

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 | 21 |
| Quadro 3 – Requisitos Não Funcionais da integração Alexa+Pollen..... | 22 |
| Quadro 4 – Entidades e atributos do banco de dados relevantes para integração Alexa | 23 |
| Quadro 5 – Relacionamentos entre as entidades do sistema..... | 24 |
| Quadro 6 – Processo de execução de comandos de voz na integração Alexa..... | 29 |
| Quadro 7 – JSON - Modelo de Interação da Skill Alexa..... | 36 |
| Quadro 8 – Formulário de Avaliação de Funcionalidades..... | 37 |
| Quadro 9 – Formulário de Avaliação de Eficácia..... | 40 |

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..... | 12 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PESQUISA | 12 |
| 3.2 QUESTÕES DE PESQUISA..... | 12 |
| 3.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA | 12 |
| 3.3.1 Planejamento do desenvolvimento da solução proposta..... | 13 |
| 3.3.1.1 Definição de Requisitos..... | 13 |
| 3.3.1.2 Projeto de Sistema e Software..... | 14 |
| 3.3.1.3 Fase de Implementação..... | 14 |
| 3.3.1.4 Tecnologias Utilizadas..... | 15 |
| 3.3.1.5 Fase de integração e testes..... | 16 |
| 3.3.1.6 Operação e manutenção..... | 17 |
| 3.3.2 População e Amostra..... | 17 |
| 3.4 COLETA E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SOLUÇÃO..... | 17 |
| 4 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO..... | 21 |
| 4.1 REQUISITOS DO SISTEMA..... | 21 |
| 4.1.1 Requisitos Funcionais..... | 21 |
| 4.1.2 Requisitos Não Funcionais..... | 22 |
| 4.2 MODELAGEM DO SISTEMA..... | 22 |
| 4.2.1 Diagrama de Caso de Uso..... | 22 |
| 4.2.2 Estrutura de Dados do Sistema..... | 22 |
| 4.3 INTERFACES DO SISTEMA..... | 24 |
| 4.3.1 Wireframe - Autorização..... | 24 |
| 4.3.2 Wireframes - Gerenciamento de Comandos..... | 24 |
| 4.4 FLUXO DE PROCESSAMENTO DO SISTEMA..... | 25 |
| 4.4.1 Processo de Execução de Comandos de Voz..... | 25 |
| 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO..... | 26 |
| REFERÊNCIAS..... | 30 |
| REFERÊNCIAS..... | 31 |
| APÊNDICES..... | 32 |
| 4.6 APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA COM USUÁRIOS DO APLICATIVO POLLEN..... | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 4.7 APÊNDICE B - EXEMPLO DE ESTRUTURA DE CÓDIGO DA SKILL ALEXA | |
| 35 | |
| 4.8 APÊNDICE C - ROTEIRO DE TESTES PLANEJADOS..... | 37 |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |

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 está presente em mais de 100 milhões de dispositivos no mundo (AMAZON, 2019). No Brasil, seu uso cresceu 50% em 2023, com mais de 2 bilhões de comandos de voz executados pelos usuários brasileiros (TALIBERTI, 2024). Os dispositivos da linha Echo oferecem uma interface de voz natural para interação com diversos serviços. O ecossistema “Alexa Skills” permite que desenvolvedores criem funcionalidades personalizadas e as disponibilizem para usuários finais através de comandos de voz.

A apicultura moderna tem se tornado cada vez mais tecnológica. Aplicações móveis oferecem funcionalidades para controle de produção, manejo de enxames, registro de colheitas e monitoramento de saúde das abelhas. O aplicativo Pollen: Gestão de Colmeias é uma solução consolidada neste segmento, oferecendo uma plataforma completa para apicultores gerenciarem suas operações.

Este trabalho propõe uma integração entre a Alexa e o aplicativo Pollen. Com ela, apicultores poderão consultar informações sobre suas colmeias usando comandos de voz naturais. A proposta busca facilitar o acesso a dados importantes durante o trabalho no apiário e meliponário. Nesse ambiente, o uso de dispositivos móveis é limitado: o apicultor precisa usar equipamentos de proteção individual e manter as mãos livres para manipular as colmeias. Uma pesquisa preliminar com usuários do Pollen validou essa necessidade — 100% dos respondentes manifestaram interesse na integração com assistentes virtuais.

1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Assistentes virtuais têm se integrado cada vez mais com aplicações de gestão empresarial, oferecendo interfaces de voz naturais para acesso a informações importantes. Porém, essa tecnologia ainda é pouco explorada no setor apícola brasileiro, apesar da apicultura representar uma atividade econômica significativa no país.

O setor apícola brasileiro possui clima e flora propícios para o desenvolvimento, mas enfrenta limitações no uso de ferramentas tecnológicas. Silva et al. (2021) 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). Essa deficiência na gestão básica de sistemas produtivos impacta diretamente os níveis de produção.

O problema central desta pesquisa está no acesso a informações durante o trabalho no apiário. Nesse ambiente, o uso de dispositivos móveis é limitado: o apicultor usa equipamentos de proteção individual e precisa manter as mãos livres para manipular as colmeias. Atualmente, é necessário interromper as atividades para consultar informações no aplicativo móvel, impactando a eficiência do trabalho.

A integração com Alexa permitirá que apicultores acessem informações importantes usando comandos de voz simples. Será possível consultar produção de mel, status dos enxames, próximas atividades de manejo e estatísticas de produtividade sem interromper

o fluxo de trabalho. A solução representa uma inovação no setor apícola, oferecendo uma interface mais natural e eficiente para gestão de colmeias.

Silva et al. (2021) desenvolveram um sistema baseado em machine learning para apoio à decisão no gerenciamento de produção apícola. Os autores demonstram que "torna-se importante o uso de mecanismos de ordenamento, gestão e tomada de decisão" (SILVA et al., 2021, p. 15) para melhor organizar as atividades apícolas. A pesquisa realizada com usuários do Pollen confirma essa necessidade — 100% dos respondentes manifestaram interesse na integração, demonstrando sua relevância e potencial de adoção.

A integração com assistentes virtuais também contribui para a modernização da apicultura. A tecnologia se torna 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

1.2.1 Objetivo geral

Planejar e desenvolver uma integração entre a 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

- Analisar a arquitetura e funcionalidades do aplicativo Pollen para identificar dados que podem ser consultados via voz.
- Desenvolver uma Alexa Skill personalizada usando o Amazon Alexa Skills Kit e Node.js.
- Implementar a comunicação entre a Alexa Skill e a API do Pollen com 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 melhorar a experiência do usuário.
- Validar a integração com testes de usuários reais do Pollen, avaliando usabilidade e eficácia da solução.

O Quadro 1 compara aplicativos de gestão apícola que oferecem funcionalidades de voz ou integração com assistentes virtuais. A análise evidencia uma lacuna de mercado que a integração Alexa+Pollen busca preencher. As informações foram coletadas das páginas oficiais dos aplicativos e das lojas Google Play Store e Apple App Store em outubro de 2025.

O Quadro 1 mostra que, embora existam aplicativos de gestão apícola com funcionalidades de voz, nenhum oferece integração nativa com assistentes virtuais consolidados

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).

como Amazon Alexa ou Google Assistant. As soluções existentes usam sistemas próprios de reconhecimento de voz in-app, limitando a experiência do usuário e a adoção da tecnologia. A integração Alexa+Pollen representa uma inovação no setor, oferecendo aos apicultores brasileiros acesso a informações através de um ecossistema amplamente utilizado no mercado de assistentes virtuais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.1 Assistentes Virtuais e Processamento de Linguagem Natural

Assistentes virtuais são sistemas computacionais que usam Processamento de Linguagem Natural (NLP) e reconhecimento de voz para interpretar comandos e executar tarefas automatizadas. Rajanala et al. (2025) explicam que 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 aos computadores compreender, interpretar e gerar linguagem humana. Em assistentes virtuais, o NLP transforma comandos de voz em ações executáveis, 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 a 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.

A arquitetura de uma Alexa Skill possui 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:** Geralmente implementado como função AWS Lambda ou endpoint HTTPS, processa as requisições da Alexa e retorna respostas apropriadas.
- **Account Linking:** Mecanismo de autenticação OAuth 2.0 que vincula contas de usuários de serviços terceiros à Skill.

O fluxo de processamento de um comando de voz ocorre em oito etapas: (1) captura do áudio pelo dispositivo Echo; (2) envio do áudio para servidores Amazon; (3) processamento de NLP e identificação do intent; (4) extração de slots; (5) invocação do backend da Skill; (6) processamento da lógica de negócio; (7) retorno da resposta em JSON com SSML (Speech Synthesis Markup Language); (8) síntese e reprodução da voz 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, usando métodos HTTP (GET, POST, PUT, DELETE) para realizar operações sobre recursos. Na integração Alexa+Pollen, a Skill acessará a API RESTful do Pollen para consultar e manipular dados apícolas.

JSON Web Token (JWT) é um padrão aberto (RFC 7519) para transmissão segura de informações entre partes. No sistema planejado, JWT será usado para autenticação e autorização, garantindo que apenas usuários autenticados acessem 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. Na apicultura, 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.

Rajanala et al. (2025) demonstram que um assistente por voz agrícola permite que agricultores façam consultas sobre saúde do solo, previsões meteorológicas e controle de pragas de modo intuitivo, facilitando interações em ambientes remotos ou quando as mãos estão ocupadas.

Embora não existam integrações específicas entre Alexa e aplicações de gestão apícola, há casos de sucesso em domínios relacionados que servem como referência.

Gento Ribas (2019) 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, usando Raspberry Pi como unidade central de processamento. Similar à proposta deste trabalho, Gento Ribas implementou controle por voz através da Amazon Alexa, permitindo que usuários ativem dispositivos de irrigação e ventilação com comandos de voz. O protótipo usa o protocolo MQTT para comunicação com dispositivos wireless ESP32, demonstrando a viabilidade técnica de integrar assistentes virtuais com sistemas de gestão agrícola. Gento Ribas (2019) afirma que "voice is the easiest instruction to use" (GENTO RIBAS, 2019, p. 45), justificando a escolha da Alexa para controle hands-free quando o uso de dispositivos móveis é limitado.

O RAI mundo é outro exemplo relevante. 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 AZap.AI (EMBRAPA, 2024), o assistente virtual usa inteligência artificial generativa. Lançado em 2024, oferece assistência técnica automatizada via WhatsApp para pequenos e médios agricultores, abordando temas como manejo agrícola, clima, mercado, pragas, solo e produção sustentável. A ferra-

menta usa linguagem natural e foi projetada para 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:

- **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 facilitam essas tarefas, permitindo que apicultores registrem e acessem informações sobre suas colmeias de forma organizada.

2.3 DIFERENCIAIS DA PROPOSTA

Embora não existam integrações específicas entre assistentes virtuais e aplicações de gestão apícola, a análise de soluções similares evidencia a viabilidade desta proposta. A solução apresenta os seguintes diferenciais:

- **Integração nativa:** Desenvolvimento específico para o Pollen, não uma solução genérica.
- **Comandos especializados:** Vocabulário adaptado para terminologia apícola brasileira.
- **Contexto otimizado:** Interface de voz projetada para uso em apiário com mãos ocupadas.
- **Funcionalidades específicas:** Comandos para consulta de status de enxames, registro de alimentação e verificação de colheitas.
- **Segurança e privacidade:** Autenticação robusta e controle de acesso adequado aos dados sensíveis.

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

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PESQUISA

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

A Metodologia em Cascata divide o processo em etapas sequenciais e bem definidas, garantindo que cada fase seja concluída antes de avançar para a próxima. Essa abordagem permite controle rigoroso sobre o progresso do projeto e facilita a identificação e correção de problemas durante o 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 para definir os padrões de desenvolvimento de Alexa Skills e integração com APIs.

O estudo de caso analisa o aplicativo Pollen e identifica funcionalidades que podem ser integradas com assistentes virtuais. O enfoque é direcionado para apicultores usuários do Pollen, delimitando o escopo da pesquisa.

O planejamento da pesquisa experimental define metodologias para desenvolvimento e teste da integração Alexa+Pollen com apicultores reais, que usarão a skill em seus ambientes de trabalho. O objetivo é avaliar a eficácia da solução em contextos reais de gestão apícola.

3.2 QUESTÕES DE PESQUISA

A integração proposta entre a Amazon Alexa e o 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

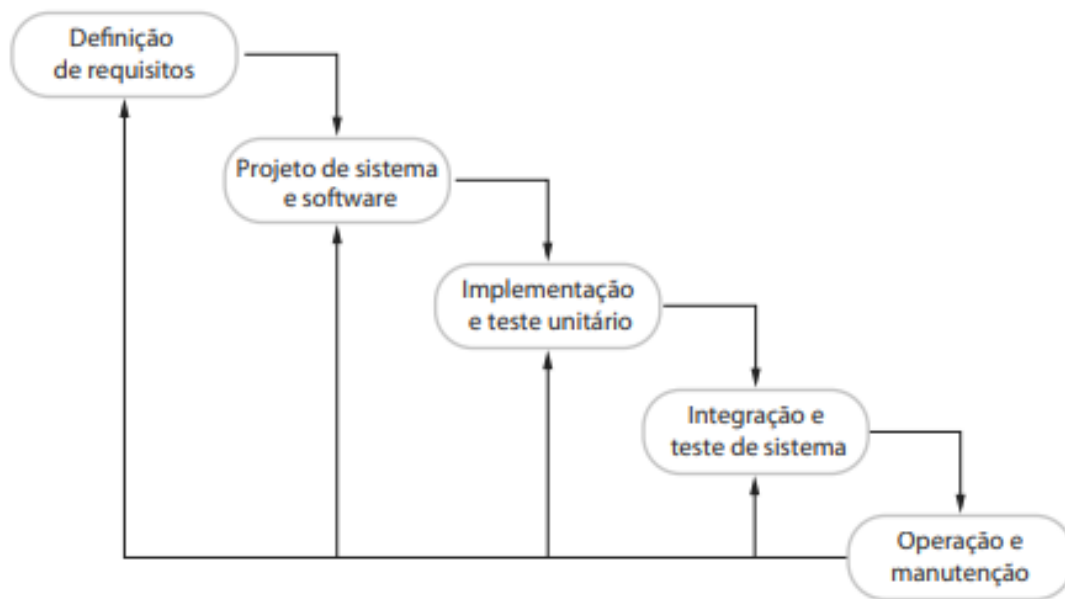
As etapas da metodologia englobam planejamento do ambiente de desenvolvimento, coleta de requisitos, implementação da integração Alexa+Pollen e validação dos resultados. Cada fase será planejada para garantir a confiabilidade do sistema e a coerência com os objetivos do trabalho.

3.3.1 Planejamento do desenvolvimento da solução proposta

O modelo em cascata foi originalmente descrito por Winston Royce em 1970 e estruturado por Ian Sommerville em sua obra "Engenharia de Software" como um processo sequencial onde cada fase depende da entrega da anterior.

Ilustração 1 – Modelo Cascata.

O modelo em cascata



Fonte: Sommerville (2011).

A Figura 1 ilustra as cinco fases principais do modelo: 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 bem definidos.

3.3.1.1 Definição de Requisitos

A definição de requisitos descreve o que o sistema deve fazer e quais restrições deve obedecer. Sommerville (2011) define requisito como "uma descrição de algo que o sistema deve fazer ou uma propriedade que ele deve ter" (SOMMERVILLE, 2011, p. 82). Essa definição engloba funcionalidades esperadas e limitações técnicas ou organizacionais.

Os requisitos funcionais especificam os serviços que o sistema deve oferecer e como deve reagir a entradas específicas. Os requisitos não funcionais dizem respeito a restrições sobre os serviços, como desempenho, padrões de qualidade, requisitos organizacionais ou de segurança. Para obter esses requisitos, serão realizadas entrevistas semiestruturadas com apicultores usuários do Pollen. Essa abordagem permite captar as necessidades práticas dos usuários, possibilitando uma definição mais precisa dos requisitos.

3.3.1.2 Projeto de Sistema e Software

A fase de projeto transforma os requisitos em uma arquitetura viável para implementação. Sommerville (2011) define o projeto de software como o processo de definir a arquitetura, os componentes e suas interfaces, garantindo que o sistema satisfaça os requisitos especificados. Essa etapa se desdobra em três frentes: desenvolver uma Alexa Skill personalizada, integrar com o Pollen e testar a integração com usuários reais.

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

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

Os testes serão feitos com usuários reais usando o Pollen e a Alexa Skill desenvolvida.

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram as etapas do desenvolvimento no Amazon Developer Console. A Figura 2 mostra a interface de criação da Skill, onde são configurados nome, idioma e informações básicas. A Figura 3 demonstra as opções de idiomas disponíveis — a Skill será desenvolvida em português brasileiro. A Figura 4 apresenta a interface de teste, ferramenta essencial para simular comandos de voz e verificar as respostas antes da publicação.

A skill permitirá consultas sobre 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: intents bem definidos, utterances em português brasileiro e respostas em formato SSML.

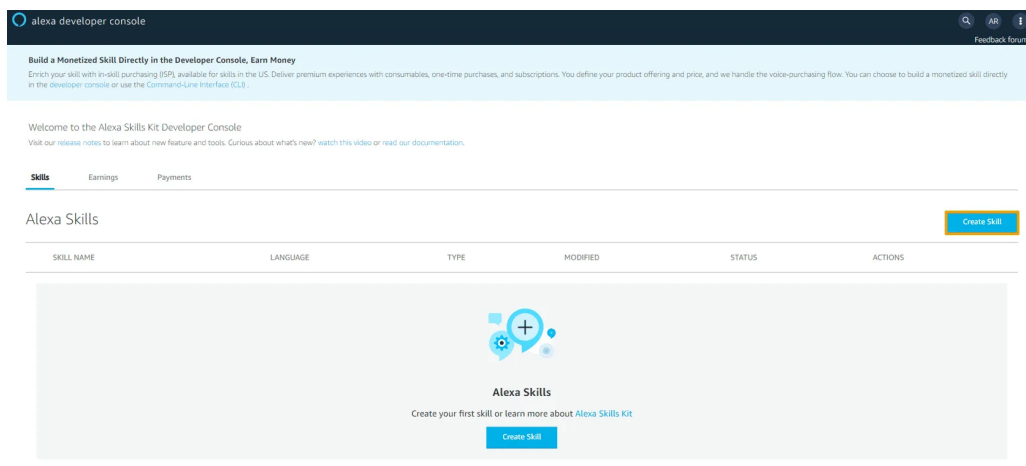
3.3.1.3 Fase de Implementação

A fase de implementação concretiza as decisões de projeto na construção prática do sistema. Sommerville (2011) define essa etapa como a transformação dos modelos em código executável, respeitando os padrões estabelecidos e validando o funcionamento do sistema.

O desenvolvimento da Alexa Skill será realizado usando Node.js e o Amazon Alexa Skills Kit (ASK). A skill será hospedada como função AWS Lambda, garantindo escalabilidade e confiabilidade. A comunicação com a API do Pollen será implementada usando bibliotecas HTTP nativas do Node.js, com tratamento de erros e timeouts.

A linguagem escolhida é Node.js com TypeScript. Serão usadas as bibliotecas ofi-

Ilustração 2 – Tela de criação de Skill Alexa.

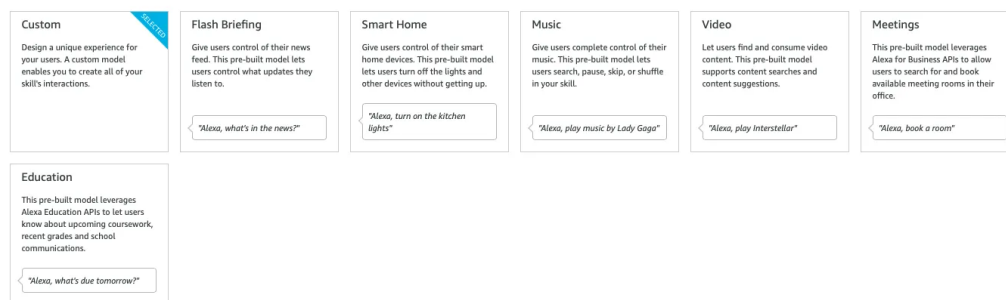


Fonte: O Autor.

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.



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.



Fonte: O Autor.

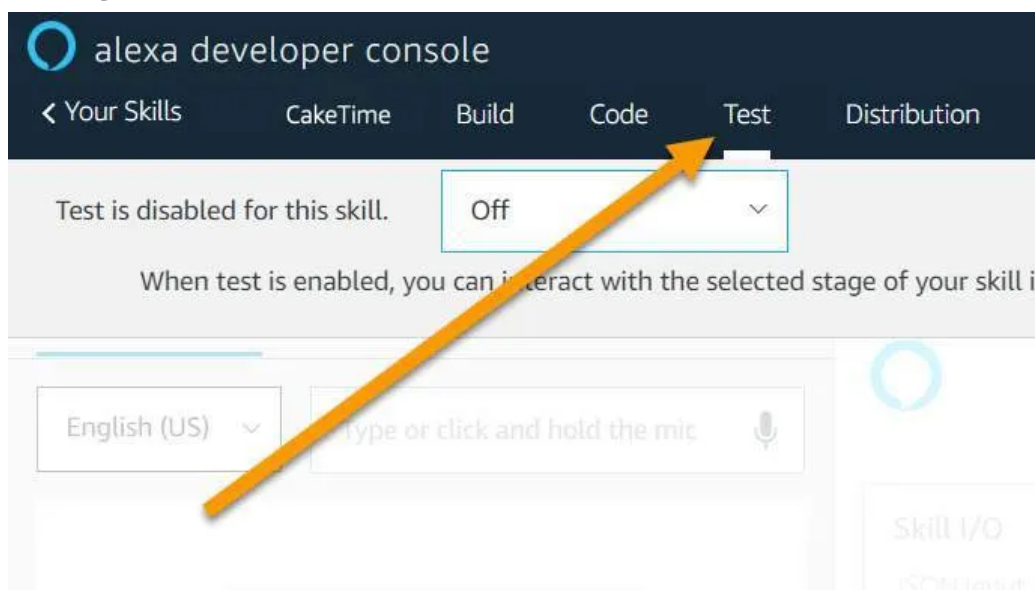
ciais do Alexa Skills Kit e bibliotecas para comunicação HTTP e processamento JSON. A programação será feita na IDE VS Code, que permite integração com ferramentas de versionamento.

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

3.3.1.4 Tecnologias Utilizadas

O desenvolvimento usará **Node.js com TypeScript** para implementação da Skill,

Ilustração 4 – Interface de teste da Skill Alexa.



Fonte: O Autor.

devido ao suporte oficial da Amazon. A Skill será hospedada em **AWS Lambda**, garantindo escalabilidade e disponibilidade. A comunicação com o Pollen ocorrerá via **API RESTful** existente, usando 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.

3.3.1.5 Fase de integração e testes

A fase de testes garante a qualidade do software e a conformidade com os requisitos especificados. Pressman (2011) afirma que os testes devem ser planejados de forma sistemática para revelar o maior número possível de defeitos, contribuindo para a qualidade e confiabilidade do produto final.

Os testes serão divididos entre verificação funcional da Alexa Skill e avaliação da integração com a API do Pollen. O roteiro considera a execução da skill com comandos de voz reais, testados por apicultores usuários do Pollen. O objetivo é validar se as consultas por voz funcionam corretamente, se os dados retornados atendem os critérios esperados e se a experiência de uso permanece fluida. As verificações incluem reconhecimento correto dos comandos, comunicação adequada com a API, formatação apropriada das respostas em SSML e bom desempenho geral. Parte dos testes será automatizada usando o framework Jest, focando em processamento de intents e validação da integração com a API.

Os testes incluirão: 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 são: 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 de avaliação estão no Apêndice C.

3.3.1.6 Operação e manutenção

A fase de operação e manutenção é a última etapa do ciclo de vida no modelo em cascata. Ela garante a continuidade do funcionamento do sistema após a entrega e contempla ajustes, correções de falhas e melhorias que surgirem com o uso contínuo. Pressman (2016) explica que esta etapa envolve a correção de erros não detectados anteriormente e a adaptação do software às mudanças de ambiente e requisitos.

Neste trabalho, serão feitas manutenções para o bom funcionamento do sistema, buscando atualizações que melhorem sua eficiência. Melhorias futuras podem incluir implementação de novos comandos de voz, integração com outros assistentes virtuais ou expansão das funcionalidades de consulta.

3.3.2 População e Amostra

A população deste estudo é composta por apicultores usuários do Pollen que possuem dispositivos Amazon Echo ou compatíveis com Alexa. O aplicativo conta com aproximadamente 150 usuários ativos, dos quais estima-se que 30% (45 usuários) possuem ou têm acesso a dispositivos compatíveis com Alexa.

Para os testes de validação, será selecionada uma amostra de 10 a 15 apicultores usuários do Pollen que possuem dispositivos Amazon Echo ou compatíveis. A seleção seguirá os 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. A seleção considerará apicultores de diferentes níveis de experiência e tamanhos de operação, permitindo avaliar a aplicabilidade da integração Alexa+Pollen em contextos reais de gestão apícola.

3.4 COLETA E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SOLUÇÃO

A coleta e análise dos resultados será realizada em três etapas: definição dos expe-

rimentos, seleção dos participantes e análise dos dados.

A primeira etapa determina quais experimentos serão realizados. Para a integração Alexa+Pollen, a avaliação incluirá testes de funcionalidade e aceitação do usuário. Os experimentos serão realizados através de formulários com escala Likert.

Dois tipos de avaliação serão utilizados: avaliação de funcionalidades do sistema (verifica se os requisitos foram cumpridos totalmente, parcialmente ou não cumpridos) e avaliação de eficácia da solução (relacionada aos critérios de sucesso e aceitação).

A segunda etapa define os participantes. Os experimentos serão realizados por apicultores usuários do 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 Pollen têm interesse real na integração com assistentes virtuais, especialmente para consultas rápidas e registro de informações durante o trabalho no apiário.

A terceira etapa define como será feita a análise dos dados coletados.

Para o formulário de avaliação de funcionalidades, a solução será considerada fun-

cional se atingir média 7. Junek (2014) justifica essa escolha:

"[...] 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.

Para o formulário de avaliação de eficácia/aceitação, a solução será considerada funcional se atingir média igual ou superior a 3,5. Esse valor foi escolhido considerando que cada opção da escala Likert possui um peso diferente, permitindo melhor captura da percepção dos avaliadores.

Os pesos de cada opção da escala são:

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

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

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

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

4.1 REQUISITOS DO SISTEMA

4.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais especificam as funcionalidades que o sistema deve oferecer, baseados na pesquisa preliminar com usuários do Pollen. O Quadro 2 apresenta os 13 requisitos funcionais da integração Alexa+Pollen.

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).

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, organizados por categoria com critérios de aceitação definidos.

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).

4.2 MODELAGEM DO SISTEMA

4.2.1 Diagrama de Caso de Uso

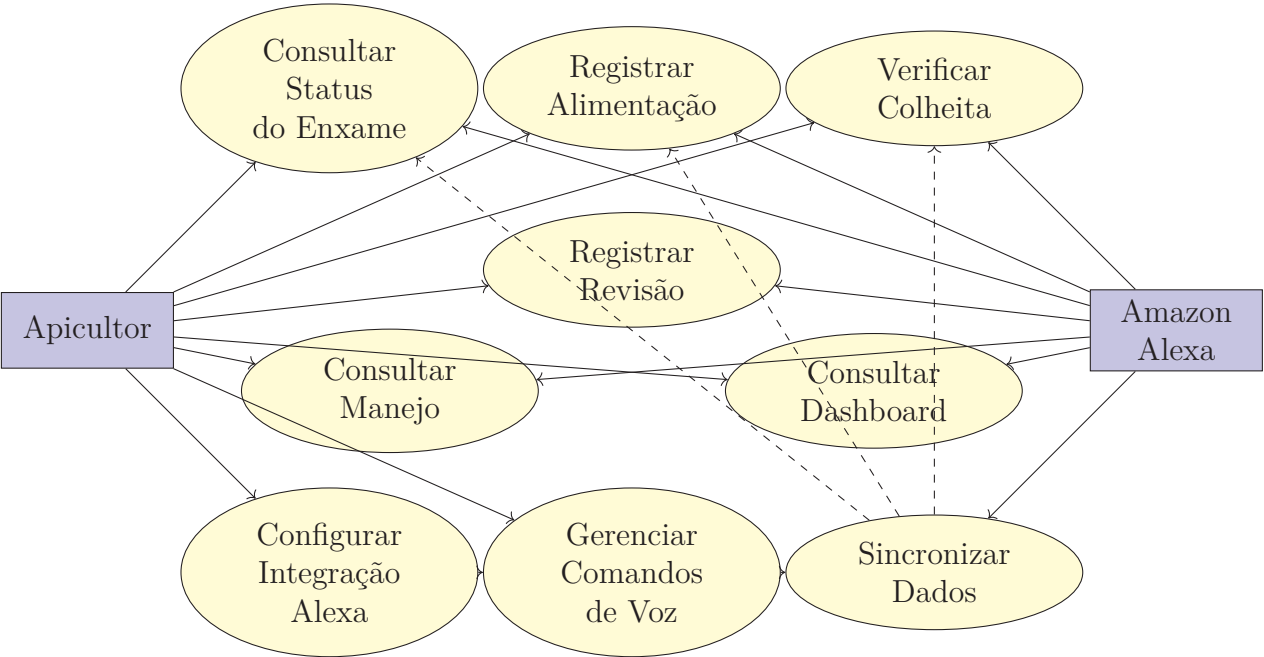
O Diagrama de Caso de Uso apresenta as interações entre os atores (Apicultor e Amazon Alexa) e o sistema, definindo as funcionalidades principais da integração.

A Figura 5 mostra que o sistema permite aos apicultores interagir com o 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

A estrutura de dados do sistema Pollen é composta por entidades principais que

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



Fonte: O Autor.

armazenam informações sobre usuários, enxames, atividades de manejo e produção apícola.

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).

O Quadro 4 apresenta as sete entidades principais do banco de dados Pollen acessa-

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).

das pela Skill: User (usuários), Enxame (colmeias), Alimentacao (alimentação), Colheita (produção), Manejo (atividades), Revisao (inspeções) e Dashboard (estatísticas). Cada entidade possui atributos específicos para a gestão apícola.

O Quadro 5 detalha como essas entidades se relacionam, demonstrando a estrutura de dados que permite à Alexa consultar informações de forma hierárquica. Por exemplo, quando o usuário pedir informações sobre seus enxames, a Skill acessa dados relacionados de alimentação, colheitas e revisões de cada enxame.

4.3 INTERFACES DO SISTEMA

4.3.1 Wireframe - Autorização

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

A Figura 6 apresenta a tela onde o usuário visualiza e autoriza as permissões necessárias. As Figuras 7 e 8 mostram a lista de comandos disponíveis e a interface para testar comandos antes de usar com a Alexa.

4.3.2 Wireframes - Gerenciamento de Comandos

A Figura 9 exibe a tela com todos os comandos de voz disponíveis, permitindo que

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



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

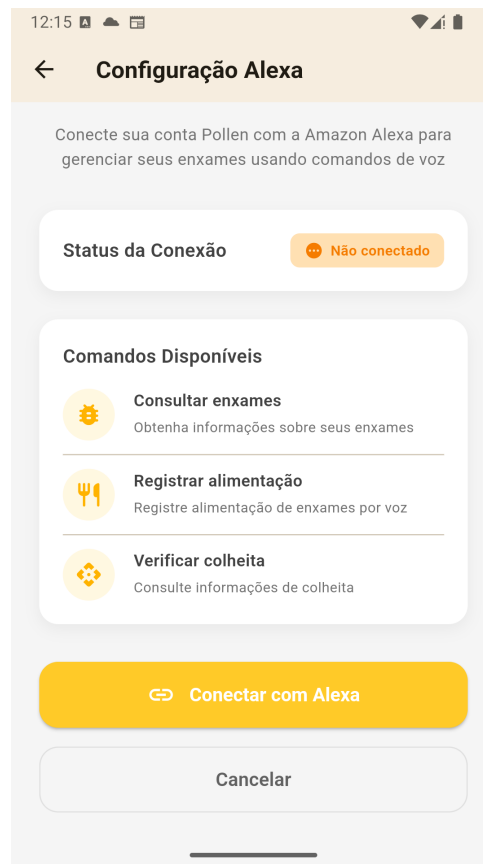
o usuário conheça as funcionalidades acessíveis por voz. A Figura 10 apresenta a interface para desconectar a integração, caso o usuário deseje revogar as permissões.

4.4 FLUXO DE PROCESSAMENTO DO SISTEMA

4.4.1 Processo de Execução de Comandos de Voz

O Quadro 6 apresenta as sete etapas do processo de execução de comandos de voz. O processo inicia com a captura do comando pelo dispositivo Alexa, passa pelo reconhecimento de linguagem natural (NLP), validação do comando e autenticação do usuário. Após a autenticação, o sistema chama a API do Pollen para buscar os dados solicitados, processa esses dados formatando-os em SSML (Speech Synthesis Markup Language) e retorna a resposta em voz. Este fluxo garante que apenas usuários autenticados acessem informações sensíveis e que comandos inválidos recebam mensagens de ajuda adequadas.

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



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

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 durante o trabalho no apiário.

Os artefatos de planejamento demonstram a viabilidade técnica da integração. O Diagrama de Caso de Uso ilustra as funcionalidades principais e interações entre os atores. Os Quadros de estrutura de dados definem as entidades e relacionamentos usados pela integração. Os Wireframes apresentam as interfaces de configuração no aplicativo Pollen. O Quadro de Processo de Comandos de Voz detalha as sete etapas de execução.

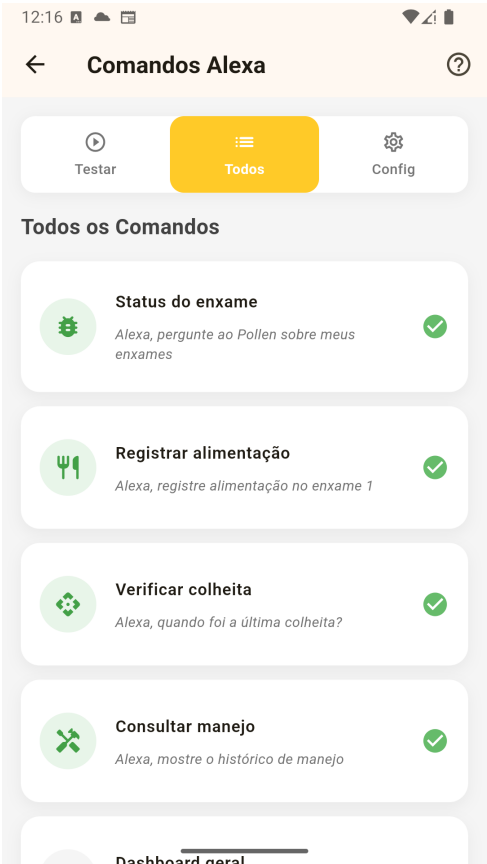
O planejamento atende aos requisitos funcionais e não funcionais da Seção 4.1, proporcionando base sólida para a futura implementação no TCC 02. A integração contribuirá para a eficiência da gestão apícola, permitindo acesso à informação através de comandos de voz naturais em português brasileiro.

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



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

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



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

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.

| Etapa | Processo | Descrição |
|-------|-----------------------------|--|
| 1 | Captura de Comando | O usuário fala um comando para o dispositivo Alexa. Exemplo: “Alexa, pergunte ao Pollen quantos enxames 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 (enxames, 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/>>.