

UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA

KENNILDO BASTOS GONÇALVES

INTEGRAÇÃO DE ASSISTENTE VIRTUAL ALEXA COM APLICAÇÃO
DE GESTÃO APÍCOLA

CHAPECÓ, SC

2025

KENNILDO BASTOS GONÇALVES

INTEGRAÇÃO DE ASSISTENTE VIRTUAL ALEXA COM APLICAÇÃO DE
GESTÃO APÍCOLA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso, do tipo Relatório Técnico, apresentado ao Curso de Sistemas de Informação, Área das Ciências Exatas e Tecnológicas, da Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc Campus de Chapecó, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Jacson Luiz Matte

Chapecó, SC

2025

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação de aplicativos de gestão apícola com funcionalidades de voz....	8
Quadro 2 – Requisitos Funcionais da integração Alexa+Pollen	24
Quadro 3 – Requisitos Não Funcionais da integração Alexa+Pollen.....	25
Quadro 4 – Entidades e atributos do banco de dados relevantes para integração Alexa	26
Quadro 5 – Relacionamentos entre as entidades do sistema.....	26
Quadro 6 – Processo de execução de comandos de voz na integração Alexa.....	31
Quadro 7 – JSON - Modelo de Interação da Skill Alexa.....	38
Quadro 8 – Formulário de Avaliação de Funcionalidades.....	39
Quadro 9 – Formulário de Avaliação de Eficácia.....	42

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA	6
1.2 OBJETIVOS	7
1.2.1 Objetivo geral.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	9
2.1.1 Assistentes Virtuais e Processamento de Linguagem Natural.....	9
2.1.2 Amazon Alexa Skills Kit	9
2.1.3 APIs RESTful e Autenticação JWT	10
2.2 SOLUÇÕES SIMILARES.....	10
2.2.1 Gestão Apícola Digital.....	11
2.3 DIFERENCIAIS DA PROPOSTA.....	11
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS.....	13
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PESQUISA	13
3.2 QUESTÕES DE PESQUISA.....	13
3.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	14
3.3.1 Planejamento do desenvolvimento da solução proposta.....	14
3.3.1.1 Definição de Requisitos.....	15
3.3.1.2 Projeto de Sistema e Software.....	15
3.3.1.3 Fase de Implementação.....	17
3.3.1.4 Tecnologias Utilizadas.....	18
3.3.1.5 Fase de integração e testes.....	18
3.3.1.6 Operação e manutenção.....	18
3.3.2 População e Amostra.....	19
3.4 COLETA E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SOLUÇÃO.....	19
4 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO.....	23
4.1 REQUISITOS DO SISTEMA.....	23
4.1.1 Requisitos Funcionais.....	23
4.1.2 Requisitos Não Funcionais.....	23
4.2 MODELAGEM DO SISTEMA.....	23
4.2.1 Diagrama de Caso de Uso.....	23
4.2.2 Estrutura de Dados do Sistema.....	24
4.3 INTERFACES DO SISTEMA.....	27
4.3.1 Wireframe - Autorização.....	27
4.3.2 Wireframes - Gerenciamento de Comandos.....	28
4.4 FLUXO DE PROCESSAMENTO DO SISTEMA.....	28
4.4.1 Processo de Execução de Comandos de Voz.....	29
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	29
REFERÊNCIAS.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICES.....	34
4.6 APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA COM USUÁRIOS DO APLICATIVO POLLEN.....	34

4.7 APÊNDICE B - EXEMPLO DE ESTRUTURA DE CÓDIGO DA SKILL ALEXA	
37	
4.8 APÊNDICE C - ROTEIRO DE TESTES PLANEJADOS.....	39
REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

API - Application Programming Interface

ASK - Alexa Skills Kit

ASR - Automatic Speech Recognition

AWS - Amazon Web Services

HTTP - Hypertext Transfer Protocol

HTTPS - Hypertext Transfer Protocol Secure

IA - Inteligência Artificial

IOT - Internet of Things

JSON - JavaScript Object Notation

JWT - JSON Web Token

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar

MQTT - Message Queuing Telemetry Transport

NLG - Natural Language Generation

NLP - Natural Language Processing

NLU - Natural Language Understanding

Node.js - Node.js Runtime Environment

OAuth - Open Authorization

PDF - Portable Document Format

RAM - Random Access Memory

REST - Representational State Transfer

RFC - Request for Comments

SDK - Software Development Kit

SSML - Speech Synthesis Markup Language

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

UML - Unified Modeling Language

URL - Uniform Resource Locator

1 INTRODUÇÃO

A Amazon Alexa é uma das assistentes virtuais mais utilizadas no mundo, estando presente em mais de 100 milhões de dispositivos (AMAZON, 2019). Os dispositivos da linha Echo são os mais comuns para uso pessoal, oferecendo uma interface de voz natural para interação com diversos serviços. No Brasil, o uso da Alexa cresceu 50% em 2023, com mais de 2 bilhões de comandos de voz executados pelos usuários brasileiros, demonstrando a rápida adoção desta tecnologia no país (TALIBERTI, 2024). Uma das funcionalidades oferecidas pela Alexa é o ecossistema “Alexa Skills”, que permite que desenvolvedores terceiros criem funcionalidades personalizadas e as disponibilizem para usuários finais através de comandos de voz.

No contexto da apicultura moderna, a gestão de colmeias tem se tornado cada vez mais tecnológica, com aplicações móveis oferecendo funcionalidades para controle de produção, manejo de enxames, registro de colheitas e monitoramento de saúde das abelhas. O aplicativo Pollen: Gestão de Colmeias representa uma solução consolidada neste segmento, oferecendo uma plataforma completa para apicultores gerenciarem suas operações de forma eficiente.

Assim sendo, este trabalho propõe o planejamento de uma integração entre o assistente virtual Alexa e o aplicativo Pollen, permitindo que apicultores consultem informações sobre suas colmeias através de comandos de voz naturais. A integração planejada visa facilitar o acesso a dados importantes durante o trabalho no apiário e meliponário, onde o uso de dispositivos móveis pode ser limitado, dado que o apicultor/meliponicultor precisa usar equipamentos de proteção individual e manter as mãos livres para manipulação das colmeias. A necessidade desta integração foi validada através de pesquisa preliminar realizada com usuários do aplicativo Pollen, onde 100% dos respondentes manifestaram interesse na integração com assistentes virtuais.

1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

A integração de assistentes virtuais com aplicações de gestão empresarial tem se tornado cada vez mais comum, oferecendo interfaces de voz naturais para acesso a informações importantes. No entanto, a implementação dessa tecnologia no setor apícola ainda é limitada, especialmente no contexto brasileiro, onde a apicultura representa uma atividade econômica significativa.

Segundo Silva et al. (2021), o setor apícola brasileiro, apesar de possuir boas características de clima e flora propícias para o desenvolvimento, sofre com limitações no uso de ferramentas tecnológicas, o que afeta diretamente os níveis de produção. Os autores destacam que "o desenvolvimento tecnológico limitado do setor apícola, contando com pouca inovação na utilização de ferramentas e métodos produtivos, afeta diretamente a produção tanto em volume como em qualidade"(SILVA et al., 2021, p. 10), revelando uma deficiência significativa na gestão básica de sistemas produtivos.

O problema central desta pesquisa reside na necessidade de facilitar o acesso a

informações sobre colmeias durante o trabalho no apiário, onde o uso de dispositivos móveis pode ser limitado devido às condições de trabalho, uso de equipamentos de proteção individual e necessidade de manter as mãos livres para manipulação das colmeias. Atualmente, apicultores precisam interromper suas atividades para consultar informações no aplicativo móvel, o que pode impactar a eficiência do trabalho.

A implementação de uma integração com Alexa poderá auxiliar apicultores a acessar informações importantes sobre suas colmeias através de comandos de voz simples, permitindo consultas sobre produção de mel, status dos enxames, próximas atividades de manejo e estatísticas de produtividade sem interromper o fluxo de trabalho. Esta solução representa uma inovação no setor apícola, oferecendo uma interface mais natural e eficiente para gestão de colmeias.

A necessidade de ferramentas tecnológicas no setor apícola é corroborada por Silva et al. (2021), que desenvolveram um sistema baseado em machine learning para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola, demonstrando que "torna-se importante o uso de mecanismos de ordenamento, gestão e tomada de decisão"(SILVA et al., 2021, p. 15) para uma melhor organização das atividades decorrentes da apicultura. A validação desta necessidade foi confirmada através de pesquisa realizada com usuários do aplicativo Pollen, onde 100% dos respondentes manifestaram interesse na integração, demonstrando a relevância e potencial de adoção da solução proposta.

Além disso, a integração com assistentes virtuais pode contribuir para a modernização da apicultura, tornando a tecnologia mais acessível e intuitiva para apicultores de diferentes níveis de familiaridade com dispositivos digitais, promovendo a adoção de ferramentas de gestão tecnológica no setor.

1.2 OBJETIVOS

Nesta seção serão abordados os objetivos gerais e específicos a serem buscados no decorrer da execução do trabalho proposto.

1.2.1 Objetivo geral

Planejar e desenvolver uma integração entre o assistente virtual Amazon Alexa e o aplicativo Pollen: Gestão de Colmeias, permitindo consultas por voz sobre dados apícolas e facilitando o acesso a informações durante o trabalho no apiário.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do projeto seguem a ordem cronológica de execução das atividades, conforme descrito a seguir:

- Analisar a arquitetura e funcionalidades do aplicativo Pollen para identificar dados que podem ser consultados via voz.
- Desenvolver uma Alexa Skill personalizada utilizando o Amazon Alexa Skills Kit e Node.js.
- Implementar a comunicação entre a Alexa Skill e a API do aplicativo Pollen utilizando autenticação JWT.
- Definir intents e utterances em português brasileiro para consultas sobre colmeias, produção de mel e atividades de manejo.
- Implementar respostas em formato SSML para melhor experiência do usuário com a assistente virtual.
- Validar a integração através de testes com usuários reais do aplicativo Pollen para avaliar a usabilidade e eficácia da solução.

No Quadro 1 apresenta-se uma comparação entre aplicativos de gestão apícola que oferecem funcionalidades de comandos por voz ou integração com assistentes virtuais, evidenciando a lacuna de mercado que a integração Alexa+Pollen visa preencher. As informações foram coletadas através de análise das páginas oficiais dos aplicativos e lojas de aplicativos (Google Play Store e Apple App Store) em outubro de 2025.

Quadro 1 – Comparação de aplicativos de gestão apícola com funcionalidades de voz.

Aplicativo	Gestão de Colmeias	Controle de voz hands-free	Integração Alexa/Google	Idioma PT-BR	Plataforma
Apiary Book*	Sim	Sim (Premium)	Não	Limitado	Multi-plataforma
Abelheiro**	Sim	Sim (in-app)	Não	Sim	Mobile
BeeHapp***	Sim	Não	Não	Sim	Mobile
Pollen + Alexa (Proposto)	Sim	Sim (Alexa)	Sim	Sim	Multi-plataforma

*Apiary Book disponível em: <https://www.apiarybook.com> (Acesso em: 01 out. 2025)

**Abelheiro disponível na Google Play Store (Acesso em: 01 out. 2025)

***BeeHapp disponível na Google Play Store (Acesso em: 01 out. 2025)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em análise de mercado de aplicativos apícolas (2025).

Conforme demonstrado no Quadro 1, embora existam aplicativos de gestão apícola com funcionalidades de voz, nenhum deles oferece integração nativa com assistentes virtuais consolidados como Amazon Alexa ou Google Assistant. As soluções existentes utilizam sistemas próprios de reconhecimento de voz in-app, o que limita a experiência do usuário e a adoção da tecnologia. A proposta de integração Alexa+Pollen representa uma inovação no setor, oferecendo aos apicultores brasileiros acesso a informações através de um ecossistema amplamente utilizado e consolidado no mercado de assistentes virtuais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão da literatura sobre fundamentos teóricos de assistentes virtuais, processamento de linguagem natural, Amazon Alexa Skills Kit, soluções similares e trabalhos relacionados à integração de assistentes virtuais com aplicações de gestão, com foco na área apícola.

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.1 Assistentes Virtuais e Processamento de Linguagem Natural

Assistentes virtuais são sistemas computacionais que utilizam Processamento de Linguagem Natural (NLP) e reconhecimento de voz para interpretar comandos dos usuários e executar tarefas automatizadas. Segundo Rajanala et al. (2025), esses sistemas combinam técnicas de reconhecimento de fala, análise semântica e síntese de voz para criar interfaces conversacionais naturais.

O Processamento de Linguagem Natural é um campo da Inteligência Artificial que permite que computadores compreendam, interpretem e gerem linguagem humana de forma significativa. No contexto de assistentes virtuais, o NLP é responsável por transformar comandos de voz em ações executáveis pelo sistema, passando por etapas de reconhecimento automático de fala (ASR - Automatic Speech Recognition), compreensão de linguagem natural (NLU - Natural Language Understanding) e geração de linguagem natural (NLG - Natural Language Generation).

2.1.2 Amazon Alexa Skills Kit

O Amazon Alexa Skills Kit (ASK) é um conjunto de ferramentas, APIs e documentação que permite desenvolvedores criarem habilidades personalizadas (skills) para o assistente virtual Alexa. Uma Skill é uma aplicação de voz que estende as capacidades nativas da Alexa, permitindo que ela execute tarefas específicas através de comandos de voz do usuário.

A arquitetura de uma Alexa Skill é composta por três componentes principais:

- **Modelo de Interação:** Define como usuários interagem com a Skill através de intents (intenções), utterances (frases que invocam intents) e slots (parâmetros variáveis nos comandos)
- **Backend da Skill:** Implementado geralmente como uma função AWS Lambda ou endpoint HTTPS, processa as requisições da Alexa e retorna respostas apropriadas
- **Account Linking:** Mecanismo de autenticação OAuth 2.0 que permite vincular contas de usuários de serviços terceiros à Skill

O fluxo de processamento de um comando de voz na Alexa envolve: (1) captura do áudio pelo dispositivo Echo; (2) envio do áudio para servidores Amazon para processamento de NLP; (3) identificação do intent e extração de slots; (4) invocação do backend da Skill com os parâmetros identificados; (5) processamento da lógica de negócio; (6) retorno da resposta em formato JSON com SSML (Speech Synthesis Markup Language); (7) síntese de voz pela Alexa; e (8) reprodução da resposta ao usuário.

2.1.3 APIs RESTful e Autenticação JWT

APIs RESTful (Representational State Transfer) são interfaces de programação que seguem os princípios arquiteturais REST, utilizando métodos HTTP (GET, POST, PUT, DELETE) para realizar operações sobre recursos. No contexto da integração Alexa+Pollen, a API RESTful do aplicativo Pollen será acessada pela Skill para consultar e manipular dados apícolas.

JSON Web Token (JWT) é um padrão aberto (RFC 7519) para transmissão segura de informações entre partes como um objeto JSON. No sistema planejado, JWT será utilizado para autenticação e autorização, garantindo que apenas usuários autenticados possam acessar seus dados através da Alexa. O token JWT contém claims (declarações) sobre o usuário e é assinado digitalmente, permitindo verificação de integridade e autenticidade sem necessidade de armazenar sessões no servidor.

2.2 SOLUÇÕES SIMILARES

O setor agrícola tem adotado assistentes virtuais e interfaces de voz para tornar operações em campo mais eficientes e acessíveis, especialmente em situações onde manipuladores manuais ou telas são impraticáveis. Na apicultura, por exemplo, atividades como monitoramento da saúde das abelhas, produção de mel e análise de variáveis ambientais exigem acesso imediato a dados, frequentemente com as mãos ocupadas.

Segundo Rajanala et al. (2025), um assistente por voz agrícola permite que agricultores façam consultas sobre saúde do solo, previsões meteorológicas e controle de pragas de modo intuitivo, utilizando reconhecimento de voz e processamento de linguagem natural, o que facilita interações em ambientes remotos ou com uso das mãos impedido.

A análise de soluções similares no mercado revela algumas implementações relevantes para o contexto deste trabalho. Embora não existam integrações específicas conhecidas entre Alexa e aplicações de gestão apícola, há casos de sucesso em domínios relacionados que podem servir como referência.

Um exemplo significativo é o trabalho de Gento Ribas (2019), que desenvolveu um protótipo de agricultura inteligente baseado em tecnologias IOT. O sistema integra sensores para monitoramento de condições ambientais (temperatura, umidade, luz) e do solo, utilizando Raspberry Pi como unidade central de processamento. De forma similar à proposta deste trabalho, Gento Ribas implementou controle por voz através da Amazon

Alexa, permitindo que usuários ativem dispositivos de irrigação e ventilação através de comandos de voz. O protótipo também utiliza o protocolo MQTT para comunicação com dispositivos wireless ESP32, demonstrando a viabilidade técnica de integrar assistentes virtuais com sistemas de gestão agrícola. Segundo Gento Ribas (2019), "voice is the easiest instruction to use"(GENTO RIBAS, 2019, p. 45), justificando a escolha da Alexa para controle hands-free em ambientes onde o uso de dispositivos móveis é limitado.

Outro exemplo relevante é o RAI-mundo, assistente virtual com inteligência artificial generativa desenvolvido pela Embrapa em parceria com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA) e a startup brasileira AZap.AI (EMBRAPA, 2024). Lançado em 2024, o RAI-mundo oferece assistência técnica automatizada via WhatsApp para pequenos e médios agricultores, abordando temas como manejo agrícola, clima, mercado, pragas, solo e produção sustentável. A ferramenta utiliza linguagem natural e foi projetada com foco na inclusão digital, adaptando as respostas à realidade local dos agricultores. Diferentemente das soluções comerciais, o RAI-mundo é gratuito e desenvolvido com validação técnica da Embrapa, demonstrando o potencial de assistentes virtuais para democratizar o acesso à informação técnica no setor agrícola brasileiro.

2.2.1 Gestão Apícola Digital

A gestão apícola moderna envolve o monitoramento de múltiplos aspectos das colmeias, incluindo:

- **Monitoramento de saúde:** Verificação de sinais de doenças, parasitas e stress das abelhas
- **Controle de produção:** Acompanhamento da produção de mel, pólen e outros produtos
- **Gestão de enxames:** Controle de divisões, capturas e migrações de enxames
- **Registro de colheitas:** Documentação de datas, quantidades e qualidade dos produtos
- **Análise climática:** Correlação entre condições meteorológicas e comportamento das abelhas

Aplicações móveis como o Pollen têm facilitado significativamente essas tarefas, permitindo que apicultores registrem e acessem informações sobre suas colmeias de forma organizada e eficiente.

2.3 DIFERENCIAIS DA PROPOSTA

Embora não existam integrações específicas conhecidas entre assistentes virtuais e aplicações de gestão apícola no mercado, a análise de soluções similares e trabalhos relacionados evidencia a viabilidade e os benefícios desta proposta. A solução planejada apresenta os seguintes diferenciais:

- **Integração nativa:** Desenvolvimento específico para o aplicativo Pollen, diferentemente de soluções genéricas

- **Comandos especializados:** Vocabulário adaptado para terminologia apícola brasileira
- **Contexto de uso otimizado:** Interface de voz projetada para uso em ambientes de apiário com mãos ocupadas
- **Funcionalidades específicas:** Comandos para consulta de status de enxames, registro de alimentação e verificação de colheitas
- **Segurança e privacidade:** Implementação de autenticação robusta e controle de acesso adequado aos dados sensíveis

Conforme demonstrado no Quadro 1 (apresentado na Introdução), nenhum aplicativo de gestão apícola atual oferece integração com assistentes virtuais consolidados como Amazon Alexa, representando uma oportunidade única de inovação no setor.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

Neste capítulo do trabalho será abordada a caracterização da metodologia de pesquisa, questões de pesquisa, como será a aplicação da metodologia e o planejamento do desenvolvimento da integração com Alexa, além de mostrar como será planejada a análise de resultados e a população e amostra do trabalho.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia escolhida para o planejamento do desenvolvimento da integração entre Amazon Alexa e o aplicativo Pollen é a Metodologia em Cascata, proposta por Sommerville (2011) e amplamente utilizada em projetos de desenvolvimento de software.

A Metodologia em Cascata é um modelo de desenvolvimento de software que divide o processo em etapas sequenciais e bem definidas, garantindo que cada fase seja concluída antes de avançar para a próxima. Essa abordagem permite um controle mais rigoroso sobre o progresso do projeto e facilita a identificação e correção de possíveis problemas ao longo do planejamento.

Os procedimentos técnicos adotados neste trabalho envolvem a realização de uma **pesquisa bibliográfica**, de um **estudo de caso** e o **planejamento de uma pesquisa experimental**.

A pesquisa bibliográfica fornece o embasamento teórico necessário para a definição dos padrões de desenvolvimento de Alexa Skills e integração com APIs, essenciais para o planejamento da solução.

O estudo de caso consiste na análise do aplicativo Pollen e identificação das funcionalidades que podem ser integradas com assistentes virtuais, permitindo uma análise aprofundada das possibilidades de integração. O enfoque será direcionado para apicultores usuários do aplicativo Pollen, o que delimita o escopo da pesquisa.

O planejamento da pesquisa experimental será conduzido mediante a definição de metodologias para desenvolvimento e teste da integração Alexa+Pollen com apicultores reais, que utilizarão a skill planejada em seus ambientes de trabalho. O objetivo é planejar a avaliação da eficácia da solução em contextos reais de gestão apícola.

3.2 QUESTÕES DE PESQUISA

A integração proposta entre Amazon Alexa e o aplicativo Pollen é capaz de fornecer acesso eficiente a informações sobre colmeias através de comandos de voz, melhorando a experiência do usuário e facilitando o trabalho no apiário sem necessidade de interromper as atividades para consultar dispositivos móveis?

3.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

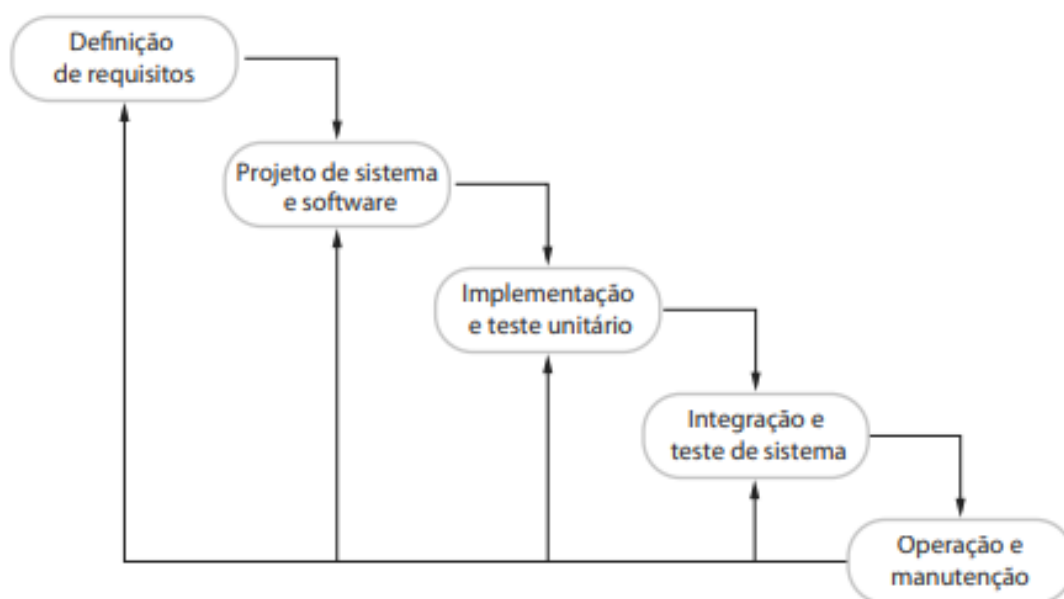
Nesta subseção, são descritas as etapas planejadas para a metodologia deste trabalho. As atividades englobam desde o planejamento do ambiente de desenvolvimento e coleta de requisitos até o planejamento da implementação da integração Alexa+Pollen e a validação dos resultados obtidos. Cada fase será planejada com o objetivo de garantir a confiabilidade do planejamento do sistema e a coerência com os objetivos traçados neste trabalho.

3.3.1 Planejamento do desenvolvimento da solução proposta

O modelo em cascata é uma das abordagens clássicas para o desenvolvimento de software e foi originalmente descrito por Winston Royce em 1970. Este modelo foi posteriormente estruturado por Ian Sommerville em sua obra clássica “Engenharia de Software” como um processo sequencial em que cada fase depende da entrega da anterior e gera um produto definido.

Ilustração 1 – Modelo Cascata.

O modelo em cascata



Fonte: Sommerville (2011).

Conforme ilustrado na Figura 1 (Modelo cascata de Sommerville), o modelo é dividido em cinco fases principais: definição de requisitos, projeto de sistema e software, implementação e teste unitário, integração e teste de sistema, e operação e manutenção. Cada fase possui entregáveis específicos e critérios de entrada e saída bem definidos.

3.3.1.1 Definição de Requisitos

A definição de requisitos é a etapa de desenvolvimento de software que descreve detalhadamente o que o sistema deve fazer e quais restrições ele deve obedecer. De acordo com Sommerville (2011), um requisito é "uma descrição de algo que o sistema deve fazer ou uma propriedade que ele deve ter" (SOMMERVILLE, 2011, p. 82). Essa definição engloba tanto funcionalidades esperadas quanto limitações técnicas ou organizacionais que devem ser consideradas na construção do projeto.

Ainda segundo Sommerville (2011), os requisitos funcionais especificam os serviços que o sistema deve oferecer e como ele deve reagir a entradas específicas. Por outro lado, os requisitos não funcionais dizem respeito a restrições sobre os serviços ou funções oferecidas, como requisitos de desempenho, padrões de qualidade, requisitos organizacionais ou de segurança. Para a obtenção desses requisitos, será adotada a técnica de entrevistas semiestruturadas com os usuários finais que serão apicultores usuários do aplicativo Pollen. Essa abordagem permitirá captar informações sobre as necessidades práticas dos usuários, possibilitando uma definição mais precisa e contextualizada dos requisitos do sistema.

3.3.1.2 Projeto de Sistema e Software

A fase de projeto de sistema e software visa transformar os requisitos previamente definidos em uma arquitetura viável para implementação. De acordo com Sommerville (2011), o projeto de software é o processo de definir a arquitetura, os componentes e suas interfaces, garantindo que o sistema satisfaça os requisitos especificados. Neste projeto, essa etapa se desdobra em três frentes principais: Desenvolver uma Alexa Skill personalizada, integrar com o aplicativo Pollen e testar a integração com usuários reais.

O desenvolvimento da Alexa Skill personalizada será feito utilizando o Amazon Alexa Skills Kit e Node.js seguindo as melhores práticas de desenvolvimento de Alexa Skills. O processo de criação envolve o registro da skill no Amazon Developer Console, configuração do modelo de interação e desenvolvimento do backend utilizando AWS Lambda.

A integração com o aplicativo Pollen será realizada através de chamadas HTTP para a API RESTful existente, utilizando autenticação JWT seguindo as melhores práticas de segurança.

A testagem da integração será feita com usuários reais utilizando o aplicativo Pollen e a Alexa Skill desenvolvida.

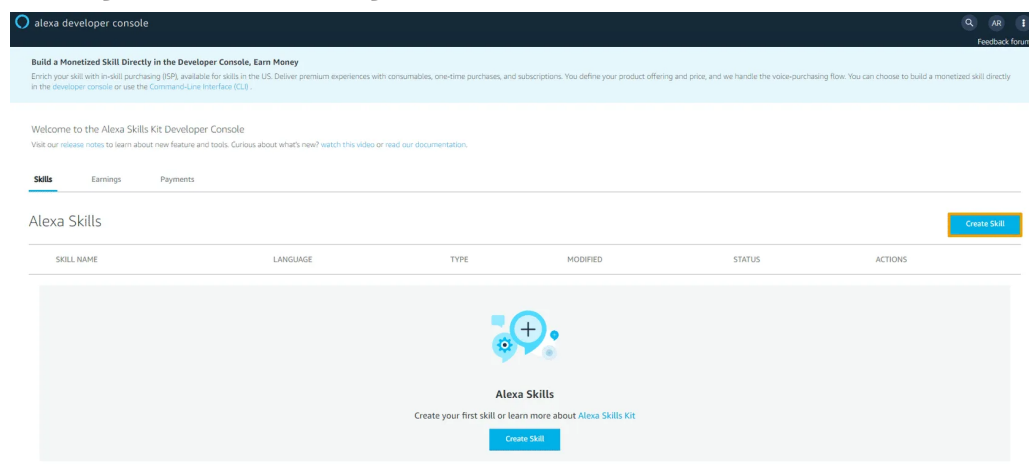
As Figuras 2, 3 e 4 ilustram as principais etapas do processo de desenvolvimento no Amazon Developer Console. A Figura 2 exemplifica a interface de criação de uma nova Alexa Skill, onde são configurados o nome da skill, o idioma de suporte e as informações básicas do projeto. A Figura 3 demonstra as opções de idiomas disponíveis, sendo que a Skill será desenvolvida em português brasileiro, garantindo uma experiência natural para os usuários brasileiros do aplicativo Pollen. A Figura 4 apresenta a interface de teste da

Skill, ferramenta essencial para simular comandos de voz e verificar se as respostas estão sendo geradas corretamente durante o desenvolvimento e antes da publicação.

A skill permitirá consultas sobre informações como número de colmeias, produção de mel, status dos enxames, próximas atividades de manejo e estatísticas de produtividade.

A implementação seguirá as melhores práticas de desenvolvimento de Alexa Skills, incluindo o uso de intents bem definidos, utterances em português brasileiro e respostas em formato SSML para melhor experiência do usuário.

Ilustração 2 – Tela de criação de Skill Alexa.



Fonte: O Autor.

Ilustração 3 – Tipos de linguagem aceitas pela Skill.

1. Choose a model to add to your skill
There are many ways to start building a skill. You can design your own custom model or start with a pre-built model. Pre-built models are interaction models that contain a package of intents and utterances that you can add to your skill.

Custom

Design a unique experience for your users. A custom model enables you to create all of your skill's interactions.

"Alexa, what's in the news?"

Flash Briefing

Give users control of their news feed. This pre-built model lets users control what updates they listen to.

"Alexa, turn on the kitchen lights"

Smart Home

Give users control of their smart home devices. This pre-built model lets users turn off the lights and other devices without getting up.

"Alexa, play music by Lady Gaga"

Music

Give users complete control of their music. This pre-built model lets users search, pause, skip, or shuffle in your skill.

"Alexa, play music by Lady Gaga"

Video

Let users find and consume video content. This pre-built model supports content searches and content suggestions.

"Alexa, play interstellar"

Meetings

This pre-built model leverages Alexa for Business APIs to allow users to search for and book available meeting rooms in their office.

"Alexa, book a room"

Education

This pre-built model leverages Alexa Education APIs to let users know about upcoming coursework, recent grades and school communications.

"Alexa, what's due tomorrow?"

2. Choose a method to host your skill's backend resources
You can provision your own backend resources or you can have Alexa host them for you. If you decide to have Alexa host your skill, you'll get access to our code editor, which will allow you to deploy code directly to AWS Lambda from the developer console.

Alexa-Hosted (Node.js)

Alexa will host skills in your account up to the AWS Free Tier limits and get you started with a Node.js template. You will gain access to an AWS Lambda endpoint, 5 GB of media storage with 15 GB of monthly data transfer, and a table for session persistence. [Learn more](#)

Alexa-Hosted (Python)

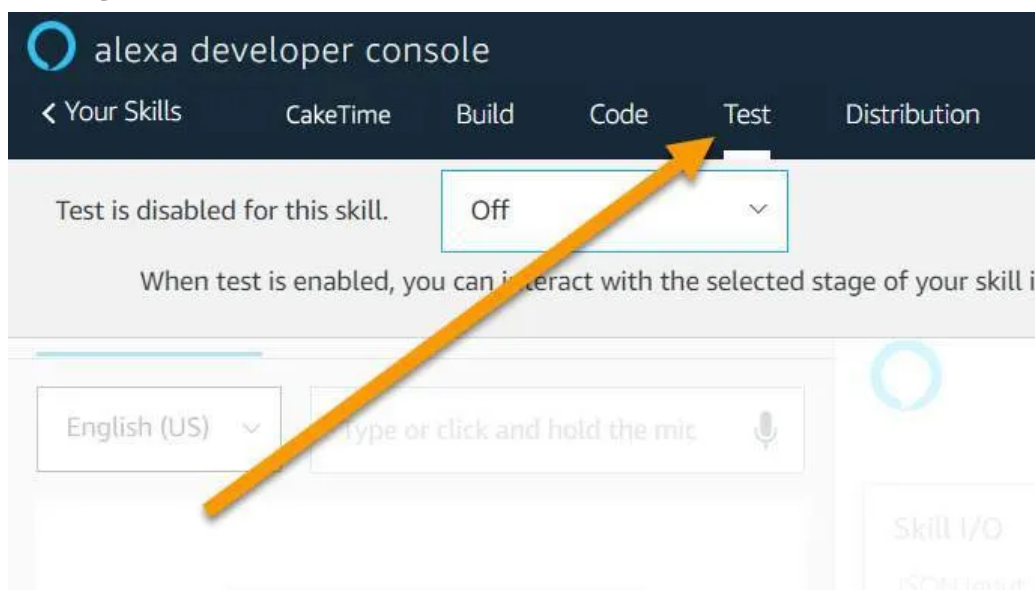
Alexa will host skills in your account up to the AWS Free Tier limits and get you started with a Python template. You will gain access to an AWS Lambda endpoint, 5 GB of media storage with 15 GB of monthly data transfer, and a table for session persistence. [Learn more](#)

Provision your own

Provision your own endpoint and backend resources for your skill. This is recommended for skills that have significant data transfer requirements. You will not gain access to the console's code editor.

Fonte: O Autor.

Ilustração 4 – Interface de teste da Skill Alexa.



Fonte: O Autor.

3.3.1.3 Fase de Implementação

A fase de implementação representa o momento em que as decisões definidas nas etapas de projeto e análise se concretizam na construção prática do sistema. Segundo Sommerville (2011), essa etapa está diretamente relacionada à transformação dos modelos em código executável, respeitando os padrões estabelecidos e validando o funcionamento do sistema como um todo.

O desenvolvimento da Alexa Skill será realizado utilizando Node.js e o Amazon Alexa Skills Kit (ASK). A skill será hospedada como uma função AWS Lambda, garantindo escalabilidade e confiabilidade no processamento das requisições. A comunicação com a API do aplicativo Pollen será implementada utilizando bibliotecas HTTP nativas do Node.js, com tratamento adequado de erros e timeouts.

A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento é Node.js com TypeScript. Serão utilizadas as bibliotecas oficiais do Alexa Skills Kit, além de bibliotecas para comunicação HTTP e processamento de dados JSON. A programação será conduzida na IDE VS Code, que permite integração com ferramentas de versionamento e ambientes virtuais.

O repositório da aplicação será controlado via Git e hospedado no GitHub, garantindo controle de versão, rastreabilidade de mudanças e backup do progresso. Isso também permitirá a integração com pipelines de entrega contínua futuramente, caso a aplicação seja expandida.

3.3.1.4 Tecnologias Utilizadas

O desenvolvimento utilizará **Node.js com TypeScript** para implementação da Skill, devido ao suporte oficial da Amazon através do Alexa Skills Kit. A Skill será hospedada em **AWS Lambda**, garantindo escalabilidade e disponibilidade. A comunicação com o aplicativo Pollen ocorrerá via **API RESTful** já existente, utilizando autenticação **JWT** e protocolo **HTTPS** para segurança. O banco de dados **PostgreSQL** do Pollen será acessado indiretamente através da API, mantendo a arquitetura de camadas do sistema.

3.3.1.5 Fase de integração e testes

A fase de planejamento dos testes é responsável por planejar a garantia da qualidade do software e a conformidade com os requisitos especificados. Segundo Pressman (2011), os testes de software devem ser planejados de forma sistemática e aplicados com o propósito de revelar o maior número possível de defeitos, contribuindo para a qualidade e confiabilidade do produto final.

O planejamento dos testes será dividido entre a verificação funcional da Alexa Skill e a avaliação da integração com a API do Pollen. O roteiro de testes planejado considera a execução da skill com comandos de voz reais, testados por apicultores usuários do aplicativo Pollen. O objetivo é planejar a validação se as consultas por voz funcionam corretamente, se os dados retornados estão de acordo com os critérios esperados e se a experiência de uso da skill permanece fluida. As verificações funcionais planejadas incluem o reconhecimento correto dos comandos de voz, a comunicação adequada com a API do Pollen, a formatação apropriada das respostas em SSML, além da geração de respostas coerentes e do bom desempenho geral do sistema. Parte dos testes será também planejada para ser automatizada com o uso do framework Jest, focando em funções auxiliares como o processamento de intents e a validação da integração com a API, o que permite assegurar a estabilidade do sistema mesmo após possíveis futuras alterações no código.

Os testes serão realizados com apicultores usuários do Pollen, abrangendo testes unitários (processamento de intents e validação de dados), testes de integração (comunicação com API Pollen) e testes de aceitação do usuário (comandos de voz reais). Os critérios de sucesso incluem precisão de reconhecimento mínima de 90%, tempo de resposta máximo de 3 segundos e satisfação do usuário de pelo menos 4.0/5.0. Os formulários detalhados de avaliação estão disponíveis no Apêndice C.

3.3.1.6 Operação e manutenção

A fase de operação e manutenção corresponde à última etapa do ciclo de vida no modelo em cascata, sendo responsável por garantir a continuidade do funcionamento do sistema após sua entrega, além de contemplar ajustes, correções de falhas e melhorias que possam surgir com o uso contínuo da aplicação. De acordo com Pressman (2016), esta

etapa não apenas envolve a correção de erros não detectados anteriormente, mas também a adaptação do software às mudanças de ambiente e requisitos, bem como o aprimoramento de sua funcionalidade.

Neste trabalho, serão feitas manutenções para o bom funcionamento do sistema, buscando sempre atualizações que melhorem a eficiência do mesmo. Possivelmente melhorias como a implementação de novos comandos de voz, integração com outros assistentes virtuais ou expansão das funcionalidades de consulta poderão ser feitas com manutenções posteriores à entrega do projeto inicial.

3.3.2 População e Amostra

A população desse estudo é composta por apicultores usuários do aplicativo Pollen: Gestão de Colmeias, que possuem dispositivos Amazon Echo ou compatíveis com Alexa. Atualmente o aplicativo Pollen conta com uma base de aproximadamente 150 usuários ativos cadastrados, dos quais estima-se que cerca de 30% (45 usuários) possuem ou têm acesso a dispositivos compatíveis com Alexa.

Para a realização dos testes de validação da integração Alexa+Pollen, será selecionada uma amostra de 10 a 15 apicultores usuários do aplicativo que possuem dispositivos Amazon Echo ou compatíveis. A seleção da amostra seguirá os seguintes critérios:

- **Disponibilidade de dispositivo:** Possuir Amazon Echo, Echo Dot ou outro dispositivo compatível com Alexa
- **Experiência com apicultura:** Incluir apicultores com diferentes níveis de experiência (iniciantes, intermediários e experientes)
- **Tamanho de operação:** Variar entre pequenos apicultores (até 10 colmeias), médios (11 a 50 colmeias) e grandes (mais de 50 colmeias)
- **Uso ativo do Pollen:** Usuários que utilizam o aplicativo regularmente para gestão de suas colmeias
- **Disponibilidade para participação:** Disposição para testar a Skill e responder aos formulários de avaliação

A amostra de 10 a 15 participantes é considerada adequada para um estudo qualitativo de validação de interface de voz, permitindo identificar problemas de usabilidade e avaliar a eficácia da solução proposta. A seleção considerará apicultores de diferentes níveis de experiência e tamanhos de operação, visto que o objetivo da pesquisa é avaliar a aplicabilidade da integração Alexa+Pollen em contextos reais de gestão apícola.

3.4 COLETA E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SOLUÇÃO

Esta etapa consiste em descrever COMO será realizada a coleta e análise dos resultados da solução que será desenvolvida, descrever QUEM realizará estes experimentos e COMO será feita a análise destes experimentos.

A primeira etapa nesta fase é determinar quais experimentos de avaliação serão realizados para avaliar a solução. Para a integração Alexa+Pollen, será necessário determinar a eficácia da solução através de testes de funcionalidade e aceitação do usuário. A determinação de quantos experimentos de avaliação do aceite irá realizar é uma escolha em conjunto com o orientador.

Há várias formas de se realizar experimentos de avaliação. Pode-se realizar isso por meio de uma entrevista estruturada ou não estruturada, ou então por meio de formulários utilizando escala Likert para determinação da avaliação.

Um artefato de experimentos de avaliação de sistemas computacionais bastante utilizado é por exemplo a avaliação de funcionalidades do sistema. Foram estabelecidos os requisitos funcionais e não funcionais, logo é possível se criar um formulário para avaliar se cada um dos requisitos citados, foram cumpridos na totalidade, em parte, ou se não foi cumprido.

Outro artefato que pode ser utilizado para experimentos de avaliação é a avaliação da eficácia da solução proposta, também conhecida como avaliação de aceite. A avaliação da eficácia está relacionada aos indicadores e critérios de sucesso e aceitação de sua solução. Pode ser realizada por meio de uma entrevista estruturada ou através de um formulário com escolhas na escala Likert.

A segunda etapa desta fase é informar QUEM são os participantes que irão realizar esses experimentos de avaliação ou aceitação. Estes experimentos serão realizados por apicultores usuários do aplicativo Pollen que possuem dispositivos Amazon Echo ou compatíveis com Alexa.

Para validar a necessidade e interesse dos usuários pela integração Alexa+Pollen, foi realizada uma pesquisa preliminar utilizando Google Forms, enviada por e-mail para usuários ativos do aplicativo Pollen. A pesquisa contou com 5 respondentes e apresentou os seguintes resultados:

Resultados da Pesquisa Preliminar:

A pesquisa "Pollen integração com ALEXA" foi aplicada para 5 usuários do aplicativo Pollen, obtendo os seguintes resultados:

- **Interesse na integração:** 100% dos respondentes (5/5) manifestaram interesse na integração do aplicativo Pollen com Alexa
- **Funcionalidades desejadas pelos usuários:**
 - Perguntas sobre idade da rainha
 - Consulta sobre força do enxame
 - Data da última divisão
 - Quantidade de enxames de determinada espécie
 - Produção de mel de determinada espécie
 - Notificações e rotinas (lembrete de manutenção da colmeia ou alimentação)
 - Registro de localização do Meliponário
- **Sugestões de assistentes virtuais:** Os usuários mencionaram preferência por Alexa e Google Assistant

●**Funcionalidades específicas sugeridas:**

- Passo a passo de cuidados com a colmeia
- Consulta de quantidade de enxames
- Registro de data das divisões

Estes resultados validam a necessidade identificada no problema de pesquisa e demonstram que os usuários do aplicativo Pollen têm interesse real na integração com assistentes virtuais, especialmente para consultas rápidas e registro de informações durante o trabalho no apiário.

Quando tiver uma quantidade muito grande de possíveis participantes para o experimento, deverá determinar uma amostra dessa grande população. Quanto tem-se um estudo de caso (empresa, entidade, ONG), o público que irá realizar os experimentos é muito restrito, não sendo necessário especificar uma amostra. Neste caso você deverá citar quem serão os participantes. Nunca citar o nome das pessoas participantes e sim as funções que exercem na organização.

A terceira e última etapa dos experimentos é dizer COMO irá fazer a análise dos artefatos citados na primeira parte e respondidos pelos participantes dos experimentos.

Se utilizar de um formulário de avaliação de funcionalidades, posso dizer que a solução proposta será considerada funcional se atingir a média 7, a partir das avaliações realizadas entre os participantes. Optou-se pela média 7 (sete), pois Junek (2014) afirma:

"[...] não dá para tirar 7 sem interferência do estudo. A probabilidade de tirar um 7, sem saber nada, em uma prova de 10 questões com 4 alternativas, sendo apenas 1 delas correta, é de 0,003. Ou seja, você terá que fazer mil provas chutando os resultados para em três das mil tirar notas 7. Desta forma, se entende que um aluno que tira um 7, só pode ter sido por conta do estudo."

O cálculo da média de funcionalidade dar-se-á por meio da seguinte fórmula matemática, estabelecida por Campagnaro (2017):

$$\text{MédiaFunc} = \frac{(\sum QtdA + \sum QtdEP \times 0,5)}{N \times QtdAva} \times 10 \quad (1)$$

Onde:

- $\sum QtdA$: Somatório de alternativas marcadas como Atendidas.
- $\sum QtdEP$: Somatório de alternativas marcadas como Atendidas em parte.
- $\sum QtdEP \times 0,5$: Divide-se por 2 (dois) o $\sum QtdEP$, devido ao fato de que atendimento em parte possui à metade do peso das consideradas atendidas.
- N : É a quantidade de questões de funcionalidades avaliadas.
- $QtdAva$: É a quantidade de avaliadores/participantes.
- $\times 10$: Para se obter já a média na escala de 0 a 10.

Agora se por exemplo utilizar o formulário de avaliação de eficácia / aceitação, posso dizer que a solução proposta será considerada funcional se atingir a média igual ou superior a 3,5. Optou-se por 3,5 pelo fato de cada uma das opções de avaliação da escala Likert adotada possuírem um peso diferente, o que possibilitará uma melhor captura da percepção dos avaliadores em relação a cada um dos critérios que serão avaliados.

Os pesos que cada uma das opções da escala presente no formulário, são os seguintes:

- Concordo fortemente = 5
- Concordo = 4
- Indeciso = 3
- Discordo = 2
- Discordo fortemente = 1

A fórmula matemática que irá avaliar a eficácia é a seguinte:

$$\text{MédiaEfi} = \frac{(\sum CF \times 5 + \sum C \times 4 + \sum I \times 3 + \sum D \times 2 + \sum DF \times 1)}{N \times \text{QtdAva}} \quad (2)$$

Onde:

- $\sum CF$: Somatório da escala concordo fortemente;
- $\sum C$: Somatório da escala concordo;
- $\sum I$: Somatório da escala indeciso;
- $\sum D$: Somatório da escala discordo;
- $\sum DF$: Somatório da escala discordo fortemente;
- N : É a quantidade de critérios de eficácia avaliados;
- $QtdAva$: É a quantidade de avaliadores/participantes.

A análise também pode ser realizada a partir de média simples, média ponderada, mediana e quaisquer outros métodos estatísticos, bem como pelo simples conhecimento empírico.

4 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Este capítulo apresenta o planejamento da solução proposta para integração entre Amazon Alexa e o aplicativo Pollen, incluindo os requisitos funcionais e não funcionais planejados, os diagramas de modelagem conceitual do sistema planejado, os wireframes das interfaces propostas e os artefatos de planejamento desenvolvidos.

4.1 REQUISITOS DO SISTEMA

Esta seção apresenta os requisitos funcionais e não funcionais planejados para a integração Alexa+Pollen, baseados na análise das necessidades dos apicultores usuários do aplicativo Pollen.

4.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais especificam as funcionalidades que o sistema deve oferecer para atender às necessidades dos usuários, baseados na pesquisa preliminar realizada com usuários do aplicativo Pollen. O Quadro 2 apresenta os 13 requisitos funcionais planejados para a integração Alexa+Pollen.

4.1.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais definem as restrições e qualidades que o sistema deve possuir. O Quadro 3 apresenta os 8 requisitos não funcionais planejados, organizados por categoria e com critérios de aceitação claramente definidos.

4.2 MODELAGEM DO SISTEMA

Esta seção apresenta os diagramas de modelagem conceitual planejados para a integração Alexa+Pollen, seguindo as etapas do modelo em cascata para o planejamento do sistema.

4.2.1 Diagrama de Caso de Uso

O Diagrama de Caso de Uso apresenta as interações entre os atores (Apicultor e Amazon Alexa) e o sistema, definindo as funcionalidades principais da integração.

Conforme apresentado na Figura 5, o sistema permite que apicultores interajam

Quadro 2 – Requisitos Funcionais da integração Alexa+Pollen.

ID	Nome do Requisito	Descrição
RF001	Autenticação	O sistema deve permitir que usuários autentiquem-se na Skill utilizando suas credenciais do aplicativo Pollen
RF002	Consulta de Enxames	O sistema deve permitir consultar informações sobre os enxames do usuário através de comandos de voz
RF003	Consulta de Idade da Rainha	O sistema deve permitir consultar a idade da rainha de enxames específicos
RF004	Consulta de Força do Enxame	O sistema deve permitir verificar a força/estado do enxame
RF005	Consulta de Data da Última Divisão	O sistema deve permitir consultar quando foi realizada a última divisão do enxame
RF006	Consulta por Espécie	O sistema deve permitir consultar quantidade de enxames e produção de mel por espécie específica
RF007	Notificações e Lembretes	O sistema deve fornecer lembretes de manutenção da colmeia e alimentação
RF008	Registro de Localização	O sistema deve permitir registrar a localização do Meliponário
RF009	Passo a Passo de Cuidados	O sistema deve fornecer orientações passo a passo sobre cuidados com a colmeia
RF010	Registro de Divisões	O sistema deve permitir registrar datas de divisões realizadas
RF011	Dashboard Resumido	O sistema deve fornecer um resumo geral do apiário do usuário
RF012	Comandos de Ajuda	O sistema deve fornecer ajuda sobre comandos disponíveis
RF013	Configuração de Usuário	O sistema deve permitir configurar preferências do usuário

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

com o aplicativo Pollen através de comandos de voz, realizando consultas e registros de atividades apícolas de forma hands-free.

4.2.2 Estrutura de Dados do Sistema

Esta subseção apresenta a estrutura de dados do sistema Pollen que será acessada pela integração com Alexa. A estrutura é composta por entidades principais que armazenam informações sobre usuários, enxames, atividades de manejo e produção apícola.

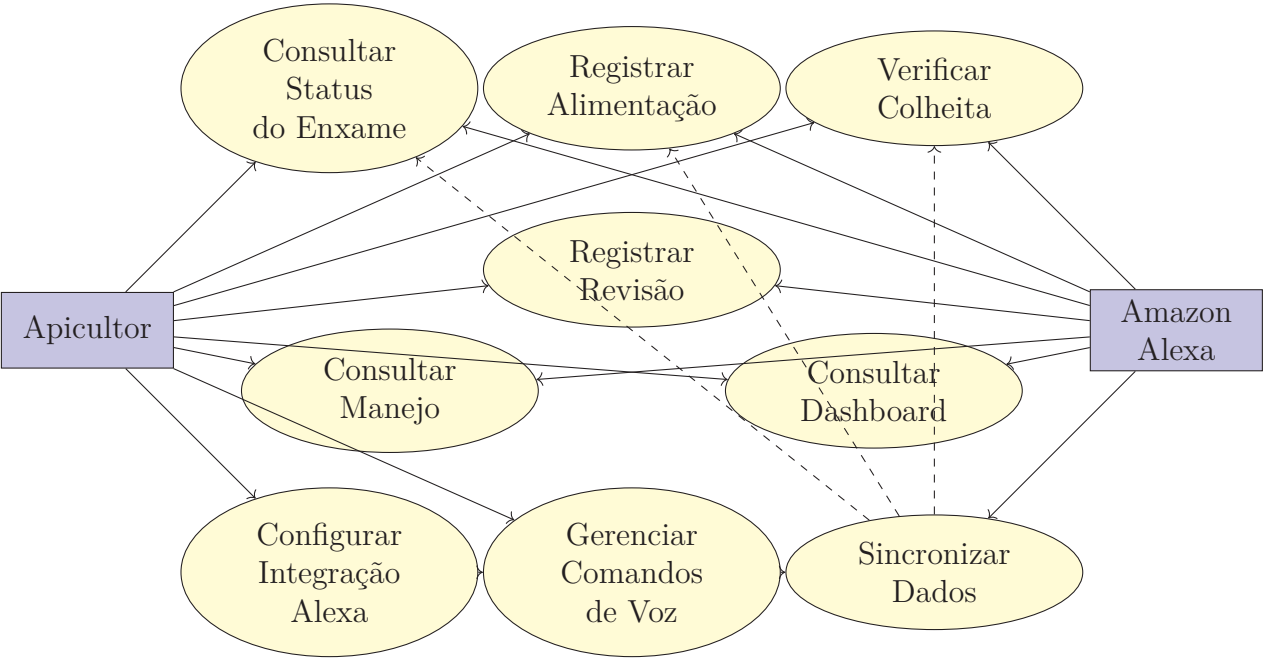
O Quadro 4 apresenta as sete entidades principais do banco de dados Pollen que serão acessadas pela Skill Alexa: User (usuários do aplicativo), Enxame (colmeias gerenciadas), Alimentacao (registros de alimentação), Colheita (produção de mel e derivados), Manejo (atividades de manejo), Revisao (inspeções periódicas) e Dashboard (estatísticas consolidadas). Cada entidade possui atributos específicos que armazenam as informações necessárias para a gestão apícola.

Quadro 3 – Requisitos Não Funcionais da integração Alexa+Pollen.

ID	Categoria	Descrição	Critério de Aceitação
RNF001	Performance	O sistema deve responder a comandos de voz rapidamente	Tempo de resposta máximo de 3 segundos
RNF002	Disponibilidade	O sistema deve estar disponível continuamente	Uptime mínimo de 99%
RNF003	Segurança	O sistema deve garantir proteção dos dados	Utilizar autenticação JWT e comunicação HTTPS
RNF004	Usabilidade	O sistema deve reconhecer comandos em português brasileiro	Precisão mínima de 90% no reconhecimento
RNF005	Escalabilidade	O sistema deve suportar múltiplos usuários simultâneos	Suportar até 1000 usuários simultâneos
RNF006	Compatibilidade	O sistema deve funcionar em dispositivos Amazon Echo	Compatível com Echo 2ª geração ou superior
RNF007	Manutenibilidade	O código deve seguir padrões de desenvolvimento	Código documentado e seguindo padrões definidos
RNF008	Confiabilidade	O sistema deve tratar erros adequadamente	Feedback apropriado em todas as situações de erro

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ilustração 5 – Diagrama de Caso de Uso - Integração Alexa com Sistema Pollen.



Fonte: O Autor.

Quadro 4 – Entidades e atributos do banco de dados relevantes para integração Alexa.

Entidade	Atributos	Descrição
USER	<u>id</u> , email, password, planType, status	Armazena informações dos usuários do aplicativo Pollen que utilizarão a integração com Alexa
ENXAME	<u>id</u> , userId, especie, estadoOrigem, localizacao, identificador, forcaEnxame, createddate	Representa as colmeias gerenciadas pelo apicultor, principal entidade consultada via comandos de voz
ALIMENTACAO	<u>id</u> , enxameId, tipo, quantidade, observacao, createddate	Registra alimentações fornecidas aos enxames, pode ser consultada e registrada via Alexa
COLHEITA	<u>id</u> , enxameId, quantidade, tipo, observacao, createddate	Armazena informações sobre colheitas realizadas, principal métrica consultada via comandos de voz
MANEJO	<u>id</u> , enxameId, tipo, descricao, createddate	Registra atividades de manejo realizadas nas colmeias (divisão, troca de caixa, etc.)
REVISAO	<u>id</u> , enxameId, tipo, observacao, createddate	Armazena revisões periódicas realizadas nos enxames para verificação de saúde
DASHBOARD	<u>id</u> , userId, totalEnxames, totalColheita, ultimaAtividade	Consolida dados gerais do apiário, fornecendo resumo geral via comando de voz

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quadro 5 – Relacionamentos entre as entidades do sistema.

Entidade Origem	Relacionamento	Entidade Destino	Descrição
USER	possui (1:N)	ENXAME	Um usuário pode possuir múltiplos enxames. A Alexa consulta os enxames do usuário autenticado.
USER	visualiza (1:1)	DASHBOARD	Cada usuário possui um dashboard único com estatísticas gerais do seu apiário.
ENXAME	tem (1:N)	ALIMENTACAO	Um enxame pode ter múltiplos registros de alimentação ao longo do tempo.
ENXAME	produz (1:N)	COLHEITA	Um enxame pode ter múltiplas colheitas registradas. Principal dado consultado via Alexa.
ENXAME	recebe (1:N)	MANEJO	Um enxame pode ter múltiplos manejos realizados (divisão, troca de caixa, etc.).
ENXAME	inspecionado (1:N)	REVISAO	Um enxame pode ter múltiplas revisões periódicas para verificação de saúde.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O Quadro 5 detalha como essas entidades se relacionam entre si, demonstrando a estrutura de dados que permitirá à Alexa consultar informações de forma hierárquica e contextualizada. Por exemplo, quando o usuário solicitar informações sobre seus enxames, a Skill poderá acessar dados relacionados de alimentação, colheitas e revisões associadas a cada enxame específico.

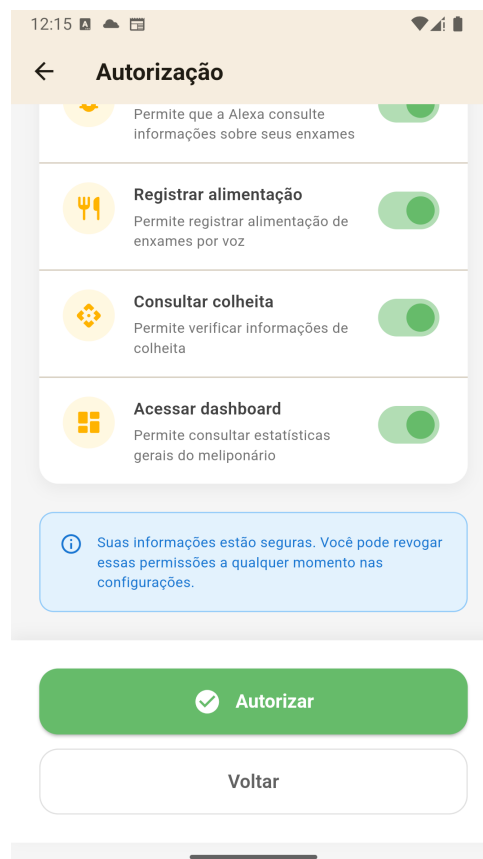
4.3 INTERFACES DO SISTEMA

Esta seção apresenta os wireframes das interfaces de configuração da integração Alexa no aplicativo Pollen, desenvolvidos para demonstrar como os usuários irão interagir com as funcionalidades de integração de voz.

4.3.1 Wireframe - Autorização

O primeiro wireframe apresenta a tela de autorização, onde o usuário concede permissões para que a Alexa acesse os dados do aplicativo Pollen.

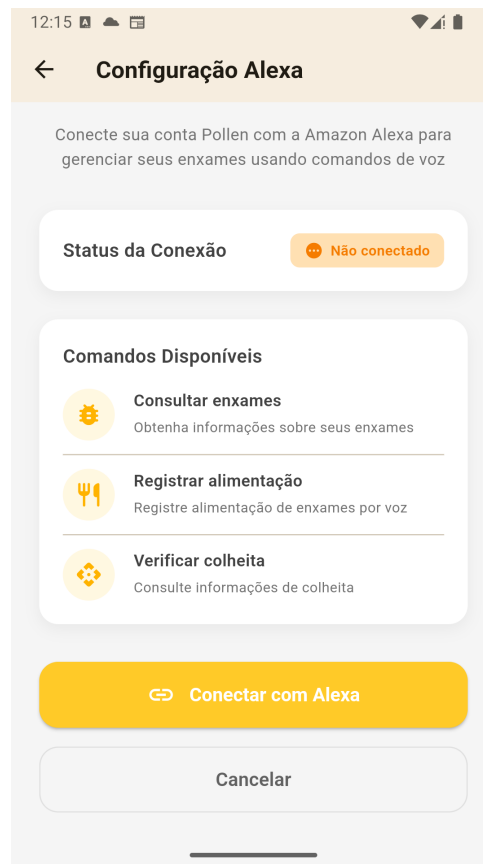
Ilustração 6 – Wireframe - Tela de autorização da integração Alexa no aplicativo Pollen.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conforme apresentado na Figura 6, o usuário pode visualizar e autorizar as permis-

Ilustração 7 – Wireframe - Tela de comandos disponíveis da integração Alexa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

sões necessárias para a integração funcionar adequadamente. As Figuras 7 e 8 mostram respectivamente a lista de comandos disponíveis e a interface para testar os comandos de voz antes de usar com a Alexa.

4.3.2 Wireframes - Gerenciamento de Comandos

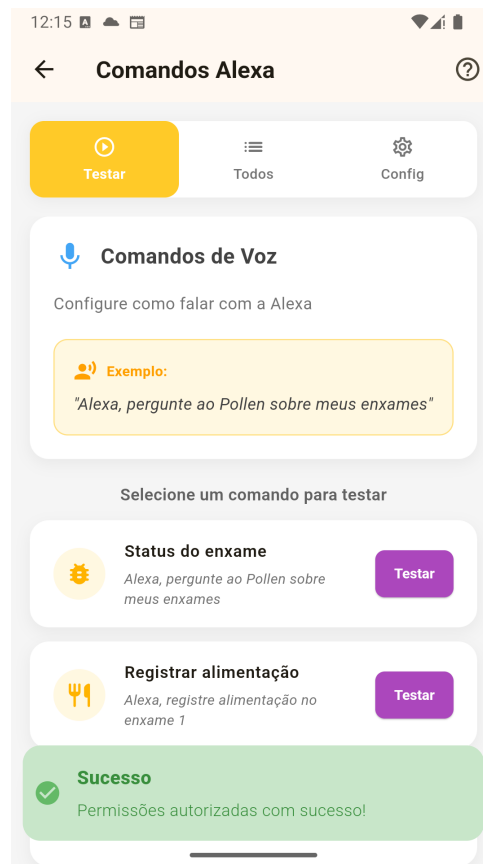
Os wireframes de gerenciamento apresentam as interfaces para visualizar todos os comandos disponíveis e gerenciar a conexão com a Alexa.

A Figura 9 exhibe a tela com a listagem completa de todos os comandos de voz disponíveis na integração, permitindo que o usuário conheça todas as funcionalidades acessíveis por voz. Já a Figura 10 apresenta a interface para desconectar a integração com a Alexa, caso o usuário deseje revogar as permissões concedidas.

4.4 FLUXO DE PROCESSAMENTO DO SISTEMA

Esta seção apresenta o processo de execução de comandos de voz na integração Alexa, detalhando o fluxo desde o comando do usuário até a resposta final.

Ilustração 8 – Wireframe - Tela para testar comandos de voz da Alexa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.4.1 Processo de Execução de Comandos de Voz

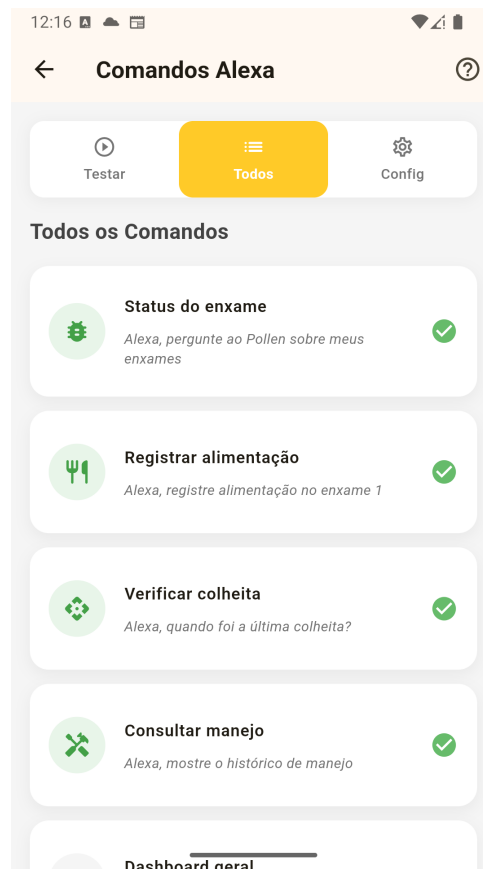
O Quadro a seguir descreve de forma estruturada o processo completo de processamento de comandos de voz, desde a captura até a resposta ao usuário.

O Quadro 6 apresenta as sete etapas do processo de execução de comandos de voz na integração Alexa+Pollen. O processo inicia com a captura do comando de voz pelo dispositivo Alexa, passa pelo reconhecimento de linguagem natural (NLP), validação do comando e autenticação do usuário. Após a autenticação bem-sucedida, o sistema realiza a chamada à API do Pollen para buscar os dados solicitados, processa esses dados formatando-os em SSML (Speech Synthesis Markup Language) e, finalmente, a Alexa retorna a resposta em voz ao usuário. Este fluxo garante que apenas usuários autenticados possam acessar informações sensíveis e que comandos inválidos sejam tratados adequadamente com mensagens de ajuda.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A solução planejada representa uma integração inovadora entre assistentes virtuais e aplicações de gestão apícola, oferecendo aos apicultores uma forma eficiente e hands-free de acessar informações sobre suas colmeias durante o trabalho no apiário.

Ilustração 9 – Wireframe - Tela com todos os comandos disponíveis da integração Alexa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os artefatos de planejamento apresentados neste capítulo demonstram a viabilidade técnica da integração proposta. O Diagrama de Caso de Uso ilustra as funcionalidades principais e as interações entre os atores do sistema. Os Quadros de estrutura de dados definem as entidades e relacionamentos que serão utilizados pela integração. Os Wireframes apresentam as interfaces de configuração que serão disponibilizadas aos usuários no aplicativo Pollen. Por fim, o Quadro de Processo de Comandos de Voz detalha as sete etapas de execução desde o comando até a resposta.

O planejamento apresentado atende aos requisitos funcionais e não funcionais definidos na Seção 4.1, proporcionando uma base sólida para a futura implementação da solução no TCC 02. A integração planejada contribuirá significativamente para a eficiência da gestão apícola, permitindo acesso à informação através de comandos de voz naturais em português brasileiro.

Ilustração 10 – Wireframe - Tela para desconectar a integração com Alexa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quadro 6 – Processo de execução de comandos de voz na integração Alexa.

Etapas	Processo	Descrição
1	Captura de Comando	O usuário fala um comando para o dispositivo Alexa. Exemplo: “Alexa, pergunte ao Pollen quantos exames eu tenho”
2	Reconhecimento de Voz	A Alexa reconhece e processa o comando utilizando processamento de linguagem natural (NLP)
3	Validação do Comando	O sistema verifica se o comando solicitado é válido e está disponível na Skill Pollen. Se inválido, a Alexa fornece ajuda sobre comandos disponíveis
4	Verificação de Autenticação	O sistema verifica se o usuário está autenticado e vinculado a uma conta Pollen. Se não autenticado, solicita vinculação da conta
5	Chamada à API	Com o usuário autenticado, o sistema realiza chamada à API do Pollen para buscar os dados solicitados (exames, colheitas, dashboard, etc.)
6	Processamento de Dados	Os dados retornados pela API são processados e formatados em linguagem SSML (Speech Synthesis Markup Language) para resposta em voz
7	Resposta ao Usuário	A Alexa fornece a resposta em voz ao usuário com as informações solicitadas de forma clara e objetiva

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AMAZON. **Amazon Says 100 Million Alexa Devices Have Been Sold**. Acesso em: 10 out. 2025. Digital Trends. Jan. 2019. Disponível em: <<https://www.digitaltrends.com/home/amazon-sold-more-than-100-million-alexa-devices/>>.

CAMPAGNARO, Dhonatan. **Automatização dos Processos de Controle dos Trabalhos de Conclusão de Curso**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Oeste de Santa Catarina, Chapecó.

EMBRAPA. **RAImundo: assistente virtual com IA generativa para agricultores**. Acesso em: 01 out. 2025. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2024. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88924815/raimundo-assistente-virtual-com-ia-generativa-para-agricultores>>.

GENTO RIBAS, Jesús. **IOT Technologies Research and Smart Agriculture Prototype**. Jun. 2019. Bachelor Thesis – Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Spain. Supervisor: Almudena Lindoso Muñoz.

JUNEK, Jorge Otavio Mendes de Oliveira. **Por que, afinal, a média é 7?** Acesso em: 28 nov. 2016. 2014. Disponível em: <<http://jorgejune.blogspot.com.br/2014/08/por-que-afinal-media-e-7.html>>.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2011. P. 780.

_____. _____. 8. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2016. P. 968.

RAJANALA, Sai Anusha et al. Agricultural Chatbot Voice Assistant Using NLP Techniques. **Journal of Agricultural Technology**, v. 21, n. 2, p. 145–162, mar. 2025.

SILVA, Weskley Damasceno et al. Um sistema baseado em machine learning para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 8–19, jan. 2021. Acesso em: 17 set. 2025. DOI: 10.18378/rebagro.v11i1.8679. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/8679>>.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. P. 529.

TALIBERTI, Talita. **Alexa na casa dos brasileiros cresce 50%; veja o que muda com avanço da IA**. Acesso em: 17 set. 2025. Forbes Brasil. Abr. 2024. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2024/04/alexa-na-casa-dos-brasileiros-cresce-50-veja-o-que-muda-com-avanco-da-ia/>>.

APÊNDICES

4.6 APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA COM USUÁRIOS DO APLICATIVO POLLEN

Este apêndice apresenta o questionário aplicado aos usuários do aplicativo Pollen para validar a necessidade e interesse na integração com o assistente virtual Amazon Alexa. A pesquisa foi realizada através do Google Forms e enviada por e-mail para usuários ativos do aplicativo.

PESQUISA: POLLEN INTEGRAÇÃO COM ALEXA

Objetivo: Identificar o interesse dos usuários do aplicativo Pollen em uma integração com assistentes virtuais e mapear as funcionalidades mais desejadas.

Questão 1: Você teria interesse em utilizar o aplicativo Pollen através de comandos de voz com assistentes virtuais como Alexa ou Google Assistant?

- ☐ Sim, tenho muito interesse
- ☐ Sim, tenho interesse moderado
- ☐ Talvez, dependendo das funcionalidades
- ☐ Não tenho interesse

Questão 2: Quais funcionalidades você gostaria de acessar por comandos de voz?

(Múltipla escolha)

- ☐ Consultar idade da rainha de um enxame específico
- ☐ Verificar força/estado do enxame
- ☐ Consultar data da última divisão
- ☐ Ver quantidade de enxames de determinada espécie
- ☐ Consultar produção de mel de determinada espécie
- ☐ Receber notificações e lembretes de manutenção
- ☐ Registrar localização do meliponário
- ☐ Obter passo a passo de cuidados com a colmeia
- ☐ Consultar quantidade total de enxames
- ☐ Registrar datas de divisões realizadas

() Obter resumo geral do apiário

Questão 3: Qual assistente virtual você prefere ou possui?

() Amazon Alexa

() Google Assistant

() Ambos

() Não possuo nenhum

() Outro: _____

Questão 4: Em quais situações você utilizaria comandos de voz para acessar informações do Pollen? (Múltipla escolha)

() Durante visitas ao apiário/meliponário

() Enquanto realizo manutenção nas colmeias

() Quando estou com as mãos ocupadas

() Para consultas rápidas no dia a dia

() Antes de ir ao apiário para planejar atividades

() Outro: _____

Questão 5: Descreva outras funcionalidades ou comandos que você gostaria de ter disponíveis na integração com assistentes virtuais: (Resposta aberta)

Questão 6: Qual a importância de poder acessar informações do Pollen sem usar as mãos?

() Muito importante

() Importante

() Moderadamente importante

() Pouco importante

() Não é importante

Resultados da Pesquisa:

- **Total de respondentes:** 5 usuários ativos do aplicativo Pollen
- **Taxa de interesse:** 100% (5/5) manifestaram interesse na integração
- **Assistente preferido:** Amazon Alexa e Google Assistant
- **Funcionalidades mais solicitadas:**
 - Consulta sobre idade da rainha
 - Verificação da força do enxame
 - Data da última divisão
 - Quantidade de enxames por espécie
 - Produção de mel por espécie
 - Notificações e lembretes

4.7 APÊNDICE B - EXEMPLO DE ESTRUTURA DE CÓDIGO DA SKILL ALEXA

Este apêndice apresenta um exemplo da estrutura de código planejada para a implementação da Skill Alexa integrada ao aplicativo Pollen, utilizando Node.js com TypeScript e seguindo as melhores práticas do Alexa Skills Kit.

Quadro 7 – JSON - Modelo de Interação da Skill Alexa.

```

{
  "interactionModel": {
    "languageModel": {
      "invocationName": "pollen",
      "intents": [
        {
          "name": "ConsultaEnxamesIntent",
          "slots": [],
          "samples": [
            "quantos enxames eu tenho",
            "me mostre meus enxames",
            "consultar meus enxames",
            "quais são meus enxames",
            "informações sobre meus enxames"
          ]
        },
        {
          "name": "ConsultaIdadeRainhaIntent",
          "slots": [
            {
              "name": "enxame_id",
              "type": "AMAZON.NUMBER"
            }
          ],
          "samples": [
            "qual a idade da rainha do enxame {enxame_id}",
            "idade da rainha",
            "me fale sobre a rainha do enxame {enxame_id}",
            "quando nasceu a rainha"
          ]
        },
        {
          "name": "DashboardIntent",
          "slots": [],

```


4.8 APÊNDICE C - ROTEIRO DE TESTES PLANEJADOS

Este apêndice apresenta o roteiro detalhado dos testes planejados para validar a integração Alexa+Pollen com usuários reais do aplicativo.

C.1 - Formulário de Avaliação de Funcionalidades

O formulário a seguir será utilizado para avaliar se os requisitos funcionais foram atendidos:

Quadro 8 – Formulário de Avaliação de Funcionalidades.

RF	Descrição da Funcionalidade	Atendida	Parcial	Não Atendida
RF001	Autenticação de usuários via conta Pollen	()	()	()
RF002	Consulta de informações sobre exames	()	()	()
RF003	Consulta de idade da rainha	()	()	()
RF004	Verificação da força do exame	()	()	()
RF005	Consulta de data da última divisão	()	()	()
RF006	Consulta por espécie específica	()	()	()
RF007	Notificações e lembretes	()	()	()
RF008	Registro de localização	()	()	()
RF009	Orientações de cuidados (passo a passo)	()	()	()
RF010	Registro de divisões	()	()	()
RF011	Dashboard resumido	()	()	()
RF012	Comandos de ajuda	()	()	()
RF013	Configuração de preferências	()	()	()

Fonte: Elaborado pelo autor.

Critério de Aceitação: A solução será considerada funcional se atingir média igual ou superior a 7,0 conforme a fórmula:

$$\text{MédiaFunc} = \frac{(\sum \text{QtdA} + \sum \text{QtdEP} \times 0,5)}{N \times \text{QtdAva}} \times 10 \quad (3)$$

C.2 - Formulário de Avaliação de Eficácia (Escala Likert)

Legenda:

- CF** - Concordo Fortemente (peso 5)
- C** - Concordo (peso 4)
- I** - Indeciso (peso 3)
- D** - Discordo (peso 2)
- DF** - Discordo Fortemente (peso 1)

Critério de Aceitação: A solução será considerada eficaz se atingir média igual ou superior a 3,5 conforme a fórmula:

$$\text{MédiaEfi} = \frac{(\sum \text{CF} \times 5 + \sum \text{C} \times 4 + \sum \text{I} \times 3 + \sum \text{D} \times 2 + \sum \text{DF} \times 1)}{N \times \text{QtdAva}} \quad (4)$$

Quadro 9 – Formulário de Avaliação de Eficácia.

ID	Critério de Avaliação	CF	C	I	D	DF
E1	A integração Alexa+Pollen facilita o acesso a informações durante o trabalho no apiário	()	()	()	()	()
E2	Os comandos de voz são intuitivos e fáceis de usar	()	()	()	()	()
E3	A Alexa reconhece corretamente os comandos em português brasileiro	()	()	()	()	()
E4	As respostas fornecidas pela Alexa são claras e úteis	()	()	()	()	()
E5	O tempo de resposta da Skill é adequado	()	()	()	()	()
E6	A integração reduz a necessidade de usar o celular durante o manejo	()	()	()	()	()
E7	A autenticação e vinculação de conta foi simples	()	()	()	()	()
E8	Recomendaria a integração para outros apicultores	()	()	()	()	()
E9	A Skill atende às minhas necessidades de gestão apícola	()	()	()	()	()

Fonte: Elaborado pelo autor.

REFERÊNCIAS

AMAZON. **Amazon Says 100 Million Alexa Devices Have Been Sold**. Acesso em: 10 out. 2025. Digital Trends. Jan. 2019. Disponível em: <<https://www.digitaltrends.com/home/amazon-sold-more-than-100-million-alexa-devices/>>.

CAMPAGNARO, Dhonatan. **Automatização dos Processos de Controle dos Trabalhos de Conclusão de Curso**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Oeste de Santa Catarina, Chapecó.

EMBRAPA. **RAImundo: assistente virtual com IA generativa para agricultores**. Acesso em: 01 out. 2025. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2024. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88924815/raimundo-assistente-virtual-com-ia-generativa-para-agricultores>>.

GENTO RIBAS, Jesús. **IOT Technologies Research and Smart Agriculture Prototype**. Jun. 2019. Bachelor Thesis – Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Spain. Supervisor: Almudena Lindoso Muñoz.

JUNEK, Jorge Otavio Mendes de Oliveira. **Por que, afinal, a média é 7?** Acesso em: 28 nov. 2016. 2014. Disponível em: <<http://jorgejune.blogspot.com.br/2014/08/por-que-afinal-media-e-7.html>>.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2011. P. 780.

_____. _____. 8. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2016. P. 968.

RAJANALA, Sai Anusha et al. Agricultural Chatbot Voice Assistant Using NLP Techniques. **Journal of Agricultural Technology**, v. 21, n. 2, p. 145–162, mar. 2025.

SILVA, Weskley Damasceno et al. Um sistema baseado em machine learning para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 8–19, jan. 2021. Acesso em: 17 set. 2025. DOI: 10.18378/rebagro.v11i1.8679. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/8679>>.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. P. 529.

TALIBERTI, Talita. **Alexa na casa dos brasileiros cresce 50%; veja o que muda com avanço da IA**. Acesso em: 17 set. 2025. Forbes Brasil. Abr. 2024. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2024/04/alexa-na-casa-dos-brasileiros-cresce-50-veja-o-que-muda-com-avanco-da-ia/>>.