Sistema da Informação (SI), Sistema Baseado em Conhecimento (SBC) e Sistema Especialista (SE). Assim, nota-se que os SE são baseados em SBC que por sua vez são baseados em SI. A camada SI exibe comportamento inteligente, a camada SBC torna explícito o domínio do conhecimento e a camada SE aplica o conhecimento especializado para resolver problemas reais.

Figura 8. Sistema Baseado em Conhecimento *versus* Sistema Especialista.



Fonte: adaptado de Rezende, 2003.

Em resumo, os Sistemas Baseados em Conhecimento são sistemas que simulam o conhecimento humano na área em que foram alimentados. Os SBC foram desenvolvidos principalmente para uso quando se faz necessário um especialista, porém, nenhum especialista humano está presente.

A próxima subseção aborda o Sistema Especialista, sistema este que é derivado dos Sistemas Baseados em Conhecimento.

### 2.2.3 Sistema Especialista

A IA possui diversas áreas, dentre as quais temos os SBC que por sua vez possui os Sistemas especialistas (SE) que após abastecido de conhecimento será capaz de avaliar as



características informadas e fornecer uma opção para uma tomada de decisão mais precisa.

Conforme (FLORES, 2003, *apud* MACHADO, 2012), Sistema Especialista é uma forma de Sistema Baseado em Conhecimento. Ele é projetado para simular a especialização humana em um domínio específico.

Os SE foram desenvolvidos da necessidade de se processar dados não numéricos e apresentar conclusões sobre determinado domínio sobre o qual ele foi devidamente orientado e alimentado. De acordo com MACHADO (2012), são vantagens dos Sistemas Especialistas a atuação consistente, a disponibilidade total e a facilidade de transferência e replicação.

A alimentação do SE é feita por um especialista do domínio (especialista humano) o qual fornece o conhecimento sobre determinado domínio do problema.

Conforme Manchini (2003) *apud* Lourenço (2003) um Sistema Especialista é capaz de:

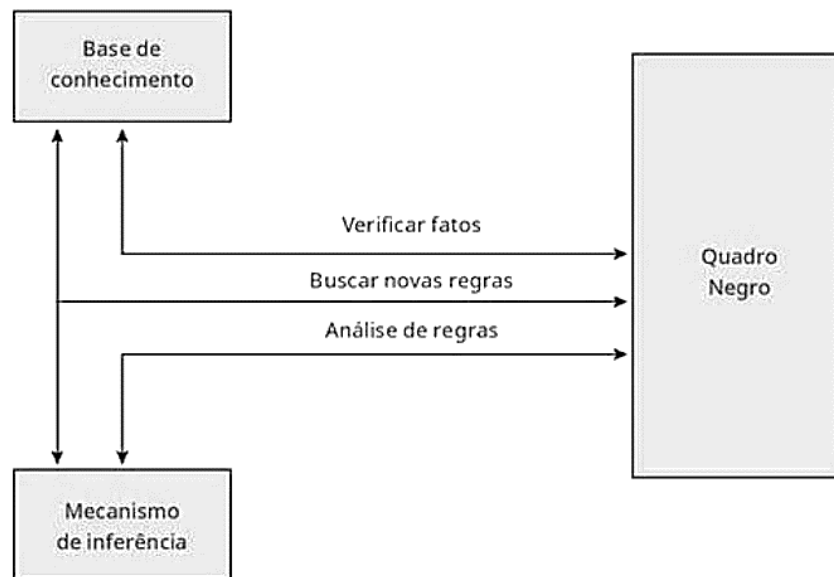
1. Resolver problemas complexos tal como um especialista humano;
2. Raciocinar heurísticamente utilizando as regras da base de conhecimentos;
3. Interagir com humanos utilizando linguagem natural;
4. Operar com dados incorretos e regras incertas de julgamento;
5. Escolher múltiplas opções ao mesmo tempo;
6. Explicar o porquê de determinadas perguntas serem feitas; e
7. Justificar as conclusões oferecidas;

Conforme Medeiros (2018) o modelo básico de SE é dividido em três partes que são demonstradas na Figura 9.

1. **Base de conhecimento:** armazena o conhecimento do domínio do SE, em formato de regras.
2. **Mecanismo de inferência:** aplica testes nas regras criadas e fornece um resultado em função dos fatos para alimentar o SE.
3. **Quadro negro:** faz a leitura das variáveis do ambiente.



Figura 9. Esquema básico de Sistema Especialista.



Fonte: Medeiros, 2018.

Conforme Medeiros (2018) o desenvolvimento do SE é composto das seguintes etapas:

1. **Definição do domínio do problema:** é definido o domínio do problema e realizada pesquisa para tentar dividir o problema em subproblemas;
2. **Aquisição do conhecimento:** são realizadas entrevistas e interações com o especialista do domínio. Nesta etapa é feita a coleta e análise de informações para compor a base de conhecimento do SE. Esta é uma das fases mais sensíveis do desenvolvimento de um SE, pois pode haver problemas na transmissão do conhecimento do especialista para o SE;
3. **Organização e representação do conhecimento:** são definidos fatos e regras.

Os fatos em um SE são expressões que podem ser verdadeiras ou falsas.

1. Exemplo: “Está frio”, esta frase é uma declaração de um fato, o qual pode ou não estar correto. Se correto, ela recebe o valor “verdadeiro”, caso contrário, recebe o valor “falso”.

As regras são um conjunto de sequencias lógicas compostas de premissas e conclusões. As regras podem ser probabilísticas e estão condicionadas a um fator que indica a confiança ou probabilidade da ação acontecer.

2. Exemplo: Realizando todas as provas e comparecendo em todas as aulas, há chance de o aluno ser aprovado é de 95%.

Outro modelo de regras são as compostas por expressões condicionais, que comumente usam “SE-ENTÃO”, para representação.



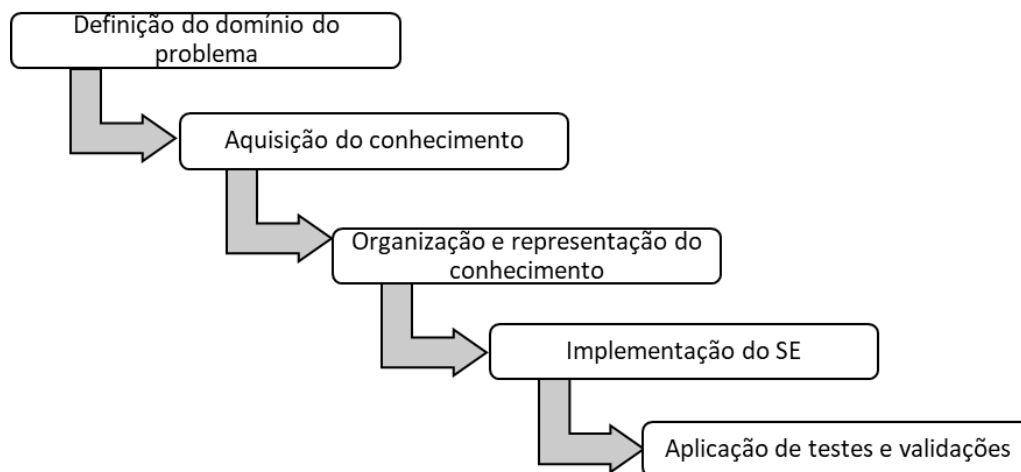
3. Exemplo: SE (são 12 horas), ENTÃO (é hora do almoço).

Este modelo é composto por regras determinísticas, pois caso os resultados sejam verdadeiros ocorre a ação de conclusão ou regra.

4. **Implementação do SE:** é definida a linguagem de desenvolvimento para a implementação do sistema.
5. **Aplicação de testes e validações:** são realizados testes para verificar se o mecanismo está operando conforme o esperado, também se as regras estão resultando em ações satisfatórias.

A Figura 10 apresenta a representação das etapas de desenvolvimento de um sistema especialista de forma a demonstrar o passo a passo de forma visual.

Figura 10. Representação das etapas do desenvolvimento de um SE.



Em resumo, os Sistemas Especialistas surgiram da necessidade de processamento de dados não numéricos e da necessidade de análise de tais dados. Após orientado e alimentado, o sistema pode ser empregado para situações em que especialistas são requeridos e não podem estar presentes ou em situações de análises diversas que levaram demasiado tempo se feito por humanos.

A subseção seguinte apresenta as diversas técnicas para elaboração da Representação do Conhecimento.

### 2.2.4 Representação do conhecimento

A Representação do Conhecimento (RC), conforme Rezende (2003), pode ser entendida como uma forma de estruturar e codificar o conhecimento sobre determinada aplicação, porém, ao contrário de uma codificação normal, a RC necessita apresentar as seguintes características:

1. Ser compreensível ao ser humano: caso necessário uma análise do conhecimento do sistema, a RC deve permitir interação;



2. Abstrair-se dos detalhes: abstrair-se dos detalhes do funcionamento do processador de conhecimento que a interpretará;
3. Ser robusta: deve permitir sua utilização mesmo que em situações não previstas; e
4. Ser generalizável: necessita vários pontos de vista do mesmo conhecimento, para assim ser atribuída a diversas interpretações e situações.

Os principais critérios para avaliar as técnicas de RC conforme Rezende (2003), são:

1. Adequação lógica: observa se o formalismo usado consegue expressar o conhecimento; e
2. Conveniência notacional: verifica as convenções da linguagem de representação.

Existem inúmeras técnicas para representação do conhecimento, os próximos subcapítulos abordarão as mais utilizadas.

#### **2.2.4.1 Representação Lógica**

De acordo com Rezende (2003), a lógica matemática é uma linguagem formal, diferente das linguagens naturais, isso devido ao fato da lógica matemática ser precisa. Ela realiza inferências dedutivas a partir das regras sintáticas de expressões da linguagem. Um exemplo de linguagem que utiliza os princípios da lógica matemática é a PROLOG.

#### **2.2.4.2 Regras de Produção**

As regras de produção se inspiram na ideia de que o processo de tomada de decisão humano poderia se basear em regras do tipo “se condições então conclusões”. As regras deste modelo podem expressar relacionamentos lógicos e equivalentes de definições para simular o raciocínio humano (Araribóia, 1987, *apud* Rezende, 2003).

Como exemplo de uso para este modelo de regra, temos: SE o local possui uma vasta quantidade de fauna apícola ENTÃO o local tende a ter uma boa produção de mel FAÇA a instalação do apiário neste local.

#### **2.2.4.3 Redes Semânticas**

As Redes Semânticas expressam o conhecimento através de um grafo rotulado, o qual é formado por um conjunto de nós que representam os objetos e por arcos, que representam as relações entre estes objetos. Quando muito complexos, estes objetos podem ser decompostos em objetos mais simples, que podem ser de dois tipos, conforme apresentados a seguir (Rezende, 2003).

1. É UM (*is-a*): o relacionamento dos objetos está na mesma taxonomia hierárquica.

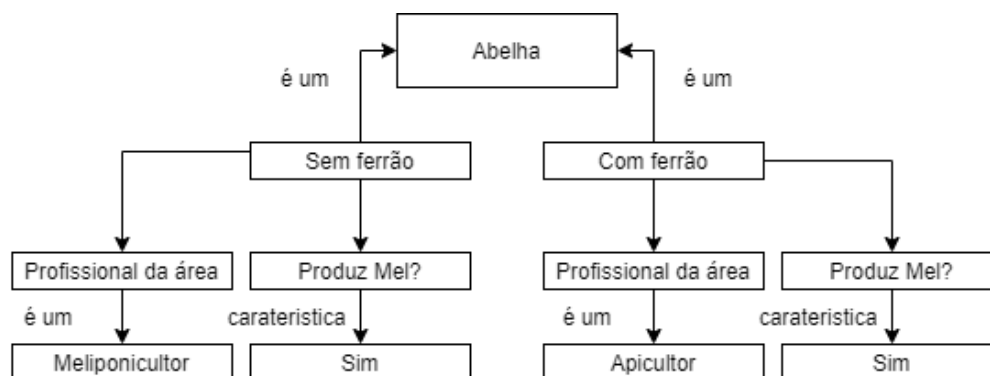


2. FAZ PARTE DE (*part-of*): o objeto é elemento de outro, não possuindo relação de herança.

Conforme (REZENDE, 2003), a principal razão das redes semânticas serem atrativas é devido a sua possibilidade de visualização gráfica, tanto das estruturas de conhecimento quanto de suas relações.

A Figura 11 ilustra um exemplo de rede semântica, na qual são apresentadas duas características de abelhas, com e sem ferrão e duas características de cada, ambas são referências como sendo abelhas.

Figura 11. Exemplo de Rede Semântica.



#### 2.2.4.4 Frames

Os frames são estruturas de dados complexos que servem para modelar objetos no mundo real. Cada frame possui um nome, detalhes e uma coleção de slots. Já os slots, possuem um nome e um conjunto de atributos denominados de facetas (Rezende, 2003).

Uma das principais características deste modelo de conhecimento é sua herança de propriedades, onde uma classe pode herdar todas as propriedades de outra. Os frames podem armazenar dados de forma abstrata e aninhada com propriedades comuns, devido a sua hierarquia (Rezende, 2003). Um exemplo de frame para representar Apicultura que herda características do frame Agricultura é ilustrado pela Figura 12.

Figura 12. Exemplo de frame.

<p>Frame Agricultura</p> <p>É um: ramo de trabalho</p> <p>Trabalha com: [plantas, animais, insetos]</p> <p>Nível de importancia: [Alto, baixo]</p> <p>Utiliza agrotóxicos: [Sim, não]</p> <p>Utiliza EPI: [Sim, não]</p> <p>Riscos ocupacionais: [Sim, não]</p>	<p>Frame Apicultura</p> <p>É um: setor da agricultura</p> <p>Trabalha com: insetos</p> <p>Nível de importancia: Alto</p> <p>Utiliza agrotóxicos: Não</p> <p>Utiliza EPI: Sim</p> <p>Riscos ocupacionais: Sim</p>
---	--

No exemplo apresentado na Figura 12 temos o Frame Agricultura que possui características que o definem, já o frame Apicultura herda algumas dessas características, como

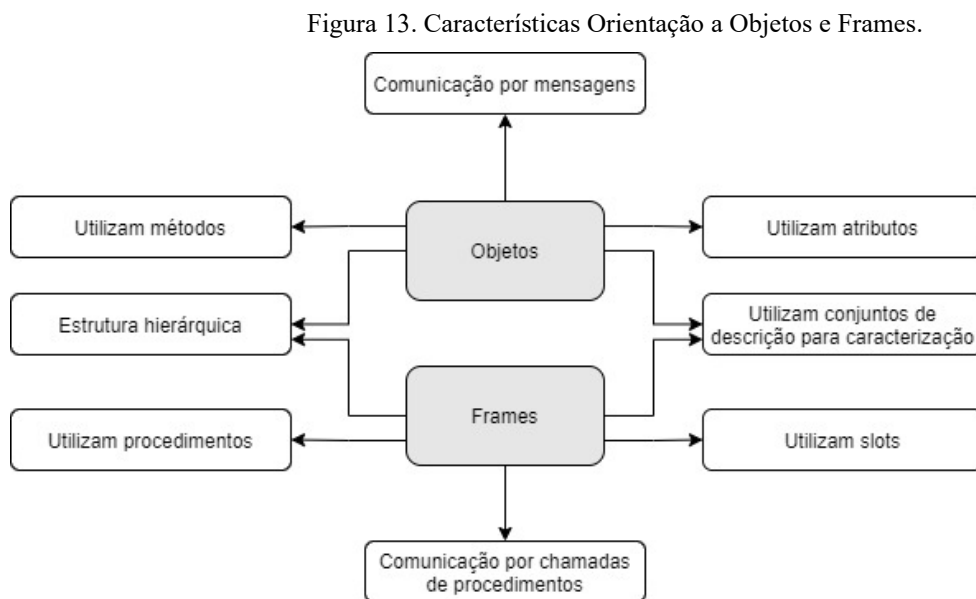




trabalhar com insetos e a não utilização de agrotóxicos. Assim, temos que a Apicultura é um setor da agricultura.

#### 2.2.4.5 Orientação a Objetos

A orientação a objetos traz características tanto dos frames quanto das redes semânticas. A principal estratégica da orientação a objetos é representar o conhecimento como conjuntos completos de objetos com comportamentos (Rezende, 2003), conforme a Figura 13.



A Figura 13 apresenta as características entre Objetos e Frames. Entre as características, temos que ambos possuem estrutura hierárquica e ambos utilizam conjuntos de descrição para caracterização. De acordo com Rezende (2003), o ponto forte deste sistema é a flexibilidade, pois um conjunto de objetos pode ser estabelecido e então ser utilizado em diversos sistemas.

#### 2.2.4.6 Orientação a Objetos Associada a Regras

A orientação a objetos traz uma representação estrutural resumida de relações estáticas, porém, não oferece facilidades diretas para descrever como o conhecimento deve ser utilizado. Essa questão pode ser tratada através de regras de produção, estas regras oferecem uma forma simples de expressar o processo de raciocínio do sistema (Rezende, 2003).

#### 2.2.5 Mecanismo de Inferência

Para que os dados armazenados na base de conhecimento do SE possam ser manipulados e validados, se faz necessário o mecanismo de inferência, ou também chamado de motor de inferência. Conforme já mencionado, o motor de inferência é o encarregado de aplicar o conhecimento a solução de problemas reais, tal como um interpretador, ele também é o responsável por fornecer a resposta aos problemas para o usuário.



O motor de inferência pode ser representado na forma de regras de produção, as quais consistem em expressões, condições e ações, onde o conhecimento é representado por um conjunto de fatos e um conjunto de regras de produção (Luger, 2004).

## 2.3 Considerações do capítulo

A apicultura é vital para a continuidade da vida tendo em vista que são as abelhas os principais agentes de polinização. Além de agentes polinizadores, as abelhas produzem diversos produtos, entre eles temos o mel, que movimentam milhões no mercado internacional todos os anos.

Com o desenvolvimento tecnológico, inúmeras tecnologias foram criadas ou aperfeiçoadas, como é o caso da inteligência artificial. A IA é uma ferramenta que possui enorme capacidade de desenvolver inúmeras áreas do conhecimento, uma de suas estratégias são os Sistemas Especialistas.

Os SE são bases de conhecimento especializado em determinado domínio de aplicação, são especialmente desenvolvidos para auxiliar em problemas complexos onde não há um especialista humano presente.

Uma etapa crucial no desenvolvimento de um SE é a aquisição de conhecimento, etapa a qual o sistema adquire o conhecimento do especialista humano.

Após implementado, o SE deve ser testado e validado para então ser posto em uso. Os SE podem auxiliar em inúmeras tarefas que necessitariam de um especialista, pois ajudam de forma prática em uma rápida tomada de decisão.

Neste sentido, tais tecnologias e abordagens se mostram adequadas ao objetivo deste estudo e deverão ser aplicadas conforme descrito no capítulo Metodologia, apresentado a seguir.



## 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a caracterização do estudo, assim como uma pesquisa sobre os temas relacionados, apresentando os resultados quantitativos e qualitativos. Por fim, descreve os procedimentos metodológicos definidos para o desenvolvimento do estudo.

### 3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa seguirá a estrutura de Gil (1991) exploratória e descritiva. Exploratória pois envolve pesquisa sobre apicultura, localização ideal, produção estimada, inteligência artificial e Sistemas Especialistas. Também se trata de uma pesquisa descritiva, visto que uma aplicação móvel foi desenvolvida e permitirá ao usuário consultar se determinado local é recomendado para a instalação de seu apiário, também, qual a média de produção que ele pode esperar obter.

O ambiente de pesquisa envolve o auxílio de artigos, matérias e estudos referentes à apicultura, também sobre Sistemas Especialistas, os quais foram realizados nas bases de dados Google Acadêmico, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*, para assim obter uma base teórica sólida sobre o assunto. Além da base teórica foram utilizados dados fornecidos por especialistas humanos (apicultores), para a criação das regras de produção e validação dos resultados do sistema.

Para a criação das regras de produção, foi realizada uma ampla pesquisa para estudo e criação de padrões de produção, com base nos dados fornecidos pelos especialistas, para assim gerar estimativas de produção mais próximas da realidade.

Também foi desenvolvida uma bibliometria quantitativa e qualitativa para levantamento dos trabalhos relacionados a pesquisa.

### 3.2 Bibliometria quantitativa

Para a fundamentação desta pesquisa foi realizada uma bibliometria quantitativa utilizando quatro bases de dados, sendo: Google Acadêmico, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. Cada base possui um filtro de busca de período diferente, assim, as pesquisas foram realizadas utilizando as seguintes métricas:

1. Google Acadêmico: período: 2010 a 2023;
2. *Science Direct*: período: 2010 a 2023;



3. *Scopus*: período: 2010 - presente;
4. *Web of Science*: período: 01-01-2010 a 27-07-2022;

A consulta na base Google Acadêmico buscou por artigos e trabalhos de conclusão e foi realizada utilizando os termos de busca em português, sendo eles: “Apicultura”, “Inteligência Artificial”, “Produtividade”, “Sistema Especialista” e “geolocalização”. Já nas demais bases de dados foram pesquisados artigos utilizando os termos de busca na língua inglesa, ficando da seguinte forma: “*Beekeeping*”, “*Artificial Intelligence*”, “*Productivity*”, “*Expert System*” e “*Geolocation*”.

Além da pesquisa por termos isolados e com dois termos de busca, foram realizadas buscas contendo combinações específicas de palavras-chave, as quais são apresentadas nas tabelas bibliométricas. A seguir são apresentadas as tabelas bibliométricas separadas por base de dados consultada.

A Tabela 1 apresenta a pesquisa realizada na base Google Acadêmico. A pesquisa retornou 16.900 resultados na busca por “Apicultura”, porém, filtrado por “Apicultura” E “Produtividade” E “Sistema Especialista” os resultados obtidos atingem apenas 7 trabalhos, dos quais não apresentaram relevância para este estudo. A busca por termos utilizando o operador OU com os termos selecionados não obteve resultados.

Tabela 1. Bibliometria Quantitativa - Base Google Acadêmico.

GOOGLE ACADÊMICO	APICULTURA	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	PRODUTIVIDADE	SISTEMA ESPECIALISTA	GEOLOCALIZAÇÃO
Apicultura	16.900	260	6.190	8	34
Inteligência Artificial		16.000	16.300	1.670	1.830
Produtividade			193.000	1.100	2.630
Sistema Especialista				3.940	42
Geolocalização					9.920
“Apicultura” E “Produtividade” E “Sistema Especialista”					7
(“Apicultura”) E (“Inteligência Artificial” OU “Sistema Especialista”) E “Geolocalização”					0

Pesquisa realizada em 21 de julho de 2022.

A pesquisa realizada na base *Science Direct* é apresentada na Tabela 2, na busca pelo termo “*Beekeeping*” foram obtidos 1.540 resultados, porém, ao pesquisar por “*Beekeeping*” AND “*Productivity*” AND “*Expert System*” os resultados vão para apenas três. Já a busca pelos termos utilizando o operador OR não foram obtidos resultados.

Tabela 2. Bibliometria Quantitativa - Base *Science Direct*

<i>SCIENCE DIRECT</i>	<i>BEEKEEPING</i>	<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE</i>	<i>PRODUCTIVITY</i>	<i>EXPERT SYSTEM</i>	<i>GEOLOCATION</i>
<i>Beekeeping</i>	1.540	15	427	7	2
<i>Artificial Intelligence</i>		86.668	8.740	7.639	497
<i>Productivity</i>			300.598	3.037	693
<i>Expert System</i>				28.528	117
<i>Geolocation</i>					5.050
“ <i>Beekeeping</i> ” AND “ <i>Productivity</i> ” AND “ <i>Expert System</i> ”					3
("Beekeeping") AND ("Artificial Intelligence" OR "Expert System") AND "Geolocation"					0

Pesquisa realizada em 21 de julho de 2022.

A Tabela 3 apresenta a pesquisa realizada na base *Scopus*. Esta pesquisa retornou 1.970 resultados na busca pelo termo “*Beekeeping*”. Já ao realizar uma busca pelos termos combinados não foram obtidos resultados.

Tabela 3. Bibliometria Quantitativa - Base *Scopus*.

<i>SCOPUS</i>	<i>BEEKEEPING</i>	<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE</i>	<i>PRODUCTIVITY</i>	<i>EXPERT SYSTEM</i>	<i>GEOLOCATION</i>
<i>Beekeeping</i>	1.970	5	130	1	0
<i>Artificial Intelligence</i>		90.431	910	1.007	28
<i>Productivity</i>			199.484	136	26
<i>Expert System</i>				8.098	4
<i>Geolocation</i>					2.206
“ <i>Beekeeping</i> ” AND “ <i>Productivity</i> ” AND “ <i>Expert System</i> ”					0
("Beekeeping") AND ("Artificial Intelligence" OR "Expert System") AND "Geolocation"					0



Pesquisa realizada em 21 de julho de 2022.

A Tabela 4 exibe a pesquisa realizada na base *Science Direct*, a qual apresentou 2.446 resultados na busca pelo termo “*Beekeeping*” e não obteve resultados na busca pelos termos combinados.

Tabela 4. Bibliometria Quantitativa - Base *Web of Science*

<i>WEB OF SCIENCE</i>	<i>BEEKEEPING</i>	<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE</i>	<i>PRODUCTIVITY</i>	<i>EXPERT SYSTEM</i>	<i>GEOLOCATION</i>
<i>Beekeeping</i>	2.446	5	144	1	0
<i>Artificial Intelligence</i>		244.535	1.561	1.071	85
<i>Productivity</i>			245.893	122	40
<i>Expert System</i>				7.878	3
<i>Geolocation</i>					3.812
“ <i>Beekeeping</i> ” AND “ <i>Productivity</i> ” AND “ <i>Expert System</i> ”					0
(“ <i>Beekeeping</i> ”) AND (“ <i>Artificial Intelligence</i> ” OR “ <i>Expert System</i> ”) AND “ <i>Geolocation</i> ”					0

Pesquisa realizada em 21 de julho de 2022.

Em complemento a bibliometria quantitativa, a Tabela 5 apresenta uma comparação entre os trabalhos selecionados e as palavras chaves contidas em cada trabalho.

Tabela 5. Quadro comparativo de trabalhos relacionados *versus* termos de busca.

TRABALHO X PALAVRA-CHAVE	<i>BEEKEEPING</i>	<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE</i>	<i>PRODUCTIVITY</i>	<i>EXPERT SYSTEM</i>	<i>GEOLOCATION</i>
Um sistema baseado em <i>machine learning</i> para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola	X	X			X
Aplicativo para controle e gerenciamento de apiário	X		X		



<i>Economics of technical efficiency in white honey production: Using stochastic frontier production function.</i>	X	X
<i>A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Beehive Monitoring</i>	X	
<i>Predicting honey production using data mining and artificial neural network algorithms in apiculture</i>	X	X

Pesquisa realizada em 21 de julho de 2022.

Com o resultado da Tabela 5, podemos ver que entre os trabalhos selecionados, apenas o primeiro trabalho possui referência a geolocalização, porém, nenhum dos trabalhos apresenta utilização de Sistema Especialista, o que são diferenciais se comparados a este estudo.

Os trabalhos selecionados na base de dados Google Acadêmico são os mais próximos do objetivo deste estudo, apresentando trabalhos cujos objetivos são auxiliar os apicultores, sendo através de soluções web, ou através de soluções *mobile* voltadas para o gerenciamento e controle dos apiários.

A seção seguinte apresenta a bibliometria qualitativa a qual traz a síntese dos trabalhos relacionados a esta pesquisa.

### 3.3 Trabalhos relacionados

Nesta seção são apresentadas sínteses de trabalhos relacionados ao tema deste estudo. Os trabalhos foram selecionados com base na bibliometria qualitativa e possuem uma linha de pesquisa semelhante à deste estudo.





### 3.3.1 Um sistema baseado em *machine learning* para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola

O artigo desenvolvido por Silva *et al.* (2021) apresenta que o Brasil é um país propício a apicultura devido a seu clima e flora, porém, possui um déficit tecnológico na área apícola e uma dificuldade de adesão a tecnologias por parte de apicultores, o que somado leva a uma deficiência de gestão dos métodos produtivos deste setor.

O trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema web para gerenciar informações produtivas contando também com geolocalização dos apiários. Para a elaboração do trabalho, foram realizados alguns testes utilizando algoritmos de *Machine Learning* (ML) em duas bases de dados, para assim definir o algoritmo com maior eficiência o qual será utilizado no sistema.

O *dataset Honey Production in the USA* disponível na Kaggle e o *dataset* disponibilizado pela Embrapa Amazonia Oriental foram utilizados para encontrar um modelo preditivo satisfatório para o problema.

A análise dos dados foi feita através da técnica *Principal Component Analysis* (PCA), a qual transformou o vetor de entradas em 1 dimensão, assim, sendo possível a visualização dos dados através de um gráfico de duas dimensões.

Os algoritmos utilizados na análise foram: Regressão Linear Múltipla (RLM), *Decision Tree*, *Random Forest*, MLP e SVR.

Após análise dos resultados foi constatado que o algoritmo RLM foi o que apresentou melhor desempenho com um score de 99%, sendo esse algoritmo usado no sistema web para predição da produtividade.

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizada a linguagem de desenvolvimento Python 3, o micro *framework* Flask e o banco de dados MySQL.

### 3.3.2 Aplicativo para controle e gerenciamento de apiário

Conforme TCC desenvolvido por Silva (2021), a apicultura vem ganhando destaque no Brasil por ser uma ótima fonte de renda com investimento relativamente baixo. O potencial brasileiro para a produção de mel é muito alto, esse potencial só não é alcançado devido ao baixo investimento em recursos tecnológicos.

Apiário Mel Quandá em Nova Cruz/RN foi usado como modelo para o projeto. O apiário conta com cerca de 100 colmeias e todo o gerenciamento é feito através de um caderno de anotações. Para o levantamento dos dados foram realizadas entrevistas com os apicultores para analisar quais eram as necessidades do apiário e assim foi elaborado o escopo do projeto.

O trabalho tem o objetivo de desenvolver um aplicativo para gerenciar os dados do apiário, evitando o uso de anotações em papel. O sistema foi desenvolvido na linguagem Java,



utilizando a IDE Android Studio. Para o armazenamento de dados foi utilizado o Firebase. O sistema foi desenvolvido conforme especificações, porém, não foi implementado e testado em ambiente real.

### ***3.3.3 Economics of technical efficiency in white honey production: Using stochastic frontier production function.***

O artigo desenvolvido por Alropy, Desouki E Alnafissa (2019), traz que a apicultura é um investimento de baixo risco e requer habilidades que são adquiridas de forma mais fácil se comparada com outras áreas da agricultura.

O governo Egípcio expressa interesse em encorajar a apicultura como uma solução ao problema do desemprego, principalmente entre os jovens. Para isso, foram realizados estudos de viabilidade, onde foram discutidos assuntos econômicos, tais como rentabilidade e fatores que afetem a produção. Como resultado, os estudos concluíram que os projetos são economicamente viáveis.

Os autores discutem ainda que mesmo incentivada a apicultura no Egito, esta vem sofrendo quedas tanto no número de colmeias quanto em rendimento médio. Em 2001, o Egito possuía cerca de 1.460.000 colmeias com produção média de 5,96 Kg, já em 2016, os números eram de 829.000 colmeias e produção de 5,3 Kg em média, ou seja, houve uma redução de 43,21% no número de colmeias e de 10,94% na produção média.

A queda no número de colmeias, somada a queda na produtividade fez com que o setor sofresse redução no número de investimentos e para que fosse possível reverter isso, seria necessário que a produtividade dos projetos existentes aumentasse, para isso, seria preciso abordar a ineficiência dos fatores de produção e otimizar a produção afim de reduzir custos a fim de retomar os investimentos no setor.

O estudo tem por objetivo avaliar e comparar a eficiência técnica de projetos de apicultura de capacidades variadas de produção, usando dados fornecidos pelo governo egípcio de Fayoum, onde foi usada amostragem para a coleta dos dados primários para o estudo.

A amostragem contata com dados de 65 apiários da cidade de Fayoum, a qual possuía 524 apiários em 2016. As amostras foram categorizadas em 3 tipos conforme a capacidade de produção com base no número de colmeias. As categorias criadas foram:

1. Apiários com menos de 100 colmeias;



2. Apiários entre 100 e 199 colmeias; e
3. Apiários com mais de 200 colmeias.

O nível de significância é de 5% e o limite de erro aceitável é de 12%.

O estudo compara indicadores de produção da região, identificando fatores inerentes e recomendando o que fazer para melhorar as técnicas utilizadas. Para esta análise, foram utilizadas as técnicas de regressão linear múltipla por meio de mínimos quadrados ordinários para estimar derivados econômicos do mel branco e uma função de produção de fronteira estocástica foi utilizada para avaliar os níveis de ineficiência técnica. A função pode estimar a perda de produção originada por folhas nas técnicas utilizadas em diversos níveis.

O estudo foca em cinco variáveis consideradas relevantes ao projeto, sendo elas:

1. Produção em Kg;
2. Horas trabalhadas no apiário;
3. Quantidade de alimento dado à colmeia em Kg;
4. Número de colmeias;
5. Anos de experiência em apicultura; e
6. Quantidade de antibióticos e vacinas dadas às abelhas em gramas.

A relação entre as variáveis e o produto foi definida com a função de produção Cobb-Douglas, com a utilização da ferramenta LIMDEP para estimar os fatores de ineficiência técnica.

Os resultados trazem que a receita média aumenta conforme a capacidade de produção aumenta. Foi constatado que para o primeiro grupo a capacidade de produção é 0,47 Kg menor se comparado com o segundo grupo e 0,83 Kg se comparado com o terceiro grupo.

O principal critério é medir a viabilidade econômica, isso é calculado dividindo o retorno total pelos custos. Como resultado, obteve-se 1,33% no primeiro grupo, 1,5,2% no segundo e 1,66% no terceiro grupo. Como os valores são superiores a 1%, tem-se que os projetos são economicamente viáveis.

Obteve-se também a ordem de relevância dos fatores estudados, onde o número de colmeias é o principal fator, seguido por quantidade de alimentação, experiência em apicultura,



quantidade de antibióticos e vacinas e pôr fim a jornada de trabalho. O último fator foi considerado irrelevante.

Os resultados das análises de ineficiência técnica foram de 1,15 para o primeiro grupo, 1,24 para o segundo grupo e 1,78 para o terceiro grupo, isso significa que o efeito do fator de ineficiência técnica supera o fator de erro aleatório no desvio de produção ideal, o que sugere que os apicultores estão falhando em seguir as melhores técnicas de produção.

### ***3.3.4 A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Bee Hive Monitoring***

O presente artigo desenvolvido por Checchi *et al.* (2020), traz que as abelhas são de extrema importância na preservação da vida como é conhecida, pois são elas as responsáveis diretas por grande parte dos serviços de polinização, o que gera impactos tanto ecológicos quanto ambientais.

Devido à grande importância das abelhas, é necessário um monitoramento contínuo das colmeias. O monitoramento automático é indicado, pois pode manter um controle sobre todas as colmeias através de um único sistema.

O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema completo para monitoramento contínuo das colmeias, sendo proposto como base para monitoramento automático os seguintes parâmetros:

- 1. Medição de peso:** a mediação do peso considerando o fator tempo, pode refletir o estado de trabalho da colmeia com alta precisão, além de sua saúde e bem-estar;
- 1. Medição de som:** a medição do som da colmeia é uma técnica útil para verificar o estado das abelhas. As abelhas se comunicam através de vibrações e sinais sonoros, assim, pelo som que elas estão emitindo é possível saber o que está acontecendo na colmeia. O uso de aprendizado de máquina vem sendo introduzido para classificar os áudios gravados nas colmeias;
- 2. Medição de umidade e temperatura:** a medição da umidade e de temperatura, tanto interna quanto externa, se faz importante visto que pode influenciar tanto na saúde das abelhas quanto na produção da colmeia; e
- 3. Medição de CO<sub>2</sub>:** a medição de dióxido de carbono é necessária pois o mesmo é ligado diretamente ao metabolismo das abelhas.



Para a gestão de todas as medições foi desenvolvido um *hardware* e *software* que integram a medição de peso, som, temperatura, umidade, também a medição do CO<sub>2</sub>. O sistema é modular e conta com 2 módulos principais, sendo eles:

1. **Bee board:** instalado em cada colmeia; e
2. **Queen board:** instalado no apiário para coletar as informações dos Bee board's.

A Bee board consiste em um RaspberryPi 3B equipado com um Behringer, placa de som UCA22, dois microfones ADMP401 MEMS, dois sensores de umidade e temperatura DHT22, uma balança projetada e um sensor de CO<sub>2</sub>.

A Queen board consiste em um RaspberryPi 3B equipado com vários sensores para adquirir parâmetros climáticos próximos as colmeias, também um switch Ethernet que envia os dados para um servidor remoto, onde os dados são recebidos, verificados e armazenados.

Conclusão, com o sistema apresentado é possível fazer um monitoramento completo dos apiários e ter um extremo controle sobre o que está ocorrendo com cada colmeia.

### ***3.3.5 Predicting honey production using data mining and artificial neural network algorithms in apiculture***

O artigo desenvolvido por Karadas E Kadirhanogullari (2017) apresenta que um terço dos alimentos relacionados a plantas que são polinizadas, são polinizados por abelhas.

A apicultura é uma fonte de renda vantajosa, pois não necessita de grandes quantidades de solo, possui um baixo custo para investimento, renda a curto prazo e não necessita de muita mão de obra.

A pesquisa foi realizada em todos os apiários registrados na Associação de Apicultura da província de Igdir, na Turquia. Ao todo foram estudados dados de 85 apiários, com o objetivo principal de determinar alguns fatores que influenciam no rendimento médio do mel por colmeia em 2014. O objetivo secundário da pesquisa era determinar o melhor algoritmo para mineração de dados e desenvolver um modelo eficaz.

Os dados para a realização da pesquisa foram coletados através do censo da província de Igdir. Os fatores principais considerados foram:

1. Idade do apicultor;



2. Nível de escolaridade;
3. Número de colmeias;
4. Raça das abelhas;
5. Tempo trabalhado no apiário;
6. Alimentação durante o outono e primavera;
7. Tempo trabalhado com apicultura durante o ano;
8. Frequência da mudança de rainhas na colmeia; e
9. Controle das colmeias no verão.

Foram analisados os algoritmos de mineração de dados *CART*, *CHAID*, *MARS* e *Exhaustive CHAID* e o algoritmo de redes neurais *Multilayer Perceptron*. O algoritmo *Multilayer Perceptron* foi treinado com 80% dos dados e testado com os 20% restantes.

Foi concluído que o algoritmo preditivo MARS foi o mais vantajoso, tendo o melhor desempenho preditivo e apresentando maiores informações quando comparado aos demais.

### 3.4 Quadro comparativo

Na Tabela 6 é apresentado um quadro comparativo sobre os trabalhos relacionados. A tabela conta com o objetivo principal de cada estudo, as técnicas utilizadas e os resultados obtidos. O trabalho de Silva (2021) é o que possui o objetivo mais semelhante ao deste estudo, tendo como objetivo a elaboração de um sistema para gerenciamento de apiários, porém, possui diferenças se comparado a este estudo, as quais são detalhadas no quadro comparativo.

Tabela 6. Quadro comparativo dos trabalhos relacionados.

TRABALHO	OBJETIVOS	MÉTODOS	RESULTADOS
<b>Um sistema baseado em <i>machine learning</i> para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola</b>	Desenvolver um sistema Web para gerenciar informações produtivas e geolocalização dos apiários.	Análise de algoritmos de <i>Machine Learning</i> para verificação do algoritmo mais eficiente.	Algoritmo de Regressão Linear Múltipla apresentou o melhor desempenho, com score de 97%.
<b>Aplicativo para controle e gerenciamento de apiário</b>	Desenvolver um aplicativo para gerenciar os dados do apiário	Foi realizada uma entrevista para verificar as necessidades do apiário e assim elaborar um escopo para o desenvolvimento.	Sistema foi desenvolvido conforme especificações, porém, não foi implantado.
<i>Economics of technical efficiency in white honey</i>	Avaliar e comparar a eficiência técnica de	Amostras foram separadas em 3 categorias	Dados indicaram que a ineficiência técnica é



<i>production: Using stochastic frontier production function.</i>	projetos de apicultura de capacidades variadas de produção.	os quais são usados para comparações entre as amostras.	superior ao erro aleatório no desvio padrão ideal, sugerindo que apicultores estão falhando nas técnicas de produção.
<i>A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Beehive Monitoring</i>	Apresentar um Sistema completo para monitoramento contínuo de colmeias.	Apresentados parâmetros importantes de serem monitorados em cada colmeia e desenvolvido sistema para gerenciamento.	Com o sistema proposto é possível um monitoramento completo dos apiários tendo dados de todas as colmeias individualmente.
<i>Predicting honey production using data mining and artificial neural network algorithms in apiculture</i>	Determinar o melhor algoritmo para a previsão de produção de mel.	Selecionados fatores considerados importantes e testados para obter o com melhor desempenho.	Algoritmo preditivo MARS considerado o mais vantajoso, tendo o melhor desempenho preditivo.
<b>Este trabalho</b>	Desenvolvimento de um sistema para auxiliar apicultores no processo de controle dos apiários com geolocalização, avaliação de viabilidade de instalação, estimativa de produção e mapa de mortalidade.	O sistema foi desenvolvido com auxílio de uma técnica de inteligência artificial, denominada Sistema Especialista.	Desenvolvido sistema para auxiliar na tomada de decisão na instalação de novos apiários, com estimativa de produtividade e gerenciamento de apiários, além de geomapeamento de pontos de mortalidade. <i>Software</i> disponibilizado na Play Store.

Como pode-se observar os trabalhos relacionados apresentam diferentes abordagens a problemas semelhantes, mas nenhum deles utiliza de um sistema especialista para realizar a orientação aos produtores, associado ao uso do controle de produtividade baseado em dados reais de produtividade com base nas características do local de instalação dos apiários, assim estando pronto para aplicação de técnicas de *machine learning* para aumentar a qualidade dos resultados, além de possuir geomapeamento de pontos de mortalidade e participação ativa dos especialistas.

Os procedimentos metodológicos e etapas para o desenvolvimento das atividades definidas para alcançar o objetivo do estudo são detalhados no Capítulo 4, no qual é descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho.



## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

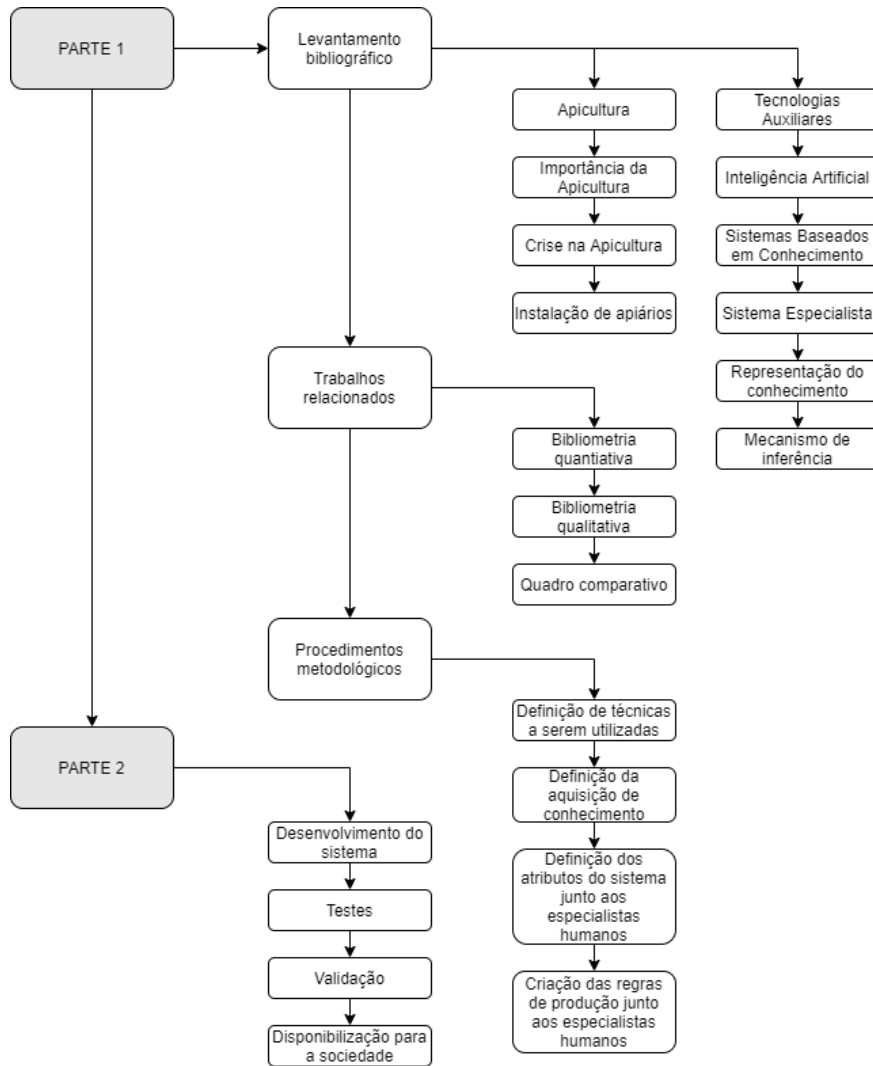
Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento deste estudo, bem como é apresentada a etapa do desenvolvimento da pesquisa, seguida pela caracterização do público-alvo, definição dos dados de entrada, funcionalidades do sistema, aquisição do conhecimento, representação do conhecimento, regras de produção, teste e validação, tecnologias e recursos utilizados e pôr fim a conclusão do Capítulo.

Para a realização deste estudo, foram realizadas pesquisas para a aquisição de conhecimento sobre apicultura e sobre tecnologias para auxiliar no desenvolvimento da aplicação (PARTE 1), após a conclusão das pesquisas iniciou-se o trabalho de desenvolvimento da aplicação (PARTE 2), conforme a Figura 14.





Figura 14. Diagrama de etapas do trabalho.



A aplicação tem como base um *software mobile* direcionado a apicultores iniciantes ou com pouca experiência, no que tange as recomendações de instalação de novos apiários. O sistema conta também com um indicador de produção estimada, caso o sistema indique a instalação do apiário, com base nos dados de entrada do usuário.

As próximas seções detalham as definições necessárias para o desenvolvimento da aplicação bem como as entrevistas com especialistas para a definição das variáveis de entrada.

#### 4.1 Caracterização do público-alvo

Este estudo tem como público-alvo apicultores iniciantes, com pouca experiência ou que procuram uma maneira mais eficiente para analisar a viabilidade de instalação de um novo apiário e que estime a produção média que o local pode oferecer no caso dele ser viável.



Além disso, o sistema também serve para aqueles que queiram ter um melhor controle para seus apiários já existentes, pois oferece algumas ferramentas para o gerenciamento de apiários, contendo também mapas dos apiários do apicultor além de um mapa de mortalidade onde ficam visíveis as mortalidades cadastradas por todos os usuários do sistema.

## 4.2 Dados de entrada

Em conjunto com os especialistas (apicultores), foram determinados os dados de entrada do Sistema Especialista, alguns dados numéricos foram agrupados para facilitar o preenchimento do usuário e o enquadramento em regras específicas. As informações de entrada e os respectivos tipos de valores são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Tabela de dados de entrada.

<b>PERGUNTAS DE ENTRADA</b>	<b>OPÇÕES DE RESPOSTA</b>
<b>% de flora apícola no raio de 1500m</b>	<=10% >10% e <=20% >20% e <=30% >30% e <=40% >40%
<b>Possui água no raio de 300m?</b>	Sim/Não
<b>Facilidade de acesso</b>	Sim/Não
<b>Tipo de vegetação</b>	Rasteira/mata
<b>Distância de ambientes de circulação</b>	Menos de 300 metros Entre 300 e 400 metros Mais de 400 metros
<b>Outros apiários no raio de 3 Km?</b>	Sim/Não
<b>Recebe luz solar?</b>	Sim/Não
<b>Possui lavouras no raio de 250m?</b>	Sim/Não
<b>Número de colmeias pretendidas</b>	Número inteiro

Caso o sistema tenha como saída, que o local não é indicado, é exibido o motivo da não indicação tópico a tópico. Caso o sistema tenha como saída que o apiário é viável, então é exibida uma mensagem de sucesso e estimativa de produção calculada com base no histórico fornecido pelos especialistas.

## 4.3 Funcionalidades

O sistema tem o objetivo de auxiliar apicultores na tomada de decisão sobre a instalação de um apiário em determinado local, com o auxílio de variáveis fornecidas pelo apicultor. O sistema estima uma produção média que pode ser esperada pelo apicultor em caso de indicação



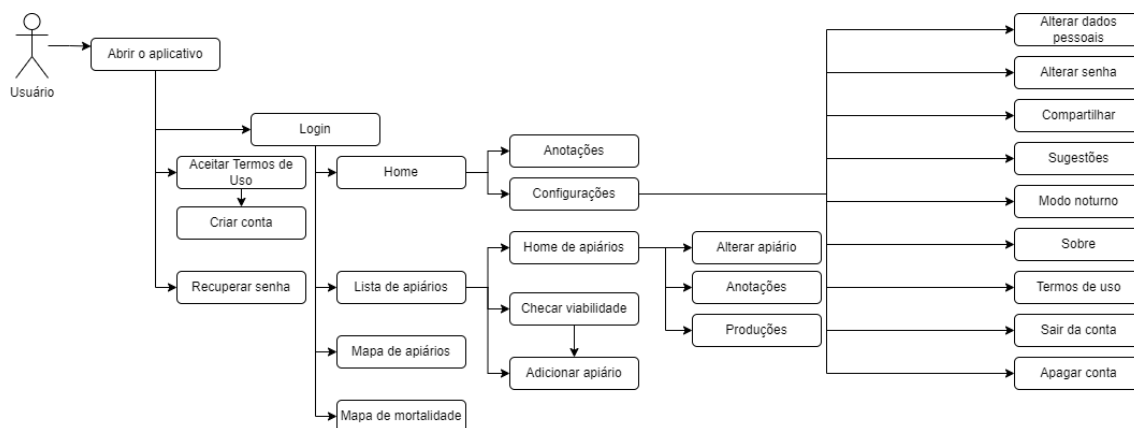
de viabilidade. Este processo de estimativa é realizado utilizando dados históricos cedidos pelos especialistas. Caso o apicultor tenha problemas com mortalidades de colmeias, ele poderá adicionar este local em um mapa público, para que outros apicultores evitem a região. A fim de facilitar o uso da aplicação, também foi desenvolvida uma breve documentação do sistema, onde constam todas as telas, com ilustrações e orientações de cada funcionalidade. Esta documentação está disponível no Apêndice A.

Para a utilização do sistema, o usuário terá de fazer um cadastro, assim, sempre terá as informações disponíveis em qualquer dispositivo em que se conectar, não tendo seus dados salvos exclusivamente no dispositivo. Para a realização do cadastro, o usuário precisa aceitar os termos de uso que são descritos no Apêndice B.

O sistema funciona de forma *online* e *offline*, assim, caso esteja em um local isolado, ele conseguirá realizar o cadastro de seu apiário. Essa funcionalidade é necessária pelo fato que inúmeros apiários não contam com conectividade com a internet, assim, o apicultor conseguirá registrar o apiário e suas coordenadas. No caso da operação offline, ao identificar conectividade, o sistema realizara a sincronização dos dados de forma automática.

Além dos objetivos principais, o sistema conta com algumas funcionalidades adicionais para que o apicultor possa gerenciar todos os apiários com o sistema. O sistema será voltado inicialmente para um controle por apiário e não por colmeia específica. A Figura 15 apresenta o diagrama de casos de uso da aplicação, no qual as funcionalidades disponíveis inicialmente estão listadas.

Figura 15. Diagrama de casos de uso da aplicação.



Conforme visto, o sistema tem funcionalidades para facilitar o trabalho do apicultor visando viabilizar o controle através de um dispositivo móvel. Tal tarefa normalmente, em

pequenas propriedades, é realizada através de anotações em papel e a instalação de novos apiários depende exclusivamente da expertise de produtores mais experientes.

Da mesma forma, dados de mortalidade não são georreferenciados e tão pouco compartilhados entre diversos produtores. Ainda, tal artefato pode ser utilizado como ferramenta de mapeamento integrado à Secretaria da Agricultura dos municípios, permitido assim mapeamentos e investigações precisas, pois trata-se de crime ambiental, conforme a lei número 9605/98 de 12 de fevereiro de 1998.

#### 4.4 Aquisição do conhecimento

A aquisição do conhecimento se deu através de dados fornecidos pelos especialistas humanos que possuem seus apiários no Vale do Rio Pardo e de conversas nas quais foi debatido o que deve ser observado na instalação de um novo apiário para garantir que ele terá sucesso. Foram disponibilizados dados históricos de produções dos últimos 3 anos, sendo os dados que os especialistas ainda possuíam em seu arquivo, esses dados foram utilizados para a geração das médias utilizadas para a estimativa de produção do SE. Já as entrevistas serviram para complementar e validar os dados pesquisados durante a elaboração deste trabalho.

Após a obtenção dos dados históricos, foi necessário agrupar os dados pelo valor percentual de flora apícola no raio de 1500m, esse agrupamento era necessário para gerar a produção média por flora que foi utilizada como base para o cálculo de estimativa de produção do Sistema Especialista. Tendo os dados agrupados, foram calculados os seguintes valores:

- 1. Produção média:** calculado somando as últimas 3 produções de cada apiário e dividindo o resultado por 3;
- 2. Produção média por caixa:** calculado dividindo o resultado da produção média de cada apiário pela quantidade de colmeias do apiário; e
- 3. Produção média por flora:** calculado fazendo a média entre o total de produções médias por caixa entre todos os apiários de um mesmo grupo.

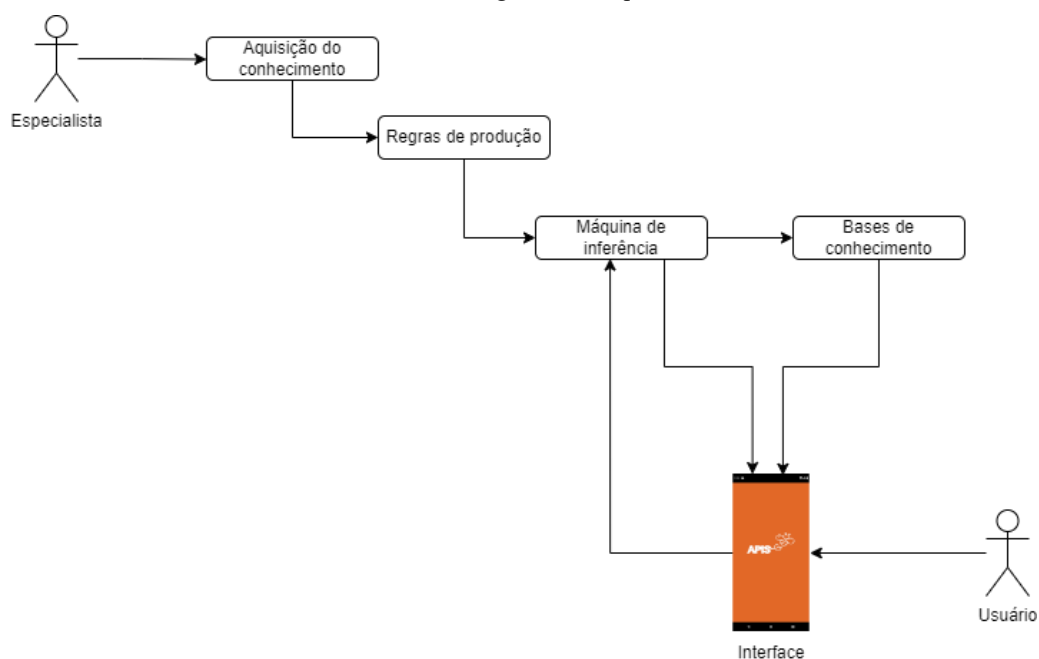
Os dados disponibilizados, já com as médias, estão disponíveis no Apêndice C.



## 4.5 Representação do conhecimento

A representação do conhecimento foi elaborada através de regras de produção, nas quais os atributos de entrada são categorizados em algumas classes para assim ter uma métrica para a correta aplicação da regra. A Figura 16 apresenta a arquitetura do SE, desde a aquisição do conhecimento até a utilização pelo usuário.

Figura 16. Arquitetura SE.



Conforme a Figura 16, a arquitetura do SE inicia com a aquisição do conhecimento junto ao especialista, a aquisição do conhecimento serve para a criação das regras de produção e bases de conhecimento. O usuário ao utilizar o sistema, irá acessar a interface e preencher o questionário, informando as características do local onde pretende instalar seu novo apiário, após o preenchimento, o sistema irá realizar uma consulta, o que pode ser denominado de inferência, e com base nisso irá apresentar um retorno ao usuário, ou caso necessário, irá acessar alguma das bases de conhecimento para então apresentar a resposta ao usuário.

## 4.6 Regras de produção

Para o desenvolvimento das regras de produção utilizou-se o padrão causa-efeito, onde tem-se a estrutura (SE <condição> ENTÃO <conclusão>). As regras são construídas para utilização nos dados já categorizados.



O sistema foi dividido em regras gerais e regras para as bases de conhecimento. Primeiramente são analisadas as regras gerais que fazem o direcionamento para as regras específicas das bases de conhecimento de não indicação ou de indicação de produção.

O número de colmeias pretendidas irá ser verificado para até 49 colmeias, acima disso é recomendada a consulta com um especialista, visto que os fatores para um apiário desse porte são muito variados e o sistema não comporta dados para uma verificação tão ampla.

As entradas fornecidas pelos usuários são validadas através do conjunto de regras a seguir, sendo elas disposta como (I) Regras Gerais, (II) Regras bcNãoIndicação (III) bcIndicaçãoProdução:

## **I) Regras gerais:**

### **REGRA 1**

SE (colmeias  $\geq$  50)

ENTÃO É recomendada a consulta com especialista humano.

### **REGRA 2**

SE (Água = Não OU Acesso = Não OU (Vegetação = Rasteira E Distância = Menos de 300 metros) OU (Vegetação = Rasteira e Distância = Entre 300 e 400 metros) OU (Vegetação = Mata E Distância = Menos de 300 metros) OU Outros = Sim OU Luz = Não OU Lavouras = Sim)

ENTÃO bcNãoIndicação (Água, Acesso, Vegetação, Distância, Outros, Luz, Lavouras)

### **REGRA 3**

SE (Água = Sim E Acesso = Sim E ((Vegetação = Rasteira E Distância = Mais de 400 metros) OU (Vegetação = Mata E Distância = Entre 300 e 400 metros) OU (Vegetação = Mata E Distância = Mais de 400 metros)) E Outros = Não E Luz = Sim E Lavouras = Não)

ENTÃO bcIndicaçãoProdução (Colmeias, Flora)



## II) Regras bcNãoIndicação (Água, Acesso, Vegetação, Distância, Outros, Luz, Lavouras):

### REGRA 1

SE (Água = Não)

ENTÃO A falta de água pode levar as abelhas a abandonarem a colmeia. A fonte de água deve estar localizada a no máximo 300 metros do apiário, sendo ideal uma distância máxima de 50 metros.

SENÃO Água = Ok.

### REGRA 2

SE (Acesso = Não)

ENTÃO Tendo em mente que o apiário será construído para a produção de mel, deve ser possível chegar até o local com facilidade, para que seja possível transportar a produção com facilidade.

SENÃO Acesso = Ok.

### REGRA 3

SE ((Vegetação = Rasteira E Distância = Menos de 300 metros) OU (Vegetação = Rasteira e Distância = Entre 300 e 400 metros))

ENTÃO Para a segurança das pessoas, é recomendado que seja mantida uma distância mínima de 400 metros de ambientes de circulação em casos de vegetação sendo rasteira.

SENÃO SE (Vegetação = Mata E Distância = Menos de 300 metros)

ENTÃO Para a segurança das pessoas, é recomendado que seja mantida uma distância mínima de 300 metros de ambientes de circulação em casos de vegetação sendo mata.

SENÃO Segurança = Ok.

### REGRA 4



SE (Outros = Sim)

ENTÃO As abelhas geralmente buscam alimento em um raio de até 1500 metros, a recomendação é de que os apiários sejam instalados em uma distância mínima de 3000 metros entre eles.

SENÃO Outros = Ok.

### **REGRA 5**

SE (Luz = Não)

ENTÃO É recomendado que o alvado receba a luz solar da manhã, para que as abelhas possam sair para a coleta de alimento o mais cedo possível.

SENÃO Luz = Ok.

### **REGRA 6**

SE (Lavouras = Sim)

ENTÃO Lavouras nas proximidades de um apiário podem ser prejudiciais pois não se sabe quais pesticidas são usados, então, é recomendado evitar tais áreas.

SENÃO Lavouras = Ok.

## **III) Regras bcIndicaçãoProdução (Colmeias, Flora)**

### **REGRA 1**

SE (flora  $\leq 10$ )

ENTÃO colmeias \* 17,19

### **REGRA 2**

SE (flora  $> 10$  e  $\leq 20$ )

ENTÃO colmeias \* 27,06





**REGRA 3**

SE (flora &gt;20 e &lt;=30)

ENTÃO colmeias \* 28,77

**REGRA 4**

SE (flora &gt;30 e &lt;=40)

ENTÃO colmeias \* 30,66

**REGRA 5**

SE (flora &gt;40)

ENTÃO colmeias \* 38,94

As três primeiras regras gerais funcionam para direcionamento para a correta base de conhecimento, a fim de evitar processamento desnecessário, assim que definido a base correta é chamada para então trazer o resultado ao usuário.

**4.7 Testes e validação**

Após a definição das regras foram realizados testes que foram propostos pelos especialistas. A seguir são apresentados três dos testes realizados, um para cada uma das três principais regras do SE. A Tabela 8 apresenta a entrada de dados para cada um dos testes.

Tabela 8. Tabela de exemplos.

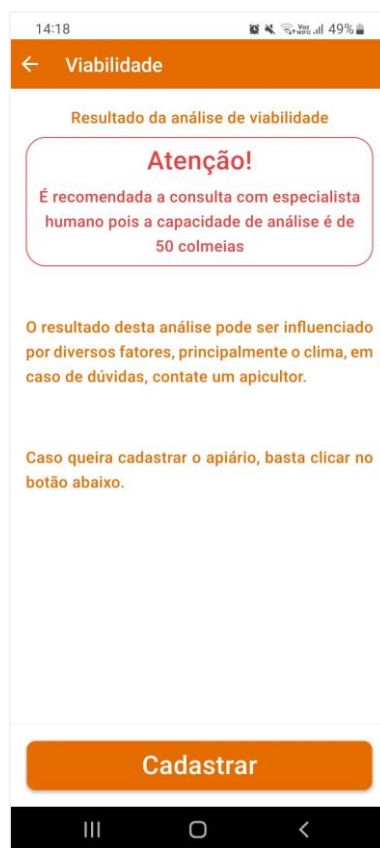
<b>PERGUNTA DE ENTRADA</b>	<b>TESTE 1</b>	<b>TESTE 2</b>	<b>TESTE 3</b>
<b>% de flora apícula no raio de 1500m</b>	<=10%	<=10%	>10% e <=20%
<b>Possui água no raio de 300m?</b>	Sim	Sim	Não
<b>Facilidade de acesso</b>	Sim	Sim	Não
<b>Tipo de vegetação</b>	Rasteira	Rasteira	Rasteira
<b>Distância de ambientes de circulação</b>	Mais de 400 metros	Mais de 400 metros	Menos de 300 metros



<b>Outros apiários no raio de 3 Km?</b>	Não	Não	Não
<b>Recebe luz solar?</b>	Sim	Sim	Não
<b>Possui lavouras no raio de 250m?</b>	Não	Não	Não
<b>Número de colmeias pretendidas</b>	50	30	35

A Figura 17 apresenta o resultado de saída do SE para as entradas do TESTE 1, onde pode-se observar que foi aplicada a REGRA GERAL 1. Sendo assim, a aplicação notifica e orienta o usuário, indicando que uma consulta a um especialista é necessária devido ao número de colmeias exceder 49.

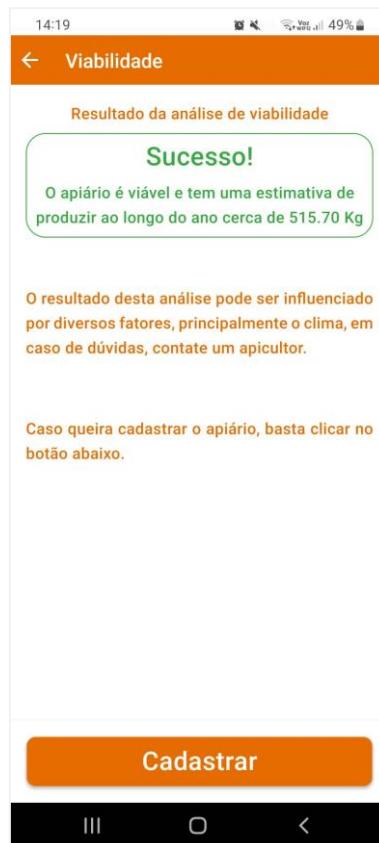
Figura 17. Resultado SE para entradas do TESTE 1.



A Figura 18 apresenta o resultado de saída do SE para as entradas do TESTE 2. Nota-se que foi aplicada a REGRA GERAL 3, onde é consultada a base de regras para indicação de instalação, que então aplica a sua REGRA 1.



Figura 18. Resultado SE para entradas do TESTE 2.



A Figura 19 apresenta o resultado de saída do SE para as entradas do TESTE 3, onde também podemos observar que foi aplicada a REGRA GERAL 2, onde é consultada a base de regras para a não indicação de instalação, que então irá analisar parâmetro por parâmetro para retornar os motivos, em formato de tópicos para garantir que os motivos fiquem claros ao usuário. Desta forma, com poucas verificações, o usuário irá ser capaz de fazer suas próprias análises de forma imediata, pois além de ser simples, o sistema transmite a informação de forma clara.



Figura 19. Resultado SE para entradas do TESTE 3.

14:21 49%

← Viabilidade

Resultado da análise de viabilidade

**Água**

A falta de água pode levar as abelhas a abandonarem a colmeia. A fonte de água deve estar localizada a no máximo 300 metros do apiário, sendo ideal uma distância máxima de 50 metros.

**Acesso ao apiário**

Tendo em mente que o apiário será construído para a produção de mel, deve ser possível chegar até o local com facilidade, para que seja possível transportar a produção com facilidade.

**Segurança**

Para a segurança das pessoas, é recomendado que seja mantida uma distância mínima de 400 metros de ambientes de circulação em casos de vegetação sendo rasteira.

**Outros apiários**

Ok.

**Luz solar**

É recomendado que o alvado receba a luz solar da manhã, para que as abelhas possam sair para a coleta de alimento o mais cedo possível.

**Lavouras nas proximidades**

Ok.

O resultado desta análise pode ser influenciado por diversos fatores, principalmente o clima, em caso de dúvidas, contate um apicultor.

Caso queira cadastrar o apiário, basta clicar no botão abaixo.

**Cadastrar**

Os exemplos apresentados ilustram como o SE trabalha em relação a suas regras. Neste sentido, a primeira regra a ser verificada será sempre a que valida a quantidade de colmeias. Caso essa regra já extrapole a quantidade máxima a ser trabalhada pelo SE, o resto do processo não é executado. Porém, caso essa regra seja atendida, serão analisadas as próximas duas regras gerais, para então acessar a base de conhecimento correta.

Após os testes descritos o aplicativo foi disponibilizado para os especialistas no formato de teste fechado na plataforma oficial de *downloads* de aplicativos para o S.O Android da Google, a Google Play, onde os especialistas realizaram o *download* do *software* para que assim pudessem ser realizados testes de uso afim de obter *feedbacks* sobre o uso e novas funcionalidades.

#### **4.7.1 Testes com usuário**

Os testes foram realizados de forma presencial com os dois especialistas que forneceram os dados para a montagem do sistema especialista. Ambos os usuários realizaram a instalação do aplicativo em seus dispositivos Samsung, modelos note 8 e A10.

O primeiro passo foi realizar o cadastro, até então, nenhuma dúvida foi apresentada. Durante a realização do cadastro, notou-se que alguns botões da tela de cadastro estavam com o texto comprometido em virtude do tamanho da tela do dispositivo que estava sendo usado, o que foi anotado e corrigido em uma atualização posterior.

Após o cadastro, realizaram o login e navegaram pelas telas do aplicativo, a fim de conhecer a estrutura completa. Após alguns minutos, realizaram o cadastro de alguns apiários para verificarem os mesmos no mapa de apiários.

Após finalizados os testes foram realizados questionamentos sobre a experiência de uso, onde relataram que o aplicativo é de fácil usabilidade por ser bem intuitivo. Além destes relatos, consideraram a funcionalidade dos mapas muito interessantes e relataram que essa é uma funcionalidade que a muito tempo eles precisavam. Outro ponto elogiado foi o fato de o *software* funcionar sem a necessidade de conexão com a internet.

Alguns pontos de melhoria foram apontados também, tais como legenda para a circunferência dos mapas e alguns relatórios que poderiam ser exportados em formatos .PDF. A legenda para os mapas já foi implementada e disponibilizada na última atualização do *software*. Já os relatórios serão adicionados em uma versão futura.



## 4.8 Tecnologias utilizadas no desenvolvimento

Visando o desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis as tecnologias são específicas para este objetivo. As tecnologias utilizadas no desenvolvimento do aplicativo APIS foram:

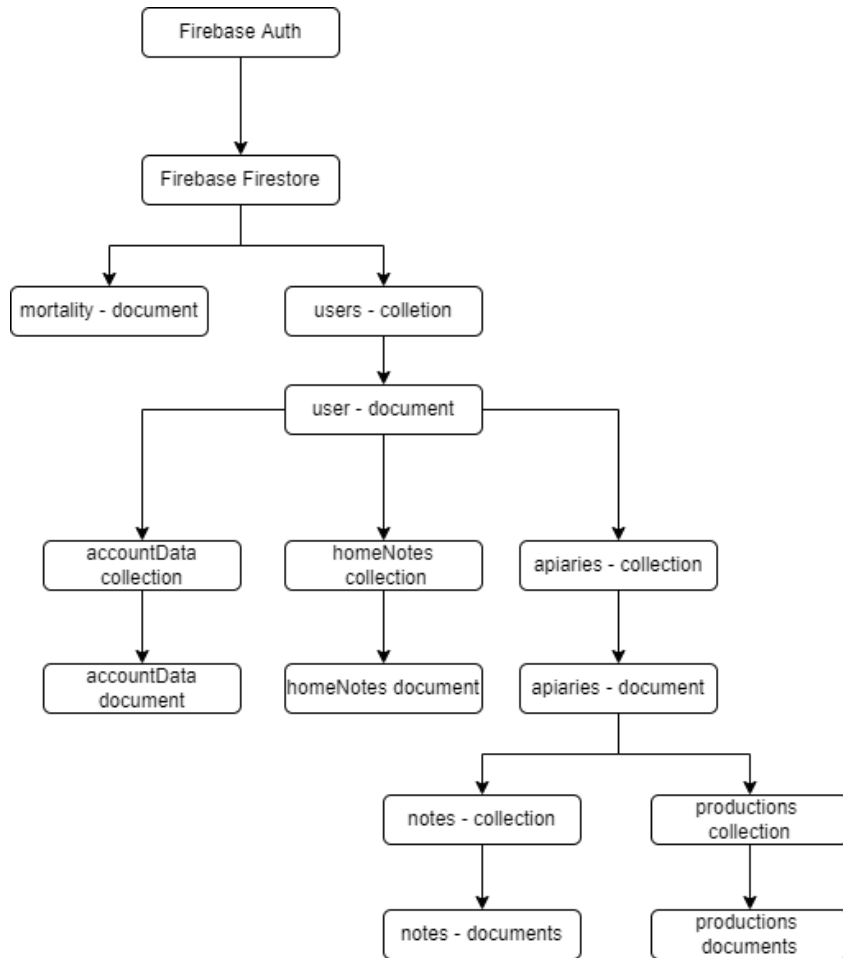
- 1. Linguagem de programação JavaScript:** é uma linguagem de programação interpretada ou compilada de alto nível, com tipagem dinâmica fraca e multiparadigma. O JavaScript surgiu em 1995, hoje sendo uma linguagem consolidada. A linguagem é uma marca registrada pela Oracle (MDN Web Docs, 2021);
- 2. Plataforma de desenvolvimento *Visual Studio Code* (VSCODE):** editor de código fonte que roda na área de trabalho. É leve, possui possibilidade para integração com inúmeras linguagens de programação, além de ter inúmeras extensões para customização. O VSCODE é uma plataforma disponibilizada pela Microsoft (Visual Studio Code, 2021);
- 3. Ferramenta de versionamento de código GitHub:** plataforma de hospedagem de código fonte com controle de versão usando Git. A plataforma foi lançada em 2008 e hoje pertence a Microsoft (GitHub, 2021);
- 4. Banco de dados Firebase:** plataforma fundada em 2011, hoje pertencente a Google. Serve para a criação de aplicativos moveis e web (Firebase, 2021); e
- 5. React-Native Framework:** o React-Native é um framework desenvolvido pelo Facebook Inc, lançado em 2015. É usado para desenvolvimento de aplicativos nativos nos sistemas Android e iOS. (React Native, 2021).

## 4.9 Banco de dados

Para a realização deste trabalho foram utilizadas as ferramentas de banco do Firebase, onde o Firebase Auth fez o gerenciamento de contas e o Firebase Firestore fez o gerenciamento do banco de dados. A Figura 20 apresenta o diagrama de coleções e documentos criados no Firestore para armazenar os arquivos dos usuários do aplicativo APIS.



Figura 20. Diagrama de coleções e documentos.



Este Capítulo apresentou o processo de como o sistema foi desenvolvido, desde a escolha de tecnologias, aquisição do conhecimento, representação do conhecimento, funcionalidades que o sistema possui e como ele foi estruturado, além de apresentar potenciais trabalhos a serem elaborados no futuro.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema foi desenvolvido utilizando uma das subáreas da Inteligência Artificial, denominada Sistema Especialista, o qual tem por objetivo simular o conhecimento de um especialista em determinada área e com isso, não se faz necessário que um especialista esteja sempre presente para a realização da tomada de decisão.

Figura 21. QRCode para download do aplicativo APIS.





## 6 CONCLUSÃO

O estudo apresenta inicialmente a compreensão do domínio do problema, sendo determinado se o local é ou não adequado para a instalação de apiários, bem como, qual a produtividade que se espera caso ele seja viável. Após, apresenta a etapa de aquisição do conhecimento, na qual foram realizadas pesquisas teóricas e entrevistas com especialistas para compreensão dos pontos a serem considerados para as entradas do sistema, além de se obter dados históricos, utilizados para a geração das regras de produção, também para a realização das validações do sistema.

Com base nos testes realizados com os especialistas, foi constatado que o aplicativo APIS é uma solução útil e eficiente para gestão de apiários principalmente para apicultores que estão ingressando na área, pois o sistema ajuda o usuário inexperiente a evitar erros que até então poderiam passar despercebidos.

Com isso, a pergunta base deste trabalho “Como técnicas computacionais podem auxiliar o apicultor na tomada de decisão sobre locais mais adequados e com potencial produtivo?” pode agora ser respondida através dos resultados apresentados, onde, através da utilização do aplicativo APIS o apicultor inexperiente terá acesso a informações precisas sobre a instalação de seus apiários, pois, caso o local não seja indicado, o usuário irá receber de forma detalhada os motivos do local não ser indicado. Da mesma forma, caso o local seja adequado, terá uma noção do que poderá esperar de produção daquele local. Já para usuários mais experientes, o sistema servirá para que façam um gerenciamento de seus apiários, além de poder monitorar áreas de mortalidade afim de evitá-las.

Por fim, podemos concluir que sistemas disponibilizados através de dispositivos móveis podem contribuir de forma significativa para a gestão e manutenção de apiários, bem como fornecer de forma simples ferramentas para identificar locais recomendados ou não para a produção, utilizando recursos existentes nas propriedades (smartphones), sem a necessidade de adquirir novos equipamentos específicos.



## 6.1 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, visando aprimorar recursos e funcionalidades da aplicação, podemos mencionar os seguintes pontos:

1. Exportação de relatórios .PDF;
2. Tela de bloqueio com o uso de PIN;
3. Integrações para monitoramento de apiários com IoT;
4. Integrações com ferramentas de mapeamento de matas automatizadas ou através de especialistas (Biólogos/Agrônomos);
5. Verificação de mortalidades no entorno do local onde o apicultor está verificando viabilidade de instalação; e
6. Integração com Secretarias de Agriculturas para mapeamento de mortalidade e melhorias do sistema produtivo.



## REFERÊNCIAS

A.B.E.L.H.A (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas). Qual distância uma abelha percorre para coletar néctar? 2015. Disponível em: <<https://abelha.org.br/faq/28-qual-distancia-uma-abelha-percorre-para-coletar-nectar/>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

A.B.E.L.H.A (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas). Localização dos apiários. 2020. Disponível em: <<https://abelha.org.br/localizacao-dos-apiarios/>>. Acesso em: 19 set. 2021.

A.B.E.L.H.A (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas). Produção de mel no Brasil cresceu 8,5% em 2019. 2020 Disponível em: <<https://abelha.org.br/producao-de-mel-no-brasil-cresceu-85-em-2019/>>. Acesso em: 05 set. 2021.

AGRO CIÊNCIA. Informativo da Embrapa Meio-Norte. Ano 3, nº 10, de novembro de 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1354386/30392735/Agrociencia+10/b99e6ec7-c1b9-1bd9-e906-ebf9dcd78a9c>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

ALROPY, E. T.; DESOUKI, N. E.; ALNAFISSA, M. A. Economics of technical efficiency in white honey production: Using stochastic frontier production function. 2019. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez127.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1319562X19301925?via%3Dihub>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BRAZILIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT. A cadeia produtiva do mel no Brasil: análise a partir do sudoeste Paranaense. 2019. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/3494/3318>>. Acesso em: 19 set. 2021.

CECCHI, S. et al. A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Bee Hive Monitoring. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/20/9/2726/htm>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

CEEPRO Visconde de São Leopoldo. Apicultura. Manual adaptado de SOUZA, Darcet Costa – Org – Apicultura: Manuela do agente de desenvolvimento rural. 2ed. Brasília: SEBRAE, 2007 – 186p. 2019. Disponível em <<http://www.ceepto.com.br/documentos/Poligrafo%20de%20Apicultura%20CEEPRO.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2021.

CUNHA, A. E. S. et al. A novel non-invasive radar to monitor honey bee colony health. 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169919316059>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

DURANT, J. L.; OTTO, C. R. V. Feeling the sting? Addressing land-use changes can mitigate bee declines. 2019. Disponível em: <<https://www->



sciencedirect.ez127.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0264837718317174>. Acesso em: 15 ago. 2021.

DINIZ, F. EMBRAPA. Pesquisadores avaliam mortalidade de abelhas no Brasil. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16665113/pesquisadores-avaliam-mortalidade-de-abelhas-no-brasil>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

EMBRAPA INFORMAÇÃO TÉCNOLÓGICA. Criação de abelhas (apicultura). 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11943/2/00081610.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

EMBRAPA MEIO-NORTE. Localização do apiário. 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/66159/1/apiario.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2021.

FERNANDES, A. M. R. Ferramenta para Ensino da Técnica de Raciocínio Baseado em Casos. 2012. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/441625.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2021.

FIREBASE. 2021. Disponível em: <<https://firebase.google.com/?hl=pt/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

GIACOBINO, A. et al. Environment or beekeeping management: What explains better the prevalence of honey bee colonies with high levels of Varroa destructor? 2017. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez127.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0034528817300097>>. Acesso em: 12 set. 2021.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3º ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GITHUB. 2021. Disponível em: <<https://github.com/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

GOLDSCHMIDT, R. R. Uma Introdução à Inteligência Computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações. IST - Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 1º ed. 2010. Disponível em: <<http://www.boente.eti.br/fuzzy/ebook/ebook-fuzzy-goldschmidt.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2021.

GUSSONI, W. J.; RIBEIRO, G. S. Abelhas X Agrotóxicos Informativo aos apicultores e meliponicultores. 2017. Disponível em: <[http://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/cartilha\\_abelhas\\_digital\\_final.pdf](http://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/cartilha_abelhas_digital_final.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2021.

KARADAS, K.; KADIRHANOGULLARI I. H. Predicting Honey Production using Data Mining and Artificial Neural Network Algorithms in Apiculture. 2017. Disponível em: <<http://researcherslinks.com/current-issues/Predicting-Honey-Production-Data-Mining/20/1/715/html>>. Acesso em: 27 set. 2021.

LOURENÇO, P. M. B. Sistema especialista para auxílio no diagnóstico de diabetes mellitus. 2003. Disponível em: <<https://ri.unipac.br/repositorio/wp-content/uploads/2019/07/PAULA-MOREIRA-BARBOSA-LOUREN%C3%87O.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2021.

LUGER, G. F. Inteligência Artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos. 4ª ed. Tradução de Paulo Martins Engel. São Paulo: Bookman, 2004.



MACHADO, F. T. S. Desenvolvendo um Sistema Especialista baseado em regras para resolução de problemas na conexão de Internet no Software ExpertSinta. 2012. Disponível em: <<http://sites.setrem.com.br/stin/2012/anais/Fhabiana.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2021.

MDN WEB DOCS. 2021. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

MEDEIROS, F. L. Inteligência Artificial Aplicada: uma abordagem introdutória. Curitiba: Intersaberes, 1º ed. 2018.

MENDES, F. As abelhas estão sumindo (e a culpa é dos agrotóxicos). Isto É Dinheiro, 2019. Publicado na revista Dinheiro, Edição 1112. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/as-abelhas-estao-sumindo-e-a-culpa-e-dos-agrotoxicos/>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

NORLANDER, T. E. Ai surveying: Artificial intelligence in business. 2001. Disponível em: <[http://4c.ucc.ie/web/upload/publications/mastersThesis/Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Business.pdf](http://4c.ucc.ie/web/upload/publications/mastersThesis/Artificial_Intelligence_in_Business.pdf)>. Acesso em: 07 out. 2021.

NUNES, S. P. A cadeira produtiva do mel no Brasil: análise a partir do sudoeste Paranaense. 2019. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/3494/3318>>. Acesso em: 12 set. 2021.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. Exportação de mel natural cresce mais de 50% em 2020. 2021. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/pecuaria/apicultura/noticias/exportacao-de-mel-natural-cresce-mais-de-50-em-2020>>. Acesso em: 05 set. 2021.

REACT-NATIVE. 2021. Disponível em: <<https://reactnative.dev/>>. Acesso em: 16 out. 2021.

RESEARCHGATE.NET. 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Colmeia-americana-e-suas-partes-Fonte-Adaptado-de-Lostlakegardens-2013\\_fig1\\_301571164](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Colmeia-americana-e-suas-partes-Fonte-Adaptado-de-Lostlakegardens-2013_fig1_301571164)>. Acesso em: 31 out. 2021.

VEJA. As abelhas estão desaparecendo. E isso é preocupante. 2016. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/ciencia/as-abelhas-estao-desaparecendo-e-isso-e-preocupante/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

REZENDE, S. O. Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações. Barueri: Manole, 2003. 525p.

RINCON, M. L. 20 Fatos curiosos sobre as abelhas. Mega Curioso. 2017. Disponível em: <<https://www.megacurioso.com.br/animais/39591-20-fatos-curiosos-sobre-as-abelhas.htm>>. Acesso em: 14 out. 2021.

ROSSO, M.; SILVA, S. H.; SCALABRIN, E. E. Sistema baseado em conhecimento para apoio à identificação dos focos do processo corporal da CIPE. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tce/a/VHtRYGncx3FYXV8GzgzxwCy/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 07 out. 2021.

SEBRAE. Conheça o histórico da apicultura no Brasil. 2015. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-o-historico-da-apicultura-no-brasil,c078fa2da4c72410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 10 set. 2021.



SILVA, A. L. Aplicativo para controle e gerenciamento de apiário. 2021. Disponível em: <[https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2032/TCC\\_Apiario%20Core%C3%A7%C3%A3o%20Biblioteca%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2032/TCC_Apiario%20Core%C3%A7%C3%A3o%20Biblioteca%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 12 out. 2021.

SILVA, W. D. et al. Um sistema baseado em machine learning para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola. 2021. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1134191/1/8679-Texto-do-artigo-44975-1-10-20210315-1.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2021.

SPERB, P. Laudo mostra que agrotóxicos causaram morte de milhões de abelhas. Folha de São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/07/laudo-mostra-que-agrotoxicos-causaram-morte-de-milhoes-de-abelhas.shtml>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

SWITANEK, M. et al. Modelling seasonal effects of temperature and precipitation on honey bee winter mortality in a temperate climate. 2016. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez127.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0048969716326444>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

TOSI, S. et al. A 3-year survey of Italian honey bee-collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides. 2017. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez127.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0048969717325779>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

TURING, A. M. Computing Machinery and Intelligence. 1950. Disponível em: <<https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>>. Acesso em: 25 set. 2021.

VIDAL, M. F. Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE. Ano 6, número 157, março de 2021. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/801/1/2021\\_CDS\\_157.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/801/1/2021_CDS_157.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2021.

VISUAL STUDIO CODE. 2021. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com/>>. Acesso em: 16 out. 2021.



## APÊNDICE A

Este apêndice apresenta as interfaces de uso do *software* APIS especificando as funcionalidades dispostas em cada tela, suas regras e funcionalidades de forma minimalista.

O *software* foi desenvolvido para disponibilizar dois modos de apresentação: normal e noturno, assim, visando otimizar este documento, serão apresentadas apenas as imagens com o tema normal.

Algumas informações sobre o *software* que não são apresentadas de forma visual, mas que foram utilizadas no desenvolvimento são:

1. **Placeholder:** todas as telas que possuam campos de digitação, possuem *placeholder*. O *placeholder* é um indicador visual para o usuário saber o que precisa ser informado no campo, ele é exibido assim que o usuário clicar sobre o campo;
2. **Toast:** as telas possuem avisos de sucesso e erro para a maioria das operações;
3. **Loading:** todos os botões que salvam informações no banco de dados possuem *loading*, além das telas que possuam *pull refresh*. Esses indicadores servem para que o usuário tenha um indicador visual de que a operação está sendo realizada;
4. **Troca de texto indicador de ação:** todos os botões que possuam ações de banco além de possuírem *loading* possuem troca de texto para melhor visualização do que está ocorrendo. Por exemplo, o texto padrão do botão é “Acessar”, ao clicar sobre ele, o texto passa a ser “Acessando”;
5. **Internacionalização:** o sistema foi montado utilizado do princípio de internacionalização, assim, caso seja necessário traduzir para outra linguagem, não é necessário mexer no código, apenas no arquivo de tradução; e
6. **Temas:** o sistema foi montado com arquivos de temas, assim, caso necessário bastaria alterar as cores em um único arquivo, não sendo necessário mexer em código.

As imagens a seguir são registro de telas do *Android Virtual Device (AVD)* modelo Pixel 3 XL rodando a API 30 com o Sistema Operacional Android 11.



## 1 *SPLASH SCREEN*



A *Splash Screen* é a tela de abertura do sistema, durante sua exibição as ações a seguir estão sendo executadas:

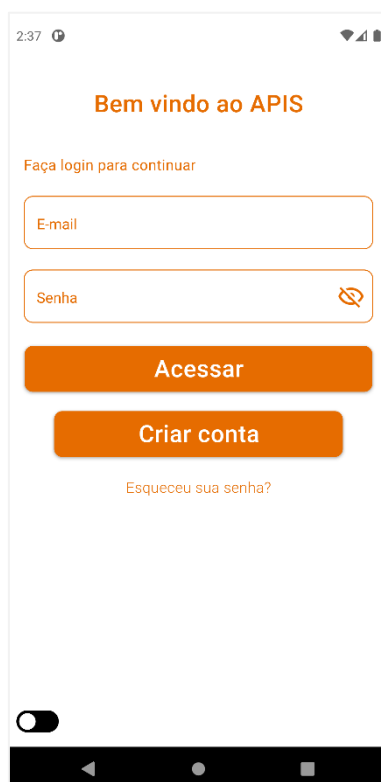
1. Carregamento do sistema;
2. Inicialização do *Firebase*;
3. Carregamento do tema do aplicativo;
4. Verificação de existência de usuário logado; e
5. Carregamento de dados de usuário se existirem.

Ao finalizar as tarefas acima, caso exista um usuário logado é exibida a tela inicial do sistema, caso contrário é exibida a tela de login.





## 2 LOGIN



A tela de login possui as funcionalidades de acessar o sistema, redirecionar para o fluxo de criação de conta, redirecionar para o fluxo de recuperação de senha e alterar o tema entre o modo normal e modo noturno. Todos os botões dessa tela possuem uma validação, para que as telas sejam acessadas apenas caso o usuário possua conexão com a internet, caso ele não possua, é exibido um alerta informando que a funcionalidade exige tal conexão.

**1. Acessar o sistema:** o usuário já possuindo uma conta criada poderá realizar o acesso ao sistema. Para isso, é obrigatório informar seu e-mail e sua senha, os campos que recebem tais informações validam se eles foram preenchidos, se o e-mail está em um formato válido e se a senha possui no mínimo 6 dígitos, se os dados digitados estiverem corretos, o sistema irá consultar o banco de dados para validar os dados. O usuário apenas conseguirá fazer login se já tiver realizado a validação de seu e-mail através de link enviado para ele, caso ele não tenha feito esta validação, será exibida uma mensagem para que ele o faça. Caso o e-mail e senha informados não baterem com nenhum cadastro, será exibida uma mensagem informando que as credenciais são inválidas;



**2. Direcionamento para o fluxo de criação de conta:** ao clicar sobre o botão “Criar conta” o usuário é direcionado para o fluxo onde poderá realizar a criação de sua conta. A primeira tela do fluxo é a tela de termos de uso e política de privacidade;

**3. Direcionamento para o fluxo de recuperação de senha:** Ao clicar sobre o botão “Esqueceu sua senha?” o usuário é direcionado para a tela de recuperação de senha; e

**4. Troca de modo do tema:** Ao clicar sobre o ícone no canto inferior esquerdo, o usuário altera o tema para o modo noturno ou para o modo normal. Por padrão ao ser instalado é exibido o tema normal.

### 3 CRIAÇÃO DE CONTA



O fluxo de criação de conta é composto de 3 telas, a primeira delas sendo os termos de uso e política de privacidade, caso ele aceite a política o fluxo seguirá para a tela de dados pessoais, caso contrário, o usuário voltara para a tela de login. Isso ocorre pois é obrigatório realizar o aceite dos termos para poder realizar o cadastro no sistema.

**1. Tela de dados pessoais:** a tela é composta apenas por campos de preenchimento obrigatório, os quais são validados antes de continuar para a próxima tela, os campos são:



1. **Nome:** verificado se está preenchido;
2. **E-mail:** verificado se está preenchido e se formato é válido;
3. **Telefone:** verificado se está preenchido e se atende a quantidade mínima de dígitos para um telefone brasileiro;
4. **Senha:** verificado se está preenchido e se possui no mínimo 6 dígitos; e
5. **Confirme sua senha:** verificado se é idêntica a senha informada anteriormente.

**2. Tela de endereço:** esta tela é composta de campos obrigatórios e não obrigatórios, os campos não obrigatórios são:

**1. CEP:** ao informar o CEP, é validado se a quantidade de dígitos é válida pelos padrões brasileiros de CEP, caso for, o botão “Buscar” é liberado, ao clicar sobre ele, o CEP é consultado e obtendo um resultado os campos Estado e Cidade são preenchidos de forma automática. Para isso, o usuário precisa estar conectado à internet; e

**2. Coordenadas da casa do mel:** o usuário tendo dado as permissões necessárias, poderá clicar no botão “Buscar” o qual irá salvar as coordenadas da casa do mel. Caso o usuário realize seu cadastro de outro local, além da casa do mel, ele poderá editar estas coordenadas pela tela de alteração de cadastro.

E os campos obrigatórios são:

**1. Estado:** caso o usuário tenha informado o CEP, este campo já estará preenchido, caso contrário, deverá ser preenchido de forma manual. Este campo possui os estados brasileiros já cadastrados, sendo necessário apenas clicar sobre o estado correto.

**2. Cidade:** Caso o usuário tenha informado o CEP, este campo já estará preenchido, caso contrário será necessário que o usuário digite sua cidade.

Após tudo preenchido, o usuário irá clicar sobre “Criar conta”, é verificado se o dispositivo está conectado à internet, caso esteja, o sistema irá realizar uma verificação para confirmar que o e-mail informado ainda não está cadastrado, visto que apenas é permitido um cadastro por e-mail, caso não esteja cadastrado ainda, seu acesso será criado e seus dados salvos no banco. Ao criar o acesso, o sistema irá enviar um e-mail para validação de e-mail, basta o usuário clicar no link enviado e então ele poderá realizar o acesso ao aplicativo.



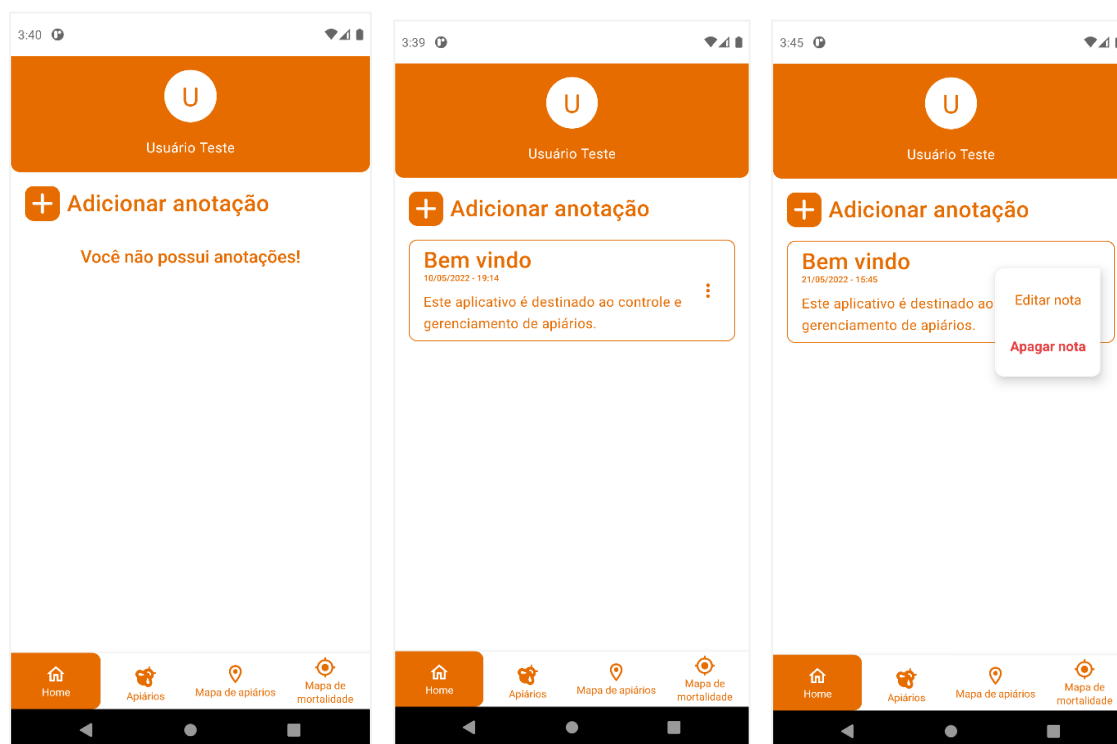
## 4 RECUPERAÇÃO DE SENHA



Esta tela serve para o usuário que perdeu sua senha conseguir gerar uma nova. Ao informar seu e-mail, caso o e-mail esteja em um formato válido e o dispositivo estiver conectado à internet, o sistema irá realizar uma busca pelo cadastro, se for encontrado um cadastro para o e-mail informado, será disparado um e-mail para ele, ao clicar no link recebido o usuário é direcionado para uma tela onde ele poderá informar uma nova senha de acesso. Caso o sistema não encontre o e-mail informado é exibido um aviso de credencial inválida. Após a realização desse procedimento, o usuário poderá efetuar login com a nova senha.



## 5 TELA INICIAL

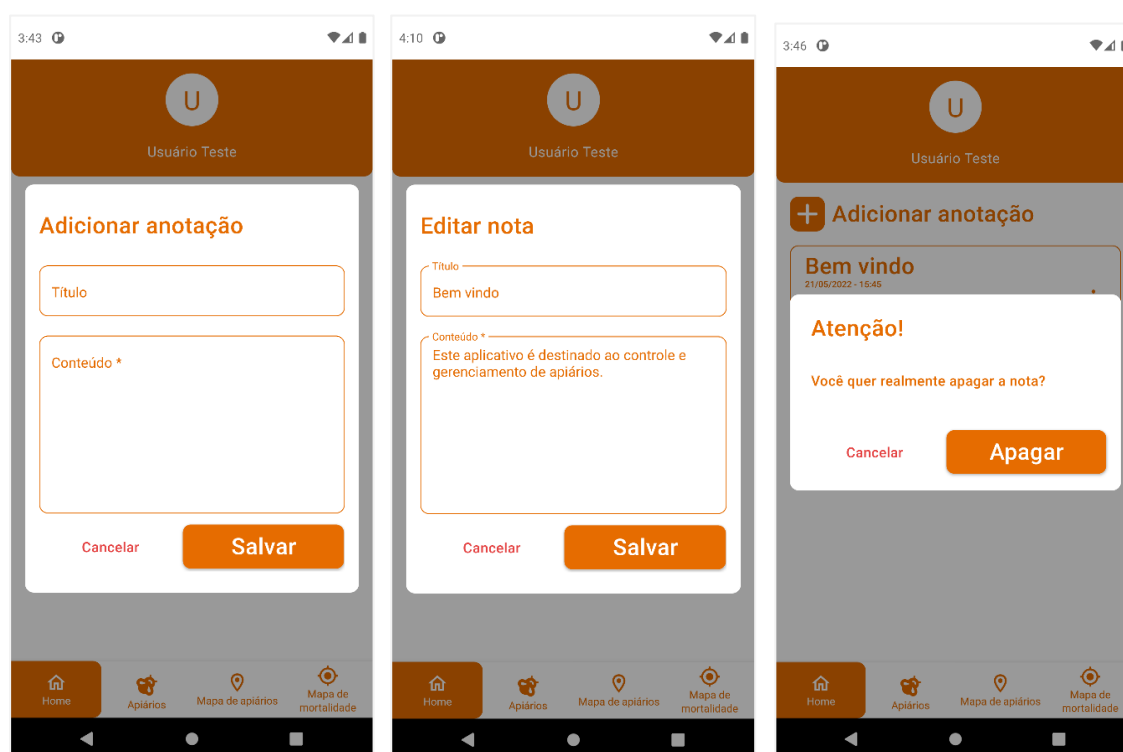


Ao se logar, ou ao entrar abrir o aplicativo estando logado, será exibida a tela inicial a ele. Esta tela serve para que ele adicione anotações genéricas, tais como lembretes. Essas anotações podem ser editadas ou apagadas conforme sua necessidade. Através desta tela também é possível acessar as configurações clicando sobre a imagem de perfil. Para adicionar uma anotação basta clicar sobre ícone de Adição, então um modal será aberto, conforme ilustração no tópico 6. Já para editar ou apagar anotações, é necessário que o usuário clique sobre ícone de menu localizado do lado direito de suas anotações. Esta tela possui *pull refresh*, sistema para atualização das informações através de nova consulta ao banco de dados, para acionar a funcionalidade basta “arrastar” o dedo de cima para baixo e largar.

A tela inicial está localizada em um menu inferior onde temos também os botões para navegarmos para Apiários, Mapa de apiários e Mapa de mortalidade.



## 6 ADICIONAR, EDITAR E EXCLUIR ANOTAÇÕES



As funcionalidades de adição, edição e exclusão de anotações funcionam de forma *online* e *offline*.

- 1. Adicionar anotação:** ao clicar sobre “Adicionar anotação” é aberto o modal de adição, nesse modal é obrigatório que informemos o conteúdo da anotação, o título para a anotação é opcional, caso não seja informado, na tela inicial será exibido “Sem título”.
- 2. Editar anotação:** ao clicar sobre “Editar nota” é aberto um modal para a edição das anotações, esse modal virá com o conteúdo e com o título, caso já houver preenchido, sendo necessário apenas realizar a alteração e salvar.
- 3. Excluir anotação:** ao clicar sobre “Apagar nota” é exibido um modal de confirmação, o usuário clicando em “Apagar” irá confirmar a exclusão da nota. Esta ação não poderá ser desfeita.



## 7 APIÁRIOS – TELA DE LISTAGEM



Ao clicar no botão “Apiários” no menu inferior do fluxo principal o usuário passa a ver a tela de listagem de apiários, esta tela possui as seguintes funcionalidades:

1. **Navegação para o fluxo de cadastro de apiário:** ao clicar sobre o botão “Cadastrar apiário” o usuário é direcionado ao fluxo de cadastro de apiário;
2. **Navegação para o fluxo de checagem de viabilidade:** ao clicar sobre o botão “Checar viabilidade” o usuário é direcionado ao fluxo de checagem de viabilidade que opera com o sistema especialista;
3. **Pesquisa por apiário cadastrado:** o usuário tendo algum apiário cadastrado, é exibida a caixa de pesquisa para que ele possa localizar o apiário sem precisar navegar por toda a lista; e
4. **Listagem de apiários cadastrados:** são exibidos todos os apiários cadastrados, tanto ativos quanto inativos. Ao clicar sobre um apiário ativo (caixas na cor laranja) o usuário é direcionado para a tela inicial do apiário. Clicando sobre um apiário inativo (caixas na cor cinza) o usuário verá uma modal perguntando se ele deseja reativar o apiário. Caso ele reative, ele será direcionando a tela inicial do apiário, caso contrário irá retornar para a lista. Os *cards* de listagem contém algumas informações importantes, como nome do apiário, telefone do proprietário se possuir no cadastro, capacidade total de colméias



que o apiário comporta, total de colméias que o apiário possui e o total de colméias que ainda pode ser instaladas no apiário.

Caso o usuário não possua nenhum apiário cadastrado, será exibida uma mensagem informando que ele não possui nenhum apiário cadastrado. Todas as funcionalidades desta tela funcionam de forma *online* e *offline*. Esta tela possui *pull refresh*.

## 8 CADASTRAR APIÁRIO

O fluxo de cadastro de apiários é composto de duas etapas, a etapa de dados de identificação e a etapa de dados de endereço. Apiários podem ser adicionados independente de conexão com a internet.

### 1. Dados de identificação:

1. **Nome do apiário:** campo obrigatório, verificado se está preenchido;
2. **Proprietário do local:** campo obrigatório, verificado se está preenchido;
3. **Telefone do proprietário:** campo opcional. Caso preenchido, será verificado se o números informados batem com o padrão de um telefone brasileiro;
4. **Quantidade total:** campo obrigatório, verificado se está preenchido;





5. **Quantidade de colmeias instaladas:** campo obrigatório, verificado se está preenchido e se a quantidade informada é menor ou igual ao campo quantidade total; e
6. **% do proprietário:** campo opcional, se preenchido, é verificado se o percentual é igual ou inferior a 100%.

## 2. Endereço:

1. **CEP:** campo opcional, quando informado é validado se a quantidade de dígitos é válida pelos padrões brasileiros de CEP, caso for, o botão “Buscar” é liberado, ao clicar sobre ele, o CEP é consultado e obtendo um resultado os campos Estado e Cidade são preenchidos de forma automática. Para isso, o usuário precisa estar conectado à internet;
2. **Coordenadas do apiário:** campo opcional, o usuário tendo dado as permissões necessárias, poderá clicar no botão “Buscar” o qual irá salvar as coordenadas do apiário. Caso o usuário realize o cadastro de outro local, ele poderá editar estas coordenadas pela tela de editar apiário;
3. **Estado:** campo obrigatório, caso o usuário tenha informado o CEP, este campo já estará preenchido, caso contrário, deverá ser preenchido de forma manual. Este campo possui os estados brasileiros já cadastrados, sendo necessário apenas clicar sobre o estado correto; e
4. **Cidade:** campo obrigatório, caso o usuário tenha informado o CEP, este campo já estará preenchido, caso contrário será necessário que o usuário digite sua cidade.

Ao clicar em continuar, o apiário é cadastrado e o usuário é direcionado para a tela de listagem.

## 9 CHECAR VIABILIDADE

A checagem de viabilidade é dividida em duas telas, a primeira sendo a tela de perguntas ao usuário e a segunda sendo a tela de retorno com a análise. Esse fluxo funciona independente de conexão com a internet.



## 9.1 Checagem de viabilidade

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface for checking viability. Both screens have a white background and an orange header bar with a back arrow and the text 'Viabilidade'. The time '7:14' is visible in the top left corner of both screens.

The left screenshot shows the 'Checar viabilidade' screen with the following elements:

- Header: 'Viabilidade' with a back arrow.
- Title: 'Checar viabilidade' in orange.
- Instruction: 'Informe os dados a seguir:'.
- Form fields (all with dropdown arrows):
  - % de flora apícola no raio de 1500m
  - Possui água no raio de 300m?
  - Facilidade de acesso?
  - Tipo de vegetação
  - Distância de ambientes de circulação
  - Outros apiários no raio de 3 Km?
  - Recebe luz solar?
  - Possui lavouras no raio de 250m?
- Bottom navigation bar with back, home, and search icons.

The right screenshot shows the same screen with a large orange button labeled 'Checar' at the bottom. The form fields are identical to the left screenshot.

A tela de checar viabilidade é destinada ao usuário responder as perguntas solicitadas, para que com base nisso, o sistema especialista possa gerar a resposta adequada, indicando o local para a instalação do apiário e gerar as estimativas de produção, ou então, informar os motivos caso o local não seja indicado.

Todas as perguntas da tela são obrigatórias, caso o usuário não informe a resposta para alguma delas, quando ele clicar no botão “Checar”, o campo que não foi respondido ficará em vermelho e irá mostrar um aviso de erro. Caso tudo esteja preenchido, ao clicar em “Checar”, o sistema fará a análise e exibirá a resposta na próxima tela.



## 9.2 Resultado de viabilidade



Esta tela é destinada a exibir o resultado da análise de viabilidade. O local sendo viável, será exibida uma mensagem de sucesso juntamente com a estimativa de produção, caso contrário, são exibidos tópico a tópico as perguntas com sua respectiva resposta, informando ao usuário quais os pontos que não estavam de acordo para que o local fosse indicado. Os tópicos que estão em desacordo estarão em vermelho, enquanto os tópicos que estão corretos estarão em verde.

Em ambos os casos, o sistema permite que o usuário cadastre o apiário, porém, só em caso de sucesso o percentual de produção estimado é salvo no cadastro do apiário.



## 10 APIÁRIO – TELA DE INFORMAÇÕES



A tela de informações do apiário serve para o usuário realizar todo o gerenciamento do apiário. Todas as funcionalidades desta tela funcionam de tanto forma *online* e *offline*. Esta tela também possui a funcionalidade de *pull refresh*.

A tela inicialmente possui alguns cards, sendo eles:

- 1. Informações sobre o apiário:** são exibidas informações sobre o apiário e também as estimativas de produção caso houver. Clicando no indicador de menu do lado direito deste card, serão exibidas as opções de Editar apiário e de Inativar apiário;
- 2. Anotações:** tal como na tela inicial, é possível adicionar, editar e excluir anotações, porém estas estão diretamente vinculadas ao apiário. Caso o usuário não possua nenhuma anotação, um aviso é exibido ao usuário;
- 3. Produções:** o usuário pode adicionar registros de produções, para isso, basta clicar no ícone de adição em frente a frase “Adicionar produção”. Com a produção adicionada, é possível editar ou excluí-la. Caso não haja nenhum registro, um aviso é exibido ao usuário. O card de produções, quando existir mais de uma produção cadastrada, irá exibir um totalizador, informando ao usuário a soma total de produções colhidas neste apiário e a soma total já paga ao proprietário; e



**4. Mapa:** o usuário tendo aceito as permissões necessárias e possuindo coordenadas cadastradas para o apiário, um mapa será exibido para que ele possa visualizar o ponto onde o apiário fica. Caso ele não tenha aceito as permissões, é exibido um aviso solicitando as mesmas. Porém, caso o usuário não tenha coordenadas cadastradas para o apiário, o campo destinado ao mapa não é exibido. O mapa por padrão possui uma circunferência de 3 Km indicando o alcance média das abelhas, essa circunferência em apiários normais é na cor laranja, porém, caso o apiário tenha sido declarado com mortalidade, ela passa a ser vermelha.

Essa tela ainda possui uma função de verificação pra remover a marcação de mortalidade do apiário caso ele não esteja mais na lista de mortalidade pública.

## 10.1 Editar apiário

The image displays three sequential screenshots of the 'Editar apiário' (Edit beehive) screen in a mobile application. Each screenshot shows a different section of the form.

- First Screenshot (7:49):** Shows the 'Dados de identificação' (Identification Data) section. It includes a title, a note that data is mandatory, and several input fields: 'Nome do apiário \*' (filled with 'Pedro'), 'Proprietário do local \*' (filled with 'Pedro'), 'Telefone do proprietário' (filled with '(51) 99999-9999'), 'Quantidade total \*' (filled with '25'), 'Quantidade de colmeias instaladas \*' (filled with '10'), '% do proprietário' (filled with '10'), and 'Mortalidade' (dropdown menu set to 'Não').
- Second Screenshot (7:49):** Shows the 'Endereço' (Address) section. It includes fields for 'CEP' (filled with '96.890-000'), 'Coordenadas' (Latitude: -29.388018, Longitude: -52.649815), 'Estado \*' (dropdown menu set to 'RS - Rio Grande do Sul'), and 'Cidade \*' (filled with 'Sinimbu'). There are 'Buscar' (Search) buttons next to the CEP and coordinates fields, and a 'Salvar' (Save) button at the bottom.
- Third Screenshot (7:50):** Shows a warning message: 'Atenção! Ao informar mortalidade o apiário passa a ser público e visível a todos os usuários do aplicativo, este registro será excluído ao completar 1 ano.' Below the warning is a text area labeled 'Descrição da mortalidade'.

A tela de edição de apiários diferentemente do fluxo de adição de apiário, é composta por uma única tela, sendo ela dividida em duas etapas. Ao acessar a tela, os dados já virão preenchidos conforme o cadastro realizado. O apiário pode ser editado, independente de conexão com a internet.

## 5. Dados de identificação

1. **Nome do apiário:** campo obrigatório, verificado se está preenchido;



2. **Proprietário do local:** campo obrigatório, verificado se está preenchido;
3. **Telefone do proprietário:** campo opcional. Caso preenchido, será verificado se o números informados batem com o padrão de um telefone brasileiro;
4. **Quantidade total:** campo obrigatório, verificado se está preenchido;
5. **Quantidade de colmeias instaladas:** campo obrigatório, verificado se está preenchido e se a quantidade informada é menor ou igual ao campo quantidade total;
6. **% do proprietário:** campo opcional, se preenchido, é verificado se o percentual é igual ou inferior a 100%;
7. **Mortalidade:** este campo vem com o valor “Não” preenchido por padrão, caso o usuário altere para sim, este apiário passará a compor a lista de mortalidade, assim, o apiário ficará visível a todos os usuários cadastrados no aplicativo. É exibido um alerta quando a opção “Sim” é marcada; e
8. **Descrição da mortalidade:** este campo é visível apenas caso o campo “Mortalidade” esteja com valor “Sim”, assim, o usuário poderá informar o motivo da mortalidade. Este campo não é de preenchimento obrigatório.

## 6. Endereço

1. **CEP:** campo opcional, quando informado é validado se a quantidade de dígitos é válida pelos padrões brasileiros de CEP, caso for, o botão “Buscar” é liberado, ao clicar sobre ele, o CEP é consultado e obtendo um resultado os campos Estado e Cidade são preenchidos de forma automática. Para isso, o usuário precisa estar conectado à internet;
2. **Coordenadas do apiário:** campo opcional, o usuário tendo dado as permissões necessárias, poderá clicar no botão “Buscar” o qual irá salvar as coordenadas do apiário. Caso o usuário realize o cadastro de outro local, ele poderá editar estas coordenadas pela tela de editar apiário;
3. **Estado:** campo obrigatório, caso o usuário tenha informado o CEP, este campo já estará preenchido, caso contrário, deverá ser preenchido de forma manual.

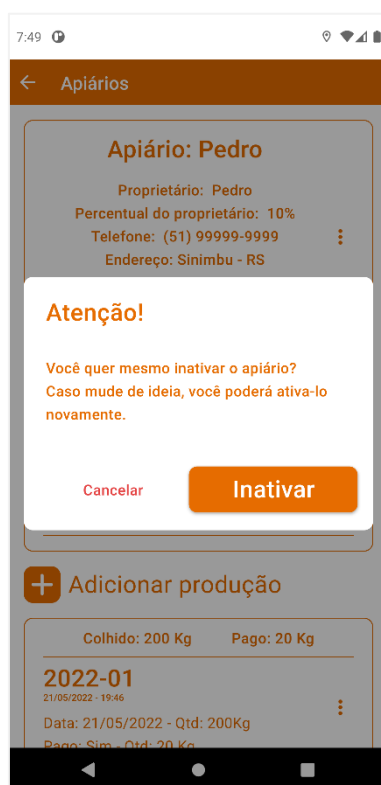


Este campo possui os estados brasileiros já cadastrados, sendo necessário apenas clicar sobre o estado correto; e

4. **Cidade:** campo obrigatório, caso o usuário tenha informado o CEP, este campo já estará preenchido, caso contrário será necessário que o usuário digite sua cidade.

Ao clicar em salvar, as alterações são salvas e o usuário retorna a tela de informações do apiário.

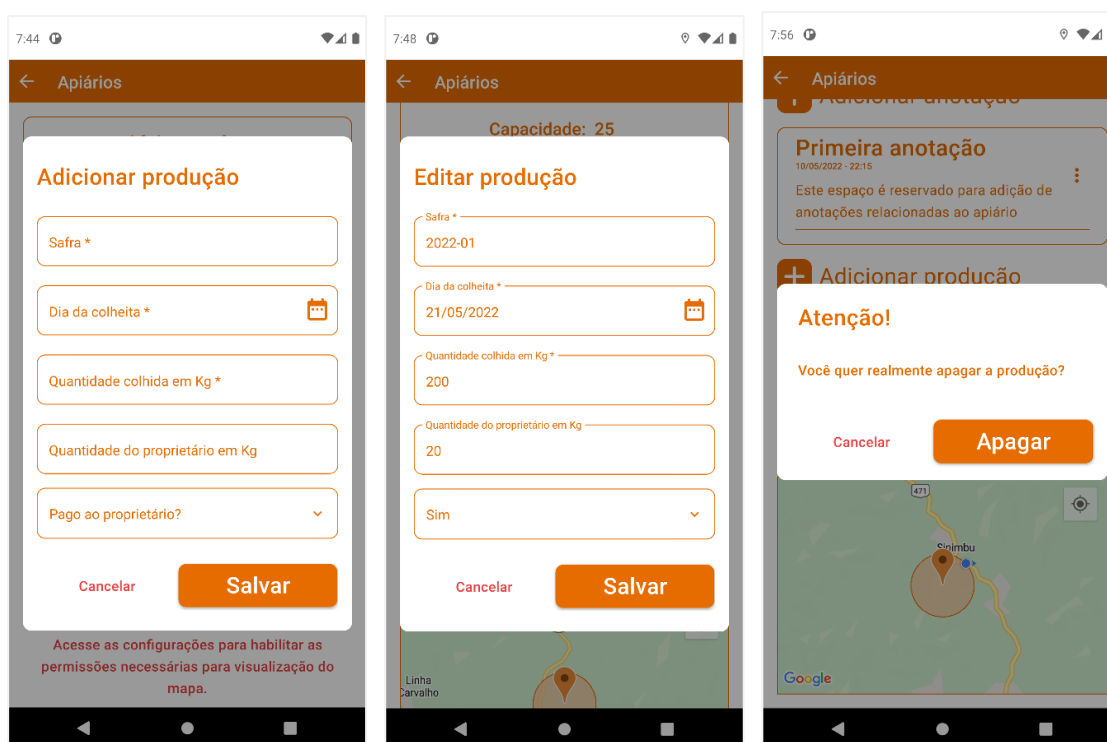
## 10.2 Inativar apiário



Apiários não podem ser excluídos, essa regra foi criada para evitar perda de dados. O apiário pode apenas ser inativado. Ao inativar o apiário, o usuário é direcionado para a listagem de apiários, através desta listagem é possível reativar o apiário a qualquer momento, sem nenhum dado ter sido perdido.



### 10.3 Adicionar, editar e excluir produções



Ao clicar sobre a opção de adição de produção, um modal é exibido ao usuário, o modal contém campos obrigatórios e não obrigatórios, sendo eles:

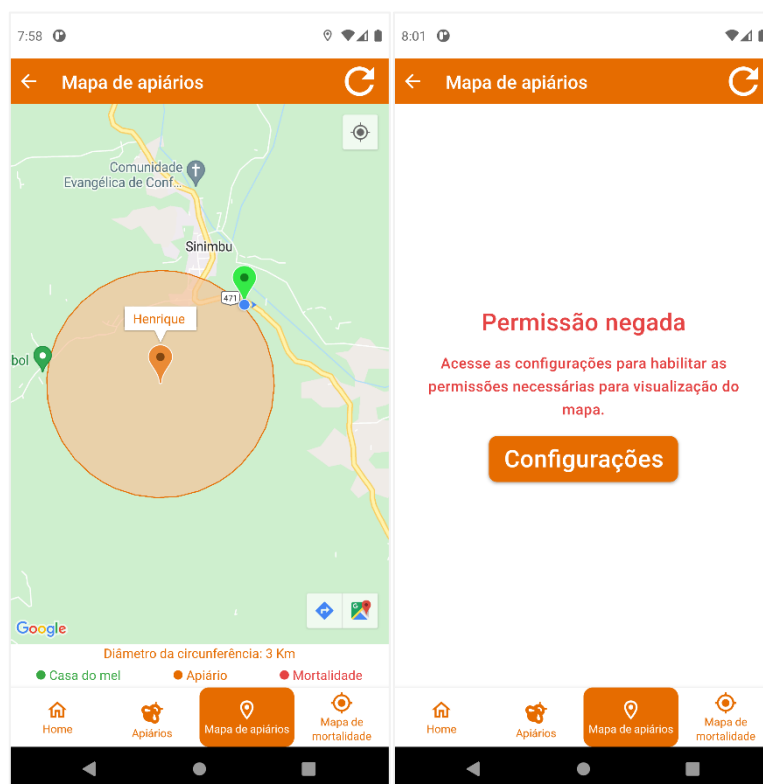
1. **Safrá:** campo obrigatório, validado se está preenchido;
2. **Dia da colheita:** campo obrigatório, validado se está preenchido e se a data informada é válida. O usuário tem a opção de preencher na mão, ou então de clicar no ícone de calendário e selecionar diretamente no calendário;
3. **Quantidade colhida em Kg:** campo obrigatório, validado se está preenchido;
4. **Quantidade do proprietário em Kg:** campo opcional, caso não preenchido, é salvo com o valor 0; e
5. **Pago ao proprietário?:** campo opcional, caso não preenchido, é salvo com o valor “Não”.

A edição de uma produção ocorre da mesma forma, possuindo a diferença única de os dados já virem preenchidos. Ao clicar sobre a opção de excluir produção, é exibido um modal de confirmação, o usuário clicando em “Apagar”, o registro de produção é excluído. Todas as opções referentes a produção podem ser realizadas independente de conexão com a internet.





## 11 MAPA DE APIÁRIOS



O mapa de apiários é composto por todos os apiários que o usuário possui cadastrados e que possuam coordenadas. Os apiários sem mortalidade são exibidos com uma circunferência na cor laranja, apiários com mortalidade com circunferência na cor vermelha e a casa do mel é exibida na cor verde.

Ao clicar sobre um ponto é exibido seu nome e clicando sobre o nome o usuário é direcionado para a tela de detalhes ou do apiário ou do usuário, se clicado sobre a casa do mel. Também são exibidas as opções de rota, que ficam no canto inferior direito, clicando sobre elas, o usuário é direcionado para o google maps, no fluxo de rota, já com o destino preenchido sendo o apiário selecionado e o local de origem sendo a localização atual do usuário.

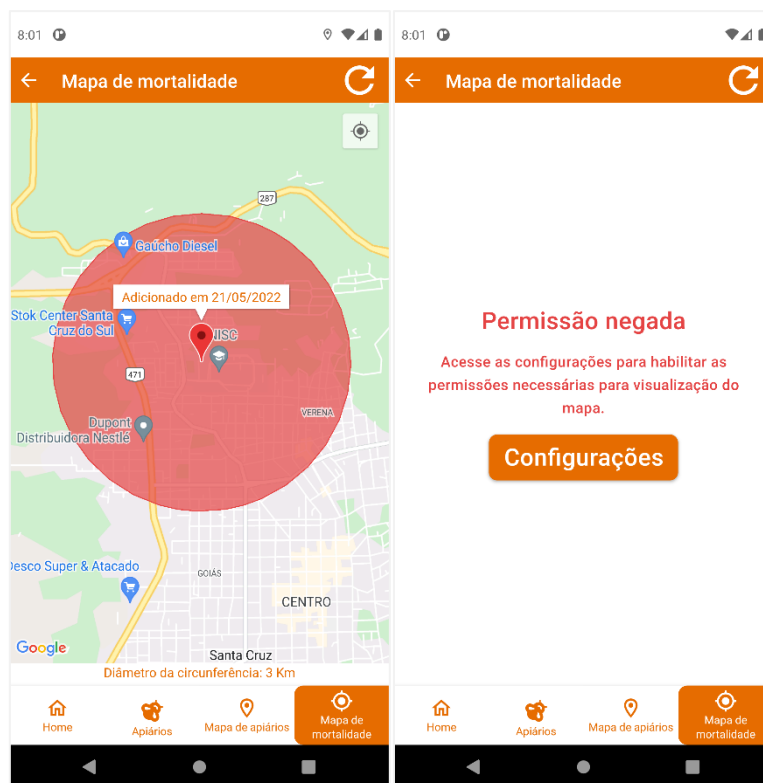
Este mapa não exibe informações de outros apiários além dos que são do próprio usuário. O mapa não exige conexão com a internet para funcionar, porém, as rotas exigem.

A tela possui também um botão para recarregar os dados, esse botão está localizado no canto superior direito, ao clicar sobre ele, é feita uma nova consulta no banco de dados.

Caso o usuário não tenha dado as permissões necessárias, o mapa não é carregado, e em seu lugar é exibido um aviso para que ele acesse as configurações e realize as permissões necessárias.



## 12 MAPA DE MORTALIDADE



O mapa de mortalidade exibe todos os apiários que foram marcados com a flag de mortalidade, independente do usuário que realizou o cadastro.

Uma mortalidade fica registrada pelo período de 1 ano, então, assim que o registro completar 1 ano, ele será removido das mortalidades.

Diferente do mapa de apiários, ao clicar sobre um ponto de mortalidade, apenas é exibido quando ele foi adicionado, não possuindo nenhum tipo de navegação.

Assim como o mapa de apiários, no canto superior direito é exibido um botão para recarregar os dados e também caso o usuário não tenha dado as permissões necessárias, o mapa não é carregado, e em seu lugar é exibido um aviso para que ele acesse as configurações e realize as permissões necessárias.



## 13 CONFIGURAÇÕES



A tela de configurações exibe todas as opções de configuração disponíveis ao usuário, as opções foram divididas em tópicos específicos descritos a seguir.



## 13.1 Dados pessoais

The image displays three sequential screenshots of a mobile application's 'Informações pessoais' (Personal Information) screen. The interface is designed with a clean, modern aesthetic using orange and white colors.

- First Screenshot (8:04):** Shows the initial form with the title 'Dados pessoais' and a note '\* Dados obrigatórios'. Fields include 'Nome \*' (filled with 'Usuário Teste'), 'E-mail \*' (filled with 'carlosvogt@outlook.com'), 'Telefone \*' (filled with '(51) 99688-2190'), 'Endereço' (with sub-fields for CEP, Coordinates, and Estado), and a 'Salvar' button at the bottom.
- Second Screenshot (8:04):** Shows the form with pre-filled data. The 'Endereço' section has search buttons ('Buscar') for CEP (96.890-000), Coordinates (Latitude: -29.5420433, Longitude: -52.5148017), and Estado (RS - Rio Grande do Sul). A 'Salvar' button is at the bottom.
- Third Screenshot (8:10):** Shows the form with a password confirmation overlay. The overlay is titled 'Informe sua senha para confirmar sua identidade' and contains a 'Senha' field with an eye icon, 'Cancelar', and 'Validar' buttons. The background form is dimmed.

As informações pessoais do usuário são exibidas em uma única tela, diferente do fluxo de criação de conta. Os campos possuem as mesmas validações do fluxo de criação de conta. Caso o usuário queira alterar os dados, todos os dados são possíveis de serem alterados sem uma conexão com a internet, tendo como exceção o e-mail.

Para realizar a alteração de e-mail é necessário que o usuário esteja conectado com a internet, além de que para isso é exigido que seja feito um novo login para confirmação de identidade. Em caso de sucesso o sistema irá enviar um e-mail de verificação do novo e-mail e o usuário precisará confirmar o e-mail antes de realizar o novo login. Caso o login falhe, os dados não serão alterados.



## 13.2 Alterar senha

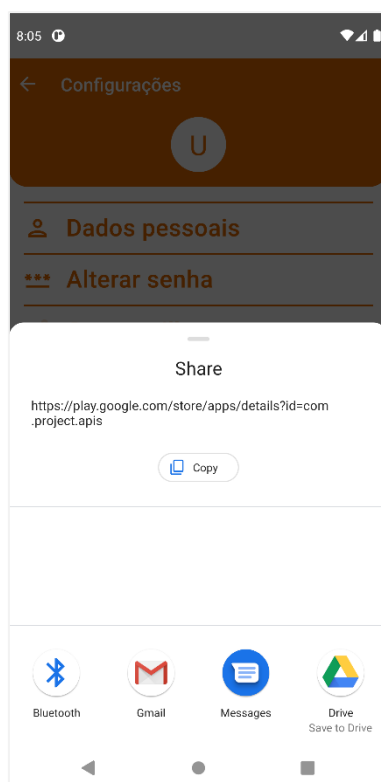


The screenshot shows a mobile application interface for changing a password. At the top, there is a status bar with the time 8:05 and signal icons. Below that is a navigation bar with a back arrow and the text "Alterar senha". The main content area features a message: "Após a troca, você deverá efetuar login novamente!". There are three input fields, each with a placeholder text and a toggle icon: "Senha atual", "Nova senha", and "Confirme a nova senha". At the bottom, there is a large orange button labeled "Salvar". The Android navigation bar is visible at the very bottom.

A alteração de senha exige que o usuário informe sua senha atual, uma nova senha e que ele confirme a nova senha. Os campos possuem verificação de preenchimento e também validam se as senhas obedecem a regra de terem no mínimo seis dígitos. Ao clicar em salvar, o sistema fará um novo login para confirmar a identidade do usuário, em caso de sucesso, o usuário é deslogado e precisará efetuar um novo login já com a nova senha. Essa funcionalidade exige conexão com a internet.



### 13.3 Compartilhar



A opção de compartilhamento serve para o usuário compartilhar o link de download do aplicativo com colegas apicultores. Ao clicar sobre o botão de Compartilhar, é exibido um modal e são exibidas as opções de compartilhamento disponíveis no dispositivo dele, e também a opção de copiar o link de download. Esta funcionalidade não exige conexão com a internet.



## 13.4 Sugestões



A tela de sugestões tem a finalidade do usuário poder contatar o desenvolvedor afim de passar sugestões de melhorias. O usuário informando o assunto e a mensagem e clicando em “Enviar” é direcionado ao seu aplicativo de e-mail, em um novo e-mail já preenchido, sendo necessário apenas completar a ação de envio. Esta funcionalidade não exige conexão com a internet, porém, caso o usuário esteja offline, o e-mail ficará na caixa de saída até que ele se conecte novamente.

## 13.5 Modo noturno

Assim como na tela de login, as configurações também possuem a opção do usuário selecionar entre o tema normal e o modo noturno. Esta funcionalidade não exige conexão com a internet.



## 13.6 Sobre



A opção “Sobre” exibe um modal com algumas informações do projeto e de seu desenvolvedor. Esta funcionalidade não exige conexão com a internet.

## 13.7 Termos de uso

A opção “Termos de uso” irá exibir em uma nova janela, os termos de uso os quais o usuário aceitou quando realizou o cadastro no sistema. Esta funcionalidade não exige conexão com a internet.





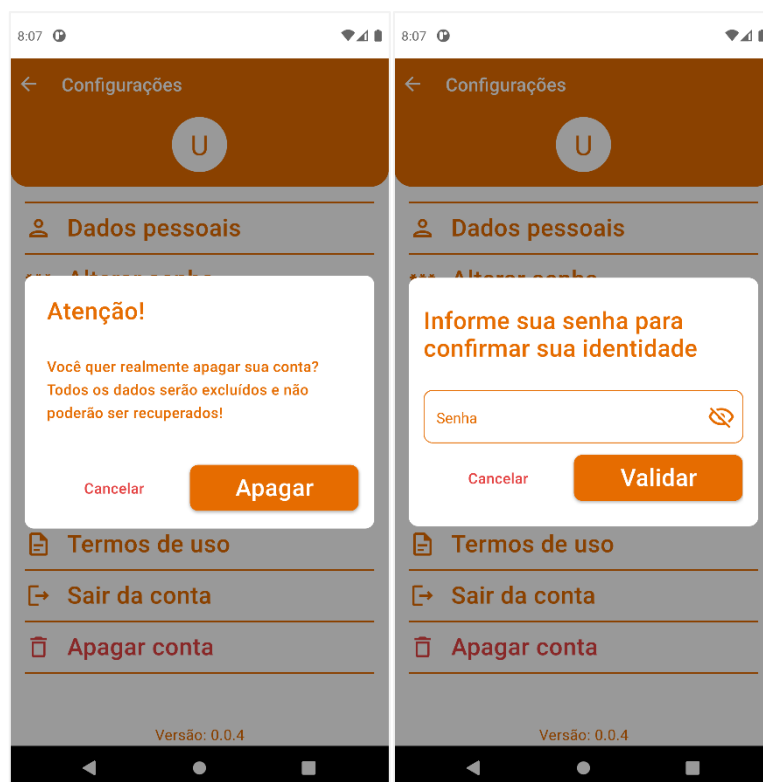
## 13.8 Sair da conta



Ao clicar sobre a opção de Sair da conta, um modal de confirmação é exibido, caso o usuário clique em “Sair” será feito seu logout e ele será direcionado a tela de login. Sempre que o usuário é desconectado, seus dados são apagados do dispositivo, assim, caso outro usuário efetue login, os dados que serão exibidos serão os do novo usuário. O logoff pode ocorrer de forma automática caso o sistema perceba que dados como e-mail e senha foram alterados através de outro dispositivo. Esta funcionalidade não exige conexão com a internet.



## 13.9 Apagar conta



A clicar sobre a opção de Apagar conta, é exibido um modal de confirmação, caso o usuário clique sobre “Apagar”, será exibido um modal para que ele informe sua senha, assim confirmando sua identidade. Esta ação não pode ser desfeita, por isso é necessário que existam as duas etapas de confirmação. O usuário sendo confirmado, inicia o processo de exclusão de dados de acesso e todos os seus dados que estão no banco de dados, após a conclusão da ação, o usuário é deslogado. Esta funcionalidade exige conexão com a internet.



### 13.10 Alterar foto de perfil



Ao clicar sobre o círculo no topo da página de configuração, é exibido um modal com as opções de seleção de foto e exclusão da foto atual. Ao escolher uma nova foto ela é imediatamente atualizada na tela de configuração e na tela inicial, o mesmo ocorre quando a foto de perfil é removida. Esta foto não é enviada ao banco, ficando apenas localmente no dispositivo, assim, a funcionalidade não exige uma conexão com a internet.

## 14 ÍCONE



O aplicativo APIS conta com um ícone com fundo na cor laranja e uma imagem desenhada ao centro na cor branca.



## APÊNDICE B

### TERMOS DE USO E POLITICA DE PRIVACIDADE

A seguir estão descritas as regras aplicáveis à utilização do aplicativo APIS. O APIS foi desenvolvido com cunho educacional como trabalho de conclusão de curso pelo graduando Carlos Rodrigo Vogt do curso de Ciência da Computação pela instituição de ensino Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Ao aceitar estes termos de uso, o usuário se submeterá automaticamente às regras e condições aqui descritas e assim poderá dar início a seu cadastro neste sistema.

#### 1. DEFINIÇÕES

1.1 Aplicativo móvel: *software* desenvolvido para instalação em dispositivos móveis, tais como smartphones e tablets O aplicativo APIS é compatível com dispositivos que utilizem o S.O. Android versão 5.0 (Lollipop - API 21) ou superior;

1.2 Sistema Operacional (S.O): conjunto de programas que gerenciam todas as funcionalidades do dispositivo, incluindo a comunicação entre hardware e software;

1.3 Android: sistema operacional para dispositivos móveis desenvolvido pelo “Open Handset Alliance”, liderada pelo Google;

1.4 Usuários: o aplicativo APIS destina-se à apicultores que atuam dentro do território brasileiro e a especialistas que queiram monitorar pontos de mortalidade de abelhas;

1.5 Recursos: os usuários terão acesso aos seguintes recursos:

1.5.1 Fluxo público (sem autenticação);

1.5.1.1 Cadastro: a criação de cadastro consiste dos dados obrigatórios: Nome, e-mail, telefone, senha, cidade, estado e das informações opcionais CEP e coordenadas da casa do mel. Um e-mail já cadastrado não poderá realizar novo cadastro. Após a criação da conta, o usuário



receberá um e-mail de verificação, é necessário que o usuário valide o e-mail para poder realizar o login;

1.5.1.2 Recuperação de senha: para a recuperação de senha, é necessário informar um e-mail. O e-mail sendo válido, será encaminhado um link de recuperação de senha para definição de uma nova senha de acesso;

1.5.1.3 Login: com o e-mail já verificado, poderá ser realizado o login informando e-mail e senha, se os dados informados forem corretos, o usuário passa a acessar o fluxo privado;

1.5.2 Fluxo privado (com autenticação); e

1.5.2.1 Home: será possível adicionar, editar e excluir anotações.

1.5.2.2 Apiários:

1.5.2.2.1 Checar viabilidade: será possível checar viabilidade de instalação e estimativa de produção com base em dados informados;

1.5.2.2.2 Cadastro de apiários: para cadastrar um novo apiário é necessário informar as seguintes informações obrigatórias: Nome do apiário, nome do proprietário do local, quantidade total de locais disponíveis, quantidade total de colmeias instaladas, cidade e estado, além das informações opcionais: telefone do proprietário do local, percentual a ser pago ao proprietário, CEP da localidade e coordenadas do apiário;

1.5.2.2.3 Lista de apiários: acesso a lista de apiários cadastrados, ativos ou inativos. Ao clicar sobre o registro, uma tela com informações sobre ele é exibida;

1.5.2.2.4 Informações do apiário: nessa tela é possível editar e inativar o apiário, além de adicionar, editar ou excluir anotações e produções referentes ao apiário. Para os apiários que possuem coordenadas cadastradas, é exibido um mapa com a localização dele. As informações sobre os apiários são privadas, exceto quando um apiário é marcado com mortalidade, então ele passa a ser visível de forma pública a todos os usuários do aplicativo através da funcionalidade “Mapa de mortalidade”. Ao marcar o apiário com mortalidade ele ficará com esta marcação pelo período de 365 dias, ou, até o usuário remover a marcação, o que ocorrer primeiro.

1.5.2.3 Mapa de apiários: são exibidos marcadores nas coordenadas dos apiários que possuam coordenadas cadastradas. Além do marcador, é gerado um círculo com raio de 1500 metros no entorno do marcador, indicado o raio de alcance do apiário. Ao clicar sobre um apiário, o usuário é direcionado para a tela de informações referentes a ele;



1.5.2.4 Mapa de mortalidade: este mapa é público e disponibiliza as informações de todos os apiários que foram marcados registros de mortalidade, esta funcionalidade serve para monitoramento de áreas de risco a serem evitadas pelos apicultores; e

1.5.2.5 Configurações: usuário pode adicionar uma foto de perfil, que é salva apenas no dispositivo do usuário, alterar seus dados pessoais, alterar sua senha, compartilhar o link do aplicativo APIS, enviar sugestões, sair da conta, apagar conta, trocar o tema, acessar informações sobre o aplicativo APIS, além de poder acessar estes termos para leitura.

## **2. DO CADASTRO E USO DO APLICATIVO APIS**

2.1 O cadastro é realizado no primeiro acesso ao aplicativo APIS, após o usuário ter realizado o aceite dos termos de uso e poderá ser alterado a qualquer momento após realização do login.

2.2 O usuário ao realizar o cadastro com suas informações é o responsável pelo correto preenchimento e manutenção das referidas informações.

2.3 Será permitido um único cadastramento por e-mail, assim, caso o usuário tenha realizado um cadastro com determinado e-mail, ele não poderá realizar novo cadastro com o mesmo e-mail. Contudo, é possível a utilização de um e-mail diferente para realização de um novo cadastro, se assim o usuário optar. O acesso do usuário é único e intransferível, devendo apenas a ele a utilização de suas credenciais.

2.4 Não é de responsabilidade do desenvolvedor ou da instituição de ensino caso o usuário compartilhe suas credenciais de acesso.

2.5 Toda e qualquer ação executada ou conteúdo publicado pelo usuário durante a utilização do aplicativo APIS será de sua exclusiva e integral responsabilidade, devendo isentar e indenizar o autor da aplicação e instituição de ensino de quaisquer reclamações, prejuízos, perdas e danos causados, em decorrência de tais ações ou manifestações.

2.6 O autor e a instituição de ensino se eximem de toda e qualquer responsabilidade pelos danos e prejuízos de qualquer natureza que possam decorrer do acesso, interceptação, eliminação, alteração, modificação ou manipulação, por terceiros não autorizados, dos dados do usuário durante a utilização do aplicativo.



2.7 As informações solicitadas ao usuário no momento do cadastro serão utilizadas somente para os fins previstos nestes termos de uso e em nenhuma circunstância tais informações serão cedidas ou compartilhadas com terceiros.

2.8 O usuário concorda que ao marcar um apiário como contendo mortalidade este apiário ficará visível a todos os usuários do aplicativo, não sendo mais um apiário restrito ao usuário que o cadastrou.

### **3. RENÚNCIA A GARANTIAS E LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

3.1 O desenvolvedor nem a instituição de ensino garantem que o aplicativo APIS será livre de perdas, defeitos, ataques, vírus, interferências, atividades de hackers ou outra intrusão de segurança. O desenvolvedor e a instituição de ensino renunciam a qualquer responsabilidade com relação a isso por ser culpa de terceiros.

### **4. DA PROPRIEDADE INTELECTUAL**

4.1 O usuário concorda que o aplicativo APIS com interface de usuário, scripts e *software* utilizados para implementá-lo contêm informações exclusivas de propriedade do desenvolvedor e são protegidos pelas leis de propriedade intelectual e outras leis aplicáveis, incluindo, sem limitação, direitos autorais.

4.2 O usuário concorda que não utilizará tais informações ou materiais exclusivos de nenhuma forma, exceto para uso dos serviços em conformidade com estes termos de uso. Nenhuma parte dos serviços poderá ser reproduzida de qualquer forma ou por qualquer meio, exceto conforme expressamente permitido por estes termos.

4.3 Sem prejuízo de qualquer disposição destes termos, o desenvolvedor, a instituição de ensino e seus representantes se reservam o direito de alterar, suspender, remover ou desabilitar o acesso ao aplicativo, conteúdos ou outros materiais a qualquer momento, sem aviso ou ônus. Em hipótese alguma, o desenvolvedor nem a instituição de ensino serão responsabilidades por terem realizado tais alterações.

4.4 O aplicativo APIS é disponibilizado inicialmente de forma gratuita, podendo no futuro vir a ser cobrado para uso ou ainda podendo ser adicionadas propagandas como forma de ajuda de custo para manutenção do sistema e pagamento de softwares utilizados no aplicativo APIS. Tais



mudanças poderão ocorrer a qualquer momento, sem aviso ou ônus. Em hipótese alguma, o desenvolvedor nem a instituição de ensino serão responsabilidades por terem realizado tais alterações.

## **5. DA POLITICA DE PRIVACIDADE**

5.1 Todos os dados inseridos no aplicativo serão armazenados em um banco de dados em nuvem e no dispositivo utilizado pelo usuário.

5.2 O aplicativo APIS utiliza do gps apenas nos seguintes casos: criação de conta, alteração de conta, criação de apiário, alteração de apiário e durante o uso dos mapas de apiários e mortalidade. Em momento algum o aplicativo APIS irá utilizar o gps em segundo plano.

## **6. DO CANCELAMENTO**

6.1 O usuário poderá a qualquer momento, desinstalar o aplicativo APIS. A desinstalação do aplicativo não apaga os dados de usuário cadastrados.

6.2 Para a exclusão do usuário existe uma funcionalidade localizada na tela de configurações, tal funcionalidade serve exclusivamente para a exclusão do usuário e de todos os seus dados, exceto apiários cadastrados com mortalidade, estes por sua vez são públicos e não vinculados ao usuário.

6.3 O usuário ao excluir seus dados, tem ciência de que os mesmos não poderão ser recuperados.

## **7. DISPOSIÇÕES GERAIS**

7.1 O desenvolvedor reserva o direito de a qualquer momento, modificar o presente termo de uso e política de privacidade e impor termos ou condições novos ou adicionais sobre o uso do aplicativo APIS. Tais modificações e termos e condições adicionais entrarão em vigor de forma imediata e serão incorporadas a este termo.

7.2 Se qualquer termo ou condição deste termo for considerado inválido, ilegal ou inaplicável, as partes concordam que tal termo ou condição poderá ser excluído e o restante do acordo deverá continuar em vigor enquanto o usuário possuir cadastro no aplicativo APIS.





## APÊNDICE C

### DADOS HISTÓRICOS FORNECIDOS POR ESPECIALISTAS

Os especialistas forneceram os dados históricos de produções de 3 anos, além do número de colméias e percentual de flora apícola estimado em cada apiário. As produções médias foram calculadas com base nos dados fornecidos pelos especialistas.

Número do apiário	Número de colmeias	Percentual de flora apícola no raio de 1.500m	Produção SAFRA 18/19 (kg)	Produção SAFRA 19/20 (kg)	Produção SAFRA 20/21 (kg)	Produção média (kg)	Produção média por caixa (kg)	Produção média por flora (kg)
2	6	<=10%	96	104	182	127	21,22	17,19
8	15	<=10%	110	244	238	197	13,16	
11	18	>10% e <=20%	400	516	812	576	32,00	27,06
13	6	>10% e <=20%	150	180	210	180	30,00	
14	16	>10% e <=20%	232	384	490	369	23,04	
15	11	>10% e <=20%	192	284	350	275	25,03	
20	8	>10% e <=20%	150	232	266	216	27,00	
21	25	>10% e <=20%	430	664	1330	808	32,32	
22	8	>10% e <=20%	116	128	210	151	18,92	
23	6	>10% e <=20%	120	154	252	175	29,22	
24	12	>10% e <=20%	232	284	420	312	26,00	
1	15	>20% e <=30%	290	308	420	339	22,62	28,77
3	25	>20% e <=30%	290	450	770	503	20,13	
7	10	>20% e <=30%	136	236	252	208	20,80	
9	12	>20% e <=30%	260	320	462	347	28,94	
12	53	>20% e <=30%	820	1480	2800	1700	32,08	
19	18	>20% e <=30%	410	450	840	567	31,48	
27	13	>20% e <=30%	290	320	630	413	31,79	
30	10	>20% e <=30%	352	320	490	387	38,73	
36	12	>20% e <=30%	294	310	560	388	32,33	
4	45	>30% e <=40%	1060	1330	2800	1730	38,44	30,66
5	27	>30% e <=40%	580	746	980	769	28,47	
6	18	>30% e <=40%	340	580	910	610	33,89	
10	20	>30% e <=40%	370	450	770	530	26,50	
16	14	>30% e <=40%	250	320	490	353	25,24	
17	21	>30% e <=40%	410	474	700	528	25,14	
18	15	>30% e <=40%	366	372	672	470	31,33	
25	5	>30% e <=40%	110	194	252	185	37,07	
26	15	>30% e <=40%	346	320	420	362	24,13	



Número do apiário	Número de colmeias	Percentual de flora apícola no raio de 1.500m	Produção SAFRA 18/19 (kg)	Produção SAFRA 19/20 (kg)	Produção SAFRA 20/21 (kg)	Produção média (kg)	Produção média por caixa (kg)	Produção média por flora (kg)
28	10	>30% e <=40%	274	284	420	326	32,60	
29	30	>30% e <=40%	460	868	1540	956	31,87	
32	19	>30% e <=40%	460	510	840	603	31,75	
33	14	>30% e <=40%	260	414	630	435	31,05	
34	8	>30% e <=40%	150	244	308	234	29,25	
35	20	>30% e <=40%	492	632	868	664	33,20	
31	22	>40%	470	770	1330	857	38,94	38,94



## APÊNDICE D

### CÓDIGO DE IMPLEMENTAÇÃO SISTEMA ESPECIALISTA

#### 1. Regras gerais.

```

const expertSystemRules = (form) => {
  let expertSystemResponse = [];
  let expertSystemProbabilityResponse = 0;

  setIsSubmitting(true);
  if (form.colmeias >= 50) {
    expertSystemResponse = [
      {
        name: 'Atenção!',
        description: 'É recomendada a consulta com especialista humano pois a capacidade de análise é de 50 colmeias',
        status: 'Alerta',
      },
    ],
  };
} else if (
  form.agua === 'Não' ||
  form.acesso === 'Não' ||
  (form.vegetacao === 'Rasteira' &&
    form.distancia === 'Menos de 300 metros') ||
  (form.vegetacao === 'Rasteira' &&
    form.distancia === 'Entre 300 e 400 metros') ||
  (form.vegetacao === 'Mata' && form.distancia === 'Menos de 300 metros') ||
  form.outros === 'Sim' ||
  form.luz === 'Não' ||
  form.lavouras === 'Sim'
) {
  expertSystemResponse = bcNaoIndicacao(
    form.agua,
    form.acesso,
    form.vegetacao,
    form.distancia,
    form.outros,
    form.luz,
    form.lavouras,
  );
} else if (
  form.agua === 'Sim' &&
  form.acesso === 'Sim' &&
  ((form.vegetacao === 'Rasteira' &&
    form.distancia === 'Mais de 400 metros') ||
    (form.vegetacao === 'Mata' &&
    form.distancia === 'Entre 300 e 400 metros') ||
    (form.vegetacao === 'Mata' &&
    form.distancia === 'Mais de 400 metros')) &&
  form.outros === 'Não' &&
  form.luz === 'Sim' &&
  form.lavouras === 'Não'
) {
  expertSystemProbabilityResponse = bcIndicacaoProducao(
    form.colmeias,
    form.flora,
  );

  expertSystemResponse = [
    {
      name: 'Sucesso!',
      description: 'O apiário é viável e tem uma estimativa de produzir ao longo do ano cerca de ${expertSystemProbabilityResponse.toFixed(
        2,
      )} Kg',
      status: 'Sucesso',
      estimativa: 'Produção estimada para ${
        form.colmeias
      } colmeias é de ${expertSystemProbabilityResponse.toFixed(
        2,
      )} Kg no ano',
    },
  ],
};
}
navigation.navigate('CheckViabilityResponse', expertSystemResponse);
setIsSubmitting(false);
};

```

#### 2. Base de conhecimento – Regras para indicação de produção.



```

const bcIndicacaoProducao = (colmeias, flora) => {
  if (flora === '<=10') {
    return parseInt(colmeias, 10) * 17.19;
  }
  if (flora === '>10 e <=20') {
    return parseInt(colmeias, 10) * 27.06;
  }
  if (flora === '>20 e <=30') {
    return parseInt(colmeias, 10) * 28.77;
  }
  if (flora === '>30 e <=40') {
    return parseInt(colmeias, 10) * 30.66;
  }
  if (flora === '>40') {
    return parseInt(colmeias, 10) * 38.94;
  }
};

```

### 3. Base de conhecimento – Regras para não indicação.

```

const bcIaIndicacao = (
  agua,
  acesso,
  vegetacao,
  distancia,
  outras,
  luz,
  lavouras,
) => {
  let aguaStatus;
  let acessoStatus;
  let segurancaStatus;
  let outrosStatus;
  let luzStatus;
  let lavourasStatus;

  if (agua === 'Não') {
    aguaStatus = {
      name: 'Água',
      description:
        'A falta de água pode levar as abelhas a abandonarem a colmeia. A fonte de água deve estar localizada a no máximo 300 metros do apiário, sendo ideal uma distância máxima de 50 metros.',
      status: 'Erro',
    };
  } else {
    aguaStatus = {
      name: 'Água nas proximidades',
      description: 'Ok',
      status: 'Sucesso',
    };
  }

  if (acesso === 'Não') {
    acessoStatus = {
      name: 'Acesso ao apiário',
      description:
        'Tendo em mente que o apiário será construído para a produção de mel, deve ser possível chegar até o local com facilidade, para que seja possível transportar a produção com facilidade.',
      status: 'Erro',
    };
  } else {
    acessoStatus = {
      name: 'Acesso ao apiário',
      description: 'Ok',
      status: 'Sucesso',
    };
  }

  if (
    (vegetacao === 'Rasteira' && distancia === 'Menos de 300 metros') ||
    (vegetacao === 'Rasteira' && distancia === 'Entre 300 e 400 metros')
  ) {
    segurancaStatus = {
      name: 'Segurança',
      description:
        'Para a segurança das pessoas, é recomendado que seja mantida uma distância mínima de 400 metros de ambientes de circulação em casos de vegetação sendo rasteira.',
      status: 'Erro',
    };
  } else if (vegetacao === 'Mata' && distancia === 'Menos de 300 metros') {
    segurancaStatus = {
      name: 'Segurança',
      description:
        'Para a segurança das pessoas, é recomendado que seja mantida uma distância mínima de 300 metros de ambientes de circulação em casos de vegetação sendo rasteira.',
      status: 'Erro',
    };
  } else {
    segurancaStatus = {
      name: 'Segurança',
      description: 'Ok',
      status: 'Sucesso',
    };
  }
};

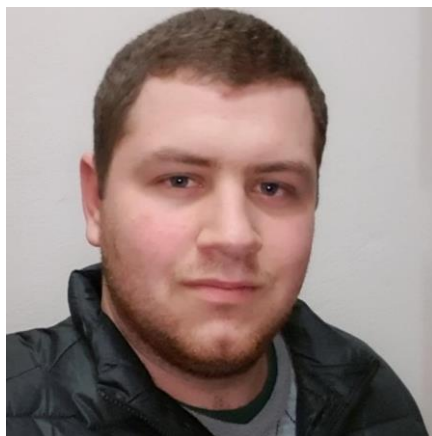
```



```
if (outros === 'Sim') {  
    outrosStatus = {  
        name: 'Outros apiários',  
        description:  
            'As abelhas geralmente buscam alimento em um raio de até 1500 metros, a recomendação é de que os apiários sejam instalados em uma distância mínima de 3000 metros entre eles.',  
        status: 'Erro',  
    };  
} else {  
    outrosStatus = {  
        name: 'Outros apiários',  
        description: 'Ok',  
        status: 'Sucesso',  
    };  
}  
if (Luz === 'Não') {  
    luzStatus = {  
        name: 'Luz solar',  
        description:  
            'É recomendado que o alvado receba a luz solar da manhã, para que as abelhas possam sair para a coleta de alimento o mais cedo possível.',  
        status: 'Erro',  
    };  
} else {  
    luzStatus = {  
        name: 'Luz solar',  
        description: 'Ok',  
        status: 'Sucesso',  
    };  
}  
if (Lavouras === 'Sim') {  
    lavourasStatus = {  
        name: 'Lavouras nas proximidades',  
        description:  
            'Lavouras nas proximidades de um apiário podem ser prejudiciais pois não se sabe quais pesticidas são usados, então, é recomendado evitar tais áreas.',  
        status: 'Erro',  
    };  
} else {  
    lavourasStatus = {  
        name: 'Lavouras nas proximidades',  
        description: 'Ok',  
        status: 'Sucesso',  
    };  
}  
return [  
    aguaStatus,  
    acessoStatus,  
    segurançaStatus,  
    outrosStatus,  
    luzStatus,  
    lavourasStatus,  
];  
};
```



## SOBRE O AUTOR



Carlos Rodrigo Vogt, nascido em Sinimbu, Rio Grande do Sul, Brasil, em 13 de junho de 1996. Bacharel em Ciência da Computação com especialização em desenvolvimento mobile. Filho de apicultores. Atuou em diversos projetos, tendo como principais focos as telecomunicações, varejo, saúde e ambiental.





