

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Assistentes Virtuais para Aplicações de Gestão Documental

Luís Henrique dos Santos Ferreira



Mestrado em Engenharia de Software

Supervisor: Gabriel de Sousa Torcato David

Setembro 20, 2024

Assistentes Virtuais para Aplicações de Gestão Documental

Luís Henrique dos Santos Ferreira

Mestrado em Engenharia de Software

Setembro 20, 2024

Resumo

Palavras-Chave: Gestão Documental, Autarquias, Métricas de Gestão, Assistentes Virtuais, Comunicação por Voz, Alexa, Competências, Volume de Dados, Privacidade, Interação Homem-Máquina, Governança Eletrônica, Transformação Digital.

Atualmente, vivemos numa era digital em que a inteligência artificial começa a desempenhar um papel significativo no quotidiano das pessoas. Uma das áreas em destaque é a assistência virtual, que tem mostrado resultados positivos em diversos setores, tais como a educação, o atendimento ao público e as casas inteligentes.

O uso de assistentes virtuais em contexto organizacional tem vindo a crescer nos últimos anos, com vários países a adotá-los para melhorar a interação com os cidadãos, apesar de algumas limitações de eficácia.

Devido a este crescimento várias organizações e autarquias têm investido em recursos para melhorar a gestão e os processos internos. Esta abordagem é confirmada pela análise de um formulário enviado a diversas entidades, que indicou a necessidade de explorar assistentes virtuais na gestão documental. Com a grande quantidade de informações disponível, o assistente virtual pode ser uma solução eficaz para disseminar uma ampla gama de dados, seja através da recolha de informações em tempo real ou da partilha de métricas e indicadores de gestão. Neste sentido, o desenvolvimento de uma solução que consiga integrar um assistente virtual com o sistema de gestão documental destas entidades é focado neste documento.

Para ajudar na escolha do assistente virtual, foi realizado um estudo sobre vários assistentes virtuais com base em diferentes critérios. Entre eles, apenas um se destacou significativamente em comparação com os demais e foi selecionado, nomeadamente a Alexa.

Na fase inicial do desenvolvimento da solução, foram recolhidos diversos requisitos funcionais e não funcionais, muitos dos quais surgiram da análise do formulário mencionado anteriormente. Estes requisitos desempenharam um papel crucial na escolha da arquitetura da solução, visto que várias ideias foram apresentadas e descartadas devido a limitações quando comparadas com os requisitos estabelecidos.

Com a definição de uma arquitetura final capaz de incorporar todos os requisitos, a implementação da solução envolveu várias áreas, como a autenticação centralizada com o assistente virtual, a gestão de utilizadores e entidades, e o treino do agente de voz para reconhecer e responder a diversas expressões de forma dinâmica.

Finalmente, foi possível criar uma solução que, apesar de ser simples e não realizar muitas tarefas, possui uma boa arquitetura servindo como base para a sua evolução, com o objetivo de satisfazer diversas necessidades dos utilizadores.

Abstract

Keywords: Documents Management, Local Authorities, Management Metrics, Virtual Assistants, Voice Communication, Alexa, Skills, Data Volume, Privacy, Human-Machine Interaction, Eletronic Government, Digital Transformation.

Currently, we live in a digital era where artificial intelligence is beginning to play a significant role in people's daily lives. One prominent area is virtual assistance, which has shown positive results in various sectors such as education, public service, and smart homes.

The use of virtual assistants in organizational contexts has been growing in recent years, with several countries adopting them to enhance interaction with citizens, despite some limitations in effectiveness.

Due to this growth, various organizations and municipalities have invested in resources to improve management and internal processes. This approach is supported by analyzing a form sent to several entities, which indicated the need to explore virtual assistants in document management. Given the vast amount of information available, a virtual assistant can be an effective solution for disseminating a wide range of data, whether through real-time information gathering or sharing management metrics and indicators. In this regard, the development of a solution that integrates a virtual assistant with the document management system of these entities is the focus of this document.

A study was conducted on several virtual assistants based on different criteria to assist in choosing the virtual assistant. Among them, only one stood out significantly compared to the others and was selected, namely the Alexa.

In the initial phase of developing the solution, various functional and non-functional requirements were gathered, many of which emerged from analyzing the previously mentioned form. These requirements played a crucial role in selecting the solution's architecture, as several ideas were presented and discarded due to limitations when compared to the established requirements.

With the final architecture defined to incorporate all requirements, the implementation of the solution involved several areas, such as centralized authentication with the virtual assistant, user and entity management, and training the voice agent to recognize and respond to various expressions dynamically.

Ultimately, it was possible to create a solution that, although simple and not capable of performing many tasks, has a solid architecture, serving as a foundation for its evolution, to meet various user needs.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, ao orientador da dissertação, o professor Gabriel David, pela sua disponibilidade e pelas dicas que me forneceu durante o período de dissertação.

Agradeço ao meu *team leader*, Sérgio Almeida, pela sua disponibilidade, boa disposição e auxílio durante algumas fases da dissertação.

Agradeço ao colega da empresa, Rodrigo Reis, por poder ter partilhado ideias com ele e receber *feedback* sobre a solução.

Agradeço a todos os docentes da FEUP que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional com a transmissão dos seus conhecimentos nas diferentes disciplinas.

Agradeço a todo o meu grupo de amigos da escola, que sempre me apoiaram e trouxeram boa disposição em fases de maior pressão.

Também agradeço a todo o meu grupo de amigos da universidade, que me motivaram nestes últimos tempos e ajudaram com a partilha de sugestões.

Agradeço à minha namorada, Ângela Iglésias, pela dedicação que teve ao ler este relatório vezes sem conta e por dar sugestões de estruturação e português.

E, finalmente, agradeço à minha família, que sempre acreditou em mim e manifestou total confiança relativamente ao meu trabalho. Em especial, agradeço à minha mãe pela disponibilidade que teve nestes últimos meses ao ouvir-me sempre a falar desta dissertação.

Luís Henrique dos Santos Ferreira

*“We can only see a short distance ahead,
but we can see plenty there that needs to be done”*

Alan Turing

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto	1
1.2	Proponente	2
1.3	Problema	2
1.4	Objetivos	3
1.5	Metodologia de Trabalho	3
1.6	Estrutura do Documento	4
2	Revisão Bibliográfica	7
2.1	Visão do Mercado dos Assistentes Virtuais	7
2.1.1	Aplicações de Assistentes Virtuais em Alguns Domínios	11
2.2	Assistentes virtuais em contexto organizacional	15
2.2.1	UNA - Letónia	16
2.2.2	WienBot - Áustria	18
2.2.3	SIGMA - Portugal	20
2.3	Os Assistentes Virtuais	22
2.3.1	Alexa	23
2.3.2	Cortana	28
2.3.3	Google Assistant	32
2.3.4	Siri	38
2.4	Comparação dos Assistentes Virtuais	43
2.5	Resumo	44
3	Análise do Problema	45
3.1	Questionário às Organizações	45
3.2	Análise das Respostas	46
3.2.1	Experiência com Assistentes Virtuais	47
3.2.2	Utilidade de um Assistente Virtual no Âmbito da Gestão Documental	47
3.2.3	Expetativas e Desafios	50
3.2.4	Apresentação de Métricas e Indicadores pelo assistente virtual	52
3.2.5	Interações com o Assistente Virtual	52
3.2.6	Sucesso do Assistente Virtual e Instrumentos de Suporte	53
3.3	Requisitos Funcionais	55
3.4	Requisitos não Funcionais	56
3.5	Resumo	57
4	Design e Arquitetura da Solução	58
4.1	Client Server	58
4.1.1	ANOeGov	59

4.1.2	ANOeGov Database	59
4.1.3	Data Warehouse	59
4.1.4	Query Executor	60
4.2	ANO Server	61
4.2.1	UMS Frontend	61
4.2.2	UMS Backend	63
4.2.3	UMS Database	64
4.3	Amazon Server	64
4.3.1	Alexa Model	65
4.3.2	Alexa Backend	65
4.4	Visão Geral das componentes	66
4.5	Arquitetura Abandonada 1	67
4.6	Arquitetura Abandonada 2	68
4.7	Arquitetura Final	70
4.7.1	Integração Laranja	73
4.7.2	Integração Vermelha	73
4.7.3	Integração Verde	73
4.7.4	Integração Roxa	74
4.8	Pilha Tecnológica	75
4.8.1	React	75
4.8.2	Java	75
4.8.3	Node.js	76
4.8.4	Svelte	76
4.8.5	Go	76
4.8.6	Alexa	76
4.8.7	MongoDB	76
4.8.8	PostgreSQL	76
4.8.9	Oracle	77
4.9	Resumo	77
5	Desenvolvimento da Solução	78
5.1	Ferramentas e Organização do Trabalho	78
5.2	Implementação	79
5.2.1	UMS Database	79
5.2.2	UMS Backend	79
5.2.3	UMS Frontend	82
5.2.4	ANOeGov	83
5.2.5	Alexa Model	83
5.2.6	Alexa Backend	86
5.2.7	Query Executor	88
5.3	Testes	90
5.4	Resumo	91
6	Conclusões e Trabalho Futuro	92
6.1	Satisfação dos Objetivos	92
6.2	Reflexões e Superações	93
6.3	Considerações Finais da Solução	93
6.4	Trabalho Futuro	93

Referências	95
A Páginas de autenticação no UMS Frontend	104
B Página de gestão de entidades e utilizadores	106
C Página de integração da conta do sistema de gestão documental com o assistente virtual	108
D Diferentes <i>utterances</i> usadas na intenção <i>CountAgendaIntent</i>	109
E Configuração do <i>slot processes</i>	111
F Exemplo de um aumento significativo das expressões que mapeiam para uma intenção através do uso de <i>slots</i> . x1, x2 e x4 representam o número de expressões	112
G Intenções que se interligam e que permitem facilitar a interação com o sistema	113
H Exemplo do contexto a ser criado por uma intenção e a ser mantido por outras intenções, uma vez que se relacionam	115
I Exemplo de duas intenções que não estão relacionadas e que o contexto criado não é reconhecido numa delas	117
J Exemplo de uma intenção que descarta o contexto criado por outra intenção	119
K Informações da autenticação centralizada fornecidas à Alexa	120

Lista de Figuras

1.1	Principais fases do trabalho	4
2.1	Permissões de risco no Marshmallow	8
2.2	Resultados à questão "Com que frequência usaria um assistente virtual para reali- zar o seguinte?"	9
2.3	Contextos de compra em que os assistentes virtuais são utilizados	10
2.4	Expetativas para o futuro dos assistentes virtuais	10
2.5	Utilidade dos assistentes virtuais em percentagem	13
2.6	Resultados da interação das crianças com autismo com a solução ECHOES	14
2.7	Paralelismo entre funcionalidades num ambiente público e privado	15
2.8	Percentagem de questões relacionadas com uma determinada categoria	17
2.9	Mecanismo de processamento dos pedidos dos cidadãos	21
2.10	Taxa de precisão no reconhecimento de medicamentos de marca em diferentes sotaques nos diferentes assistentes virtuais	23
2.11	Computação do contexto na Alexa	24
2.12	Invocação de uma competência da Alexa	25
2.13	Exemplo de uma saudação personalizada da Alexa	28
2.14	Percentagem de respostas corretas entre os diferentes assistentes virtuais a ques- tões genéricas e a questões relacionadas com oncologia ginecológica	29
2.15	Correção e naturalidade em cada assistente virtual. O círculo interior significa "pobre"; O círculo exterior significa "excelente". As linhas representam todos os testes realizados	30
2.16	Resultados dos ataques a diferentes assistentes virtuais (SRoC representa o nú- mero de ataques bem sucedidos/número de ataques efetuados)	31
2.17	Percentagem de uso dos assistentes virtuais	32
2.18	Mecanismo de contexto no Google Assistant	34
2.19	Avaliações dos utilizadores em relação às respostas dos assistentes virtuais (O primeiro gráfico é relativo à qualidade das respostas e o segundo gráfico é relativo ao acerto nas respostas)	38
2.20	Envio de um fragmento do pedido inicial a uma aplicação externa sem permissão de acesso aos contactos	40
2.21	Avaliação dos dois assistentes virtuais por parte dos participantes	42
3.1	Resultado da resposta de cada entidade ao contacto com assistente virtual	47
3.2	Resultado da resposta de cada entidade à exploração dos assistentes virtuais no contexto da gestão documental	48
3.3	Resultado da resposta de cada entidade ao facto de o assistente virtual trazer valor para a análise de métricas de gestão	52
3.4	Preferência sobre a apresentação dos dados	53

3.5	Resultado da resposta à questão sobre como gostaria de receber a informação . . .	53
3.6	Recursos de suporte preferidos pelos utilizadores	55
4.1	Client Server e as suas subcomponentes	59
4.2	Comportamento da subcomponente Query Executor	61
4.3	ANO Server e as suas subcomponentes	61
4.4	Abordagens idealizadas para as dois actores existentes	63
4.5	Arquitetura de três camadas aplicadas no UMS Backend	64
4.6	Amazon Server e as suas subcomponentes	65
4.7	Comunicação entre a Alexa Model e a Alexa Backend	65
4.8	Visão geral das componentes sem relações entre elas	66
4.9	Exemplo do sistema distribuído no assistente virtual	67
4.10	Comparação entre a arquitetura 1 e a arquitetura 2 no envio de pedidos para as entidades	68
4.11	Integração da informação existente no sistema de gestão documental com Alexa .	69
4.12	Arquitetura final da solução e integração das componentes	72
4.13	Pilha tecnológica da solução	75
5.1	Coleções que constituem a UMS Database	79
5.2	Especificação dos <i>endpoints</i> da componente UMS Backend	80
5.3	Frase de invocação da competência da Alexa	84
5.4	Testes unitários realizados à componente UMS Backend	91

Lista de Tabelas

2.1	Domínios de atividade que os idosos mais exploraram	12
2.2	Detalhe dos riscos existentes na competência MapNav	27
2.3	Comparação das competências submetidas e certificadas entre os assistentes virtuais Alexa e Google Assistant	36
2.4	Número de competências que divulgam informações incorretas por assistente virtual	36
2.5	Médias de avaliações relativas a diferentes emoções nos diferentes contextos explorados	38
2.6	Quadro comparativo entre os diferentes assistentes virtuais	43
3.1	Nível de satisfação dos colaboradores que já tiveram contacto com assistentes virtuais	47
3.2	Justificações relativas à utilidade e benefícios de um assistente virtual num contexto de gestão documental	49
4.1	Motivo de idealização e abandono de cada arquitetura	70

Lista de Excertos de Código

1	Classe User referente a um utilizador do assistente virtual	80
2	Classe Origin referente a uma origem (entidade) do assistente virtual	81
3	Encriptação da palavra passe do utilizador	81
4	Informação presente no <i>access token</i> da Alexa	82
5	Exemplo de <i>handler</i> que está associado à intenção <i>CountAgendaHandler</i>	87
6	Estrutura de processamento do <i>handler</i>	87
7	Exemplo de seleção aleatória de respostas nos <i>handlers</i>	88
8	Conexões às bases de dados	89
9	Fluxo para a obtenção da contagem de processos na ordem do dia do FutureDoc .	90

Abreviaturas e Símbolos

IoT	Internet of Things
LED	Light-Emitting Diode
NLP	Natural-Language Processing
NLU	Natural-Language Understanding
VRP	Amazon Vulnerability Research Program
API	Application Programming Interface
ASK	Alexa Skills Kit
ML	Machine Learning
ETL	Extract-Transform-Load
LLM	Large-Language-Model
CRUD	Create Read Update Delete
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
JSON	JavaScript Object Notation
REST	Representational State Transfer
HTTP	Hypertext Transfer Protocol

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo apresenta uma introdução ao tema abordado neste relatório de dissertação. Descreve o contexto do tema, o problema a resolver, os objetivos definidos para o sucesso do seu desenvolvimento e a metodologia de trabalho seguida para a concretização dos mesmos. O capítulo termina com a apresentação da estrutura do documento.

1.1 Contexto

Atualmente, os seres humanos encontram-se a viver numa era digital em que diversas tecnologias emergem e são exploradas. Como é declarado em [Bhoir et al. \(2022\)](#), os assistentes virtuais têm apresentado um maior destaque nos últimos anos, uma vez que simplificam a interação entre os seres humanos e os sistemas computacionais devido à sua elevada disponibilidade e facilidade no uso. Um assistente virtual, de acordo com [Pawar et al. \(2024\)](#), é uma máquina que imita o comportamento ou a fala de um humano, oferecendo apoio em diferentes necessidades das pessoas no seu quotidiano. Estas características permitiram que estas ferramentas fossem exploradas em diversas áreas de negócio, tais como:

- **Indústria 4.0** — Um dos principais objetivos deste conceito é a criação de uma indústria inteligente que seja capaz de estabelecer novas interações entre o humano e a máquina. Algumas destas novas interações envolvem automatizações de processos manuais e auxílio nas tomadas de decisão, pelo que, os assistentes virtuais e *chatbots* têm um papel fundamental nestes aspetos ([Bhoir et al., 2022](#)).
- **Assistência Médica** — Tendo como exemplo a radioterapia que trabalha com uma grande quantidade de dados o que muitas das vezes torna complexo o processamento de toda a informação numa sessão com o paciente. Neste sentido, a aplicação destas ferramentas permite que essa informação seja acessível e processada em qualquer momento através da *internet* ([Rebello et al., 2022](#)).
- **Educação** — Problemas na comunicação entre professores e alunos são recorrentes na atualidade. Inseguranças por parte dos alunos e conflitos de horários são os principais motivos

que alimentam este problema. Com o objetivo de minimizar estes problemas, a implementação de assistentes virtuais e *chatbots* permitem redefinir outras abordagens de aprendizagem (Sajja et al., 2023).

As ideias de assistentes virtuais e de *chatbots* apesar de serem alvo de grandes investimentos e investigações na atualidade, surgiram nos anos 50 quando Alan Turing decidiu realizar um método que testava a capacidade de uma máquina exibir um comportamento inteligente similar ao de um humano de forma indistinguível (Rebelo et al., 2022).

1.2 Proponente

Esta Dissertação é proposta pela ANO Software, uma empresa de tecnologias de informação, sediada no Porto, com mais de 25 anos de presença no mercado (ANO).

A ANO disponibiliza uma gama diversificada de produtos destinados à gestão eletrónica de documentos e processos, com um foco particular nas autarquias locais. Estas soluções destacam-se pela sua capacidade de adaptação, expansão e flexibilidade, permitindo o seu ajustamento a vários setores e dimensões organizacionais.

Com esta Dissertação, a empresa espera desenvolver uma solução que possibilite a integração com um assistente virtual, proporcionando aos clientes um canal adicional de comunicação para obter informações sobre a gestão de documentos e processos.

É importante destacar que ao longo deste documento serão feitas algumas referências ao trabalho realizado em Reis (2024) pelo colega de trabalho, também no contexto de uma dissertação, já que a conceção desta solução teve a sua origem nesse projeto.

1.3 Problema

Atualmente, estamos na era da inteligência artificial, e as organizações, tais como autoridades locais, empresas e associações, enfrentam o desafio de inovar e adotar novos métodos para manter a eficiência no trabalho que realizam.

A área de gestão documental é uma das que as organizações clientes da ANO Software estão a explorar para implementar novos métodos nas suas plataformas. Isso ocorre porque essas plataformas gerem grandes volumes de informação, o que torna difícil o processamento e a análise direta dos dados. Muitas vezes, esses dados contêm informações valiosas que poderiam ser extraídas através de métricas e indicadores para melhorar a gestão interna da organização.

Diante deste cenário, surge a necessidade de uma solução que centralize e disponibilize de forma eficiente essa informação, utilizando mecanismos inovadores e modernos, como por exemplo a inteligência artificial. Estes assistentes podem funcionar como intermediários entre o utilizador e os dados que não são acessíveis diretamente, garantindo assim a clareza e a objetividade na partilha da informação.

Além disso, muitas organizações desejam uma nova forma de aceder a informações em tempo real sobre o estado atual da gestão documental, sem precisar de acessar fisicamente os postos de

trabalho ou de se conectar à rede da organização. Há uma crescente demanda por soluções que permitam o acesso remoto à informação de maneira simples e intuitiva, facilitando a interação e a obtenção de dados essenciais sem limitações geográficas.

É com este problema em mente que se dá início ao desenvolvimento de uma solução capaz de atender às necessidades das organizações com o recurso a assistentes virtuais.

1.4 Objetivos

Tendo em conta o problema previamente descrito e o atual estado de evolução tecnológica, estabelecem-se os seguintes objetivos que a solução apresentada neste documento deverá cumprir:

1. Identificar um assistente virtual de destaque no mercado, com capacidades robustas de integração com sistemas externos: este objetivo envolve a comparação de diversos assistentes virtuais disponíveis no mercado, de forma a selecionar o que melhor apoie o desenvolvimento da solução. O assistente escolhido deverá ser capaz de se integrar de forma eficiente com sistemas externos, permitindo a transferência de dados relacionados ao sistema de gestão documental para garantir uma interação eficaz e fluida.
2. Utilizar o assistente virtual como meio de comunicação entre o utilizador e o sistema de gestão documental: este objetivo visa implementar uma solução que utilize o assistente virtual selecionado no objetivo anterior para criar um ponto de contacto eficiente entre o utilizador e o sistema de gestão documental. As informações transmitidas deverão abranger a gestão interna da organização, com base em métricas e indicadores, além de fornecer dados relacionados às tarefas diárias e facilitar a pesquisa de informações no sistema.
3. Fornecer um assistente virtual acessível e fácil de usar, promovendo uma boa usabilidade: este objetivo pretende assegurar que o assistente virtual ofereça uma experiência de utilização de alta qualidade, para que o utilizador não o perceba como um meio de comunicação complexo ou desnecessário. A acessibilidade e a usabilidade serão os principais aspetos a serem priorizados, garantindo que qualquer utilizador, independentemente do seu nível técnico, consiga interagir com o assistente de forma simples e intuitiva.
4. Manter as informações partilhadas com o assistente virtual seguras e privadas: este objetivo foca-se na segurança e proteção dos dados transferidos entre o sistema de gestão documental e o assistente virtual, considerando que este poderá estar instalado fora da rede interna da organização. Para garantir a confidencialidade e integridade das informações, será necessário implementar uma arquitetura especificamente orientada para a segurança.

1.5 Metodologia de Trabalho

Este projeto será realizado num contexto SCRUM, que sendo uma metodologia ágil, permite dividir o trabalho em iterações, conhecidas na literatura como *sprints*, e também manter um contacto mais próximo com o cliente final de forma a poder validar o desenvolvimento da solução.

Durante o período de desenvolvimento, as diferentes etapa da metodologia serão realizadas com o objetivo de mostrar o progresso do trabalho desenvolvido e validar o mesmo. Em paralelo, também serão definidas fases. A Figura 1.1 apresenta as mesmas e os respectivos períodos de tempo.

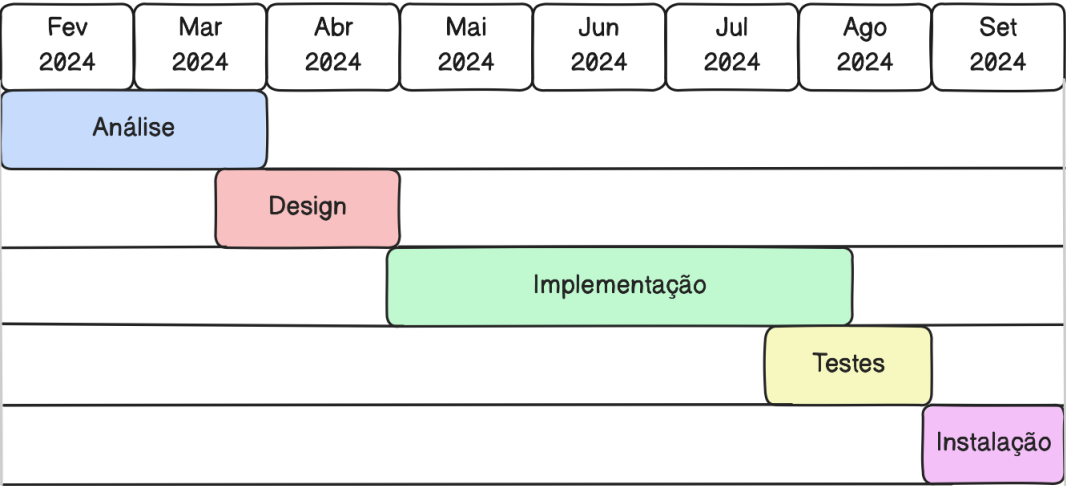


Figura 1.1: Principais fases do trabalho

Durante a fase da análise é importante organizar todo o trabalho a ser realizado e obter o maior conhecimento possível relativo ao domínio para que a solução a desenvolver tenha em consideração os objetivos deliniados anteriormente.

No design diferentes abordagens poderão ser apresentadas para a mesma solução analisada e explorada na fase anterior.

No decorrer da fase de implementação, a solução é desenvolvida com base nos requisitos funcionais e não funcionais recolhidos na análise e na arquitetura desenhada na fase de design.

Durante a fase de testes, diferentes técnicas para verificar e validar o desenvolvimento são implementadas.

Por fim, na fase da instalação, é realizado todo o processo de disponibilização da solução para que os utilizadores possam usufruir da solução.

1.6 Estrutura do Documento

O documento apresenta a seguinte estrutura:

- 1. Introdução
 - (a) Contexto: neste tópico é detalhado como o tema desta Dissertação se enquadra, através da apresentação de exemplos concretos do mercado.
 - (b) Proponente: este tópico introduz a empresa onde a Dissertação foi realizada e destaca também o motivo pelo qual a solução foi implementada.

- (c) Problema: este tópico expõe os problemas que os clientes da empresa enfrentam ao utilizar a plataforma de gestão documental, bem como as expectativas de inovação através da integração de inteligência artificial.
- (d) Objetivos: neste tópico são apresentados os objetivos que devem ser alcançados no final do desenvolvimento da solução.
- (e) Metodologia de Trabalho: este tópico refere o processo de trabalho durante o desenvolvimento da solução.
- (f) Estrutura do Documento: este tópico apresenta como este documento está organizado.

2. Revisão Bibliográfica

- (a) Visão do Mercado dos Assistentes Virtuais: este tópico abordará o panorama atual do mercado de assistentes virtuais, explorando o seu rápido crescimento e o impacto que tem em diversos contextos.
- (b) Assistentes virtuais em Contexto Organizacional: neste tópico, será discutido o uso de assistentes virtuais no ambiente organizacional, destacando como estas tecnologias estão a transformar a forma como as empresas operam.
- (c) Os Assistentes Virtuais: este tópico explora os diversos assistentes virtuais disponíveis no mercado, destacando algumas das suas características principais com base em determinados critérios.
- (d) Comparação dos Assistentes Virtuais: neste tópico os assistentes virtuais abordados anteriormente são comparados com base em alguns critérios e um deles é selecionado para o desenvolvimento da solução.

3. Análise do Problema

- (a) Questionários às organizações: este tópico apresenta o questionário desenvolvido para vários clientes da empresa, com o intuito de realizar uma análise ao problema com base nas suas respostas.
- (b) Análise das Respostas: neste tópico, as respostas recolhidas são analisadas com o objetivo de compreender melhor as necessidades dos clientes.
- (c) Requisitos Funcionais: este tópico descreve os requisitos funcionais identificados a partir da análise realizada anteriormente.
- (d) Requisitos não Funcionais: neste tópico, são apresentados os requisitos não funcionais derivados da análise anterior, incluindo aspetos como usabilidade e eficiência.

4. Design e Arquitetura da Solução

- (a) Client Server: este tópico apresenta a componente Client Server e todas as suas sub-componentes.

- (b) ANO Server: neste tópico é apresentada a componente ANO Server e todas as suas subcomponentes.
- (c) Amazon Server: este tópico apresenta a componente Amazon Server e todas as suas subcomponentes.
- (d) Visão Geral das Componentes: neste tópico é apresentado um desenho com todas as componentes existentes na solução.
- (e) Arquitetura Abandonada 1: este tópico explica a primeira arquitetura idealizada e as razões do seu abandono.
- (f) Arquitetura Abandonada 2: neste tópico é apresentada a segunda arquitetura idealizada e as razões do seu abandono.
- (g) Arquitetura Final: este tópico detalha a arquitetura final concebida para o desenvolvimento da solução e compara com a arquitetura anterior.
- (h) Pilha Tecnológica: neste tópico as diferentes tecnologias são abordadas em cada componente pertencente à arquitetura final.

5. Desenvolvimento da Solução

- (a) Ferramentas e Organização do Trabalho: este tópico descreve as ferramentas utilizadas no desenvolvimento da solução, incluindo *software* de programação, plataforma de gestão dos projetos e quaisquer outras ferramentas de apoio. Também aborda como os projetos foram organizados.
- (b) Implementação: neste tópico, são apresentados os pormenores da implementação, com ênfase especial nos aspectos mais relevantes e significativos.
- (c) Testes: este tópico aborda os testes que foram implementados em algumas componentes da solução.

6. Conclusões e Trabalho Futuro

- (a) Satisfação dos Objetivos: neste tópico são apresentados os objetivos que foram concluídos com sucesso.
- (b) Reflexões e Superações: este tópico aborda os desafios enfrentados durante o desenvolvimento da solução e como a superação desses obstáculos contribuiu para a melhoria de diversas competências
- (c) Considerações Finais da Solução: neste tópico é explicado como a solução pode trazer benefícios significativos para os diversos clientes
- (d) Trabalho Futuro: este tópico revela oportunidades de melhoria na solução e indica trabalho que vai ser considerado em desenvolvimentos futuros da solução.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

Este capítulo apresenta uma introdução aos assistentes virtuais, que foca numa primeira fase na visão do mercado, no contexto arquitetural que os rodeiam e nos diferentes agentes existentes. Numa segunda fase, são apresentadas diferentes áreas de negócio em que os assistentes virtuais são explorados e implementados.

O principal objetivo deste trabalho é a integração de um assistente virtual num contexto de gestão documental, por conseguinte, detalhes de implementação de baixo nível dos diferentes agentes apresentados não serão abordados.

2.1 Visão do Mercado dos Assistentes Virtuais

Na atualidade, o mercado dos assistentes virtuais tem revelado um maior crescimento face aos últimos anos, visto que facilitam a interação entre humano e máquina. Como é referido em [Siddhesh \(2020\)](#), os assistentes virtuais têm-se destacado neste aumento de popularidade face à sua capacidade de se tornarem altifalantes domésticos e de muitas vezes estarem embutidos nos telemóveis das pessoas. Este tipo de assistentes permite que novas formas de interação sejam introduzidas e que o discurso do utilizador seja processado, interpretado e respondido de uma forma significativa, clara e compreensiva ([Bettina et al., 2023](#)). O ganho de popularidade fez com que o valor global de mercado dos assistentes virtuais disparasse para os 11.9 mil milhões de dólares em 2019 e atualmente projeta-se que o mesmo em 2025 atinja valores próximos de 35.5 mil milhões de dólares ([Zwakman et al., 2021](#)). O facto da humanidade ter atravessado uma crise pandémica também impulsionou o crescimento deste tipo de assistentes com o objetivo de reduzir a interação entre humanos e, assim, evitar possíveis contágios ([Al-Fraihat et al., 2023](#)).

Com o passar do tempo novos desafios emergiram e como é referido em [Zwakman et al. \(2021\)](#), cerca de três são encarados como os mais intrigantes.

- (a) Melhorar a tecnologia com o objetivo de fornecer melhor reconhecimento de voz, capacidade de compreender vários idiomas, fornecer um discurso idêntico ao humano e a adição de emoções

- (b) Melhorar aspetos mais sensíveis, tais como a segurança e a privacidade, de forma a proporcionar confiança sobre quem os usa
- (c) A exploração dos diferentes contextos em que os assistentes podem ser úteis

Em primeiro lugar, o ponto (a) centra-se na usabilidade que é um vetor com bastante peso nos assistentes virtuais, uma vez que permite tornar a interação humano-máquina o mais lógica e orgânica possível. Diferentes estudos têm sido realizados nesta área, destacando-se o de [Kawase et al. \(2020\)](#) e o de [Kumar et al. \(2017\)](#). No primeiro artigo os autores desenvolveram um sistema capaz de maximizar a precisão de reconhecimento de voz através do ajuste de parâmetros de um algoritmo genético em diferentes contextos com o objetivo de registar os que melhor se adequavam nos diferentes cenários ([Kawase et al., 2020](#)). No segundo artigo, a resolução de problemas de reconhecimento de voz e processamento específico da linguagem ([Kumar et al., 2017](#)) é apresentado como um grafo enriquecido com conhecimento semântico. Salienta-se que este ponto está mais orientado para conteúdos de baixo nível, que no âmbito da dissertação não serão analisados.

Em segundo lugar, o ponto (b) visa a perspetiva da segurança e privacidade que no presente mundo digital são dois vetores de elevada relevância, visto que qualquer falha pode deixar o utilizador em situações vulneráveis. Neste sentido, os autores do estudo realizado em [Alepis e Patsakis \(2017\)](#) revelam como vários ataques podem ser realizados contra este tipo de assistentes e os seus impactos negativos em cenários reais. A Figura 2.1 revela os pontos de entrada a ataques que o dispositivo *Marshmallow* da *Android* podia conceber numa integração com um assistente virtual.

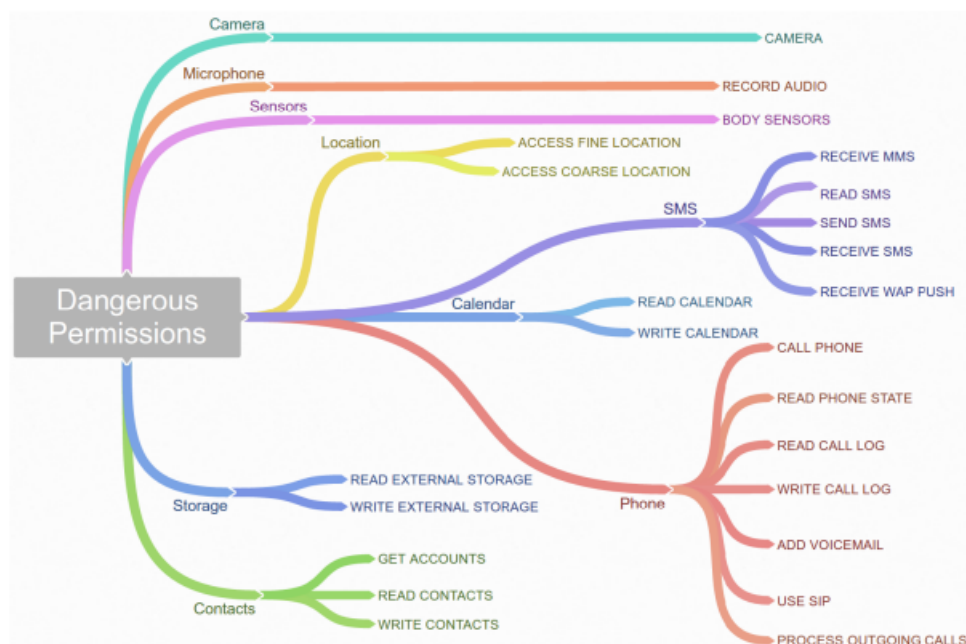


Figura 2.1: Permissões de risco no Marshmallow

O número de estudos nesta matéria é vasto e isso revela os esforços que têm vindo a ser feitos para expôr e mitigar as vulnerabilidades existentes nestes sistemas com o objetivo de aumentar a

confiança do utilizador (Zwakman et al., 2021). Por enquanto os agentes virtuais ainda apresentam algumas lacunas no que toca a este âmbito, visto que ainda não existe um controlo que permita autenticar ou reconhecer a pessoa que está a comunicar com o assistente virtual (Siddhesh, 2020). Contudo, este ponto trabalha com técnicas de baixo nível, que também não serão abordadas no decorrer da dissertação.

Em último lugar, o ponto (c) enquadra-se no contexto da utilidade, no qual um estudo realizado em McLean e Osei-Frimpong (2019) conclui que os utilizadores são motivados a explorar os assistentes virtuais devido aos seus benefícios utilitários e simbólicos. Noutro estudo realizado em 2018 pela consultora PwC PricewaterhouseCoopers (2018) a um grupo de inquiridos relativo à revolução dos assistentes virtuais, foi possível produzir o diagrama ilustrado na Figura 2.2 que corrobora em parte os resultados do estudo referido anteriormente.

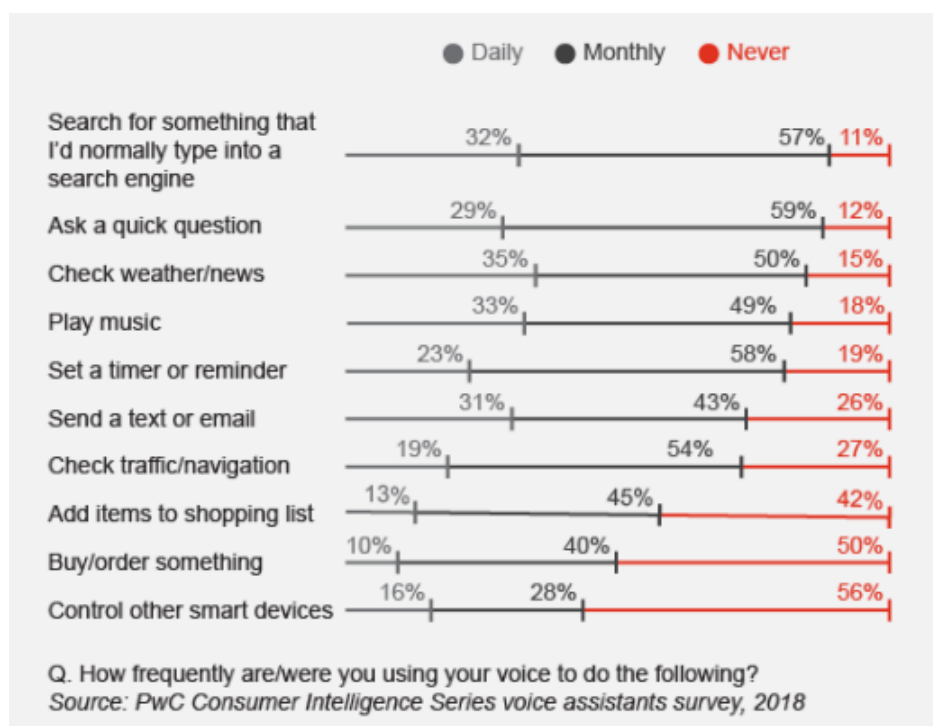


Figura 2.2: Resultados à questão "Com que frequência usaria um assistente virtual para realizar o seguinte?"

Os resultados mostram que tarefas mais simples, frequentes e triviais são as mais exploradas nos assistentes virtuais. Em contrapartida, as que requerem um maior controlo e segurança, como por exemplo a compra de um produto, são menos propícias a ser usadas com o auxílio destes agentes, devido à desconfiança que muitos utilizadores ainda têm sobre os mesmos.

Apesar de não ser muito frequente os inquiridos usarem assistentes virtuais para a compra de produtos, a Figura 2.3 apresenta os contextos em que os agentes são mais utilizados (PricewaterhouseCoopers, 2018).

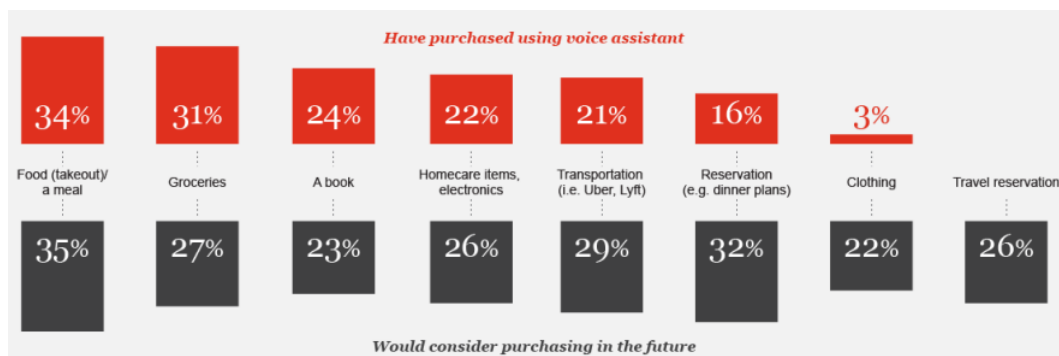


Figura 2.3: Contextos de compra em que os assistentes virtuais são utilizados

A figura anterior permite concluir que é mais habitual os utilizadores requisitarem auxílio de agentes virtuais na alimentação. Contrariamente, ações relacionadas com reservas são as menos exploradas. Também é importante destacar que em geral os diferentes contextos no futuro tendem a ser mais usados com a colaboração destes assistentes, logo o ser humano revela uma posição positiva em relação à evolução dos assistentes virtuais.

Relativamente ao futuro dos assistentes virtuais no mercado, estes ainda apresentam um grande percurso evolutivo, essencialmente nas matérias mais sensíveis, todavia, o seu uso continuará a crescer, visto que o humano está cada vez mais conectado com o mundo digital. A Figura 2.4 revela as expetativas dos inquiridos do estudo realizado em (PricewaterhouseCoopers, 2018).

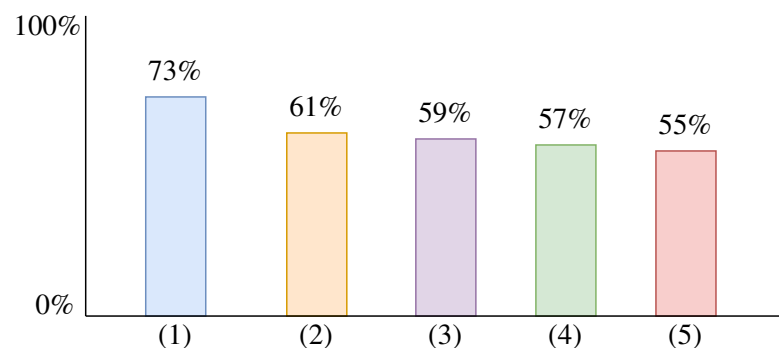


Figura 2.4: Expetativas para o futuro dos assistentes virtuais

Os números que se encontram embaixo de cada barra têm o seguinte significado:

- (1) - Ser correto, preciso e consistente
- (2) - Entender o sotaque da pessoa que fala
- (3) - Poupar tempo
- (4) - Identificar diferenças entre diferentes vozes
- (5) - Fazer a vida mais fácil

O gráfico antecedente permite comprovar que os humanos apresentam elevadas expetativas relativamente aos assistentes virtuais e na resposta aos três desafios declarados ao longo desta seção. As expetativas (1), (2) e (3) estão intrinsecamente relacionadas com o ponto (a) relativo à usabilidade. A expetativa (4) interliga-se com o ponto (b) referente à segurança e privacidade. Finalmente, a expetativa (5) associa-se ao ponto (c) que é alusivo à utilidade.

2.1.1 Aplicações de Assistentes Virtuais em Alguns Domínios

Um dos desafios deste trabalho é alusivo à utilidade dos assistentes virtuais num determinado domínio de atividade, pelo que o ponto (c) abordado anteriormente relata o mesmo. Por conseguinte, neste subcapítulo é realizada uma apresentação de diferentes áreas em que estes agentes apresentam resultados de estudo favoráveis quanto à sua utilização.

2.1.1.1 Casa Inteligente

Apesar de ser um tema com grande relevância na atualidade, o conceito de casa inteligente não é recente e tem vindo a ser explorado desde a década de noventa, tendo como projetos pioneiros o House_n e o AwareHome (Ammari et al., 2019). Atualmente, com o rápido avanço das tecnologias IoT foi possível que as habitações possuíssem dispositivos eletrónicos mais avançados e capazes de ser controlados e monitorizados com apenas um toque ou por voz, o que torna o dia a dia do ser humano mais confortável (Irugalbandara et al., 2023). Como é referido em Canziani e MacSween (2021), o tempo de uso destes dispositivos encontra-se entre os 65 a 72 minutos por dia.

De todo o universo de pessoas que beneficiam dos assistentes virtuais em sua casa, existem dois grupos que se destacam devido à elevada importância que estes sistemas têm no seu dia a dia (Ammari et al., 2019), sendo estes as pessoas idosas e as pessoas com deficiências.

2.1.1.1.1 Pessoas Idosas

Um estudo realizado em Kowalski et al. (2019) focou-se em analisar como um assistente virtual, neste caso o Google Home, interage e auxilia as pessoas idosas em diferentes tarefas. Para a execução do estudo um grupo de idosos de idades compreendidas entre os 64 e 89 anos e com conhecimentos no mundo tecnológico foram convidados. O primeiro resultado obtido é relativo às vantagens que para estas pessoas os assistentes virtuais apresentam:

- Controlo de voz sem envolver funções motoras por parte dos participantes
- Forma amigável e paciente
- Sem manipulação de dispositivos
- Concessão de independência na realização de tarefas que participantes mais debilitados teriam dificuldades em executar

- Interação intuitiva sem necessidade de treino prévio

Efetivamente, o resultado da enumeração anterior corresponde às expectativas e necessidades de um ser humano nesta faixa etária, uma vez que estes muitas das vezes apresentam problemas físicos e psicológicos que impossibilitam a realização de diversas atividades. Por essa razão, um assistente virtual capaz de oferecer uma boa comunicação e a execução de tarefas de forma rápida, simples e automatizada é uma ferramenta que se revela importante e útil para estas pessoas.

O segundo resultado debruça-se sobre as diferentes atividades em que os idosos sentiram um maior conforto em realizar com o auxílio do agente virtual. A tabela 2.1 revela as diferentes atividades e respetivos domínios.

Tabela 2.1: Domínios de atividade que os idosos mais exploraram

Domínio	Atividade
Lazer	Contar Aneotas
	Aprender uma nova língua
	Ouvir livros de áudio
Obrigações	Definir alarmes
	Criar lista de compras
	Obter informações meteorológicas
	Obter informações do trânsito
Segurança	Apagar a luz
	Desligar o fogão

2.1.1.1.2 Pessoas com Deficiência

Com o estudo realizado anteriormente foi possível verificar algumas vantagens do uso dos assistentes virtuais, especialmente numa faixa etária em que as pessoas começam a apresentar diversas dificuldades motoras. Na atualidade, a popularidade destes assistentes entre pessoas com deficiência é considerável (Terzopoulos e Satratzemi, 2020).

Num estudo realizado em Pradhan et al. (2018), que tinha o principal objetivo de conhecer o impacto dos assistentes virtuais na vida quotidiana desta comunidade, concluiu-se que cerca de 38% dos participantes apresentavam problemas de visão ou cegueira, o que sugere que estas ferramentas são bastante utilizadas por pessoas com este tipo de deficiência. Estes dados são comprovados pelo estudo realizado em Oumard et al. (2022) que realiza uma visão geral sobre o estado dos assistentes virtuais para pessoas com problemas de visão ou cegueira. Os resultados mostram que 88% dos participantes têm ou já tiveram experiência com este tipo de ferramenta. A Figura 2.5 revela que a maioria destes participantes considera o uso destes agentes como úteis na sua vida.

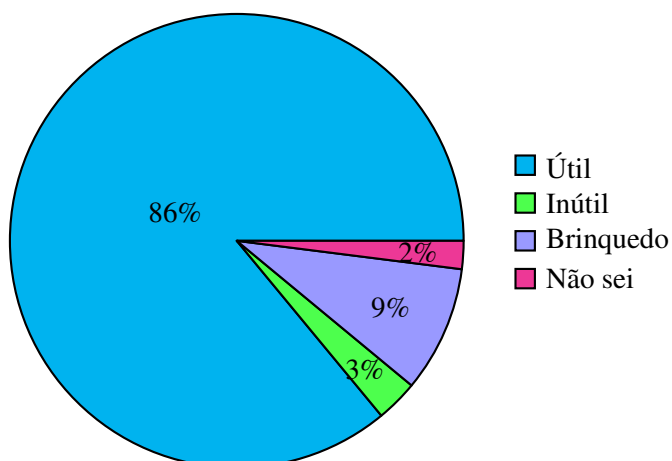


Figura 2.5: Utilidade dos assistentes virtuais em percentagem

2.1.1.2 Educação

De uma forma geral, os assistentes virtuais na educação podem ser fundamentais no auxílio ao aluno no seu processo de aprendizagem e na quebra de barreiras de comunicação, físicas e sociais (Terzopoulos e Satratzemi, 2020). Existem diversos estudos relativos à aplicação de assistentes virtuais neste domínio, porém dois deles são destacados.

No primeiro estudo realizado em Trivedi (2018) é analisada uma *skill* da Alexa que permite um professor gerar conteúdo de uma determinada matéria através de comandos de voz. Posteriormente, esta competência é capaz de criar questões conjungando este conteúdo com repositórios de conhecimento, tais como, a Wikipedia e Khan Academy. Finalmente, um questionário é construído, carregado e partilhado na ferramenta Google Classroom para os alunos poderem aceder. Os autores denominam esta ferramenta de ProblemPal e tem como objetivos reduzir a carga de trabalho do professor e facilitar a comunicação com os alunos através de uma abordagem digital.

No segundo estudo, os autores em Porayska-Pomsta et al. (2018) apresentam ECHOES, um ambiente de aprendizagem para crianças que apresentam autismo. Crianças com este problema possuem muitas dificuldades na interação com o mundo que as rodeia, no entanto, esta solução proporciona um ambiente que possibilita o contacto entre a criança e um assistente virtual, aumentando assim, a sua capacidade de atenção e interação. Os resultados divulgados na Figura 2.6 mostram um aumento (linha a preto) da proporção de respostas (gráfico da esquerda) e da frequência da inicialização de uma conversa (gráfico da direita) com o agente virtual durante as três principais fases do estudo (Beg, Mid e End). Deste modo, estes resultados revelam-se bons indicadores para a adoção deste tipo ferramentas.

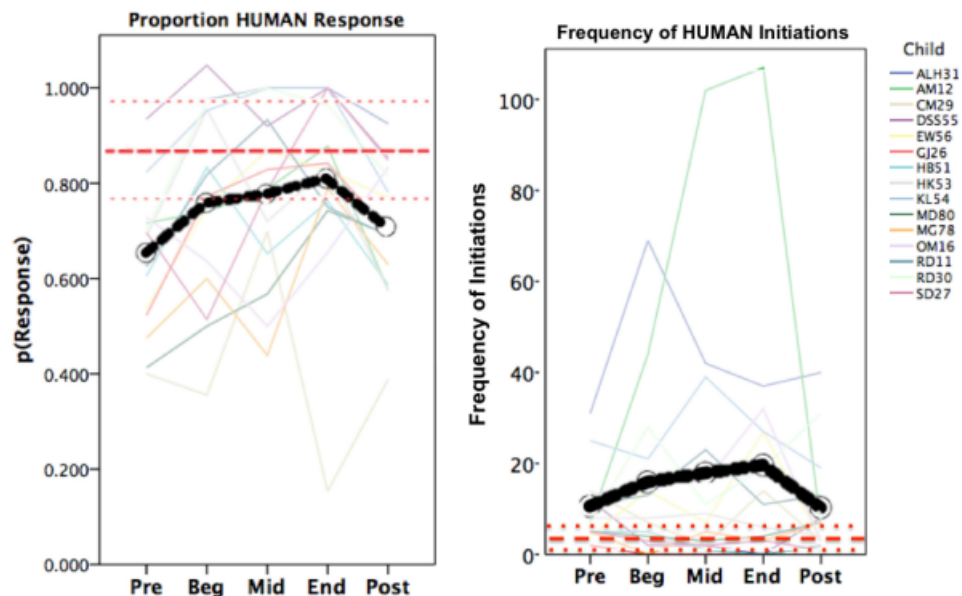


Figura 2.6: Resultados da interação das crianças com autismo com a solução ECHOES

2.1.1.3 Atendimento ao Público

No que diz respeito ao atendimento ao público, esta área exige um maior contacto com os clientes de um determinado serviço e facilmente pode ser substituída por um assistente virtual capaz de processar os diferentes pedidos da pessoa. Como é revelado num estudo feito em [Buhalis e Moldavska \(2021\)](#), os agentes virtuais são usados num contexto de hotelaria com objetivo de modernizar os serviços, visto que na atualidade os hóspedes estão a ficar cada vez mais tecnológicos ([Cobanoglu et al., 2011](#)). Neste estudo, com o recurso a questionários, relatórios de consultoria, artigos de jornal académicos e industriais foi possível concluir que as funcionalidades mais procuradas nos assistentes virtuais num hotel são as seguintes:

- Controlo de luz
- Serviço de quarto
- Alarmes
- Música
- *Check-out*

De acordo com os dados do estudo em causa é realizado um paralelismo, visível na [Figura 2.7](#), no qual é possível relacionar as funcionalidades exploradas num ambiente público, neste caso o setor hoteleiro, e num ambiente privado, como por exemplo uma habitação inteligente. Desta forma, conclui-se que a grande maioria dos participantes esperam que estes sistemas acedam às

suas preferências pessoais e ofereçam serviços independentemente do contexto em que estejam inseridos (Buhalis e Moldavska, 2021).

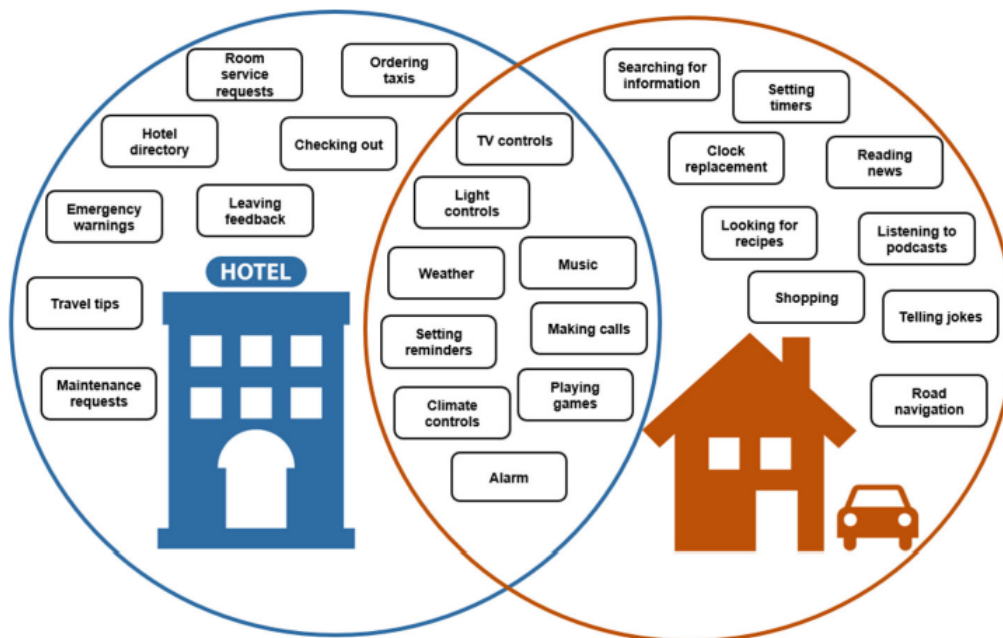


Figura 2.7: Paralelismo entre funcionalidades num ambiente público e privado

2.2 Assistentes virtuais em contexto organizacional

Com esta nova era tecnológica, as organizações tendem a adotar diferentes mecanismos que resultam dessas novas circunstâncias de forma a responder às diferentes necessidades que surgem. Em consequência, o trabalho manual e tradicional tem vindo a ser alterado para o ambiente digital (Brachten et al., 2021). Segundo Maedche et al. (2019), os assistentes virtuais num contexto de trabalho revelam uma tendência para crescer, podendo tornar-se um elemento chave no futuro.

Esta mudança organizacional potencia a automatização de processos e um aumento da eficiência nas tarefas atribuídas a colaboradores, fazendo com que tarefas simples sejam assumidas por programas (Kane et al., 2015).

Neste sentido, no estudo Stieglitz et al. (2018), é introduzido o termo *Enterprise Bots* para designar *chatbots* num contexto organizacional. Esses *bots* são caracterizados como serviços automatizados que possibilitam interações causais e de diálogo com sistemas e processos empresariais intrincados.

Sublinha-se também a pertinência de compreender a estrutura interna e a dinâmica das rotinas organizacionais, com vista ao desenvolvimento de assistentes virtuais que fomentem a eficiência e a agilização dos processos internos. Este desenvolvimento visa reduzir as tarefas mais repetitivas e estruturadas, procedendo simultaneamente à recolha, armazenamento e processamento de grandes quantidades de dados (Maedche et al., 2019).

Apesar do aumento da adoção destes assistentes, a sua implementação em contextos empresariais, de acordo com [Io e Lee \(2017\)](#), encontra naturalmente obstáculos relacionados com interesses institucionais, conforme descrito por [Orlikowski \(1993\)](#), e é considerada uma decisão global bastante intrincada, como referido por [Kannan e Bernoff \(2019\)](#). Deste modo, a integração de Assistentes Virtuais nestes setores necessita de uma análise aprofundada, de acordo com [Io e Lee \(2017\)](#), garantindo que os sistemas implementados correspondam efetivamente às exigências dos utilizadores, conforme destacado por [Schlögl et al. \(2019\)](#).

De seguida, são destacados alguns exemplos de assistentes virtuais no mercado inseridos neste âmbito.

2.2.1 UNA - Letónia

Em Junho de 2018, a entidade responsável pelo Registo de Empresas da República da Letónia deu a conhecer o seu primeiro assistente virtual de administração pública no país ([UNA, 2018](#)). Este assistente fornece respostas aos utilizadores, em forma de texto, relativamente às perguntas mais frequentes dos mesmos, estando disponível 24 horas por dias, 7 dias por semana, no *website*, bem como na aplicação *Facebook Messenger* do registo de empresas ([Paidere, 2018](#)). Os principais clientes deste agente virtual são os futuros e atuais empreendedores ([Paidere, 2018](#)).

O UNA é um assistente virtual capaz de aprender e obter conhecimento com as questões que são colocadas ao mesmo, porém este também é alimentado com informação proveniente dos funcionários da entidade do registo de empresas que preparam novas respostas para novas perguntas que possam vir a ser realizadas pelos utilizadores ([Paidere, 2018](#)).

2.2.1.1 Desenvolvimento e Parcerias

Para o desenvolvimento do assistente virtual, o Registo de Empresas colaborou com a empresa letã Tilde ([UNA, 2018](#)) que auxiliou os desenvolvedores no uso de tecnologias de inteligência artificial. Plataformas de assistência virtual, redes neuronais e processamentos de linguagem natural foram as utilizadas para conceção do UNA ([Paidere, 2018](#)).

Um dos pontos chave que o assistente virtual apresenta no seu desenvolvimento é relativo à capacidade de interpretar o que o utilizador está a escrever, mesmo quando o discurso apresenta erros ou revela-se impreciso ([Sūna](#)).

Outro ponto chave centra-se na capacidade de aprendizagem que este apresenta, ao qual permite refinar a base de conhecimento e, consequentemente, as suas respostas ([Sūna](#)).

2.2.1.2 Resultados e Impactos

Até à data da publicação realizada em [Paidere \(2018\)](#), o assistente virtual apresentava respostas a mais de 22600 perguntas feitas por quase 3700 utilizadores únicos. Ademais, através da análise das questões colocadas ao agente foi possível segregar as mesmas em cinco categorias visíveis na Figura 2.8.

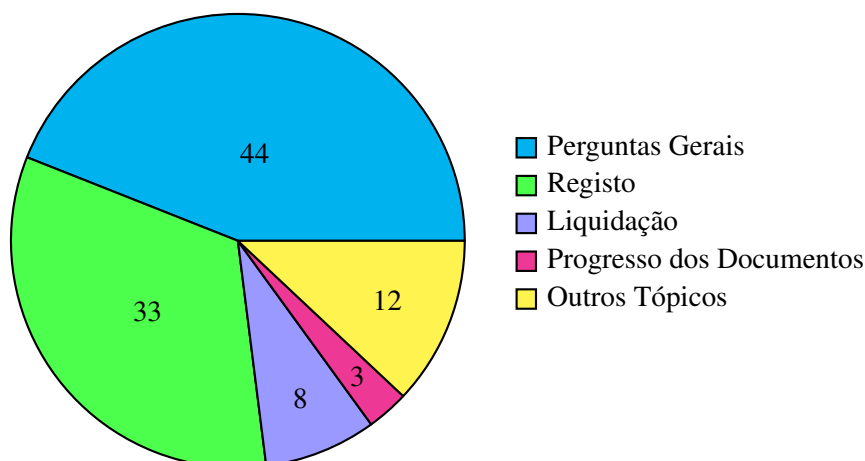


Figura 2.8: Percentagem de questões relacionadas com uma determinada categoria

Um dos desafios dos assistentes virtuais apresentados anteriormente refere-se à segurança e privacidade, uma vez que muitos utilizadores revelam baixo grau de confiança quando os usam. Todavia, como é referido em [Sūna](#), os habitantes letões confiam no UNA. Quando comparado com todos os canais de suporte ao cliente, cerca de 13% dos clientes preferem utilizar o assistente virtual.

Importa salientar que desde o lançamento do agente virtual, o Registo de Empresas, até ao ano de 2020, esperava proporcionar aos seus clientes a possibilidade de eles efetuarem, de forma remota e regular, o registo de entidades e eventos legais, com o assistente virtual a servir como suporte durante o procedimento de registo e na interação com a autoridade exclusivamente através do ambiente eletrónico. Ao mesmo tempo, também expectava facilitar a utilização de ferramentas eletrónicas para a comunicação com as entidades do setor público ([Paidere, 2018](#)).

Por último, devido aos bons resultados que o agente tem apresentado, este tem vindo a ser reconhecido internacionalmente tendo já sido nomeado para alguns prémios, tais como o *OECD's Public Excellence* e o *World Summit Awards* ([Noordt e Misuraca, 2019](#)).

2.2.1.3 Desafios

O facto do UNA ter sido o primeiro assistente virtual desenvolvido na República da Letónia trouxe alguns desafios não só para a equipa de desenvolvimento mas também para as partes interessadas envolvidas na solução, enquanto projeto piloto. O primeiro desafio, tal como é descrito em [Paidere \(2018\)](#), deveu-se ao facto de muita informação ter sido investigada por conta da equipa de desenvolvimento, uma vez que não existia uma base sólida que suportasse projetos desta dimensão e contexto. Outro desafio centrou-se na escassez de informação relacionada com o planeamento e metodologia de trabalho para este tipo de projeto. Adicionalmente, é declarado que a procura de parceiros para o suporte na realização da solução também foi uma tarefa complexa.

Como é revelado em [Kaulins \(2023\)](#), alguns trabalhadores da entidade responsável pelo registo de empresas, numa primeira fase, mostraram-se preocupados com a vinda de um assistente

virtual como o UNA, uma vez que o consideravam uma ameaça aos seus postos de trabalho. Contudo, com a sua utilização, foi verificado que o assistente tem tornado o trabalho mais agradável e menos repetitivo.

Por fim, é relevante salientar que a solução, durante a sua fase de projeto piloto, permitiu delimitar o assistente do amplo número de competências da autoridade e promover temas centrais com respostas eficazes (Paidere, 2018).

2.2.1.4 Planos Futuros

A criação de um assistente virtual na República da Letónia ilustra eficazmente como a inteligência artificial pode ser aplicada na administração pública em diversas áreas. No futuro, é possível que tais assistentes virtuais consigam não apenas registar novas empresas, mas também apresentar funcionalidades de consulta tanto por escrito quanto verbalmente (Paidere, 2018). Tal como é descrito em Kaulins (2023), desde a entrada do assistente virtual no mercado, diversos esforços têm sido colocados no desenvolvimento destes assistentes e até à data, mais de dez novas soluções foram criadas no país (Kaulins, 2023), sendo uma delas para o Ministério da Proteção Ambiental e Desenvolvimento Regional (Paidere, 2018). Adicionalmente, declara-se que uma plataforma que unifica todos os assistentes virtuais do setor da administração pública está a ser desenvolvida com o objetivo de melhorar a interação do utilizador com os diferentes assistentes.

2.2.1.5 Benefícios

Relativamente a este tópico, com auxílio da informação apresentada nas subsecções anteriores é possível recolher os seguintes benefícios do UNA:

- Comunicação mais acessível e amigável
- Utilizadores não precisam de comparecer pessoalmente nos centros de atendimento, economizando tempo e dinheiro
- As respostas às perguntas são dadas no momento, o que evita tempos de espera
- Substituição do trabalho rotineiro, tornando as tarefas dos funcionários mais agradáveis e menos repetitivas
- Ponto de arranque para o desenvolvimento de outras soluções de assistência virtual

2.2.2 WienBot - Áustria

Em Dezembro de 2017, na Áustria, surgia um novo assistente virtual capaz de auxiliar os cidadãos em diversos contextos que, tal como é descrito no *website* do governo austríaco, o agente consegue fazer de tudo (m53ber, a). O WienBot caracteriza-se como um assistente bastante versátil, uma vez que se encontra disponível em diferentes plataformas tais como:

- Versão *web*

- *Signal Messenger*: aplicação de código aberto onde os utilizadores podem desfrutar de todas as funcionalidades comuns de mensagens, como conversas de grupo, imagens e videochamadas, em que toda a comunicação é totalmente encriptada (m53ber, b)
- Aplicação WienBot: aplicação *mobile* disponível em *Android* e *iOS*
- Aplicação Stadt Wien: aplicação *mobile* disponível em *Android* e *iOS*, porém orientada para a população alemã

2.2.2.1 Problema

Como é declarado em Wien (2018), mais de 1.2 milhões de pesquisas por mês são realizadas no *website* da cidade de Viena. Neste sentido, com o objetivo de reduzir esta carga de pedidos que muitas das vezes demoram até ter uma resposta concreta, o WienBot foi desenvolvido para fornecer respostas a perguntas frequentes das pessoas, permitindo que elas encontrem informações de forma rápida, inteligente e em dispositivos móveis (Noordt e Misuraca, 2019). O WienBot fornece uma ampla gama de informações, dada a variedade de serviços *online* disponíveis no site da municipalidade.

O assistente virtual apresenta uma melhor eficácia nas respostas quando estas são relativas à cidade de Viena, como por exemplo, taxas em parques de estacionamento, preços de bilhetes e horas de abertura de espaços ou eventos (m53ber, a). Mesmo quando este apresenta dificuldades na formulação de uma resposta à questão colocada pelo utilizador, o agente sugere o serviço que melhor se adequa para a questão em causa, evitando assim deixar o utilizador sem resposta (WSA).

O assistente também é capaz de aprender com as diferentes interações dos utilizadores, segundo Gartner, o que consequentemente leva a que recorra menos vezes ao segmento declarado anteriormente.

2.2.2.2 Limitação

Embora o WienBot abranja uma variedade de contextos, a sua principal função é fornecer informações sobre serviços governamentais existentes, sem possibilitar transações. Caso os cidadãos necessitem de o fazer, estes recebem hiperligações com mais informações sobre onde obter serviços específicos (Noordt e Misuraca, 2019). Apesar de ser útil para obter informações, o assistente virtual não permite realizar transações *online*, exigindo que as pessoas ainda recorram aos serviços públicos tradicionais para concluir suas necessidades. Até ao momento da escrita deste documento não existem planos futuros para incorporar transações no agente.

Por exemplo, se alguém relatar ao WienBot a perda de um objeto, o assistente fornecerá uma hiperligação para os serviços relevantes, em vez de permitir que os cidadãos usem diretamente os serviços por intermédio do agente (Noordt e Misuraca, 2019). Isso limita significativamente o potencial transformador do WienBot, já que os cidadãos continuam dependentes de métodos tradicionais e manuais para suas transações.

2.2.3 SIGMA - Portugal

Com a evolução da tecnologia e do mundo digital, as empresas de informática portuguesas do Estado têm apostado na migração de procedimentos manuais e presenciais para procedimentos automáticos e manuais. O ePortugal é um portal de serviços público "intuitivo e inclusivo, (...) e é o resultado da uma procura constante por facilitar cada vez mais o relacionamento entre cidadãos, empresas e a Administração Pública" (AMA).

Este portal integra-se com o SIGMA que é um assistente virtual por *chat* que permite o esclarecimento rápido de dúvidas e apoia na pesquisa e navegação de determinadas informações. O assistente encontra-se 24/7 ativo e pode ser contactado pelo *Facebook Messenger* (AMA). O assistente trabalha tendo como base o NLP e com isso consegue esclarecer questões da área fiscal, relacionadas com documentação pessoal e de viagem, seguro de saúde, inscrição no serviço de emprego, entre outras (Wawrosz, 2022).

2.2.3.1 Os números no portal ePortugal

Na conferência "Inteligência Artificial ao serviço do Cidadão e das Empresas" realizada a 12 de Fevereiro de 2020, o orador André Lapa revela alguns números do portal ePortugal que indicam a grande afluência que este tem tido um ano após o seu lançamento Lapa (2020).

- **Utilizadores Registados:** 125607
- **Sessões por mês:** 801818
- **Entidades:** 590
- **Serviços:** 2400
- **Pontos de atendimento:** 7000 (entre os quais lojas de cidadão, espaços cidadão, repartições de finanças, esquadras e hospitais)

Como é possível verificar, os números elevados aumentam a carga de trabalho dos colaboradores dos diferentes serviços públicos e por isso o SIGMA representa um papel fundamental neste setor, uma vez que permite responder a questões dos utilizadores e filtrar diferentes pedidos.

2.2.3.2 Características e Funções do SIGMA

O assistente virtual, tal como os outros dois referidos anteriormente, tem a capacidade de aprender com o número de interações com os utilizadores e tal como é referido em Lapa (2020) o desenvolvimento desta capacidade tem sido um verdadeiro desafio.

O SIGMA está disponível para auxiliar o utilizador sobre os três seguintes eixos (Lapa, 2020):

- **Prestar informação sobre a realização de serviços públicos**
- **Alterar morada do cartão de cidadão**

• Registrar pedidos de contacto

Uma característica que distingue o SIGMA dos outros assistentes virtuais é que este consegue iniciar procedimentos de forma autónoma através de uma conversa "quase natural" (Lapa, 2020) com o utilizador, por exemplo a alteração da morada no cartão de cidadão. A autenticação com chave móvel digital é o meio usado para autenticar o utilizador que está em contacto com o assistente (Lapa, 2020). Contrariamente, os outros assistentes não apresentam qualquer mecanismo de execução de procedimentos sendo que apenas disponibilizam informação ao público (Noordt e Misuraca, 2019).

Caso o agente apresente dificuldades em satisfazer as necessidades do utilizador, então este automaticamente regista um pedido de contacto e reencaminha o mesmo para o serviço de atendimento ao público para que mais tarde um colaborador consiga ajudar o cidadão (Lapa, 2020).

2.2.3.3 Como o SIGMA opera

Na conferência anterior (Lapa, 2020) aborda o mecanismo de processamento dos pedidos dos cidadãos pelo assistente virtual e este pode ser decomposto em duas fases sequenciais (1) e (2) e uma fase (3) que é dividida em duas (3.1) e (3.2), visível na Figura 2.9.

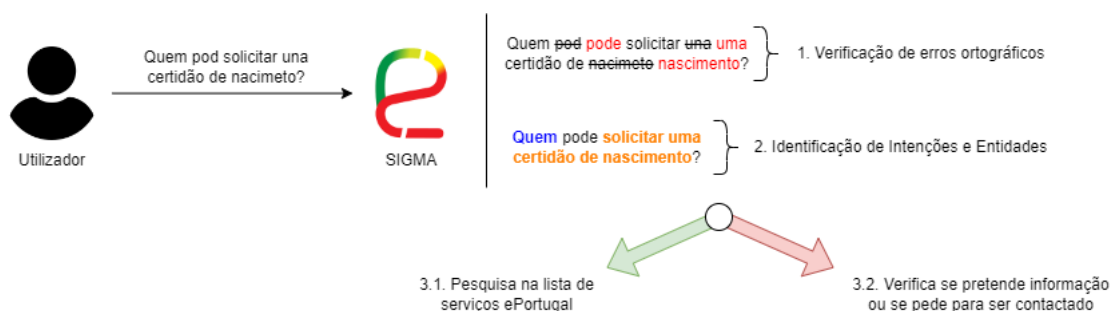


Figura 2.9: Mecanismo de processamento dos pedidos dos cidadãos

Numa primeira fase o SIGMA realiza uma verificação de erros ortográficos com o objetivo de tornar o pedido o mais claro possível. No exemplo anterior, o pedido inicial encontrava-se com três palavras erradas, que o agente teve de corrigir, tornando-o correto e claro para ser processado.

Numa segunda fase, a identificação das intenções e entidades é executada pelo assistente. Ao contrário de outros assistentes virtuais, uma intenção neste contexto não está associada a uma ação concreta, mas sim "com o tipo de informação que a pessoa faz" (Lapa, 2020). O exemplo anterior mostra a cor azul a intenção do pedido que se identifica pela palavra "Quem", uma vez que a intenção do cidadão é saber quem pode realizar determinado procedimento. A cor laranja encontra-se a entidade que, neste caso, "é o objeto ou o lugar sobre a qual a intenção recai" (Lapa, 2020). Também é importante salientar que nesta fase é aplicado um dicionário de sinónimos, devido às diferentes palavras que podem ser usadas pelos cidadãos na criação de um pedido.

Numa terceira e última fase as informações obtidas no pedido são pesquisadas na lista de serviços ePortugal (seta a verde) para que uma resposta seja formulada e enviada para o cidadão.

Caso na pesquisa não seja retornado nenhum resultado (seta a vermelho) o assistente verifica se é pretendida informação sobre a entidade ou se é necessário contactar com o serviço de apoio ao cliente.

2.2.3.4 Resultados e Trabalho Futuro

Não foi possível obter dados recentes do SIGMA, uma vez que a informação disponibilizada sobre o assistente é muito reduzida. Conteúdo, na conferência em Lapa (2020), alguns dados foram mostrados que revelam os níveis de usabilidade, utilidade e de satisfação dos cidadãos. Em 2019 o SIGMA realizou cerca de 96554 conversas, cerca de 1169 expressões e 2475 palavras-chave foram treinadas, 229 grupos de sinónimos foram identificados e 454 alterações de morada tiveram o auxílio do assistente. Por fim, o índice de satisfação atingiu o valor de 66.4%, um pouco acima do do portal ePortugal (60%).

Tal como referido pelo orador Lapa (2020), a aposta no assistente virtual na área dos serviços públicos revela-se acertada, uma vez que 89% das conversas foram orientadas para essa área com o objetivo de obter informações.

No que toca à satisfação do cidadão, os 66.4% e o facto da maioria do *feedback* recebido inclinar-se para o lado negativo, fazem com que ainda exista uma grande margem de melhoria do SIGMA.

2.3 Os Assistentes Virtuais

Nos últimos anos, com o avanço da inteligência artificial e a forma como o ser humano mudou a sua interação com a tecnologia, em especial com os assistentes virtuais, empresas líderes em todo o mundo estão a investir nesta matéria através do desenvolvimento dos seus próprios assistentes. Desta forma, empresas como a Apple, Amazon, Google e Microsoft apresentam no mercado soluções inovadoras capazes de oferecer maneiras intuitivas e acessíveis dos utilizadores se conectarem com os agentes virtuais (Pitardi et al., 2023).

Esta secção tem como finalidade a investigação de cada uma das soluções apresentadas pelas grandes empresas enumeradas anteriormente no que diz respeito a alguns aspetos:

- (rvis) - Reconhecimento de voz e idiomas suportados
- (cr) - Capacidades de resposta
- (dc) - Desenvolvimento de competências
- (ps) - Privacidade e segurança
- (adc) - Atualizações e desenvolvimento contínuo
- (p) - Personalização
- (cd) - Custos no desenvolvimento

- (fua) - Feedback dos utilizadores e avaliações

Alguns destes pontos são passíveis de ser acompanhados por estudos realizados sobre o tema, porém outros podem ser complementados por documentação disponibilizada pelas empresas. No final, dois assistentes são escolhidos para ser integrados no trabalho da dissertação. Esta seleção é feita através da comparação dos aspetos declarados anteriormente tendo em consideração a área de negócio em que eles serão aplicados.

2.3.1 Alexa

O assistente virtual Alexa é um produto desenvolvido pela Amazon com ano de lançamento em 2014. Esta solução encontra-se integrada com o altifalante inteligente "Echo", que permite a realização de diferentes tarefas, tais como, a reprodução de música, de notícias e o controlo de dispositivos inteligentes (López et al., 2018). Como é referido em Sabir et al. (2022), nos últimos anos, Alexa tem vindo a ser o agente virtual com melhor reconhecimento no mercado (fua), uma vez que é compatível com mais de 7400 dispositivos inteligentes e permite que desenvolvedores de *software* integrem a solução em diferentes contextos através das conhecidas *skills* (dc).

2.3.1.1 Reconhecimento de voz e idiomas suportados (rvis)

Um dos maiores problemas desta solução centra-se no reconhecimento de diferentes sotaques e variações na pronúncia. Como é aludido em Sivapriyan et al. (2021), por vezes, o assistente virtual não consegue entender o pedido o que origina uma resposta inválida. Um dos exemplos referenciados é a realização de um pedido com sotaque indiano que aumenta as probabilidades da resposta ser incorreta.

Noutro estudo realizado em Palanica e Fossat (2021) foi possível comprovar que a Alexa apresenta piores resultados na interpretação de nomes de medicamentos ditos com sotaques diferentes. Além disso, apesar de mostrar avanços na melhoria deste problema, ainda se encontra atrás da sua concorrência. A Figura 2.10 mostra taxa de precisão nesta matéria de diferentes agentes virtuais ao longo de dois anos.

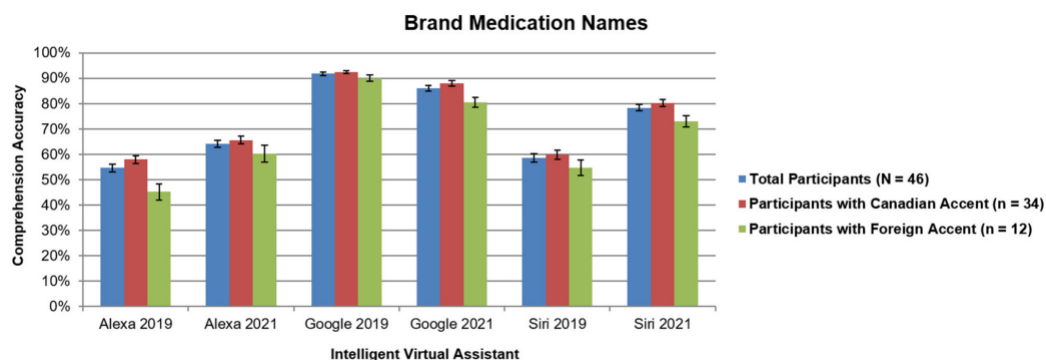


Figura 2.10: Taxa de precisão no reconhecimento de medicamentos de marca em diferentes sotaques nos diferentes assistentes virtuais

Quanto ao suporte a idiomas, o assistente virtual apresenta uma variedade de idiomas que consegue interagir: "US-English, UK-English, CA-English, English with an Australian or Indian accent, German, Japanese, CA-French, FR-French, Italian, ES-Spanish, MX-Spanish, US-Spanish, IN-Hindi, BR-Portuguese, and SA-Arabic" (Amazon, f). Os modelos de linguagem associados a estes dezasseis idiomas já se encontram integrados nos serviços da Amazon, o que permite que os desenvolvedores não necessitem de se preocupar com este problema (Amazon, f).

2.3.1.2 Capacidades de resposta (cr)

Relativamente a este tema, o agente virtual apenas consegue responder a um pedido de cada vez (Sivapriyan et al., 2021). No que diz respeito à precisão e velocidade de resposta, o assistente apresenta-se como um dos melhores no mercado, como declarado em Patrizi et al. (2021).

Manter o contexto do discurso com um assistente virtual é computacionalmente dispendioso e pode afetar o tempo de resposta. Em consequência, a equipa de desenvolvimento da Amazon apresenta uma solução em Amazon (2022) que permite omitir o tempo custoso dos cálculos para a criação de contexto durante o período de tempo entre a resposta da Alexa e o próximo pedido do utilizador. Na Figura 2.11 é possível verificar uma interação em que o utilizador faz um pedido inicial. Durante a resposta do assistente e a próxima comunicação do utilizador existe uma janela de computação que é iniciada quando o microfone do dispositivo da pessoa é ligado para receção do novo pedido. Assim, o discurso entre utilizador e máquina mantém-se fluído e com tempos de espera mínimos.

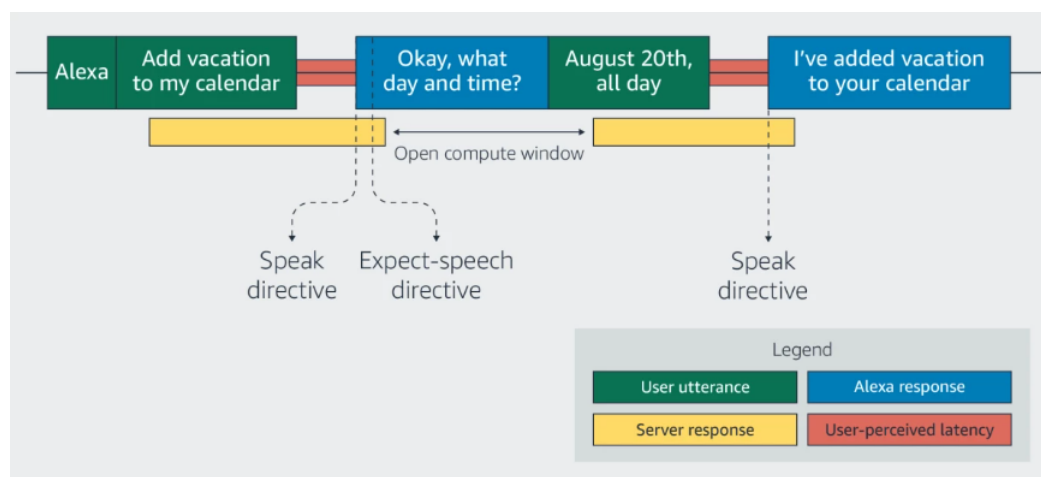


Figura 2.11: Computação do contexto na Alexa

2.3.1.3 Desenvolvimento de Competências (dc)

Relativamente a este tema, o assistente virtual apresenta um motor de *skills* variado e dinâmico. Como é referido em Sabir et al. (2022), mais de 100,000 competências encontram-se na loja de *skills* da Alexa. Cada utilizador tem a possibilidade de criar a sua própria competência sendo possível adaptar o agente virtual a um determinado contexto. Uma *skill* da Alexa contém algumas

características, tais como: o nome da competência, a frase de invocação e o nome de invocação (Sabir et al., 2022).

O desenvolvimento das *skills* do assistente virtual é uma tarefa complexa e, por esse motivo, a Amazon apresenta alguns cursos que auxiliam no processo de aprendizagem. Sendo que alguns destes são (Amazon, a):

- Fundamentos das *skills* da Alexa
- Cria a tua primeira *skill* da Alexa
- Os princípios básicos para a certificação de uma *skill* da Alexa

A existência e a liberdade de desenvolvimento de competências por parte de terceiros faz com que estas tenham que ser submetidas a um processo de certificação e de testes funcionais para que nenhuma competência maliciosa seja armazenada no sistema da Amazon (Sabir et al., 2022).

Quanto à invocação de uma *skill*, esta pode ser visualizada no fluxograma da Figura 2.12:

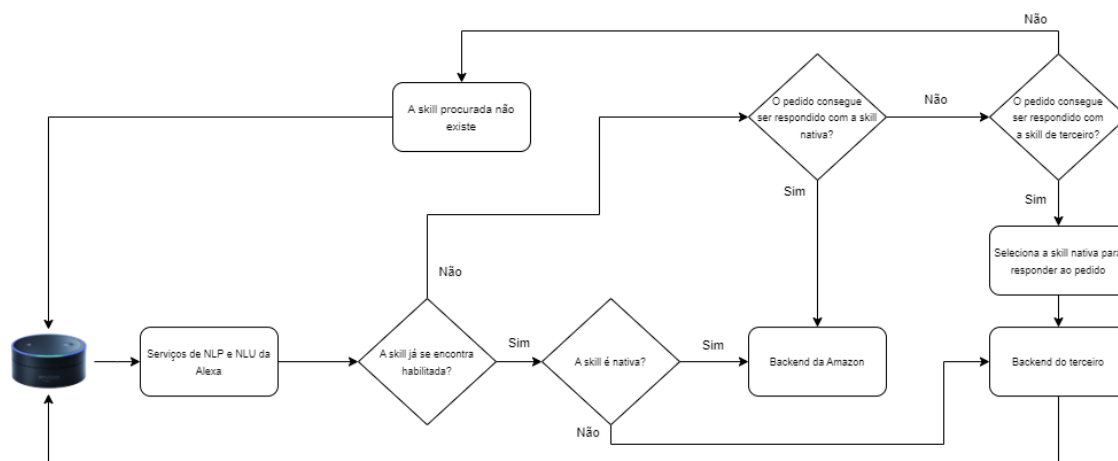


Figura 2.12: Invocação de uma competência da Alexa

No fluxograma apresentado anteriormente é possível verificar que quando uma competência é invocada, depois de passar pelos serviços de processamento de linguagem natural (NLP) e de compreensão de linguagem natural (NLU) é verificado se esta é nativa. Caso seja, então a *skill* nativa é invocada e é aferido se consegue responder ao pedido. Para os casos em que a competência não é nativa ou não consegue responder ao pedido, a *skill* de terceiros (se existir) é invocada e todo o processamento ocorre no *backend* de terceiros. No caso da competência não existir, o pedido não pode ser satisfeito.

2.3.1.4 Privacidade e segurança (ps)

Nos últimos anos, a Amazon tem vindo a investir nestes dois vetores, uma vez que são os que levam a mais questões por parte dos utilizadores. Neste sentido, todos os dispositivos Alexa possuem múltiplas camadas de privacidade e segurança por toda a sua arquitetura (Amazon, b):

- **Verificação de autenticidade do *software*:** Todas as atualizações ao *software* são autenticadas antes de serem instaladas, assegurando que elas são provenientes dos serviços da Amazon. Os dispositivos mais recentes também apresentam o sistema de inicialização segura que verifica a autenticidade do *firmware* do dispositivo durante a inicialização.
- **Revisões de segurança dos aplicativos:** Todos os produtos que sejam criados ou atualizados passam por um processo de revisão arquitetural e de *design*. Modelação de ameaças, revisões de código manuais e automatizadas e testes de segurança também são aplicados.
- **Exploração de segurança automatizadas:** A Amazon realiza a procura intensiva de vulnerabilidades com o auxílio de ferramentas de segurança internas e externas.
- **Testes de detecção de vulnerabilidades:** Testes contínuos de segurança são realizados por especialistas. Além disso, a Amazon colabora com empresas de alta qualidade que realizam testes de penetração para garantir uma maior abrangência.
- **Apoio da comunidade de segurança:** A Amazon apresenta o Programa de Pesquisa de Vulnerabilidades da Amazon (VRP) que incentiva os utilizadores a encontrarem e a relatarem vulnerabilidades. Os utilizadores são recompensados de forma monetária.
- **Atualizações automáticas de segurança:** Todos os dispositivos recebem atualizações de segurança num espaço de quatro anos desde o momento em que foram lançados para o mercado. Posteriormente a esse período o suporte é cada vez menor. Contudo, a Amazon garante que se esforça para continuar a atualizar o *software* pelo maior período de tempo possível.

Mesmo com estes mecanismos de segurança, vários estudos demonstram que existem algumas lacunas de segurança no assistente virtual. Muitos destes problemas de segurança são provenientes das *skills* da Alexa criadas por terceiros. No estudo realizado em [Zhang et al. \(2023b\)](#), os autores desenvolveram uma competência que manifestava três riscos para estes dois vetores. A competência designada de 'MapNav' tinha o principal objetivo de calcular a distância entre dois pontos, mas para isso necessitava de acesso à localização do dispositivo e de uma sincronização com a conta Google do utilizador. A tabela [2.2](#) revela em detalhe os riscos existentes.

Tabela 2.2: Detalhe dos riscos existentes na competência MapNav

Risco	Implementação	Problema
Conteúdo Dinâmico	A aplicação usa vários URLs de áudio que em tempo real que podem ser escolhidos de forma dinâmica com base na intenção do utilizador	Pode resultar numa fuga de dados existentes num dos áudios que não deve ser usado como resposta
Comportamento Oculto	Para o acesso a alguns recursos geoespaciais é necessário a obtenção de um token de acesso à Google	A API da Google não apresenta restrições ao pedido aquando de um pedido de localização com o token de acesso é realizado. Neste sentido, se no pedido for solicitada informação sobre o utilizador, esta informação será entregue na resposta de forma transparente ao utilizador
Acesso de informações em tempo de execução	A aplicação em diversos momentos questiona o utilizador sobre alguns dos seus dados para os poder processar	Ainda não existe um mecanismo de segurança que consiga filtrar perguntas desnecessárias realizadas pelo assistente virtual relativo a dados sensíveis do utilizador

2.3.1.5 Atualizações e desenvolvimento contínuo (adc)

Relativamente a este tema, como foi possível verificar anteriormente, a segurança e privacidade é a área em que a Amazon mais investe no que toca a evoluções e atualizações do *software* (Amazon, b). Ademais, a empresa não disponibiliza qualquer informação sobre a frequência ou agenda de atualizações do assistente virtual, porém se o utilizador desejar instalar as novas atualizações de *software*, o comando 'Check for software updates' é responsável pelo mesmo de forma automática (Amazon, d).

2.3.1.6 Personalização (p)

No que diz respeito a este tema, a Alexa revela-se um assistente personalizável de modo a tornar a interação com o utilizador mais familiar e natural. Um dos exemplos destacados pela Amazon é relativo à saudação inicial, visível na Figura 2.13. Noutra secção também é possível encontrar informação sobre como personalizar uma *skill* da Alexa através da criação de perfis (Amazon, e).

Skill response	What the user hears
<pre>< speak> Hi < alexa:name type="first" personId="amzn1.ask.person.ABCDEF..." />, good morning. Here's your pancake recipe for breakfast today. </ speak></pre>	Alexa: Hi John, good morning. Here's your pancake recipe for breakfast today.

Figura 2.13: Exemplo de uma saudação personalizada da Alexa

2.3.1.7 Custos no desenvolvimento (cd)

Em relação aos custos de desenvolvimento, a Amazon oferece um Alexa Skills Kit (ASK) que consiste num conjunto de APIs, ferramentas e documentação para o desenvolvimento de *skills* sem qualquer custo associado. Como é declarado em [Yue e Ping \(2017\)](#), o uso do ASK é suficiente para o desenvolvimento de qualquer competência da Alexa.

2.3.1.8 Feedback dos utilizadores e avaliações (fua)

No que concerne a este tema, os estudos de [López et al. \(2018\)](#) e [Sivapriyan et al. \(2021\)](#) serão utilizados como suporte, de forma a filtrar a grande variedade de estudos neste tópico. No estudo realizado em [López et al. \(2018\)](#), com 92 participantes, concluiu-se que a Alexa apresenta resultados muito positivos no que diz respeito à qualidade e precisão nas respostas a um conjunto de perguntas aleatórias. Em [Sivapriyan et al. \(2021\)](#), o agente virtual também revela resultados satisfatórios em tópicos relacionados com a exploração de *skills*, precisão e rapidez na voz, integrações com diferentes dispositivos e capacidades de pesquisa.

2.3.2 Cortana

O assistente virtual Cortana é um produto desenvolvido pela Microsoft lançado em 2014. Esta solução é capaz de executar tarefas, tais como: gerir o calendário, participar numa reunião, abrir aplicações e configurar alarmes ([Microsoft, f](#)). Nos últimos anos este agente virtual tem vindo a apresentar problemas de visibilidade quando comparado com a sua competição (fua). Consequentemente, em Agosto de 2023 a Microsoft descontinuou os serviços do assistente virtual em diversas aplicações, como por exemplo o Teams mobile, o Microsoft Teams Display e o Microsoft Teams Rooms. Porém aplicações como Outlook Mobile ainda têm integração com o assistente em algumas funcionalidades ([Warren, 2023](#)).

2.3.2.1 Reconhecimento de voz e idiomas suportados (rvis)

No que diz respeito a este tópico, o assistente apresenta algumas dificuldades no reconhecimento de voz. Como é declarado no estudo realizado em [Tulshan et al. \(2019\)](#), Cortana tem principalmente dificuldades na compreensão da voz do utilizador mesmo num ambiente sem qualquer interferência na voz.

No que toca ao suporte de idiomas, Cortana é capaz de oferecer os seus serviços em catorze idiomas diferentes, sendo eles os seguintes: "BR-Portuguese, CA-English, CA-French, Chinese

(Simplified), FR-French, German, English with an Australian or Indian accent, Italian, Japanese, ES-Spanish, MX-Spanish, UK-English, US-English" (Microsoft, a).

2.3.2.2 Capacidades de resposta (cr)

Relativamente a este tema, como referido em Sivapriyan et al. (2021), o agente virtual apenas consegue responder a um pedido de cada vez e apresenta os piores resultados na compreensão de pedidos e velocidade de resposta quando comparado com outros assistentes no mercado. Num estudo realizado em Land et al. (2023) em contexto de saúde, Cortana foi o assistente que revelou piores resultados na precisão e acerto de resposta a questões genéricas e relacionadas com a área de saúde. A Figura 2.14 permite visualizar os resultados obtidos.

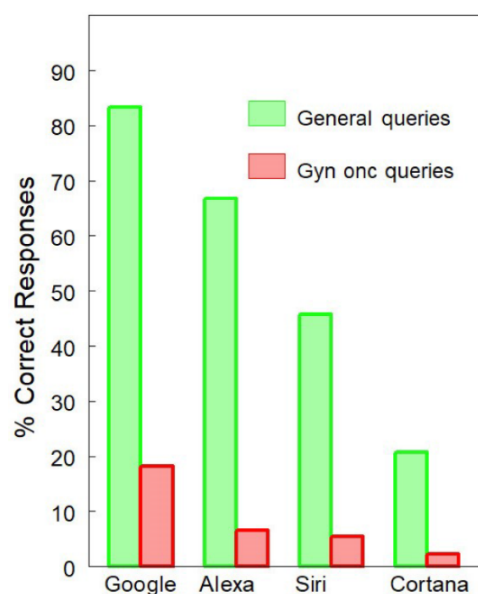


Figura 2.14: Percentagem de respostas corretas entre os diferentes assistentes virtuais a questões genéricas e a questões relacionadas com oncologia ginecológica

Ainda no mesmo âmbito, outro estudo realizado em López et al. (2018) mostra que Cortana é o agente com as piores capacidades de resposta quer a nível de acerto, quer a nível da naturalidade no discurso, quando comparado com outros assistentes virtuais na globalidade dos resultados. A Figura 2.15 revela os resultados obtidos.

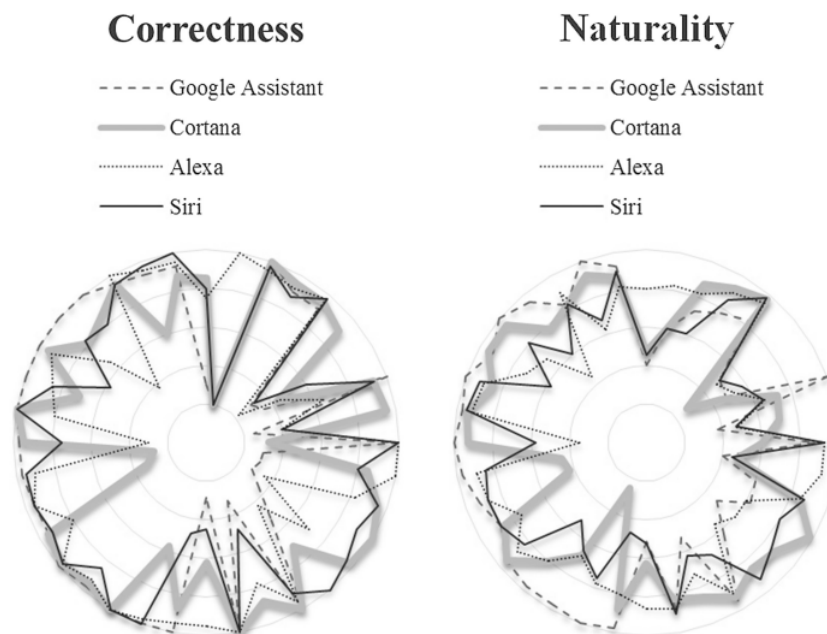


Figura 2.15: Correção e naturalidade em cada assistente virtual. O círculo interior significa “pobre”; O círculo exterior significa “excelente”. As linhas representam todos os testes realizados

2.3.2.3 Desenvolvimento de competências (dc)

No que diz respeito a este tema, a Microsoft até 2022 oferecia um Cortana Skills Kit que auxiliava no desenvolvimento e extensão das competências base da Cortana, porém este foi descontinuado (Karl-Bridge-Microsoft, 2022). Consequentemente, o pacote referido anteriormente não será abordado nesta secção.

2.3.2.4 Privacidade e segurança (ps)

Relativamente ao tema da privacidade e segurança, como o agente virtual não permite a integração com programas de terceiros (Karl-Bridge-Microsoft (2022)), este concebe um ambiente mais controlado, confiável e seguro. A Microsoft segrega o uso de dados do utilizador em seis categorias: dados pessoais, pesquisa e anúncios, voz, dados de localização, histórico de navegação e crianças (Microsoft, b).

- **Dados Pessoais:** O assistente virtual acede ao correio eletrónico, calendário, lista de tarefas e contactos telefónicos para proporcionar uma melhor experiência ao utilizador através de um sistema de sugestões.
- **Pesquisa e anúncios:** O agente virtual, em tempo real, envia o que o utilizador digita para os serviços da Bing com o objetivo de fornecer sugestões automáticas. Também é importante referir que os dados recolhidos do utilizador não são usados em nenhum mecanismo de gestão de anúncios.

- **Voz:** A Cortana recolhe os dados de voz apenas para ajudar a melhorar os algoritmos e os modelos de ML. O utilizador é livre de desativar este mecanismo.
- **Dados de localização:** O assistente virtual envia os dados de localização para os serviços da Bing com o objetivo de obter respostas orientadas à localização do utilizador.
- **Histórico de navegação:** O agente virtual permite fornecer melhores sugestões de pesquisa com os dados de histórico.
- **Crianças:** A interação com a Cortana só pode ser feita a partir de uma determinada idade, em consequência, contas Microsoft que não possuem este requisito não podem usufruir do assistente virtual.

Revela-se importante salientar que todos os dados coletados e geridos pelo agente virtual podem ser configurados a qualquer momento do seu uso (Microsoft, b) e toda a informação que foi partilhada com a Cortana pode ser visualizada no *dashboard* de privacidade da Microsoft (Microsoft, c).

No que concerne à segurança, num estudo realizado em Yuan et al. (2022), os autores apresentaram o "Devil's Whisper attack" e testam-no contra diferentes assistentes virtuais, sendo um deles a Cortana. Cerca de dez comandos maliciosos foram usados e a Figura 2.16 mostra os resultados a esse ataque.

Black box	Google		Microsoft Cortana	Amazon Echo	IBM WAA
	Assistant	Home			
SRoC	10/10	9/10	10/10	10/10	10/10

Figura 2.16: Resultados dos ataques a diferentes assistentes virtuais (SRoC representa o número de ataques bem sucedidos/número de ataques efetuados)

Como é possível verificar, nenhum dos assistentes virtuais, entre eles a Cortana, se encontra preparado para confrontar este tipo de ataques, o que demonstra a fragilidade na segurança que este assistente virtual apresenta.

2.3.2.5 Atualizações e desenvolvimento contínuo (adc)

Nos últimos tempos, o assistente virtual tem recebido bastantes alterações sendo a mais impactante o fim do seu suporte em diversas funcionalidades (Warren, 2023). Como é descrito pela empresa Microsoft, estas alterações podem prejudicar um vasto número de utilizadores, porém existem outros mecanismos que os podem ajudar sem a interação com a Cortana (Microsoft, d). Doravante, pode-se esperar um forte investimento da Microsoft na área da inteligência artificial para auxiliar os utilizadores a poupar tempo e focar-se no que eles realmente necessitam (Microsoft, d).

2.3.2.6 Personalização (p)

No que consta à personalização, o assistente virtual é limitado na sua personalização. Da exploração realizada à documentação da Microsoft, os pontos relacionados com o acesso e controlo de dados são configuráveis, como foi possível verificar anteriormente na secção **Privacidade e segurança**. Além disso, existe a possibilidade de alterar a voz da Cortana entre o feminino e o masculino (Microsoft, e).

2.3.2.7 Custos no desenvolvimento (cd)

Como descrito na secção **Desenvolvimento e competências** a Microsoft descontinuou o conjunto de funcionalidades que permitiam desenvolver novas competências ao assistente virtual. Neste sentido, torna-se irrelevante explorar os custos de desenvolvimento nesta secção.

2.3.2.8 Feedback dos utilizadores e avaliações (fua)

Relativamente a este tema, dois estudos, Tulshan et al. (2019) e Sivapriyan et al. (2021), serão utilizados como suporte, de forma a filtrar a grande variedade de estudos neste tópico. Por um lado, no estudo realizado em Tulshan et al. (2019), com 100 participantes, concluiu-se que a Cortana apesar de demonstrar alguns problemas no reconhecimento de voz e no acerto e precisão nas respostas, foi considerado o terceiro mais usado, como é possível verificar na Figura 2.17. Por outro lado, em Sivapriyan et al. (2021), o agente virtual apresenta análises negativas em relação à sua segurança, impossibilidade de extensão de competências e reconhecimento de voz.

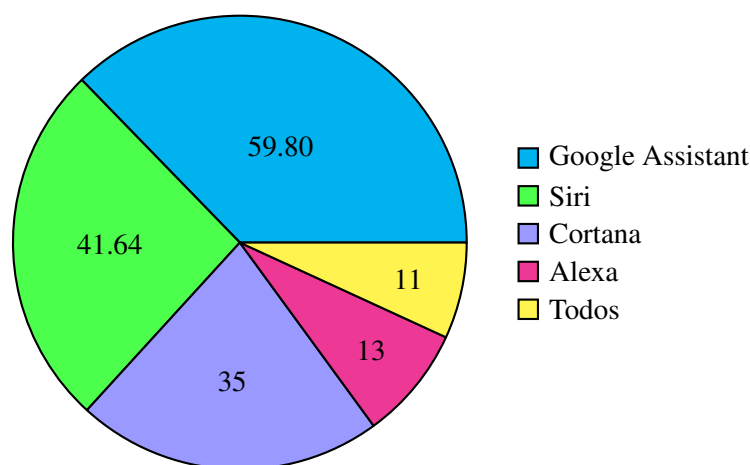


Figura 2.17: Percentagem de uso dos assistentes virtuais

2.3.3 Google Assistant

O assistente virtual Google Assistant é um produto desenvolvido pela Google lançado em 2016. Esta solução é capaz de executar comandos em diferentes cenários sendo os principais: tarefas comuns, comunicação, informação geográfica, respostas rápidas, música, notícias e jogos

(Google, a). O facto do agente permitir integração com competências de terceiros (dc) e de apresentar resultados positivos em relação à eficiência das respostas (cr) Li e Yuan (2018) resulta numa maior procura deste assistente no mercado.

2.3.3.1 Reconhecimento de voz e idiomas suportados (rvis)

Neste tema, o Google Assistant é dos assistentes que apresenta melhores resultados em variados estudos realizados. Em Titus et al. (2022), no desenvolvimento de um sistema de apoio a pessoas desabilitadas e deficientes, o uso deste agente permitiu que os níveis de eficiência no reconhecimento de voz aumentassem consideravelmente. Num estudo realizado em Hussain et al. (2023), aquando do uso do Google Assistant na automação de uma casa inteligente, este mostrou resultados satisfatórios, sendo um deles a percentagem de precisão próxima dos 100%. Noutro estudo elaborado por Yadav et al. (2021) mostra como as boas capacidades de reconhecimento de voz deste agente permitem a criação de um ambiente controlado numa casa inteligente através da identificação da voz de diferentes pessoas.

A Google possui um projeto, denominado Project Euphonia (Google, b), que tem como objetivo principal auxiliar pessoas que apresentam dificuldades no diálogo para que possam ser compreendidas pelo assistente virtual. De forma a contribuir para o projeto, os utilizadores devem gravar e enviar frases ou palavras soltas para os serviços da Google para alimentar o algoritmo de reconhecimento de voz com novos sons para diferentes palavras. Isto permite que o algoritmo aprenda e melhore a sua capacidade de reconhecer diferentes vozes. Como recompensa, os utilizadores que estão a contribuir para o projeto da Google, eles são beneficiam de um cartão presente.

Até ao momento, o assistente virtual tem suporte para os seguintes idiomas: Alemão (Alemanha), Inglês (Austrália), Inglês (Canadá), Inglês (Reino Unido), Inglês (Índia), Inglês (EUA), Francês (Canadá), Francês (França), Italiano (Itália), Japonês (Japão), Espanhol (Espanha), Espanhol (México), Coreano (Coreia do Sul) e Português (Brasil) (Google, c).

2.3.3.2 Capacidades de resposta (cr)

Em relação a esta secção, como é declarado em Sivapriyan et al. (2021), o agente virtual tem a capacidade de responder a múltiplos pedidos de cada vez com apenas uma única frase, contudo, este mecanismo só está disponível nos Estados Unidos da América quando o idioma está selecionado como Inglês (EUA) (Google, d). Ainda no estudo referido anteriormente é possível destacar a maior velocidade de resposta do Google Assistant quando comparado com outros assistentes virtuais, o que resulta numa melhor usabilidade por parte do utilizador.

O assistente virtual também apresenta um mecanismo que permite manter o contexto de uma conversa através do uso da ferramenta Dialogflow (Google, e). A Figura 2.18 apresenta um exemplo no diálogo entre o assistente e um utilizador que usa contexto para um agente bancário.

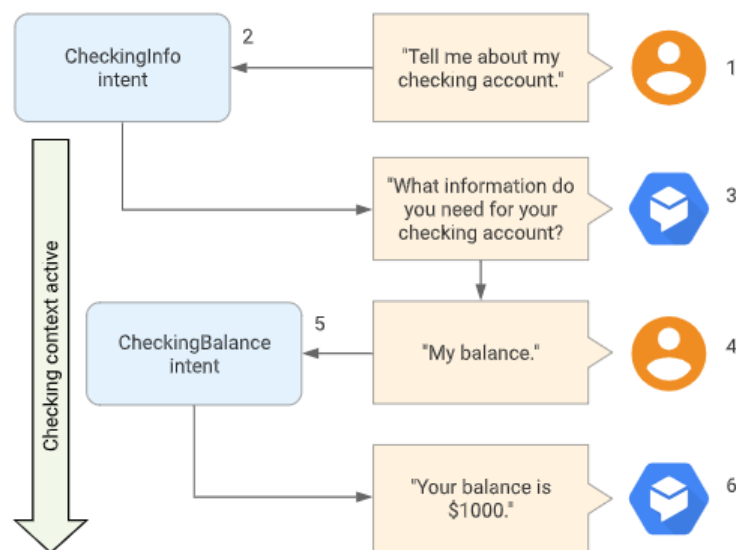


Figura 2.18: Mecanismo de contexto no Google Assistant

Da visualização anterior é possível verificar que o assistente consegue manter o contexto através da interpretação de palavras-chave e da criação de *intents* (intenções) provenientes do pedido do utilizador:

- **Ação nº 1:** O utilizador requisita informações sobre a sua conta bancária
- **Ação nº 2:** O assistente virtual no processamento do pedido cria um *intent*, que no exemplo é o "CheckingInfo" e o gera o contexto "checking" que se vai manter ativo durante o resto da conversa
- **Ação nº 3:** O assistente virtual questiona sobre quais informações o utilizador quer saber
- **Ação nº 4:** O utilizador requisita informações sobre o seu saldo
- **Ação nº 5:** O assistente virtual no processamento do pedido cria um *intent* "CheckingBalance" que existe no contexto ativo
- **Ação nº 6:** O assistente virtual revela ao utilizador o saldo bancário

Concluindo o tema em questão, existem diversos estudos que comprovam a boa capacidade de respostas que o Google Assistant demonstra na comunicação com o utilizador. No estudo realizado em [Owens et al. \(2023\)](#), o Google Assistant apresenta dos melhores resultados em relação à taxa de resposta (91%), taxa de precisão (88%) e taxa de credibilidade (88%). Apenas a taxa de largura apresentou-se deficitária (36%), uma vez que muitas respostas vinham incompletas.

No estudo de [Sharma e Singh \(2021\)](#), os autores concluem que o agente virtual teve a capacidade de responder a todas as questões simples e complexas colocadas pelos utilizadores com bastante qualidade, oscilando entre as classificações de "Boa" ou "Muito Boa".

2.3.3.3 Desenvolvimento de competências (dc)

O Google Assistant permite o desenvolvimento de competências (também conhecidas por *actions*) por terceiros através do Google Actions SDK (Savic et al., 2023). Apesar da Alexa ser o assistente virtual eleito para o desenvolvimento de competências personalizadas, o Google Assistant tem vindo a demonstrar um crescimento nos últimos anos (Zhang et al., 2023a). O procedimento para a criação de uma *action* é semelhante ao da Alexa e o estudo realizado em Savić et al. (2023) demonstra como ambos os procedimentos podem ser compreendidos com o mesmo modelo.

Para o desenvolvimento de competências, a Google disponibiliza documentação Google (f) e codelabs Google (g) que ajudam os desenvolvedores a integrar as suas aplicações com o assistente virtual. Além disso, disponibiliza ferramentas que possibilitam a criação de um ambiente de testes para que a competência possa ser verificada e validada antes de ser publicada. Para a publicação de uma competência é necessário indicar um nome da *action*, um nome da invocação, uma descrição e um URL que indica onde a mesma está hospedada para poder passar por uma fase de testes e certificação (Zhang et al., 2023a).

2.3.3.4 Privacidade e segurança (ps)

No que diz respeito a este tema, a Google apresenta alguns mecanismos e políticas de privacidade e segurança integrados com o seu agente virtual de forma a proporcionar um maior grau de confiança aos utilizadores.

Em primeiro lugar, o assistente virtual apenas recolhe informações de áudio no momento em que o utilizador indica a frase de ativação (por exemplo "OK Google") ou quando pressiona o botão para ligar o assistente. No caso em que o assistente é ativado devido a um ruído idêntico ao comando de ativação é possível indicar para eliminar a conversa recolhida desde o momento de ativação. É também relevante salientar que a Google, ultimamente, tem estado a refinar a solução para este problema (Google, h).

Em segundo lugar, a Google mantém os dados recolhidos armazenados numa infraestrutura com elevada segurança, que aplica práticas responsáveis de gestão de dados e que se integra com ferramentas de privacidade fáceis de usar pelos utilizadores para que estes possam controlar o fluxo dos seus dados (Google, i).

Em terceiro e último lugar, a Google apresenta mecanismos de segurança que permitem proteger contra uma grande variedade de ameaças. Um dos mecanismos centra-se na encriptação dos dados entre o dispositivo que tem instalado o assistente, os serviços da Google e centro de dados da mesma (Google, i).

Apesar de todos os esforços da empresa em manter o Google Assistant um ambiente com bons mecanismos de privacidade e segurança, vai sempre apresentar algumas lacunas em diferentes cenários. No estudo realizado em Zhang et al. (2023a), um conjunto de competências desenvolvidas para o público geral e para as crianças foram submetidas quer na plataforma da Amazon (Alexa), quer na plataforma da Google (Google Assistant). Algumas destas competências apresentavam lógica maliciosa com o objetivo de verificar se as mesmas iriam passar pela fase de certificação de

cada uma das plataformas. Apesar de na plataforma da Amazon falhar na certificação de algumas destas competências maliciosas, após pequenas alterações do código malicioso e ressubmissões foi possível passar pela fase de certificação. No caso da Google, grande parte destas competências não foram aceites mesmo após alteração e ressubmissão, o que leva a assumir que os mecanismos de certificação são mais robustos e eficazes. No entanto algumas delas ainda conseguiram passar a fase de certificação. A Tabela 2.3 mostra os resultados das submissões realizadas nas duas plataformas.

Tabela 2.3: Comparação das competências submetidas e certificadas entre os assistentes virtuais Alexa e Google Assistant

	Plataforma Amazon Alexa		Plataforma Google Assistant	
	Competências Gerais	Competências para crianças	Competências Gerais	Competências para crianças
Submetido	115	119	201	180
Certificado	115 (100%)	119 (100%)	104 (52%)	44 (24%)

Por fim, os autores em Bispham et al. (2023) apresentam uma investigação que evidencia a existência de competências que divulgam informações incorretas de um determinado assunto. Os investigadores alegam que não conseguiram identificar se esta falha de segurança existe nos mecanismos de certificação de uma competência da Google, ou se ela só começou a existir depois da mesma ter sido certificada sem qualquer problema e mais tarde ter sido alterada de modo a causar este problema. A Tabela 2.4 revela o número de competências que divulgavam informações incorretas entre os assistentes da Google e da Amazon.

Tabela 2.4: Número de competências que divulgam informações incorretas por assistente virtual

Assistente Virtual	Competências testadas	Competências com a falha
Google Assistant	590	9
Amazon Alexa	1022	8

2.3.3.5 Atualizações e desenvolvimento contínuo (adc)

No que diz respeito a este tema, nos últimos tempos, a Google tem investido na evolução do assistente virtual quer a nível de segurança, quer a nível de funcionalidade, sendo que esta última é a que tem mostrado maiores mudanças. Um exemplo é relativo às competências de conversa que foram descontinuadas em Junho de 2023, visto que a Google deseja que o assistente virtual esteja mais integrado com as aplicações do utilizador num ambiente Android Google (j). Outro exemplo é em relação ao surgimento da nova ferramenta Bard que combina capacidades do assistente virtual com inteligência artificial com o objetivo de melhorar a experiência do utilizador (Google, k).

2.3.3.6 Personalização (p)

Relativamente a este tópico, o assistente virtual tem características personalizáveis que melhoram a experiência do utilizador (Google, 2023a):

- Possibilidade de escolher uma voz

- Configuração das vozes de diferentes pessoas para melhorar a eficácia no reconhecimento de voz
- Apresentação de resultados consoante o utilizador que comunica com o assistente virtual

O assistente também usa os dados dos utilizadores para conseguir criar uma experiência mais personalizável e útil. Desta forma, caso a atividade das aplicações e da *web* estejam ativas nas configurações do Google Assistant, este é capaz de agregar toda a informação disponível e responder com melhor eficácia às necessidades do utilizador (Google, 1).

2.3.3.7 Custos no desenvolvimento (cd)

Tal como declarado no tópico **Desenvolvimento de competências (dc)** a Google permite a integração de competências de terceiros através de uma API, possibilitando assim a invocação de funcionalidades do assistente virtual (Sheppard et al., 2019). A criação de uma competência não requer qualquer custo, porém existe a possibilidade de o utilizador integrar ferramentas que podem apresentar algum custo em desenvolvimentos mais avançados, como é o caso do DialogFlow.

2.3.3.8 Feedback dos utilizadores e avaliações (fua)

Para finalizar a investigação realizada sobre o Google Assistant, os estudos de López et al. (2018) e Yang et al. (2019) são apresentados com o objetivo de revelar opiniões e avaliações dos utilizadores. No primeiro estudo, realizado com 92 participantes foi possível verificar que o Google Assistant quando comparado com a sua concorrência, apresenta os melhores resultados, visíveis na Figura 2.19, quer a nível de qualidade da resposta (92% avaliaram de forma positiva) quer a nível de acerto das mesmas (97% avaliaram de forma positiva) (López et al., 2018).

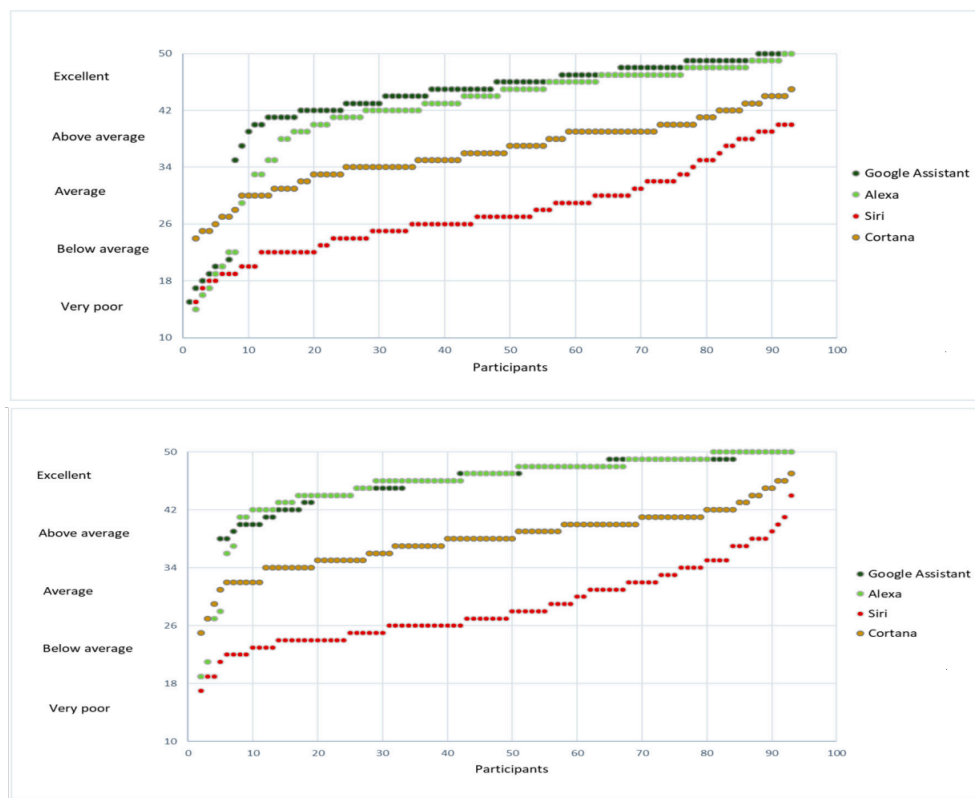


Figura 2.19: Avaliações dos utilizadores em relação às respostas dos assistentes virtuais (O primeiro gráfico é relativo à qualidade das respostas e o segundo gráfico é relativo ao acerto nas respostas)

No segundo estudo, os participantes após o uso do assistente virtual em diferentes contextos: pedidos básicos de informação, pesquisa de respostas, obtenção de recomendações e acesso a serviços externos, foi possível concluir que os utilizadores consideram o agente como uma ferramenta fácil de usar, conveniente, intuitiva e simples (Yang et al., 2019). A Tabela 2.5 revela a média das classificações (de 0 a 5) dadas ao Google Assistant nos diferentes contextos explorados e em diferentes emoções.

Tabela 2.5: Médias de avaliações relativas a diferentes emoções nos diferentes contextos explorados

Emoções		Média
Positivas	Interessado	3.38
	Alegre	3.25
	Ativo	3.12
Negativas		1.80

2.3.4 Siri

O assistente virtual Siri é um produto desenvolvido pela Apple lançado em 2011, sendo um dos primeiros assistentes no mercado. Esta solução é capaz de executar comandos em diversos

cenários, tais como: tarefas diárias, navegação geográfica, entretenimento, desportos, comunicação, casa inteligente (Apple, a). Por mês, o agente executa cerca de vinte e cinco mil milhões de pedidos (Holliday, 2023), o que revela a grande utilização da Siri (fua).

2.3.4.1 Reconhecimento de voz e idiomas suportados (rvis)

Apesar deste assistente ser um dos pioneiros, no estudo realizado em Bogers et al. (2019) conclui-se que não apresenta os melhores resultados no reconhecimento de voz quando comparado com a concorrência. Verificou-se que a maioria dos participantes dinamarqueses revelam alguma insatisfação quando comunicam com a Siri, uma vez que o assistente nem sempre consegue interpretar o que é dito. Consequentemente, estes têm que se adaptar ao agente, alterando o seu sotaque ou dialeto. Todavia, em Tulshan et al. (2019), Siri revela melhores resultados no reconhecimento de voz, quando exposta ao mesmo tipo de questões da sua concorrência, com 41.64% de votos de satisfação ficando apenas atrás do Google Assistant com 59.80% dos votos.

No que diz respeito aos idiomas suportados, o assistente virtual apresenta um vasto suporte a diferentes linguagens e pronúncias sendo estes os seguintes: Árabe, Cantonês (Hong Kong), Tcheco, Dinamarquês, Holandês, Inglês (Austrália), Inglês (Irlanda), Inglês (África do Sul), Inglês (Reino Unido), Inglês (Estados Unidos), Finlandês, Flamengo (Bélgica), Francês (Canadá), Francês (França), Alemão, Grego, Hebraico, Hindi, Húngaro, Indonésio, Italiano, Japonês, Coreano, Mandarim Chinês (China continental), Mandarim Chinês (Taiwan), Norueguês, Polonês, Português (Brasil), Português (Portugal), Romeno, Russo, Eslovaco, Espanhol (México), Espanhol (Espanha), Sueco, Tailandês e Turco (Apple, b). O Inglês com pronuncia indiana não foi enumerado anteriormente, uma vez que a Siri oferece a oportunidade do utilizador seleccionar diversos sotaques tais como: Hindi, Telugu, Kannada, Tamil, Bengali, Marathi, Punjabi, Malayalam e Gujarati (Apple, c).

2.3.4.2 Capacidades de resposta (cr)

No que concerne a este tema, o agente não é estável porque dependendo do âmbito das questões, pode dar respostas mais ou menos corretas. No estudo realizado em Perez-Pino et al. (2023) o assistente obteve a segunda pontuação média mais baixa (1,616) relativamente à sua eficácia e eficiência de resposta a questões no ramo da ortodontia. Contrariamente, no ramo da radiologia oral e maxilofacial, a Siri obteve a pior pontuação entre os seus concorrentes. Além disso, observou-se uma variabilidade significativa na forma como o agente respondeu a consultas individuais, revelando-o instável.

Para corroborar o estudo anterior, na investigação feita em Ferrand et al. (2020), quando o assistente teve que executar tarefas de pesquisa de conteúdos (vídeos, artigos, publicações, etc) de diferentes origens (individual, organizacional, federal, etc) este apresentou os piores resultados com cerca de 5.6% de taxa de eficácia. Porém, quando questionado sobre um tema específico em que o assistente tinha que dar as suas respostas, revelou bons resultados a nível de precisão (72.2%), evidências fornecidas (58.3%) e desinformação (5.6%).

Quanto à capacidade da Siri manter o contexto de uma conversa, não foi possível encontrar artigos que abordavam este aspeto.

2.3.4.3 Desenvolvimento de competências (dc)

A Siri permite o desenvolvimento de competências por terceiros através do SDK SiriKit em que *frameworks* como o Intents e IntentsUI impulsionam interações que começam com "Hey Siri", ações de atalhos e configuração de widgets (Apple, d). De momento este SDK só pode ser integrado com aplicações desenvolvidas em Swift e Objective-C. Para o desenvolvimento de competências, a Apple disponibiliza uma documentação completa (Apple, d) que auxiliam os desenvolvedores a integrar as suas aplicações com o assistente virtual.

2.3.4.4 Privacidade e segurança (ps)

A Apple é uma empresa que aposta fortemente na segurança e privacidade dos dados do utilizador nas suas diferentes aplicações, ferramentas e dispositivos. O assistente virtual não é exceção e apresenta uma camada de segurança e privacidade que está constantemente a ser evoluída para corresponder com as expectativas do utilizador (Apple, 2019).

Nos pedidos realizados à Siri, alguns dados são enviados para os servidores da Apple para processar e facilitar na formulação das respostas, porém esta configuração pode ser alterada em qualquer momento, fazendo com que os pedidos sejam processados no dispositivo do utilizador (Apple, 2023a). Este processamento do lado do utilizador pode acarretar alguns problemas na capacidade de resposta, nomeadamente problemas de latência.

Adicionalmente, o assistente apresenta um mecanismo de identificação do dispositivo único no mercado que consiste na geração de um identificador do dispositivo e que é enviado em cada pedido. Este identificador aleatório não está ligado ao ID Apple, email ou outros dados do utilizador. O histórico de questões é associado a este identificador durante seis meses o que permite melhorar a experiência entre o assistente e o utilizador (Apple, 2023a).

Relativamente às integrações com sistemas externos, o agente antes de fornecer dados protegidos a estes verifica as permissões de acesso controladas pelo utilizador da aplicação. De acordo com as permissões a Siri envia apenas um fragmento da expressão original, visível na Figura 2.20.

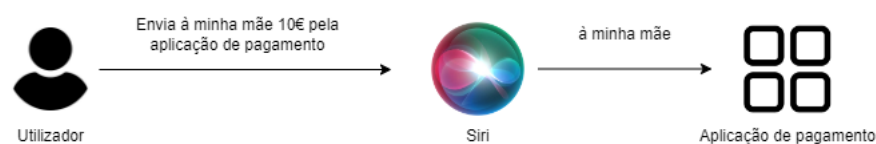


Figura 2.20: Envio de um fragmento do pedido inicial a uma aplicação externa sem permissão de acesso aos contactos

Como é possível verificar na figura anterior apenas uma porção da mensagem é enviada para a aplicação externa tornando impossível a realização de qualquer operação por parte da mesma,

porque lhe falta informação para completar o pedido. No caso do utilizador permitir que essa aplicação aceda aos seus contactos, o pedido seria efetuado.

Apesar de todos os esforços para manter o assistente o mais seguro possível existem estudos que ainda revelam algumas lacunas. Um dos estudos é o realizado em [Li et al. \(2023\)](#) que apresenta o *DolphinAttack* caracterizando-se por um ataque que envia ondas sonoras fora da faixa da audição humana. Como estes sinais sonoros são impercetíveis ao ser humano, comandos secretos podem ser enviados e processados pelo assistente virtual de forma a obter informações privilegiadas. Este ataque foi realizado com sucesso no estudo de [Zhang et al. \(2017\)](#). Os autores em [Sharif e Tenbergen \(2020\)](#) apresentam o *Laser Beam Hacking* que caracteriza-se por um ataque que usa lasers para ativar o dispositivo que contém o assistente virtual, neste caso a Apple HomePod, e injeta comandos de voz simulados para o microfone do dispositivo. Apesar de ser um ataque que só ocorre na presença de um dispositivo inteligente é importante ter em consideração que a segurança e privacidade do utilizador tem muitas formas de serem colocada em causa.

2.3.4.5 Atualizações e desenvolvimento contínuo (adc)

Em relação a este tópico, as atualizações e desenvolvimento contínuo do assistente são realizadas em paralelo com as atualizações do iOS pelo que são bastante frequentes com objetivo de melhorar a experiência do utilizador. A Apple apresenta uma área onde é possível verificar todas as atualizações e novos desenvolvimento de forma detalhada ([Apple, 2023b](#)).

2.3.4.6 Personalização (p)

Tal como é descrito em [Apple \(e\)](#), o assistente virtual é personalizável de forma a que o utilizador tenha a oportunidade de a usar da forma que melhor lhe convém. Nesta página *web* são referidas as seguintes características que podem ser alteradas:

- Quando Siri responde
- O tipo de voz de Siri
- Como Siri responde
- As definições de Siri para Telefone, FaceTime e Mensagens
- Que aplicações aparecem na pesquisa

2.3.4.7 Custos no desenvolvimento (cd)

No que concerne a custos de desenvolvimento na integração com o SDK SiriKit não existe qualquer fonte que indique que a integração apresenta custos monetários.

2.3.4.8 Feedback dos utilizadores e avaliações (fua)

Para finalizar a investigação relativa à Siri são usados como objeto de estudo dois artigos que centram-se no *feedback* dos utilizadores e avaliações.

No estudo realizado em Ghosh et al. (2018), que inclui doze jovens participantes (idade média de 24 anos) e com contacto reduzido com assistentes virtuais no seu passado, teve o principal objetivo de obter *feedback* sobre a usabilidade de dois assistentes virtuais (Siri e Alexa). Os resultados mostram que a Siri apresenta diversos problemas, sendo eles os seguintes:

- Demonstrou várias vezes dificuldades na interpretação da expressão "Hey Siri"
- Os utilizadores tinham que estar a falar próximos do microfone para que os pedidos fossem reconhecidos
- Apresentou problemas no reconhecimento de sotaques
- O reconhecimento de voz era menos robusto, confiável e consistente em comparação com a Alexa

Com base na sua experiência, os utilizadores avaliaram cada um dos assistentes de 1 a 7 e a Figura 2.21 mostra uma clara preferência no assistente virtual Alexa.

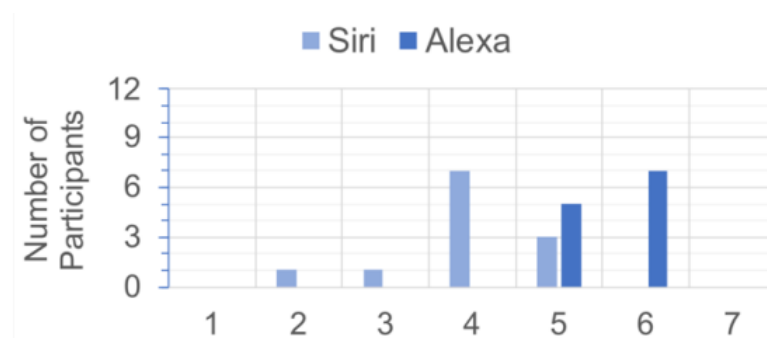


Figura 2.21: Avaliação dos dois assistentes virtuais por parte dos participantes

Por fim, o estudo conduzido por Chiaradia et al. (2019) teve como principal objetivo recolher métricas de usabilidade do assistente virtual, sendo que os participantes eram idosos. Estas métricas centravam-se no tempo de aprendizagem, performance, taxa de erros cometidos pelo utilizador, sedimentação do conhecimento pela experiência e satisfação.

Cerca de três tarefas foram executadas e a informação proveniente delas foi usada para o cálculo das diferentes métricas destacadas. Após o término da experiência foi possível concluir que algumas pessoas idosas apresentaram grandes dificuldades em realizar algumas tarefas com a Siri. Tendo uma visão sobre o tempo despendido em cada uma das tarefas, em média, a tarefa 1 demorou 552 segundos a ser executada e a tarefa 2 demorou 1077 segundos (a tarefa 3 apresentou uma melhoria nos valores, porém o número de segundos não foi revelado). Consequentemente, nas métricas calculadas, é revelado que a maior parte dos idosos mostraram algum grau de insatisfação no uso deste assistente.

2.4 Comparação dos Assistentes Virtuais

As últimas quatro secções apresentaram os assistentes virtuais que podem ser considerados no desenvolvimento da dissertação. Foram analisados cerca de quatro assistentes virtuais, avaliados com base em seis aspetos, com o objetivo de agora os comparar. Ao longo do documento foi possível observar algumas diferenças entre os assistentes, o que também contribui para a sua singularidade.

De modo geral, o Google Assistant foi o assistente que obteve os melhores resultados, destacando-se pelo reconhecimento de voz e pela ampla gama de idiomas suportados, sendo consistentemente classificado como o melhor em todos os artigos analisados. A Alexa, por sua vez, também apresenta resultados muito positivos em quatro dos seis aspetos. Neste agente, o desenvolvimento de competências e os custos de desenvolvimento são os principais destaques, sendo amplamente preferida para integrações com aplicações externas.

Embora a Siri tenha sido o primeiro assistente virtual, não conseguiu acompanhar a concorrência em alguns aspetos, consequentemente vários artigos apontam falhas no seu sistema. Por fim, a Cortana surge muito atrás dos seus concorrentes, sendo que a sua principal limitação é a ausência de um pacote de desenvolvimento, o que inviabiliza o seu uso para o desenvolvimento desta dissertação.

Na Tabela 2.6, é apresentado um quadro comparativo entre os quatro assistentes, com classificações de 0 a 5 nos diferentes aspetos analisados. Como a categoria "custos de desenvolvimento" está relacionada com a categoria "desenvolvimento de competências", estas foram agregadas numa só, o que originou a sigla *dcc*.

Tabela 2.6: Quadro comparativo entre os diferentes assistentes virtuais

		Assistentes Virtuais			
		Alexa	Cortana	Google Assistant	Siri
Aspetos em estudo (siglas)	rvis	3	3	5	4
	cr	5	2	5	3
	dcc	5	0	4	4
	ps	3	4	3	3
	fua	5	3	5	3
Média da classificação		4.2	2.4	4.4	3.4
Selecionado		<i>x</i>			

A escolha da Alexa como instrumento de desenvolvimento para a dissertação foi baseada na sua média positiva de classificações, bem como pelo facto de a Google ter recentemente descontinuado as "ações de conversa" entre humano e máquina, direcionando o foco para o uso do assistente virtual em aplicativos móveis, o que não se enquadra nas necessidades desta solução (Google, 2023b).

2.5 Resumo

Neste capítulo, foi possível analisar o estado atual do mercado de assistentes virtuais e constatou-se que estes nos últimos anos têm vindo a crescer consideravelmente.

Em seguida, estudou-se como os assistentes virtuais são explorados em diversas áreas, com especial ênfase na área organizacional. Constatou-se que esses assistentes têm uma presença cada vez mais forte no mercado e têm o potencial de enriquecer e evoluir em várias áreas.

Por fim, foram examinados diferentes assistentes virtuais consolidados no mercado, com base em vários critérios. Esta análise permitiu selecionar a Alexa como o assistente virtual mais adequado para apoiar o desenvolvimento da solução.

Capítulo 3

Análise do Problema

Este capítulo apresenta a análise do problema que se pretende resolver nesta dissertação. Inicialmente, é mostrado um breve estudo conduzido em várias organizações, com o intuito de entender a sua perspectiva sobre o uso de assistentes virtuais, assim como recolher sugestões e opiniões. Em seguida, realiza-se uma análise das respostas obtidas e do sistema. Por fim, são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais identificados a partir da análise mencionada.

3.1 Questionário às Organizações

Antes de iniciar qualquer processo de análise, design ou desenvolvimento da solução foi necessário realizar um questionário a diferentes organizações com o objetivo de conhecer o quão dispostas estas estavam em ser consideradas organizações piloto deste projeto. Este questionário também permitiu recolher variadas sugestões e pontos de vista que cada organização tem sobre o uso de um assistente virtual no contexto da gestão documental.

O questionário criado com recurso à ferramenta Google Forms ([Google](#), [m](#)) apresenta cinco questões de resposta múltipla e oito de resposta aberta. O primeiro grupo de questões permite dar uma visão alternativa da informação através de gráficos, enquanto que o segundo grupo permite que o respondente desenvolva as respostas para que seja possível recolher o máximo de informação possível. De seguida são apresentadas as várias questões colocadas no formulário:

Apresentação

- Nome da entidade a que o respondente pertence
- Nome do respondente
- Cargo do respondente

Questões de resposta múltipla (as questões estão numeradas, uma vez que algumas questões de resposta longa dependem da resposta dada na questão múltipla)

- 1. Já alguma vez teve experiência com assistentes virtuais? (Sim/Não)

- 2. Acha que faz sentido explorar assistentes virtuais em software de gestão processual e documental e de atendimento? (Sim/Não)
- 3. A existência de um assistente virtual capaz de apresentar métricas de gestão através de um processamento prévio dessa informação traria alguma valor? (Sim/Não)
- 4. Como gostaria de receber essas informações? (Voz/Texto/Gráficos)
- 5. Que tipo de interação prefere com os assistentes virtuais? (Interação direta/Receção de informações de forma automática)

Questões de resposta longa

- Se respondeu "Sim" à questão anterior (1), ficou satisfeito com a experiência?
- Indique o porquê de ter selecionado a resposta anterior (2).
- O que espera de um assistente virtual neste contexto? O que gostaria que fosse explorado no assistente virtual?
- Quais são os principais desafios que enfrenta na análise de métricas de gestão?
- Indique o porquê de ter selecionado a resposta anterior (3).
- Que tipo de métricas gostaria de explorar e porquê?
- Indique o porquê de ter selecionado a resposta anterior (5).
- Como avaliaria o sucesso de implementação do assistente virtual na sua organização?
- Que recursos de suporte gostaria de ter disponíveis caso enfrentasse dificuldades na comunicação com o assistente virtual?

Com base nas respostas dadas pelas diferentes organizações é possível recolher e analisar na próxima secção as informações que vão ser consideradas no desenvolvimento da solução.

3.2 Análise das Respostas

As perguntas do formulário apresentado anteriormente foram respondidas por dez entidades. Por motivos de privacidade, os nomes dessas entidades e das pessoas que responderam não serão divulgados neste documento; essas informações foram recolhidas apenas para uso interno da empresa.

Com o objetivo de facilitar a análise das respostas, as questões foram divididas em grupos que abordam temas semelhantes.

3.2.1 Experiência com Assistentes Virtuais

Para este grupo de questões, foi incluída uma questão de resposta múltipla e uma questão de resposta longa. A Figura 3.1 mostra se o colaborador que respondeu ao formulário de uma determinada entidade já teve contacto com algum assistente virtual no passado. Em seguida, para as respostas em que os colaboradores já tiveram contacto, é apresentada a respetiva satisfação de uso na Tabela 3.1.

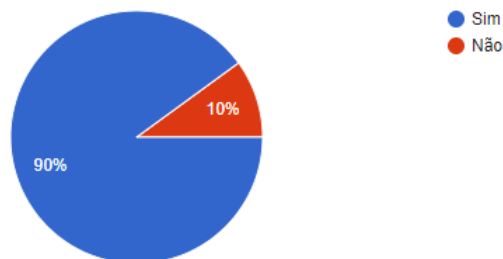


Figura 3.1: Resultado da resposta de cada entidade ao contacto com assistente virtual

Tabela 3.1: Nível de satisfação dos colaboradores que já tiveram contacto com assistentes virtuais

Satisfeito	Detalhes
Sim	"Apesar de haver algumas lacunas"
	"Fiquei satisfeito, pois eles ajudam a simplificar tarefas diárias"
	"Acho que ainda há espaço para melhorias"
Não	"Apresentava muitos problemas o que tornava o seu uso desinteressante"
Mais ou menos	"Tinha algumas lacunas"

Como pode ser observado na informação apresentada anteriormente, cerca de 90% dos colaboradores já tiveram contacto com pelo menos um assistente virtual. Entre esses colaboradores, as respostas sobre o nível de satisfação foram variadas: quatro relataram estar satisfeitos, dois não ficaram satisfeitos e outros três tiveram uma experiência mista. Para cada tipo de resposta fornecida, alguns colaboradores incluíram detalhes adicionais que ajudam a compreender o motivo da sua avaliação.

Com base nestes dados, constata-se que as entidades têm colaboradores com experiência no uso destas ferramentas. Apesar de a maior parte das respostas ser positiva, há indicações de que poderiam ser feitas melhorias na usabilidade e esse será um dos pontos endereçados no desenvolvimento da solução.

3.2.2 Utilidade de um Assistente Virtual no Âmbito da Gestão Documental

Relativamente a este tema, tal como anteriormente, foram incluídas uma questão de resposta curta e uma de resposta longa. A Figura 3.2 mostra se os colaboradores acreditam que faz sentido explorar os assistentes virtuais no contexto da gestão documental.

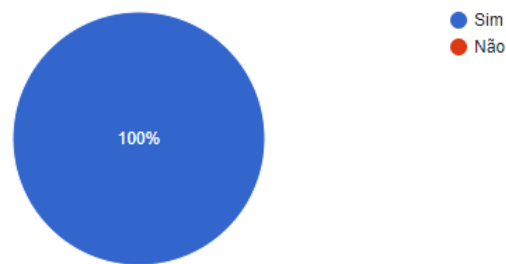


Figura 3.2: Resultado da resposta de cada entidade à exploração dos assistentes virtuais no contexto da gestão documental

Da ilustração anterior, constata-se que todos os colaboradores acreditam que um assistente virtual pode ser útil em diversas áreas, tarefas e procedimentos no contexto da gestão documental. As justificações, presentes na Tabela 3.2, fornecidas na questão anterior ajudam a identificar onde a utilização do assistente virtual pode ser bem explorada e quais são os principais benefícios associados. Salienta-se que as dez justificações foram classificadas em diferentes grupos, sendo eles: "produtividade", "simplicidade", "automatização", "pesquisa" e "depende do uso".

Tabela 3.2: Justificações relativas à utilidade e benefícios de um assistente virtual num contexto de gestão documental

Justificação	Produtividade	Simplicidade	Automatização	Pesquisa	Depende do uso
"Depende do objetivo para o qual o assistente virtual é criado"					X
"Em princípio trazem ganhos de eficiência e eficácia aos utilizadores naquilo que são as necessidades do dia-a-dia, tornando as tarefas que lhe estão inerentes mais simples e objetivas"	X	X			
"Automatiza tarefas, aumenta a eficiência e melhora o atendimento ao cliente"			X		
"Melhora a eficiência, diminuir o erro"	X				
"(...) Eles podem fornecer respostas rápidas a perguntas frequentes, o que liberta tempo para os colaboradores"	X				
"Melhoram a experiência do usuário e aumentam a produtividade"	X	X			
"O assistente virtual pode ajudar a organizar documentos e facilitar a busca por informações específicas"				X	
"Eles podem personalizar o contacto com o cliente, oferecendo uma experiência mais adaptada às necessidades individuais"	X				
"Podem fornecer informações rápidas e objetivas sobre uma determinada matéria em qualquer momento"		X			
"Depende da informação que ele der"					X

Com base nas informações disponíveis, declara-se que muitas respostas consideram um assistente virtual como uma ferramenta que ajuda a aumentar a produtividade de uma organização, graças às informações que fornece. A simplicidade também é mencionada frequentemente, pois os utilizadores tendem a preferir ferramentas que sejam intuitivas e que exijam um tempo de aprendizagem reduzido.

De facto, essas duas categorias são essenciais no desenvolvimento de uma solução como um assistente virtual e, por essa razão, serão tidas em conta durante o processo de criação da solução.

3.2.3 Expetativas e Desafios

Quanto a este conjunto de questões, duas foram destacadas: uma sobre as expetativas em relação ao que um assistente virtual pode proporcionar à organização. A outra diz respeito aos desafios que os colaboradores enfrentam atualmente na análise de métricas de gestão.

Questão 1: O que espera de um assistente virtual neste contexto? O que gostaria que fosse explorado no assistente virtual?

Agilidade e Disponibilidade

- "Espera-se que o assistente tenha agilidade na resposta de acordo com o problema em questão, que poderá ser complicado se a razão do problema for amplo"
- "Gostaria que este esteja sempre disponível e com informações atualizadas"

Personalização e Qualidade no Atendimento

- "Eficiência processual e acesso à informação com reflexos na qualidade do serviço prestado. "Atendimento" personalizado, com respostas rápidas e objetivas em função da necessidade (atendimento personalizado em função das necessidades)"
- "Respostas rápidas e objetivas relativas a diversas áreas de gestão e informação processual"

Pesquisa e Acesso à Informação

- "Controlo processual, pesquisa"
- "Pesquisa avançada para localizar documentos rapidamente com base em critérios específicos"
- "Gostaria que o assistente fosse capaz de responder a questões em que a resposta não é direta, ou visível na plataforma de gestão documental"

Automação e Organização de Documentos

- "Automação de processos, organização de documentos e suporte ao cliente"

- "Que seja capaz de automatizar a organização e a categorização de documentos, tornando a gestão mais eficiente"
- "Gostava que o assistente virtual automatizasse a organização de documentos, permitisse uma pesquisa avançada e oferecesse respostas rápidas e personalizadas, melhorando assim a eficiência e o atendimento ao cliente"

No que diz respeito a esta questão, observa-se que cada resposta se enquadra num tópico específico. Embora a automação de processos seja um tema bastante mencionado, este não será incluído no âmbito da solução na fase inicial, pois, no começo, a solução estará mais focada na apresentação de informação. Quanto aos restantes tópicos, estes serão considerados no desenvolvimento da solução.

Questão 2: Quais são os principais desafios que enfrenta na análise de métricas de gestão?

Extração e Análise de Informação

- "Extração de informação e depois ferramentas para análise (PowerBI)"
- "Coleta, organização e interpretação de dados"
- "Facilidade da obtenção e comparação de dados. Obtenção em tempo de real de métricas predefinidas"
- "Interpretação de métricas complexas e na sua aplicação prática."

Dispersão e Integração de Dados

- "Informação dispersa e pouco mensurável"
- "Integração de dados de diversas origens"
- "Informação dispersa e muitas das vezes pouco integrada, o que deixa escapar métricas que possam vir a ser relevantes"

Sobrecarga e Volume de Dados

- "Sobrecarga de dados, que torna difícil identificar quais métricas são realmente importantes"
- "Volume de dados e dificuldade em compreender alguns dados"
- "A elevada quantidade de informação que é recolhida torna complexo o seu manuseamento"

Por fim, a respeito desta questão, todos os desafios abordados são resolvidos pelo protótipo de *data warehouse* desenvolvido por um colega no âmbito de uma dissertação anterior e que vai ser integrada com o assistente virtual. O principal objetivo da solução era extrair, tratar e integrar grandes quantidades de dados para gerar diversas métricas e indicadores de gestão.

3.2.4 Apresentação de Métricas e Indicadores pelo assistente virtual

Relativamente a este conjunto de questões, foram colocadas três perguntas: a primeira com respostas múltiplas e as outras duas com respostas longas.

Os resultados da primeira pergunta, que indagava se os assistentes virtuais trariam algum valor para a análise de métricas de gestão, estão apresentados na Figura 3.3.

A segunda questão solicitava a justificação da opção escolhida na pergunta anterior. Todos os colaboradores forneceram explicações semelhantes, destacando principalmente a simplicidade das respostas, a capacidade de pesquisa e a apresentação de informações que não seriam facilmente obtidas de forma direta através de um assistente virtual.

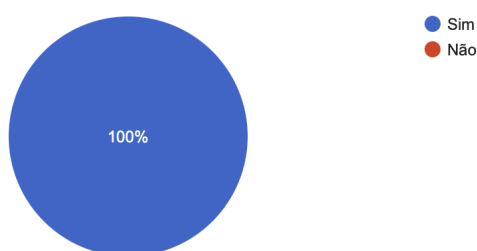


Figura 3.3: Resultado da resposta de cada entidade ao facto de o assistente virtual trazer valor para a análise de métricas de gestão

Na terceira questão, os colaboradores tiveram a oportunidade de indicar quais métricas de gestão ou outras informações gostariam que o assistente virtual fosse capaz de fornecer. As respostas centraram-se nos seguintes tópicos: métricas de produtividade e desempenho (por exemplo, se os departamentos estão a cumprir os prazos), indicadores de atendimento e serviços (como o número de atendimentos e os tipos de pedidos recentes) e informações específicas de função (como processos prioritários a tratar e o número de documentos pendentes para assinatura).

Todas estas métricas, indicadores e informações podem ser processadas e apresentadas aos utilizadores. No entanto, numa primeira fase, devido à facilidade de implementação e à ausência de necessidade de integração com a solução desenvolvida pelo colega de trabalho, o foco será nas informações específicas de função. Este enfoque permitirá testar a estrutura da solução de forma eficaz.

3.2.5 Interações com o Assistente Virtual

Relativamente a este conjunto de questões, foram feitas duas perguntas de escolha múltipla, cujas respostas podem ser vistas nas Figuras 3.4 e 3.5. A primeira pergunta abordava a preferência sobre a apresentação dos dados, enquanto a segunda inquiria sobre a forma como o utilizador gostaria de receber a informação fornecida pelo assistente virtual.

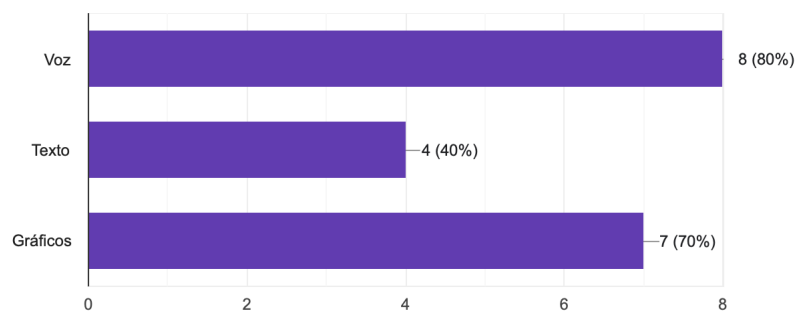


Figura 3.4: Preferência sobre a apresentação dos dados

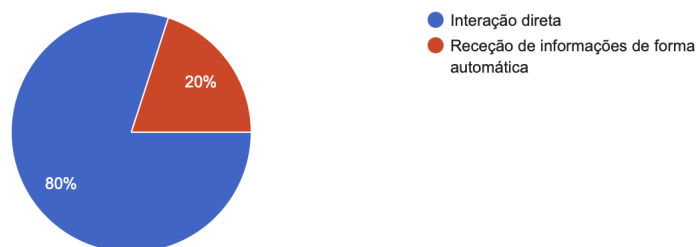


Figura 3.5: Resultado da resposta à questão sobre como gostaria de receber a informação

A partir dos dois diagramas apresentados anteriormente, conclui-se que a maioria dos colaboradores das organizações mostra uma preferência mais elevada por um assistente virtual que consiga fornecer informação através de voz e gráficos. Este último método foi abordado na dissertação do colega de trabalho.

Outra conclusão que se pode retirar é que a maioria dos colaboradores prefere receber a informação através de uma interação direta com o assistente, ou seja, por meio de um diálogo com o mesmo. Em relação às justificações apresentadas pelos colaboradores, a maioria dos que manifestaram preferência pela interação direta destacou benefícios como a liberdade de comunicação, a poupança de tempo, a atualização constante e a disponibilidade a qualquer momento. Por outro lado, os que preferiram receber informações de forma automática apontaram como vantagem a redução de problemas de interpretação.

Consequentemente, a solução a ser desenvolvida será uma mais-valia para as organizações, já que se alinha com as preferências dos utilizadores.

3.2.6 Sucesso do Assistente Virtual e Instrumentos de Suporte

Para concluir a análise das respostas dos colaboradores ao formulário, apresentam-se de seguida as questões de resposta longa, que abordam a avaliação do sucesso de um assistente e os instrumentos de suporte que seriam úteis no caso de surgirem problemas na sua utilização.

Neste contexto, a primeira questão foca-se na forma como o colaborador avaliaria o sucesso do assistente virtual, sendo as respostas categorizadas e apresentadas a seguir:

Dependência da gestão

- "Tendo em conta a nossa organização, diria que seria um desafio complexo, que depende sempre da gestão de topo"
- "Depende sempre das áreas que o assistente virtual trabalha"

Eficiência e produtividade

- "Mais eficiência e produtividade"
- "O sucesso seria avaliado pela melhoria na eficiência operacional e pela redução do tempo gasto em tarefas repetitivas"
- "Fornecer informação útil para que os métodos de trabalho e gestão na organização sejam mais produtivos"

Benefícios para a organização e melhoria

- "Certamente como um fator positivo naquilo que é a missão e os objetivos subjacentes a uma administração pública de qualidade, com respostas céleres e capaz de satisfazer as necessidades das pessoas"
- "Se ajudar a identificar pontos na organização que possam ser melhorados"
- "Automação eficaz e a capacidade de resolver problemas"
- "Na adaptação às necessidades específicas da organização e melhorar a comunicação interna"

Incerteza

- "Não sei"

De acordo com as categorias reveladas, a primeira e a última apresentam um grau de incerteza, uma vez que essas respostas não são objetivas. Por outro lado, as categorias intermédias concentram-se apenas numa única premissa: o crescimento e a melhoria dos processos da organização.

A segunda questão refere-se aos recursos de suporte que os utilizadores gostariam de ter ao utilizar um assistente virtual. Os resultados são visíveis na Figura 3.6.

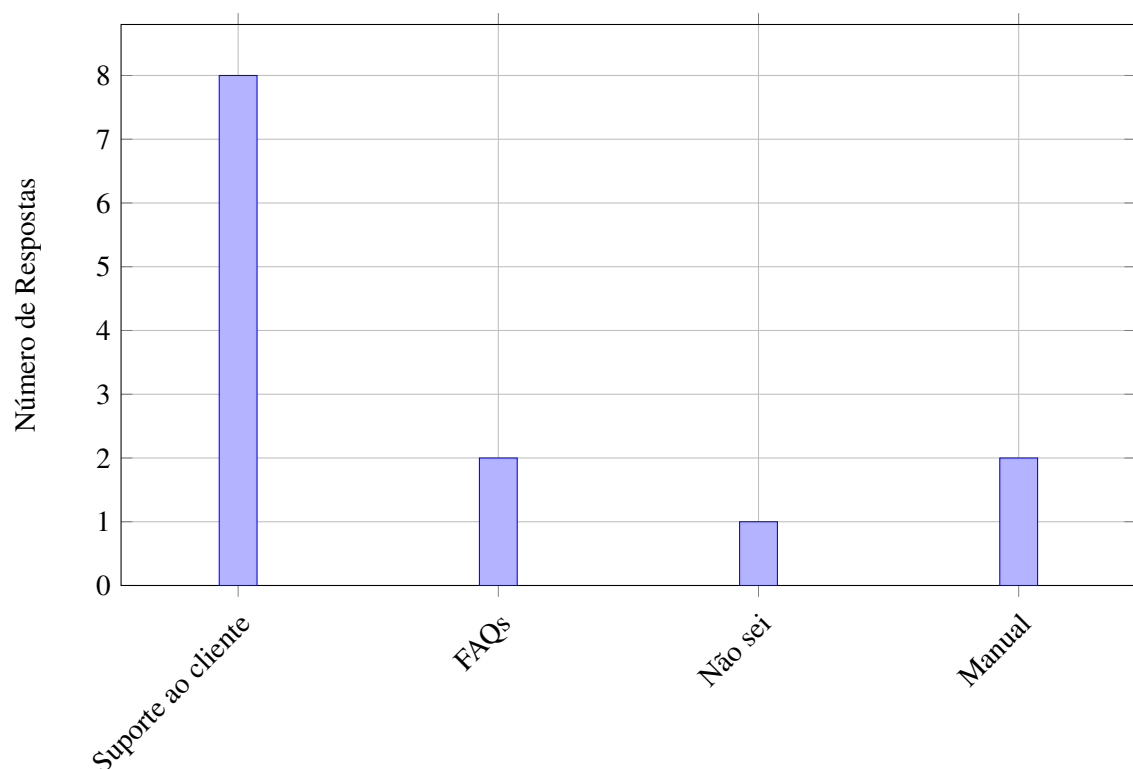


Figura 3.6: Recursos de suporte preferidos pelos utilizadores

Como se pode verificar, a maioria dos utilizadores prefere um suporte técnico especializado em comparação com outros métodos. Portanto, ao final do desenvolvimento da solução, será necessário implementar uma fase de suporte e manutenção. Além disso, é importante realçar que devem ser preparados FAQs e um manual de utilização como ferramentas de suporte para os utilizadores.

Por último, é importante salientar que após a solução estar em produção e as diferentes organizações piloto terem feito o primeiro contacto com a mesma, estas foram submetidas a um novo questionário de forma a compreender se a solução se apresenta como uma mais valia e se estão satisfeitos com o produto.

3.3 Requisitos Funcionais

Com base nas informações obtidas anteriormente, é possível elaborar um conjunto de requisitos funcionais que serão levados em conta no desenvolvimento da solução:

- Interação com assistente virtual
 - O assistente virtual deve permitir a interação direta através de um diálogo com o utilizador
 - O assistente virtual deve ser capaz de fornecer informações por voz

- Suporte e manutenção
 - Deve incluir suporte técnico especializado
 - Deve haver uma fase de suporte e manutenção após o desenvolvimento da solução
 - Preparação de FAQs e um manual de utilização como instrumentos de suporte para os utilizadores
- Métricas e indicadores de gestão
 - O assistente virtual deve ser capaz de fornecer métricas de produtividade e desempenho, indicadores de atendimento e serviços, e informações específicas de função
 - Inicialmente, o foco será nas informações específicas de função devido à facilidade de implementação
- Integração com solução existente
 - O assistente virtual deve integrar-se com a ferramenta desenvolvida para a obtenção de métricas
 - O assistente virtual deve integrar-se com o sistema de gestão documental

3.4 Requisitos não Funcionais

No que diz respeito aos requisitos não funcionais, é possível também definir um conjunto de critérios que serão considerados durante o desenvolvimento da solução:

- Usabilidade
 - O assistente virtual deve ser intuitivo e exigir um tempo de aprendizagem de aprendizagem
 - A simplicidade e a facilidade de uso são essenciais
- Eficiência
 - A solução deve aumentar a produtividade da organização e melhorar a comunicação interna
- Adaptabilidade
 - O assistente deve estar disponível a qualquer momento, garantindo atualização constante e liberdade de comunicação
- Manutenção e atualizações
 - A solução deve permitir a implementação de melhorias na usabilidade e ser capaz de evoluir conforme as necessidades dos utilizadores

- Compatibilidade
 - O assistente virtual deve ser compatível com métodos já existentes e não interferir negativamente nas ferramentas e processos atuais da organização
- Escalabilidade
 - A solução deve ser escalável para lidar com diferentes áreas e procedimentos no contexto da gestão documental
- Segurança e confidencialidade (não abordado anteriormente, mas que os clientes consideram muito importante)
 - A integração com o assistente virtual deve minizar o tráfego dos dados com sistemas externos aos das organizações
 - O sistema de gestão documental não deve comunicar com sistemas externos, exceto serviços da ANO Software

3.5 Resumo

Neste capítulo, numa primeira fase apresentou-se as questões do formulário enviado a diversos clientes da empresa ANO e, posteriormente, analisaram-se as respostas obtidas. A partir desta análise, destacou-se o interesse e a necessidade que os utilizadores demonstram em ter um assistente virtual integrado com o seu sistema de gestão documental.

Na fase final, com base na análise realizada, foram recolhidos os requisitos funcionais e não funcionais que serviram de base para o desenvolvimento da solução. Estes requisitos ajudaram a garantir que a solução atendesse de forma eficaz às necessidades identificadas.

Capítulo 4

Design e Arquitetura da Solução

Antes de iniciar este capítulo, revela-se importante salientar que a língua inglesa foi utilizada no desenvolvimento da solução, pelo que alguns termos estão escritos nesse idioma.

Da análise realizada anteriormente é possível dividir o sistema em três grandes componentes: a componente que se encontra instalada do lado do cliente, que é denominada por "Client Server", a componente que está instalada na empresa da ANO Software (ANO Server), e a componente se encontra instalada nos servidores da Amazon ([Amazon, c](#)) (Amazon Server). Estas três componentes conectadas compõem a solução ANO Virtual Assistant.

Este capítulo apresenta, numa primeira fase, as diferentes componentes, as conexões entre as mesmas e as decisões tomadas que levaram à sua concepção.

Numa segunda fase, algumas arquiteturas idealizadas, que foram posteriormente abandonadas, são mostradas, de modo a documentar o processo evolutivo do desenho da solução.

Numa terceira fase, a arquitetura final é apresentada, comparada com arquiteturas anteriores e explicada em detalhe com exemplos.

Numa quarta e última fase, são apresentadas a pilha tecnológica e as razões para a escolha dessas tecnologias.

4.1 Client Server

A componente Client Server, como é designada, refere-se à parte da solução que está implementada no lado do cliente, uma vez que todas as informações de gestão documental devem ser armazenadas na organização, em conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD).

Neste contexto, a componente é dividida em três subcomponentes (coloridas), cada uma desempenhando diferentes funções na solução, conforme ilustrado na Figura [4.1](#).

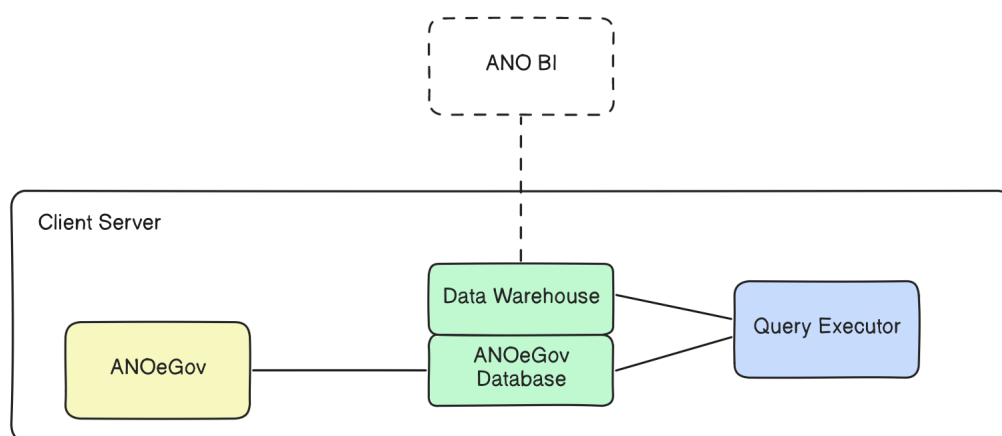


Figura 4.1: Client Server e as suas subcomponentes

4.1.1 ANOeGov

Esta subcomponente refere-se à solução de gestão documental instalada no cliente. É nesta que se efetua a gestão da informação documental, incluindo processos, documentos, formulários, requerentes, entre outros. A aplicação está atualmente em fase de migração tecnológica, dado que a solução anterior se encontra implementada numa tecnologia obsoleta e apresenta diversos problemas de usabilidade e desempenho.

Devido ao grande volume de dados que a aplicação administra, frequentemente muita informação é omitida ou, por questões de desempenho, não é explorada. Um exemplo disso são os indicadores de gestão, que permitem obter diversas informações úteis para a melhoria dos processos internos da organização. Uma solução para este problema foi desenvolvida por um colega de trabalho em contexto de tese de mestrado. Ela é visível na figura anterior pela componente ANO BI que, através de ferramentas e estratégias de ETL, possibilita extrair, tratar e transformar informação da base de dados de operação com o objetivo de recolher diversas informações relevantes para a organização.

4.1.2 ANOeGov Database

A ANOeGov Database é a base de dados de operação da aplicação ANOeGov, que regista toda a informação relacionada com a gestão documental. Esta base de dados contém uma vasta quantidade de informação, dado que as organizações gerem diariamente um considerável número de documentos e processos. Esta subcomponente tem um papel crucial na solução, pois é a partir dela que se gera informação para a subcomponente Data Warehouse, que será abordada de seguida, e fornece dados em tempo real.

4.1.3 Data Warehouse

A subcomponente Data Warehouse caracteriza-se por ser uma base de dados que contém diferentes visões da informação registada na subcomponente ANOeGov Database, refletida em diver-

sos indicadores. Estes indicadores permitem que a gestão de topo visualize o estado atual da sua organização e, assim, possa agir diante de qualquer problema que esteja a ocorrer.

Como esta informação requer algum processamento, torna-se complexo atualizá-la constantemente. Consequentemente, é processada diariamente durante a noite, para que o seu acesso seja possível durante o dia.

Toda a informação presente no Data Warehouse foi previamente preparada no âmbito da tese de um colega de trabalho e foi visualizada, numa primeira fase, através de gráficos. Importa salientar que a conceção da solução (representada no Figura 4.1 como ANO BI) que deu origem a esta subcomponente está fora do âmbito desta solução.

4.1.4 Query Executor

A subcomponente Query Executor é a que finaliza a componente Client Server e destaca-se como a mais importante das três mencionadas anteriormente, pois é nela que as diferentes informações são obtidas. É essencialmente composta por diferentes *endpoints* REST que recebem pedidos externos e, após autorização, obtêm diversos dados para o utilizador.

Dois grupos diferentes de pedidos podem ser executados:

- Pedidos tempo real: todos estes pedidos têm como objetivo obter informação em tempo real, para que o utilizador saiba o que precisa fazer ou decidir.
- Pedidos de gestão: o objetivo destes pedidos é informar o utilizador sobre a situação atual da organização, através de métricas de gestão, indicadores e histórico. Esta informação pode não se apresentar atualizada no momento do pedido.

Consoante os tipos de pedidos que chegam a este serviço, este executa *queries* sobre a ANO-eGov Database para obter dados em tempo real, incluindo informação sobre a ordem do dia, processos, documentos a assinar e prazos. Além disso, executa *queries* sobre a Data Warehouse para recolher dados de gestão e indicadores. A diversidade de informação capturada pelo Query Executor auxilia os diferentes utilizadores no seu dia-a-dia, permitindo-lhes agir de forma imediata e mais acertada.

A Figura 4.2 demonstra que cada tipo de pedido acede apenas a uma base de dados específica, evitando a mistura de informação em tempo real com informação de gestão que pode não estar atualizada. O processamento de cada tipo de pedido segue o seu próprio fluxo, representado por diferentes tons de azul.

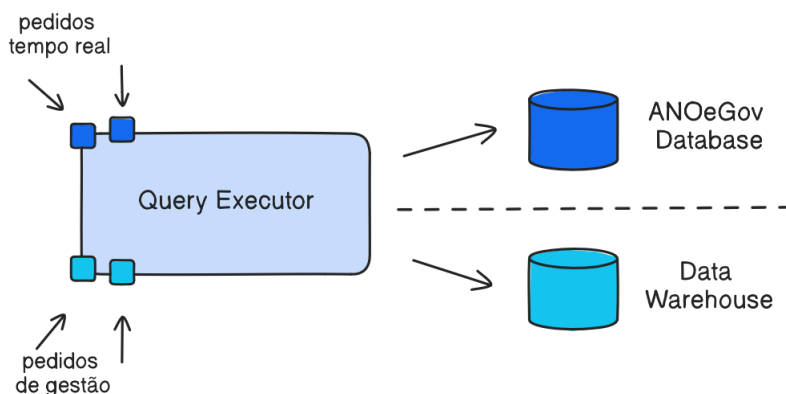


Figura 4.2: Comportamento da subcomponente Query Executor

4.2 ANO Server

A componente ANO Server está instalada na empresa ANO Software para possibilitar a integração fluida e eficaz das informações armazenadas na gestão documental dos diversos clientes com o assistente virtual. Devido às restrições dos clientes que não permitem que a plataforma de gestão documental ou as bases de dados estejam acessíveis externamente, esta componente assegura que tanto a componente Client Server quanto a componente Amazon Server possam comunicar entre si sem que as informações sejam transmitidas diretamente entre elas.

Além disso, é nesta componente que são geridas todas as entidades e utilizadores com permissões para utilizar o assistente virtual. As autenticações dos utilizadores também são realizadas nesta componente, permitindo-lhes aceder ao assistente virtual.

A divisão desta componente segue a estrutura clássica de *frontend*, *backend* e base de dados e é visível na Figura 4.3. Salienta-se que a sigla UMS será utilizada ao longo do documento para representar o sistema de gestão de utilizadores (User Management System).

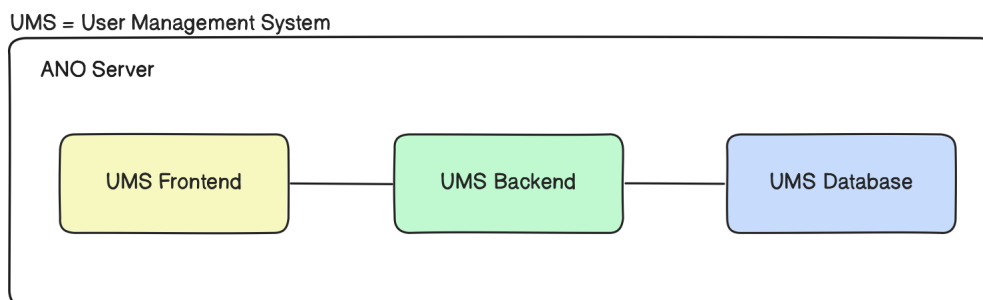


Figura 4.3: ANO Server e as suas subcomponentes

4.2.1 UMS Frontend

A subcomponente UMS Frontend serve como o ponto de entrada para a gestão de entidades e utilizadores que têm acesso ao assistente virtual. Nesta plataforma, duas operações principais

podem ser realizadas:

- Gestão de entidades: Apenas um utilizador previamente registado com permissões totais na plataforma (super administrador) pode gerir as entidades que têm acesso ao assistente virtual.
- Autenticação do utilizador: A integração entre o sistema de gestão documental e o assistente virtual é feita nesta plataforma, permitindo a autenticação do utilizador e a verificação da entidade à qual ele está associado.

Com base nas duas operações mencionadas anteriormente, é possível identificar dois atores distintos que interagem com a plataforma, resultando em duas formas diferentes de interação.

O primeiro ator, denominado super administrador, é um consultor da empresa ANO Software responsável por gerir quem pode interagir com o assistente virtual. Esta interação é considerada interna, pois envolve um colaborador da empresa que contacta diretamente com a plataforma.

O segundo ator é um utilizador de uma determinada entidade que procura autenticar-se no assistente virtual. Esta interação é classificada como externa, pois envolve um utilizador fora da organização.

Para que essas interações sejam viabilizadas, é necessário que a plataforma esteja acessível externamente, via internet. Isso contrasta com as limitações estabelecidas pelos clientes, que não permitem tal exposição.

A decisão de utilizar a mesma plataforma para essas duas interações foi tomada com o intuito de reduzir a complexidade, tanto nas instalações quanto na manutenção dos diferentes tipos de interação. Concluiu-se que não era necessário criar uma nova componente para a autenticação de utilizadores externos, visto que a mesma plataforma poderia ter uma área simples dedicada a essa função, interagindo com o mesmo *backend*. A Figura 4.4 ilustra essas duas abordagens consideradas, destacando (cor verde) a opção que se escolheu avançar.

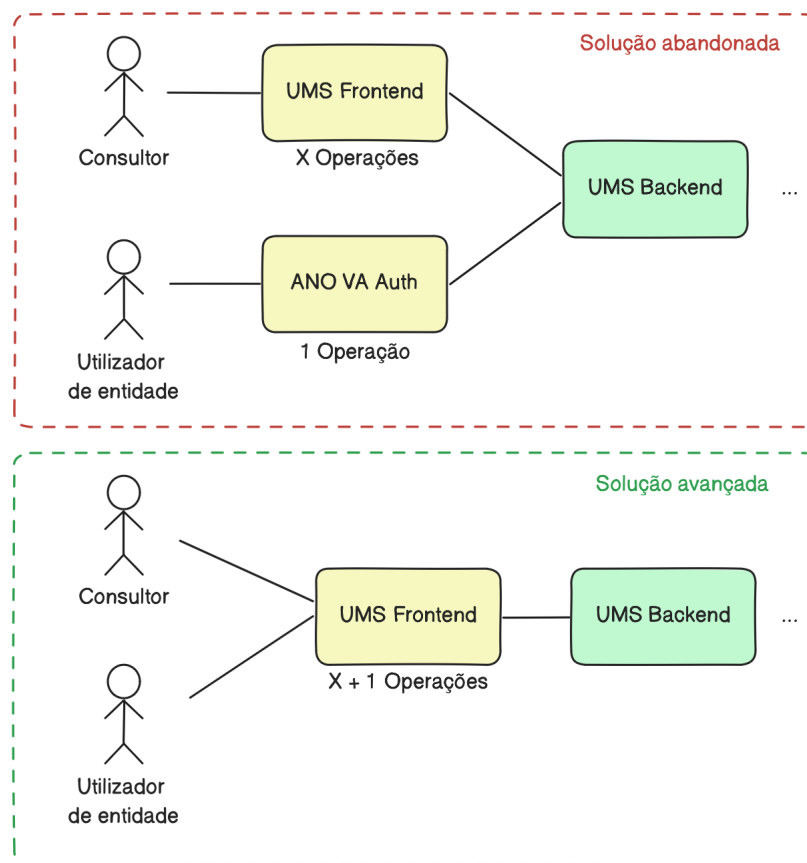


Figura 4.4: Abordagens idealizadas para as dois actores existentes

Em cada uma das soluções, é possível visualizar o número de operações existentes, sendo que "X" representa um número de operações que pode variar no futuro. Conforme discutido anteriormente, a primeira solução separava as interações entre os diferentes atores, mas, devido ao facto de apenas uma operação estar envolvida, não se considerou necessário fazer essa segregação, optando por manter tudo na mesma plataforma.

4.2.2 UMS Backend

A UMS Backend é a componente responsável pela lógica de gestão de entidades e utilizadores. Nesta parte do sistema, são efetuadas operações de criação, eliminação e visualização de entidades e utilizadores. Além disso, a UMS Backend realiza as integrações com o sistema de gestão documental e com a conta do assistente virtual. Por isso, é classificada como a componente centralizadora da informação, uma vez que todas as operações críticas para conectar o sistema de gestão documental com o assistente virtual são realizadas aqui.

No interior desta componente, é adotada uma arquitetura em camadas de três níveis, composta por: Router, Service e Repository, conforme ilustrado na Figura 4.5. Esta arquitetura foi escolhida por permitir a segregação das responsabilidades de roteamento, lógica de negócio e persistência em diferentes camadas. É importante destacar as estruturas de dados Struct, Model e Schema, que

desempenham papéis essenciais: validar a estrutura dos pedidos, aplicar as regras de negócio e mapear a informação para a base de dados, respetivamente.

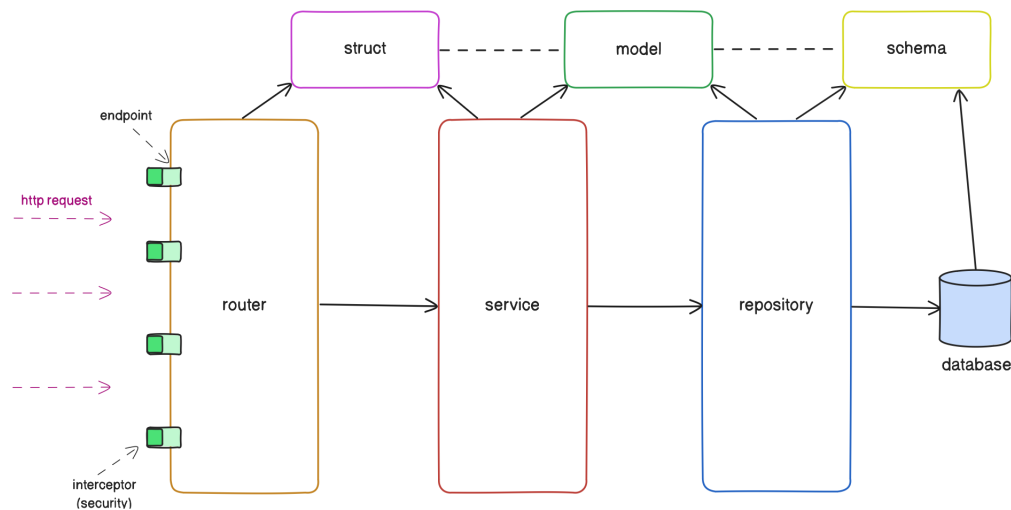


Figura 4.5: Arquitetura de três camadas aplicadas no UMS Backend

4.2.3 UMS Database

Para concluir a descrição da componente ANO Server, é apresentada a UMS Database, que armazena a informação sobre as entidades e utilizadores com permissão para utilizar o assistente virtual. Dado que a informação é simples e não envolve relações complexas entre conceitos, foi escolhida uma base de dados não relacional para essa finalidade.

4.3 Amazon Server

A lógica do assistente virtual reside na componente Amazon Server, instalada nos servidores da Amazon, pois utiliza o processo de reconhecimento de voz implementado na Alexa e as funções *lambda*. A lógica do assistente virtual, que pode ser estendida, é dividida em duas fases, desenvolvidas em subcomponentes diferentes.

- Reconhecimento de expressões: Esta é a primeira fase, onde o modelo de reconhecimento de voz é treinado com diversas expressões que correspondem aos pedidos do utilizador.
- Tratamento dos pedidos: Na segunda fase, as palavras-chave desses pedidos são extraídas e o sistema comunica com outro serviço responsável por obter as respostas adequadas.

A Figura 4.6 revela a composição desta componente, revelando as duas subcomponentes responsáveis por cada fase descrita anteriormente.

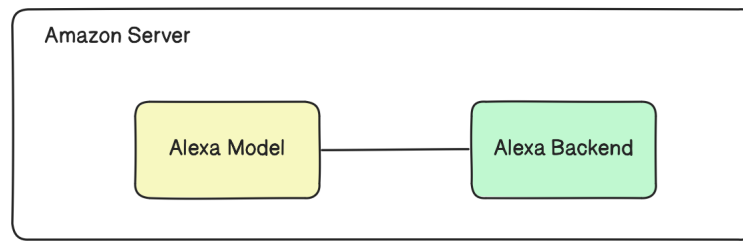


Figura 4.6: Amazon Server e as suas subcomponentes

4.3.1 Alexa Model

Neste subcomponente, ocorre a fase de reconhecimento de expressões, que é inteiramente desenvolvida na consola da Amazon. A escolha da consola deve-se ao fato de ela oferecer uma interface gráfica simples e intuitiva, o que facilita a criação de expressões que mapeiam os pedidos do utilizador.

O mecanismo de *speech-to-text* usado na Alexa está fora do âmbito desta dissertação, uma vez que a solução faz uso desse recurso já existente.

4.3.2 Alexa Backend

A subcomponente Alexa Backend é responsável por interpretar os pedidos enviados pela subcomponente anterior, após o reconhecimento de expressões. Embora a informação recebida nos diferentes pontos de entrada desta subcomponente chegue organizada em estruturas de dados que facilitam a extração de palavras-chave, em alguns casos, é necessário passar por uma fase de processamento adicional. Após esse processamento, os pedidos são encaminhados para um serviço que retorna a resposta apropriada. A Figura 4.7 revela como estas duas subcomponentes se comunicam.

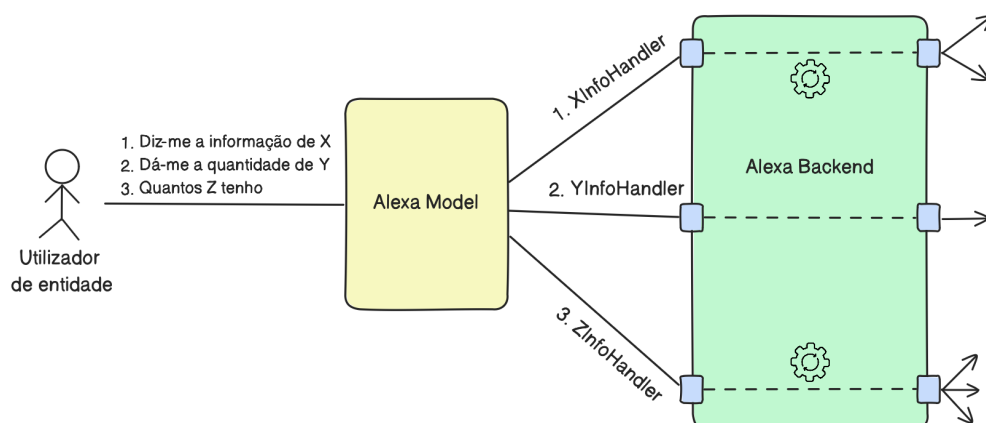


Figura 4.7: Comunicação entre a Alexa Model e a Alexa Backend

Como descrito anteriormente, os diversos pedidos de voz do utilizador são reconhecidos pelo Alexa Model, e cada um deles é mapeado para uma expressão criada dentro desse modelo. A

subcomponente Alexa Backend, que estará instalada numa função *lambda* da AWS, é acionada sempre que o pedido do utilizador corresponde a uma expressão do modelo. Nesse caso, um pedido é automaticamente enviado para a Alexa Backend, especificamente para um determinado ponto de entrada, representado na ilustração como InfoHandler.

Cada InfoHandler pode ou não incluir lógica de processamento adicional (representado por uma engrenagem). Consoante a informação recolhida em cada pedido, podem ser gerados novos pedidos mais específicos, que serão encaminhados para outro serviço responsável por obter a resposta necessária.

4.4 Visão Geral das componentes

Após a apresentação de todas as componentes existentes, a Figura 4.8 revela a visão geral das componentes e as relações dentro de cada uma delas.

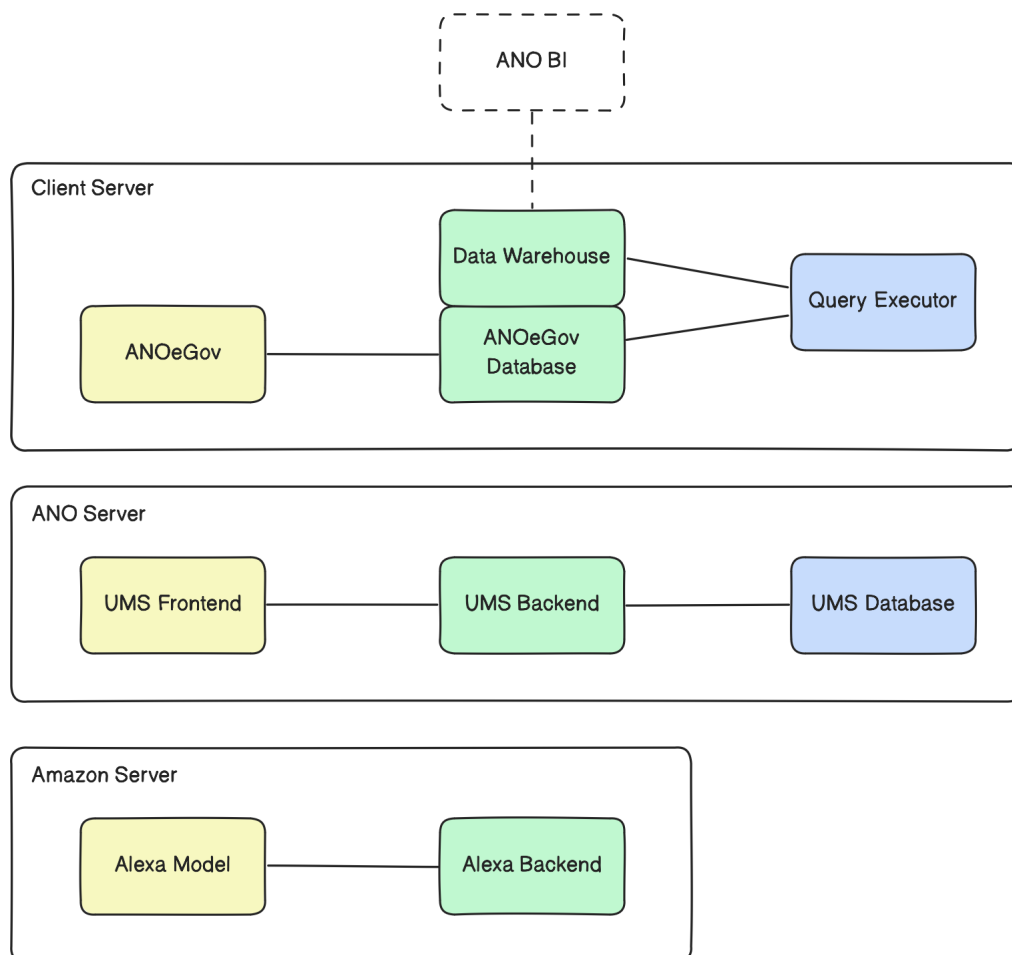


Figura 4.8: Visão geral das componentes sem relações entre elas

As relações entre as componentes evoluíram ao longo do tempo, à medida que novas ideias surgiram e a arquitetura foi sendo ajustada. Algumas das componentes descritas anteriormente,

numa fase inicial, não possuíam a funcionalidade que agora têm em determinados cenários, como vai ser possível confirmar no detalhe de cada um dos cenários abandonados.

4.5 Arquitetura Abandonada 1

Uma das arquiteturas idealizadas numa fase inicial baseava-se num sistema distribuído em que o utilizador autenticado faria uma pergunta à Alexa através da componente Alexa Model. Em seguida, a componente Alexa Backend consultaria a componente UMS Backend para verificar quais as entidades registadas. Utilizando os diversos URLs da componente Query Executor de cada entidade, enviaria um pedido individualmente para cada uma delas (*master*). A entidade (*slave*) que respondesse com sucesso, validando os dados de autenticação, forneceria a informação que seria usada como resposta pelo assistente virtual. A Figura 4.9 ilustra como a informação seria processada e navegada pela solução, de acordo com a arquitetura proposta.

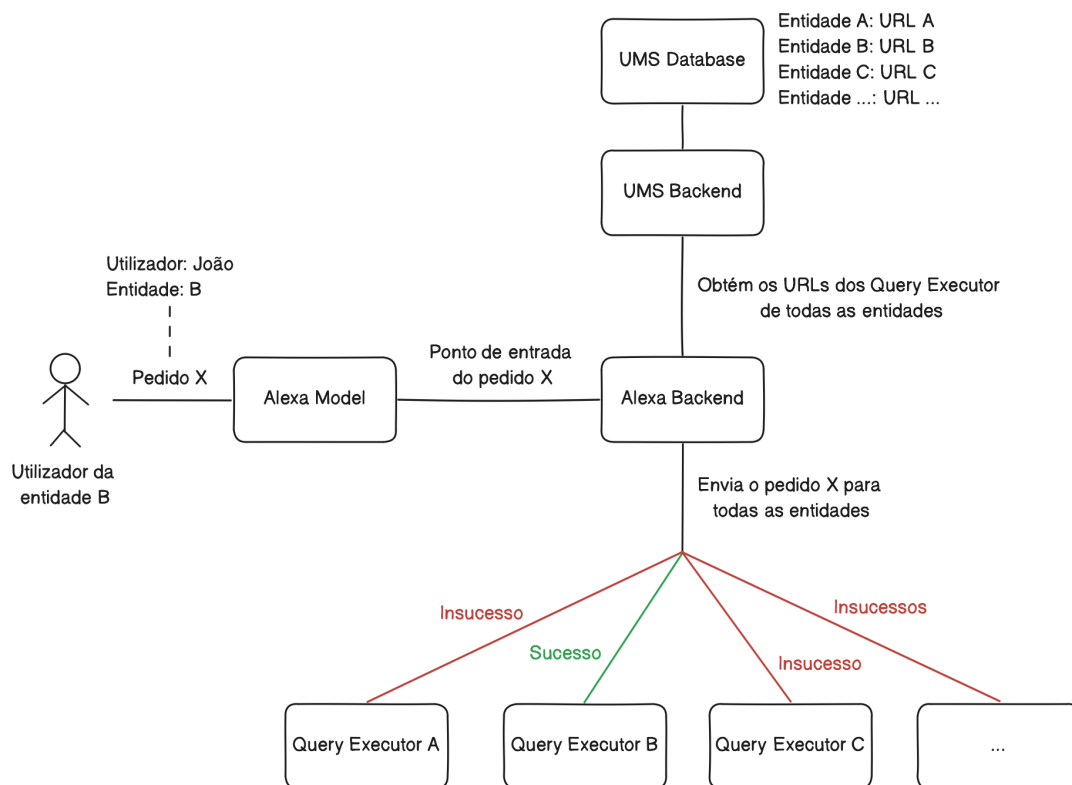


Figura 4.9: Exemplo do sistema distribuído no assistente virtual

Relativamente à ilustração anterior, é possível dividir o fluxo de informação em três etapas.

Na primeira etapa, o utilizador da entidade B faz uma pergunta à Alexa sobre um determinado assunto. A pergunta é processada e, em seguida, convertida num formato que a componente Alexa Backend consegue interpretar.

A segunda etapa ocorre quando a componente Alexa Backend obtém todas as entidades registadas no sistema, comunicando com a componente UMS Backend. Um dos problemas desta

arquitetura é a necessidade de manter a informação das entidades registadas constantemente atualizada, pois a qualquer momento uma nova entidade poderia ser adicionada ao conjunto das que podem utilizar o assistente virtual.

Na terceira e última fase, são feitas várias requisições aos URLs das diferentes entidades obtidas na etapa anterior. Nestes pedidos, o identificador da origem da entidade é incluído para que cada serviço, em cada uma das entidades, possa verificar se deve ou não rejeitar o pedido recebido. Na ilustração anterior, somente o serviço da entidade B responde com sucesso ao pedido, pois ele possui uma origem que o serviço reconhece.

Esta ideia foi uma das propostas iniciais, mas acabou por perder o seu sentido ao longo do tempo, pois iria gerar múltiplos pedidos desnecessários, o que, num contexto de assistente virtual, poderia comprometer o desempenho e afetar negativamente a usabilidade para o utilizador, devido a problemas de latência.

4.6 Arquitetura Abandonada 2

Esta arquitetura foi concebida após a primeira com o objetivo de diminuir a quantidade de pedidos desnecessários a diferentes entidades e também com foco no método de autenticação entre a Alexa e o sistema de gestão documental, que anteriormente ainda não havia sido considerado.

Importa salientar que muitas das ideias desenhadas nesta arquitetura foram usadas como base para a arquitetura final.

Em relação ao envio dos pedidos para as entidades, o sistema distribuído foi abandonado e a verificação de qual entidade deve receber o pedido passou a ser feita pelo serviço Alexa Backend. Isso garantiu que apenas um único pedido fosse enviado, ao contrário da arquitetura anterior. A Figura 4.10 revela a forma como o momento da verificação permite o envio de um pedido nesta arquitetura quando comparada com a anterior.

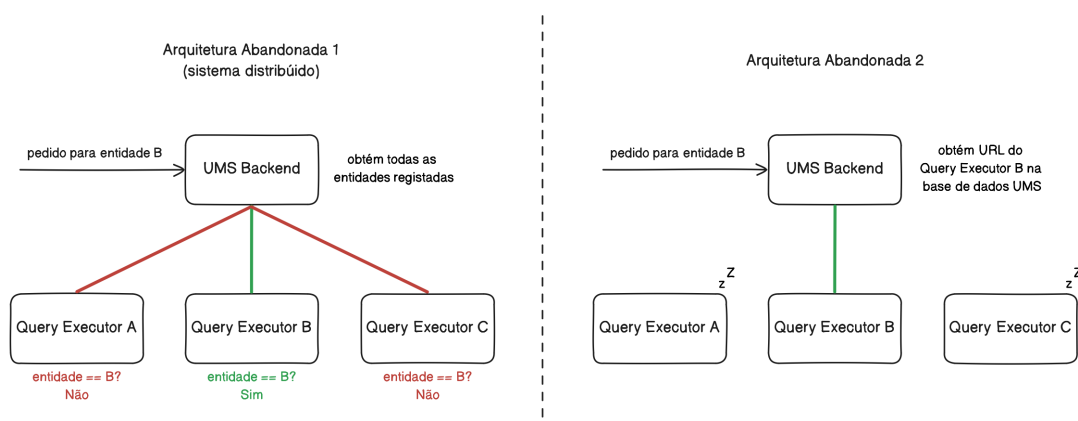


Figura 4.10: Comparação entre a arquitetura 1 e a arquitetura 2 no envio de pedidos para as entidades

Como é possível verificar no lado direito da figura anterior, com a lógica de verificação agora presente no UMS Backend, é possível determinar de imediato qual o serviço com o qual se deve

comunicar. Isso evita que os serviços de outras entidades, que estejam sem tráfego, precisem realizar validações constantemente, ou seja, só são acionados quando realmente necessário. No lado esquerdo isso não era possível, pois todos os pedidos precisavam sempre validar se o pedido tinha como destino a entidade que eles representavam ou não.

Com este problema resolvido, surge agora a seguinte questão:

Como é que se sabe que o utilizador que está a comunicar com a Alexa pertence a uma determinada entidade?

A resposta a esta questão está no mecanismo de autenticação e integração do sistema de gestão documental com a Alexa. Assim, nesta arquitetura, foi previsto que o utilizador, antes de utilizar a Alexa, precisaria de fazer uma ligação (*account linking*) entre a sua conta no sistema de gestão documental e a sua conta da Alexa, para que a informação do utilizador fosse integrada na Alexa.

Inicialmente, com o objetivo de enviar o menor número de dados possível, considerou-se enviar apenas o nome do utilizador, e o serviço UMS Backend verificaria a que entidade o utilizador pertence. No entanto, a possibilidade de haver diferentes utilizadores com o mesmo nome em diferentes entidades poderia causar problemas. Para resolver isso, decidiu-se que o código da entidade à qual o utilizador pertence também seria incluído na informação a integrar com a Alexa.

Com esta integração, seria possível identificar, em cada pedido, a que entidade o utilizador pertence e, assim, enviar apenas um pedido ao Query Executor responsável por essa entidade, a Figura 4.11 apresenta um diagrama de sequência que ilustra este cenário.

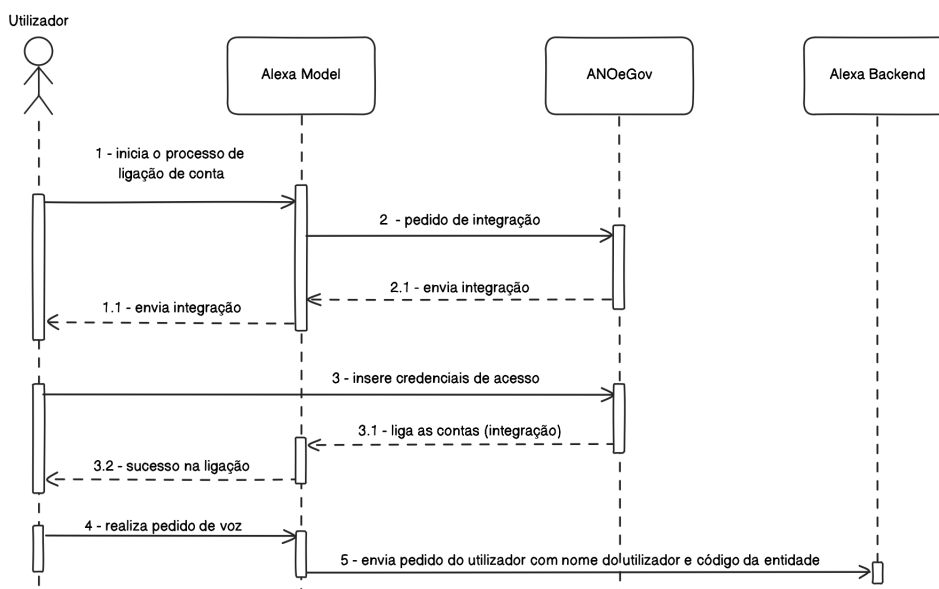


Figura 4.11: Integração da informação existente no sistema de gestão documental com Alexa

Este mecanismo de autenticação segue a lógica do OAuth 2.0. Quando o utilizador inicia o processo de ligação de conta, a Alexa chama o ANOeGov (sistema de gestão documental) para

que o utilizador insira as suas credenciais de acesso. Como a aplicação foi chamada através do assistente, a informação coletada sobre o nome do utilizador e o código da entidade, após a autenticação ser bem-sucedida, é transmitida para o Alexa Model na forma de um *token* de acesso.

É com este *token* de acesso que cada pedido por voz feito pelo utilizador é enviado para o Alexa Backend, permitindo, assim, identificar a entidade com a qual se deseja comunicar.

Embora o mecanismo resolva o problema descrito anteriormente, no momento em que o Alexa Model precisa de invocar o ANOeGov, está-se a dar acesso a uma aplicação que deveria ser executada apenas no lado do cliente, quebrando assim a condição imposta pelo cliente. Isso levou ao abandono desta arquitetura, motivando o desenvolvimento de uma nova solução baseada nos seus princípios.

Na Tabela 4.1 é possível verificar o que motivou a idealização da arquitetura e o que motivou o seu abandono.

Tabela 4.1: Motivo de idealização e abandono de cada arquitetura

Arquitetura	Motivo de idealização	Motivo de abandono
1 (4.5)	Sistema capaz de comunicar com diferentes entidades sendo que apenas uma delas deve ser capaz de responder	Número elevado de comunicações desnecessárias
2 (4.6)	Sistema capaz de reduzir o número de comunicações entre entidades	Quebra restrição imposta pelo cliente relativa à exposição do sistema de gestão documental

Na verdade, a arquitetura abandonada 2 surgiu como resultado de um problema encontrado na arquitetura abandonada 1. Da mesma forma, a arquitetura final segue a mesma lógica, sendo desenvolvida a partir do problema identificado na arquitetura abandonada 2. Isso demonstra que cada arquitetura, mesmo sendo abandonada, serve como base e oferece fundamentos importantes para a idealização de uma nova arquitetura mais completa.

4.7 Arquitetura Final

A arquitetura final tem como principal objetivo resolver o problema da exposição do sistema de gestão documental, que, na arquitetura abandonada 2, teria que estar acessível pela internet para que o Alexa Model pudesse ter acesso. Nesse sentido, o mecanismo de autenticação (OAuth 2.0) precisaria de estar localizado noutro serviço com permissões de acesso ao exterior, o que, neste caso, seria um serviço existente na componente ANO Server.

Como explicado anteriormente, na apresentação de cada uma das subcomponentes, ficou decidido que o mecanismo de autenticação e integração com a Alexa seria desenvolvido no serviço UMS Frontend, uma vez que não era justificável criar um novo serviço apenas para realizar uma

operação pequena e simples. Nesse sentido, uma nova lógica de integração entre o assistente virtual e o sistema de gestão documental será implementada, com os seguintes pontos mais relevantes, em comparação com a arquitetura abandonada 2:

- Possibilidade de o utilizador decidir se a sua conta pode ou não ser integrada com o assistente virtual
 - **Arquitetura 2:** Área não existente, permitindo que qualquer utilizador com a *skill* da Alexa possa questionar o assistente virtual
 - **Arquitetura Final:** Nova área no sistema de gestão documental (ANOeGov) que um utilizador com permissões terá acesso e que pode ou não aceitar integrar a sua conta com o assistente virtual
- Maior controlo de permissões no uso do assistente virtual
 - **Arquitetura 2:** Devido à inexistência da área descrita anteriormente, não seria possível controlar quem teria permissões de integração
 - **Arquitetura Final:** Na nova área, é possível associar permissões de acesso, restringindo o acesso a utilizadores que não possuem determinados perfis
- Autenticação realizada no UMS Frontend com lógica de criação de *tokens* de acesso
 - **Arquitetura 2:** A geração de *tokens* de acesso (*access token* e *refresh token*) estaria no sistema de gestão documental. Além disso, a atualização de *tokens* de acesso teria de ser implementada neste sistema, o que, consequentemente, exigiria que o sistema estivesse acessível ao exterior para que a Alexa Model pudesse acessá-lo
 - **Arquitetura Final:** A geração destes *tokens* e a atualização do *token* de acesso ocorrem na componente ANO Server, mais especificamente nas subcomponentes UMS Frontend e UMS Backend, o que garante que a Alexa Model nunca precise de comunicar diretamente com o sistema de gestão documental. Esta abordagem evita a exposição do sistema de gestão documental à internet e mantém a comunicação controlada e segura
- Saber de imediato qual a entidade com a qual se deve comunicar, sem necessidade de verificação
 - **Arquitetura 2:** O *token* de acesso, por ser gerado fora da componente UMS Backend, não teria acesso direto às informações de conexão com o Query Executor de um determinado cliente. Consequentemente, sempre que um pedido chegasse ao Alexa Backend, seria necessário verificar (com um pedido ao UMS Backend ou em *cache*), com base na entidade indicada no *token*, quais são as informações de conexão apropriadas

- **Arquitetura Final:** Com a geração do *token* sendo feita no UMS Backend, é possível injetar essa informação. Assim, cada pedido que chega ao Alexa Backend pode identificar diretamente qual é a entidade e quais são os dados necessários para estabelecer a conexão
- Eliminação do contacto direto do sistema de gestão documental com a internet, mantendo apenas contacto externo com um serviço da ANO Software
 - **Arquitetura 2:** Com base nos pontos anteriores, a comunicação direta entre a Alexa Model e o sistema de gestão documental torna-se inevitável, o que contraria a condição imposta pelos clientes
 - **Arquitetura Final:** Permite evitar a comunicação direta e centraliza todo o processo, o que reduz também o número de pontos de decisão

Finalmente, com as diversas componentes previamente identificadas e as evoluções realizadas entre as arquiteturas, é possível alcançar o desenho da arquitetura final, apresentado na Figura 4.12. É importante destacar que existem diferentes cores de linhas para certas integrações de componentes, que serão discutidas a seguir.

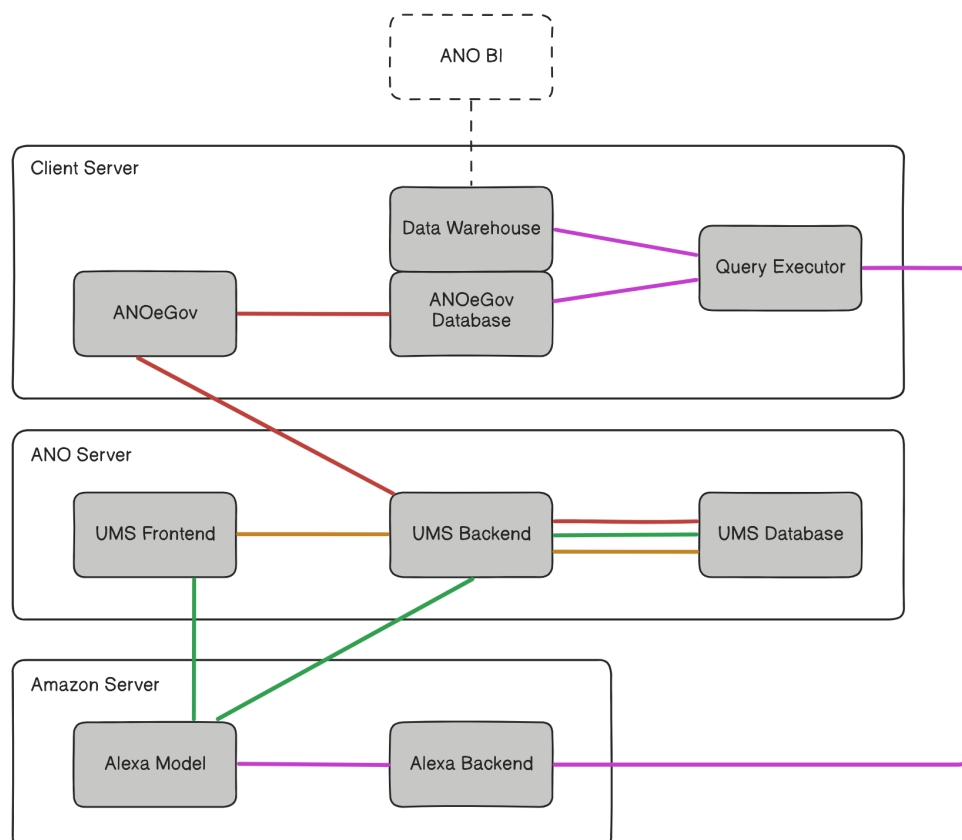


Figura 4.12: Arquitetura final da solução e integração das componentes

As diversas integrações representadas por diferentes cores indicam as interações que os atores do sistema podem realizar com a solução final. Deste modo, é possível explicar cada uma delas de forma sequencial. Para exemplificar, é utilizada a entidade fictícia SoftEntity e o utilizador João (chefe de um departamento).

4.7.1 Integração Laranja

Esta integração é composta pelas componentes UMS Frontend, UMS Backend e UMS Database, e tem como principal objetivo a gestão das entidades e dos utilizadores que utilizam o assistente virtual. Consequentemente, administradores do sistema da ANO Software, como por exemplo os consultores, serão os principais beneficiários desta integração.

A componente UMS Frontend oferecerá áreas onde o utilizador poderá gerir as entidades e utilizadores que utilizam o assistente virtual, enquanto a componente UMS Backend conterá toda a lógica de negócio, e a UMS Database será responsável por armazenar toda a informação.

Exemplo: Um consultor da ANO Software acede à plataforma para registar a entidade SoftEntity e os dados de conexão ao serviço que se vai integrar com o assistente virtual, permitindo que esta possa utilizar o assistente virtual.

4.7.2 Integração Vermelha

Nesta integração, as componentes ANOeGov, ANOeGov Database e UMS Backend comunicam entre si para a partilha de informações. Como a ANOeGov comunica com um serviço externo, mas que está localizado no servidor da ANO, não infringe as restrições impostas pelos clientes.

Esta integração refere-se ao cenário em que o utilizador do sistema de gestão documental indica que deseja que a sua conta seja utilizada no assistente virtual. Para tal, o ANOeGov disponibiliza uma área específica, onde determinados perfis podem aceder para que o utilizador autorize o uso do assistente virtual. Após a autorização, a informação necessária é enviada para a componente UMS Backend, de modo a que o utilizador possa ser associado a uma entidade, persistido na UMS Database.

Exemplo: O João, chefe de um departamento da SoftEntity pretende utilizar o assistente virtual e, para isso, acede a uma área do sistema de gestão documental para autorizar o seu uso. Após a autorização, várias informações são enviadas para o UMS Backend, onde este utilizador é associado à entidade SoftEntity, permitindo assim o uso do assistente virtual.

4.7.3 Integração Verde

Esta integração envolve as componentes Alexa Model, UMS Frontend, UMS Backend e UMS Database, e refere-se ao cenário em que o utilizador integra a sua conta do sistema de gestão documental ao assistente virtual através do mecanismo OAuth 2.0.

A integração apresenta duas etapas: recolhe dos dados de autenticação e a atualização desses dados após a sua expiração.

A primeira etapa envolve a comunicação entre todas as componentes, onde o utilizador acede à Alexa Model, que chama uma página *web* do UMS Frontend para inserir os dados necessários para realizar o OAuth 2.0. Em seguida, o UMS Frontend envia essa informação para o UMS Backend, que valida os dados com o UMS Database e gera os *tokens* de acesso.

A segunda etapa compreende as componentes Alexa Model, UMS Backend e UMS Database para que a atualização do *token* de acesso seja feita através do *token* de atualização.

Exemplo: O João inicia a Alexa e instala a *skill* correspondente ao sistema de gestão documental. Após a instalação, ele indica que deseja integrar a sua conta do ANOeGov. A Alexa exibe uma área do UMS Frontend onde o utilizador insere os seus dados de acesso, que são processados entre o UMS Backend e o UMS Database. Em seguida, o João confirma que a integração foi concluída com sucesso, o acesso foi concedido, e começa a interagir com o assistente virtual. Momentos depois, o token de acesso que a Alexa usava para comunicar com o Alexa Backend expira, mas a Alexa comunica com o UMS Backend para obter um novo token de acesso, de forma totalmente transparente para o João, que continua a sua conversa com o assistente virtual sem interrupções.

4.7.4 Integração Roxa

A última integração está relacionada ao uso do assistente virtual e ao mecanismo de obtenção de informações. Envolve as componentes Alexa Model, Alexa Backend, Query Executor, Data Warehouse e ANOeGov Database.

Primeiramente, após a autenticação, quando um utilizador faz um pedido de voz à Alexa Model, essa informação é convertida de voz para texto, estruturada e enviada para o Alexa Backend. Nesta componente, a informação é processada e encaminhada para um Query Executor da entidade à qual o utilizador pertence. Por fim, dependendo do tipo de pedido, o Query Executor verifica se deve aceder ao ANOeGov Database (para obter dados em tempo real) ou ao Data Warehouse (para obter métricas e indicadores de gestão).

Exemplo: O João, após estar autenticado, pergunta à Alexa sobre determinada matéria que envolve informação em tempo real. Este pedido é convertido de voz para texto pelo motor da Alexa Model e enviado para o Alexa Backend num formato reconhecido por este serviço. As informações sobre a entidade à qual o João pertence também são enviadas, permitindo que o Alexa Backend saiba que deve encaminhar o pedido para o Query Executor da entidade do João. Seguidamente, no Query Executor, é verificado que o pedido foi feito com o objetivo de recolher informações em tempo real e, por isso, é estabelecida uma conexão com o ANOeGov Database para obter esses dados. Caso o pedido fosse orientado para as métricas e indicadores de gestão, uma conexão com o Data Warehouse seria estabelecida.

4.8 Pilha Tecnológica

Em relação à pilha tecnológica, algumas componentes já criadas tiveram de continuar a ser implementadas na mesma tecnologia. No entanto, para as novas componentes, foram exploradas tecnologias mais inovadoras no mercado. As diferentes tecnologias seleccionadas estão apresentadas na Figura 4.13.

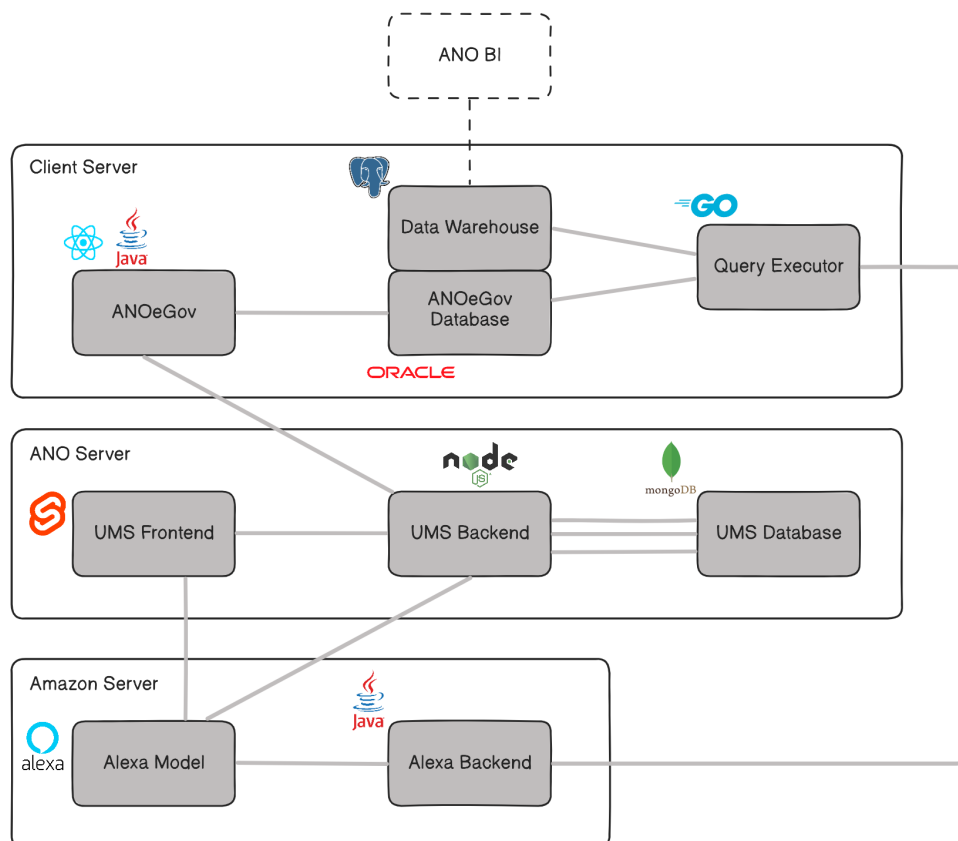


Figura 4.13: Pilha tecnológica da solução

4.8.1 React

O **React** já era utilizado na componente da solução de gestão documental, por isso, o desenvolvimento desta parte teve de continuar a ser feito com esta biblioteca. O React é uma das tecnologias mais populares no mercado para aplicações de grande escala, adequando-se perfeitamente à complexidade do *frontend* desta componente.

4.8.2 Java

O **Java** é uma das tecnologias fundamentais da empresa, sendo assim, todo o *backend* do ANOeGov está implementado nessa linguagem. Em relação à componente Alexa Backend, o Java foi escolhido para o seu desenvolvimento porque a API da Alexa (Alexa Skills Kit) oferece suporte para esta linguagem e conta com uma documentação completa (Amazon, 2023).

4.8.3 Node.js

Assim como o React, o **Node.js** é uma das tecnologias mais populares no mercado, devido à sua versatilidade e escalabilidade. No contexto deste projeto, o Node.js foi escolhido para o desenvolvimento do UMS Backend, pois a aplicação não necessita de uma lógica ou arquitetura complexa, apenas de uma API simples. Além disso, o Node.js oferece boa integração com a base de dados não relacional selecionada.

4.8.4 Svelte

O **Svelte** (combinado com **SvelteKit**) é uma tecnologia de *frontend* emergente, ideal para desenvolver interfaces gráficas simples em pouco tempo. Com isso em mente, foi escolhida para o desenvolvimento do UMS Frontend, já que esta componente não é complexa e apenas requer algumas interações com os utilizadores.

4.8.5 Go

O **Go** também é uma tecnologia em ascensão no mercado devido à sua simplicidade de implementação e à sua performance em sistemas de pequena escala. A componente Query Executor é ideal para o uso desta tecnologia no seu desenvolvimento, já que apenas tem a responsabilidade de receber pedidos, obter informações da base de dados e retornar essas informações, sendo a sua funcionalidade simples e direta.

4.8.6 Alexa

Como o nome da componente Alexa Model indica, a **Alexa** foi a tecnologia utilizada para o desenvolvimento e enriquecimento do LLM. Esta ferramenta permite criar vários cenários que correspondem a diferentes intenções do utilizador, através da combinação de expressões, o que facilita o processo de conversão de voz em texto.

4.8.7 MongoDB

O **MongoDB** é uma base de dados não relacional que permite armazenar informações de forma dinâmica em coleções. Em sistemas onde o uso de relações ou a quantidade de informação é reduzida, esta base de dados é uma boa opção. Considerando estes aspetos, o sistema de gestão de utilizadores adequa-se a estas condições, sendo por isso escolhida esta tecnologia para a persistência dos dados.

4.8.8 PostgreSQL

O **PostgreSQL** é uma base de dados relacional que pode ser utilizado como um armazém de dados e oferece uma interação simples, já que utiliza apenas SQL. Por ser gratuito e já estar em uso noutros projetos da ANO, foi a base de dados escolhida para armazenar métricas e indicadores de gestão.

4.8.9 Oracle

A base de dados **Oracle** é uma das pioneiras no mercado e é a escolha preferencial da ANO para a persistência de grandes volumes de informação, especialmente de plataformas orientadas à gestão documental.

Este capítulo apresentou as diversas componentes da arquitetura final e mostrou diferentes abordagens que foram aperfeiçoadas e ajustadas ao longo do processo de design arquitetónico. Assim, com base no que foi anteriormente referido, tanto a nível arquitetónico como tecnológico, foi implementada a solução, que será explicada em detalhe no capítulo seguinte.

4.9 Resumo

Neste capítulo, foi possível entender em pormenor as várias componentes da arquitetura, algumas das quais estarão localizadas em diferentes locais físicos.

Foi também analisada a fase de conceção da arquitetura final, incluindo a avaliação das duas arquiteturas alternativas que foram posteriormente descartadas.

Para a arquitetura final, foi analisada a forma como as diferentes componentes se integram entre si, utilizando exemplos que facilitam a compreensão do processo. No final, foi apresentada a pilha tecnológica escolhida para o desenvolvimento da solução.

Capítulo 5

Desenvolvimento da Solução

Este capítulo explora a fase de desenvolvimento da solução. Assim, serão apresentados diversos detalhes sobre as implementações das diferentes componentes mencionadas no Capítulo 4, de modo a permitir ao leitor entender como a solução foi estruturada e integrada. Estruturalmente, este capítulo inicia com a apresentação das ferramentas usadas no desenvolvimento e a forma como o trabalho foi organizado. Seguidamente, são apresentadas sete secções, cada uma dedicada a uma componente da arquitetura da solução. Por último, é apresentada uma secção dedicada aos testes realizados em algumas das componentes.

5.1 Ferramentas e Organização do Trabalho

Para o desenvolvimento da solução foram criados quatro repositórios na plataforma [GitLab](#):

- query-executor: Repositório que persiste o código da componente Query Executor.
- user-management: Repositório que persiste o código *backend* do sistema de gestão de utilizadores e entidades.
- user-management-webapp: Repositório que persiste o código *frontend* do sistema de gestão de utilizadores e entidades.
- virtual-assistant: Repositório que persiste o código que recebe os pedidos provenientes da componente Alexa Model.

O repositório do sistema de gestão documental (ANOeGov) já tinha sido criado, pelo que esta solução já estava em fase de desenvolvimento.

Por último, toda a implementação do componente Alexa Model foi efetuada na plataforma de desenvolvimento da Alexa, a qual oferece uma *interface* gráfica intuitiva e fácil de utilizar, permitindo assim treinar e testar o assistente virtual. Destaca-se que foi nesta plataforma que a maior parte do tempo de implementação foi dedicada, devido à necessidade de aprender a utilizá-la.

5.2 Implementação

Nesta secção, serão apresentados detalhes relevantes sobre a implementação das sete componentes que constituem a arquitetura concebida para a solução.

5.2.1 UMS Database

No que diz respeito à base de dados não relacional do sistema de centralização de utilizadores, que armazena apenas dados relativos às origens e aos utilizadores, foram idealizadas apenas duas coleções que se associam entre si: users (utilizadores) e origins (origens). A Figura 5.1 revela as informações que constituem cada coleção.

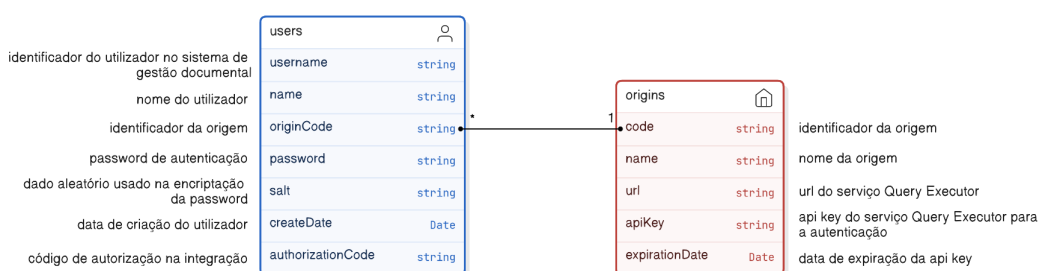


Figura 5.1: Coleções que constituem a UMS Database

Como pode ser observado anteriormente, vários utilizadores estão associados a uma origem, e essa relação é estabelecida pelo facto de o utilizador ter o código da origem a que pertence.

Outro ponto importante a considerar nesta estruturação de coleções e de informações é que apenas os dados necessários são tratados e armazenados, que neste caso são o identificador do utilizador no sistema de gestão documental e o seu nome. O identificador é utilizado para garantir que a informação obtida pelo Query Executor se refere ao utilizador correto, enquanto o nome é importante para tornar a interação com o assistente virtual mais pessoal e natural, permitindo que a Alexa use o nome do utilizador nas suas respostas.

5.2.2 UMS Backend

Esta componente é responsável por interligar as diversas partes do sistema, assumindo um papel central na solução. Desenvolvida em Node.js, utilizou-se a *framework* **Express** para definir múltiplos *endpoints* que permitem a comunicação com sistemas externos.

Com o auxílio da ferramenta **Swagger**, foi possível documentar de forma clara e completa todos os *endpoints* desta componente, visível na Figura 5.2, assegurando assim que futuras integrações possam ter acesso a essa documentação de forma eficiente.

Origins			^
POST	/api/origins	Creates an origin	🔒 ↓
GET	/api/origins	Gets origins	🔒 ↓
Health Check			^
GET	/api/ping	Checks if the service is available	↓
Users			^
POST	/api/users	Creates a user	↓
GET	/api/users/origins/{originCode}	Gets users from origin	🔒 ↓
GET	/api/users/{username}/origins/{originCode}	Gets user from origin	↓
Authentication			^
POST	/api/auth	Authenticates the admin	↓
OAuth2 Authentication			^
POST	/api/auth/oauth2	Authenticates the user	↓
POST	/api/auth/oauth2/token	Generates the tokens for the user	↓

Figura 5.2: Especificação dos *endpoints* da componente UMS Backend

O UMS Backend é a componente responsável pela comunicação com o UMS Database, necessitando, portanto, de modelos que correspondam à informação armazenada na base de dados não relacional. Para isso, foram criados dois conceitos: User e Origin, que fazem o mapeamento para as coleções users e origins, respetivamente.

O conceito User apresenta a classe visível no Excerto de código 1 e o conceito Origin é espelhado na classe visível no Excerto de Código 2.

```

1 export default class User implements Entity {
2     readonly id?: string;
3     private username: string;
4     private name: string;
5     private originCode: string;
6     private password: string;
7     private salt?: string;
8     private createDate?: Date;
9     private authorizationCode?: string;
10    // ...
11 }
```

Excerto de Código 1: Classe User referente a um utilizador do assistente virtual

```
1 export default class Origin implements Entity {
2   readonly id?: string;
3   private code: string;
4   private name: string;
5   private url: string;
6   private apiKey: string;
7   private expirationDate: Date;
8   // ...
9 }
```

Excerto de Código 2: Classe Origin referente a uma origem (entidade) do assistente virtual

O sistema de gestão documental (ANOeGov) interage com esta componente através de uma requisição *POST* ao *endpoint /api/users*, enviando os dados do utilizador que deve ser registado e vinculado à origem. Após a receção do pedido, verifica-se se a origem está registada no sistema, dado que um utilizador não pode usufruir do assistente virtual sem que a entidade a que pertence esteja previamente registada. Também é validado se ele não se encontra registado e associado à entidade.

Em termos de segurança, a palavra-passe definida pelo utilizador é encriptada, visível no Excerto de Código 3, garantindo que possa ser utilizada posteriormente no processo de autenticação através do protocolo OAuth 2.0.

```
1 public hashPassword(): User {
2   this.salt = randomBytes(16).toString("hex");
3   this.password = pbkdf2Sync(this.password, this.salt, 1000, 64,
4     ↪ "sha512").toString("hex");
5
6   this.createDate = new Date();
7   return this;
8 }
```

Excerto de Código 3: Encriptação da palavra passe do utilizador

O UMS Frontend comunica com o UMS Backend através do consumo de diversos *endpoints*, com a maioria envolvendo operações CRUD. Salienta-se que a autenticação de um administrador de sistema (consultor), encarregado de gerir as origens e utilizadores, é realizada via *Bearer token*, sem necessidade de *refresh token*. Isto ocorre porque apenas pessoas de confiança têm acesso à área de gestão do sistema, e o risco de acesso indevido é considerado nulo.

Também foi decidido que apenas um único administrador precisa de aceder ao sistema para gerir a informação. Por essa razão, a autenticação é feita com credenciais armazenadas em variáveis de ambiente.

O modelo Alexa comunica com esta componente através de dois *endpoints*, embora numa das comunicações o UMS Frontend atue como intermediário. Esta comunicação está relacionada com a autenticação centralizada, seguindo o protocolo OAuth 2.0.

Para a inserção dos dados do utilizador que vai utilizar o assistente virtual, é invocado o método POST no *endpoint* `/api/auth/oauth2`. Neste processo, as credenciais do utilizador são validadas e é gerado um código de autorização, que fica persistido a nível do utilizador e que será utilizado no protocolo OAuth 2.0.

Em seguida, o outro método POST do *endpoint* `/api/auth/oauth2` é invocado diretamente pelo modelo Alexa. Este método usa o código de autorização para obter o *access token* e o *refresh token*. O *refresh token* será posteriormente utilizado para atualizar o *access token* quando necessário, sendo esta atualização realizada automaticamente pelo modelo Alexa.

A inserção da informação que faz parte do *token* de acesso é visível no Excerto de Código 4.

```
1  const accessToken: string = jwt.sign(  
2    {  
3      username: user.getUsername(),  
4      name: user.getName(),  
5      url: origin.getUrl(),  
6      apiKey: origin.getApiKey(),  
7    },  
8    process.env.ALEXA_SECRET_KEY,  
9    {  
10     expiresIn: process.env.ALEXA_EXPIRE_TIME,  
11   }  
12 );
```

Excerto de Código 4: Informação presente no access token da Alexa

Desta informação, o *username* identifica de quem o Query Executor deve obter os dados, o *name* contribui para que a interação do assistente virtual com o utilizador seja mais pessoal e humanizada, o *url* especifica a localização onde o Query Executor está hospedado e a *apiKey* tem a função de autenticar o Alexa Backend ao Query Executor.

5.2.3 UMS Frontend

A componente UMS Frontend foi desenvolvida tendo em consideração dois casos de uso, conforme descrito na apresentação das componentes no Capítulo 4. O primeiro está relacionado com a gestão de entidades e utilizadores realizada por um consultor da empresa ANO, enquanto o segundo se refere à autenticação de um utilizador de uma entidade com permissões para utilizar o assistente virtual.

A combinação de Svelte com o SvelteKit permite a criação de páginas *web* baseadas no sistema de ficheiros, agilizando o desenvolvimento da plataforma. Nesse contexto, o sistema apresenta três

páginas principais: a página de *login*, que permite a autenticação do consultor; a *dashboard*, que facilita a gestão de entidades pelos colaboradores; e a página *oauth2*, que viabiliza a autenticação do utilizador de uma entidade. Cada uma destas páginas são visíveis nos Anexos **A** e **B**.

Como se pode observar nas ilustrações anteriores, a simplicidade foi uma prioridade no *design*, já que a plataforma, sendo minimalista, não requer uma quantidade excessiva de informação que poderia sobrecarregar a interface gráfica. Além disso, para melhorar a experiência do utilizador, foi implementado o tema escuro, permitindo ao utilizador alternar entre o modo claro e o modo escuro em qualquer página da aplicação.

5.2.4 ANOeGov

A componente ANOeGov possibilita ao utilizador conceder permissões para integrar a sua conta da plataforma de gestão documental com o assistente virtual. Para tal, foi desenvolvida uma página *web* onde o utilizador, desde que tenha as permissões adequadas, pode aceder, inserir uma palavra-passe para autenticação centralizada e proceder à integração da conta. O Anexo **C** revela essa área.

Após a integração, é exibido no ecrã um código QR que redireciona o utilizador para a aplicação Alexa no seu dispositivo móvel, permitindo-lhe começar a utilizá-la de imediato ou instalá-la, caso ainda não o tenha feito. São também fornecidas informações sobre a competência a ser instalada.

No momento da integração, o ANOeGov envia um pedido HTTP ao UMS Backend para registar o utilizador e associá-lo a uma origem previamente configurada. As informações enviadas incluem a palavra-passe do utilizador, o nome de utilizador no sistema, o nome real do utilizador e o código de origem a que está associado (parametrizado).

5.2.5 Alexa Model

Esta componente é encarregada de treinar e definir regras de comunicação do assistente virtual. Para viabilizar este processo, a Amazon disponibiliza um ambiente em *cloud* que permite enriquecer a Alexa com informações, que, no final, são convertidas numa competência (*skill*).

Para a criação desta competência foi necessário realizar os seguintes passos:

1. Definir o nome de invocação da competência
2. Definir intenções de comunicação
3. Definir *slots* que permitem substituir palavras com o mesmo significado nas intenções
4. Definir um guia
5. Definir e desfazer contexto
6. Definir método de autenticação centralizada

5.2.5.1 Definir o nome de invocação da competência

Numa fase inicial, foi essencial definir uma frase de invocação para que o assistente virtual consiga identificar o contexto em que a conversa entre ele e o utilizador irá decorrer. Neste sentido, definiu-se a frase "ano assistente virtual" como é possível verificar na Figura 5.3.

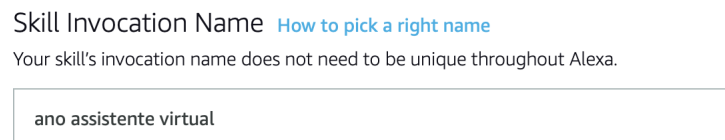


Figura 5.3: Frase de invocação da competência da Alexa

Dessa forma, após o utilizador pronunciar a frase de invocação, o assistente virtual tentará mapear todas as frases subsequentes com as intenções que conhece no contexto dessa *skill*.

5.2.5.2 Definir intenções de comunicação

Um dos desafios no desenvolvimento da solução foi a definição das intenções. Uma intenção corresponde a um pedido de um utilizador com o objetivo de obter informações sobre um determinado tema. A complexidade reside no facto de uma mesma intenção poder ser expressa de várias maneiras, utilizando diferentes expressões ou frases. Essas expressões ou frases são tratadas como *utterances* no ecossistema da Alexa.

A título de exemplo, a intenção "saber a previsão meteorológica para hoje" pode ser alcançada através de diferentes frases, como "qual é o tempo para hoje?" ou "como vai estar hoje o tempo?".

Na realidade, é possível recolher todas as diferentes frases que conduzem a essa intenção. No entanto, esse processo seria extremamente oneroso, tanto em termos de tempo como de processamento.

Para mitigar esse custo, foi adotada, numa fase inicial da solução, a seguinte estratégia: o assistente virtual reconheceria apenas um conjunto limitado de expressões ou frases base, permitindo variações em determinadas palavras.

Assim, este documento apresenta a criação de apenas uma intenção baseada nessa estratégia, dado que todas as outras intenções foram desenvolvidas de forma similar. A intenção *CountA-gendaIntent* é responsável por agregar várias expressões relacionadas à contagem de processos na ordem do dia do utilizador. Com base no exposto, foi criada uma frase base para esta intenção, a qual é a seguinte:

"quantos processos tenho na ordem do dia"

Através desta frase é possível criar pequenas alterações que não alteram a sua estrutura. O Anexo D apresenta as diferentes *utterances* criadas para esta intenção.

Como pode ser verificado, foram criadas oito *utterances*, todas utilizando *slots*, que serão explicados a seguir.

5.2.5.3 Definir *slots* que permitem substituir palavras com o mesmo significado nas intenções

Os *slots* são conjuntos de palavras que têm o mesmo significado e que podem fazer parte de várias expressões de uma intenção. No exemplo anterior, o *slot* com o nome *processes* apresenta a configuração visível no Anexo E.

Cada valor de um *slot* pode ter sinónimos associados, permitindo que, quando uma palavra sinónima é pronunciada, ela seja automaticamente mapeada para o valor previamente definido. Consequentemente, para a frase base mencionada anteriormente, quando a *utterance* é "quantos *slot_processes* tenho na ordem do dia", a intenção *CountAgendaIntent* pode ser reconhecida através de diversas variações, como "quantos processos tenho na ordem do dia", "quantos registos tenho na ordem do dia", "quantos processo tenho na ordem do dia" e "quantos registo tenho na ordem do dia". Esta estrutura de *slots* permite aumentar significativamente a forma como uma intenção pode ser invocada, como é possível verificar no Anexo F.

5.2.5.4 Definir um guia

Numa fase inicial, o assistente virtual pode ser uma ferramenta complexa de utilizar, especialmente se o utilizador não seguir o manual de instruções ou não conseguir contactar o suporte técnico. Para mitigar esse desafio, o assistente virtual incluirá intenções de ajuda, conforme ilustrado no Anexo G, além de fornecer respostas a determinadas questões que funcionam como um guia. Essas respostas e orientações ajudarão o utilizador a manter-se no caminho certo e a compreender que tipo de perguntas pode fazer, facilitando a sua interação com o sistema.

Na figura anterior, observa-se que as intenções *AMAZON.HelpIntent* e *HelpAgendaIntent* estão interligadas, permitindo ao utilizador perceber que tipo de questões pode colocar ao assistente virtual. Como estas questões são de âmbito geral, podem ser colocadas a qualquer momento, independentemente do contexto em que o utilizador se encontre.

5.2.5.5 Definir e desfazer contexto

O conceito de contexto foi introduzido numa fase posterior da implementação da solução, quando houve tentativa de interligar intenções. O mecanismo para manter o contexto ou determinar quando ele deve ser descartado é bastante complexo e por essa razão, optou-se inicialmente por um mecanismo simples que permite ao utilizador interagir de forma fluida e natural com o assistente virtual.

Desta forma, o mecanismo está associado a uma intenção, sendo criado por ela, e, se a próxima intenção estiver relacionada com esse contexto, ele é mantido. No entanto, se a intenção for reconhecida pelo assistente, mas não fizer parte do contexto atual, o assistente indica que não reconhece a questão. Ainda assim, existem intenções gerais que descartam o contexto, independentemente de qual seja.

O Anexo H, a seguir, ilustra um caso de uso do fluxo de um contexto no assistente virtual, utilizando as intenções *CountAgendaIntent* e *CountPriorityAgendaIntent*.

Como se pode observar, a primeira questão foi mapeada para a intenção *CountAgendaIntent*, que criou o contexto *COUNT_AGENDA*. A questão seguinte foi mapeada para a intenção *CountPriorityAgendaIntent*, que, por sua vez, requer o contexto previamente criado para que o assistente possa reconhecer e responder. Uma vez que o contexto já havia sido estabelecido na primeira questão, o assistente pôde fornecer uma resposta positiva ao utilizador.

Se o contexto não tivesse sido criado, ou se a questão fosse mapeada para outra intenção que requeira um contexto diferente, a resposta da Alexa seria negativa, indicando que não reconhecia a pergunta, como é visível no Anexo I.

O último caso de manipulação do contexto diz respeito à invocação de intenções gerais, que descartam o contexto atual, independentemente de qual seja. O Anexo J apresenta um exemplo deste cenário.

Como se pode verificar no anexo anterior, a intenção *ChangeContextIntent*, por ser geral e não depender de nenhum contexto, permite descartar o contexto atual, reiniciando a interação e permitindo ao utilizador iniciar uma "nova conversa" de modo a tornar a conversa mais natural.

5.2.5.6 Definir método de autenticação centralizada

Para finalizar o desenvolvimento da competência, foi necessário indicar os URLs a serem usados na autenticação centralizada. Como o protocolo é o OAuth 2.0, foi necessário fornecer as seguintes informações visíveis no Anexo K.

Dessas informações, o *Web Authorization URI* corresponde ao URL da página *web* onde o utilizador introduzirá as suas credenciais de acesso, que, neste caso, seria a página de autenticação centralizada do UMS Frontend. O *Access Token URI* refere-se ao URL do UMS Backend responsável por obter um novo *token* de acesso através do *refresh token*. Por fim, o *Client ID* e o *Secret* são credenciais de acesso definidas tanto na componente UMS Frontend como no UMS Backend, que permitem a autenticação do Alexa Model.

5.2.6 Alexa Backend

Esta componente comunica com o Alexa Model, uma vez que é responsável por processar e encaminhar os pedidos gerados por cada uma das intenções definidas no modelo para o Query Executor. Internamente, cada intenção está ligada a um handler do Alexa Backend, que recebe a questão do utilizador em formato textual, neste caso em JSON, o que facilita a identificação de palavras-chave, tais como, informações relativas ao contexto, *slots* e autenticação.

Cada *handler* indica qual é a intenção a que este vai estar associado, como é visível no Excerto de Código 5.

```
1 public class CountAgendaHandler extends AbstractRequestHandler {
2     @Override
3     public boolean canHandle(final HandlerInput handlerInput) {
4         return handlerInput.matches(Predicates
5             .intentName("CountAgendaIntent"));
6     }
7     // ...
8 }
```

Excerto de Código 5: Exemplo de handler que está associado à intenção CountAgendaHandler

Com o objetivo de garantir a coerência na implementação, a maior parte dos *handlers* segue a mesma estrutura de processamento, conforme ilustrado no Excerto de Código 6.

```
1 public class CountAgendaHandler extends AbstractRequestHandler {
2     @Override
3     public Optional<Response> handle(final HandlerInput
4         → handlerInput) {
5         // 1. checks authorization
6         // 2. gets slots values
7         // 3. do request to Query Executor
8         // 4. prepares the response
9         // 5. sends response to Alexa Model
10    }
11    // ...
12 }
```

Excerto de Código 6: Estrutura de processamento do handler

Durante a fase de autorização, é verificado se o utilizador tem permissão para realizar o pedido, avaliando se o *token* de acesso foi omitido, se está expirado ou se possui uma assinatura inválida. Caso o utilizador não tenha as permissões necessárias, o assistente informa que ele não está autorizado a comunicar com o sistema. Além disso, o URL e a API-Key para a conexão com o Query Executor são obtidos.

Na fase seguinte, são extraídos os valores dos *slots*, que podem conter informações essenciais para o envio do pedido ao Query Executor. Por exemplo, na intenção *CountAgendaIntent*, o *slot application* indica em qual aplicação deve ser feita a contagem da ordem do dia, dado que o sistema de gestão documental tem duas ordens do dia: uma na aplicação FutureDoc e outra no GSP (Gestão e Seguimento de Processos).

Na próxima fase, é enviado um pedido ao Query Executor para um *endpoint* específico que corresponde à intenção do utilizador. Neste ponto, o URL do Query Executor e a API-Key de

autenticação já são conhecidos, uma vez que essas informações foram obtidas do *access token*, que foi descriptado durante a fase de autorização.

Após a receção da resposta do Query Executor, é preparada uma resposta para ser enviada à Alexa Model. Para evitar que a resposta seja sempre igual quando o *handler* responsável por esta resposta é invocado, foi implementado um mecanismo de seleção aleatória, visível no Excerto de Código 7, que permite escolher entre várias respostas possíveis, tornando a conversa mais dinâmica e natural.

```
1 public static final List<String> speechTexts = List.of(  
2     "Deseja saber quantos são prioritários?",  
3     "Gostaria de saber quantos são prioritários?",  
4     "Quer saber quantos são prioritários?",  
5     "Precisa saber quantos são prioritários?",  
6     "Deseja descobrir quantos são prioritários?"  
7 );  
8  
9 // ...  
10  
11 public Optional<Response> send(/* arguments */) {  
12     String speechText = speechTexts.get((int)  
13         ↪ Math.round(Math.random() * (speechTexts.size() - 1)));  
14     return handlerInput.getResponseBuilder()  
15         .withSpeech(speechText)  
16         .withSimpleCard(cardTitle, speechText)  
17         .withReprompt(speechText)  
18         .build();  
19 }
```

Excerto de Código de 7: Exemplo de seleção aleatória de respostas nos handlers

Por fim, após a preparação da resposta, esta é enviada para o Alexa Model, onde será convertida de texto para voz e comunicada verbalmente ao utilizador.

5.2.7 Query Executor

O Query Executor é a componente encarregada de executar *queries* na ANOeGov Database ou no Data Warehouse, a fim de obter informações específicas. Para isso, foi necessário implementar a capacidade deste sistema de se conectar a duas bases de dados distintas, como ilustrado no Excerto de Código 8.

```
1 // real time database (realtime.go)
2 func ConnectRealTime() *RealTime {
3     // connects to database
4     connectionString := fmt.Sprintf("oracle://%s:%s@%s:%s/%s",
5         ↪ os.Getenv("REALTIME_DB_USER"),
6         ↪ os.Getenv("REALTIME_DB_PASSWORD"),
7         os.Getenv("REALTIME_DB_URL"),
8         ↪ os.Getenv("REALTIME_DB_PORT"),
9         ↪ os.Getenv("REALTIME_DB_SID"))
10    db, err := sql.Open("oracle", connectionString)
11    // ...
12 }
13
14 // data warehouse database (warehouse.go)
15 func ConnectWarehouse() *RealTime {
16     // connects to database
17     sqlInfo := fmt.Sprintf("host=%s port=%s user=%s "+
18         ↪ "password=%s dbname=%s sslmode=disable",
19         os.Getenv("WAREHOUSE_DB_URL"),
20         ↪ os.Getenv("WAREHOUSE_DB_PORT"),
21         ↪ os.Getenv("WAREHOUSE_DB_USER"),
22         os.Getenv("WAREHOUSE_DB_PASSWORD"),
23         ↪ os.Getenv("WAREHOUSE_DB_NAME"))
24    db, err := sql.Open("postgres", sqlInfo)
25    // ...
26 }
```

Excerto de Código 8: Conexões às bases de dados

A estrutura desta componente é bastante simples, pois trata-se de um serviço *web* com vários endpoints HTTP/REST, que são invocados pelos *handlers* do Alexa Backend. Para gerir os diferentes pedidos, existem roteadores especializados em tratar de solicitações relacionadas a um determinado conceito de negócio e por aplicação (FutureDoc, GSP, ou ambos), os quais encaminham a informação para uma camada de repositório. Esta camada é responsável por efetuar os pedidos à base de dados correspondente. O Excerto de Código 9 revela o fluxo da informação no Query Executor para um pedido relacionado com a contagem de processos na ordem do dia do FutureDoc. Todos os *endpoints* registados no Query Executor seguem o mesmo processamento.

```

1 // /futuredoc/routes/agenda.go
2 func (ar fdAgendaRouteImpl) countAgenda(w http.ResponseWriter, r
   ↳ *http.Request) {
3     user := r.PathValue("user")
4     countUser, countDepartment :=
       ↳ ar.fdAgendaRepository.CountAgenda(user)
5     response := structs.RequestResponse{Message: "Número de
       ↳ registros obtidos com sucesso",
6         Data: structs.AgendaCount{User: countUser,
           ↳ Department: countDepartment}}
7     jsonData, _ := json.Marshal(response)
8     w.Write(jsonData)
9 }
10
11 // /futuredoc/repositories/agenda.go
12 func (ar fdAgendaRepositoryImpl) CountAgenda(user string) (int, int)
   ↳ {
13     var countUser, countDepartment int
14     // user
15     ar.db.DB.QueryRow(/* user query */).Scan(&countUser)
16     // department
17     ar.db.DB.QueryRow(/* department query
       ↳ */).Scan(&countDepartment)
18     return countUser, countDepartment
19 }

```

Excerto de Código 9: Fluxo para a obtenção da contagem de processos na ordem do dia do FutureDoc

5.3 Testes

Relativamente aos testes, foi possível implementar apenas testes unitários para toda a componente do UMS Backend. No entanto, devido a limitações de tempo, não foi possível desenvolver testes para as restantes componentes, o que será considerado como trabalho futuro.

No caso do UMS Backend, todas as camadas da arquitetura foram testadas, resultando num total de setenta e três testes, conforme mostrado na Figura 5.4.

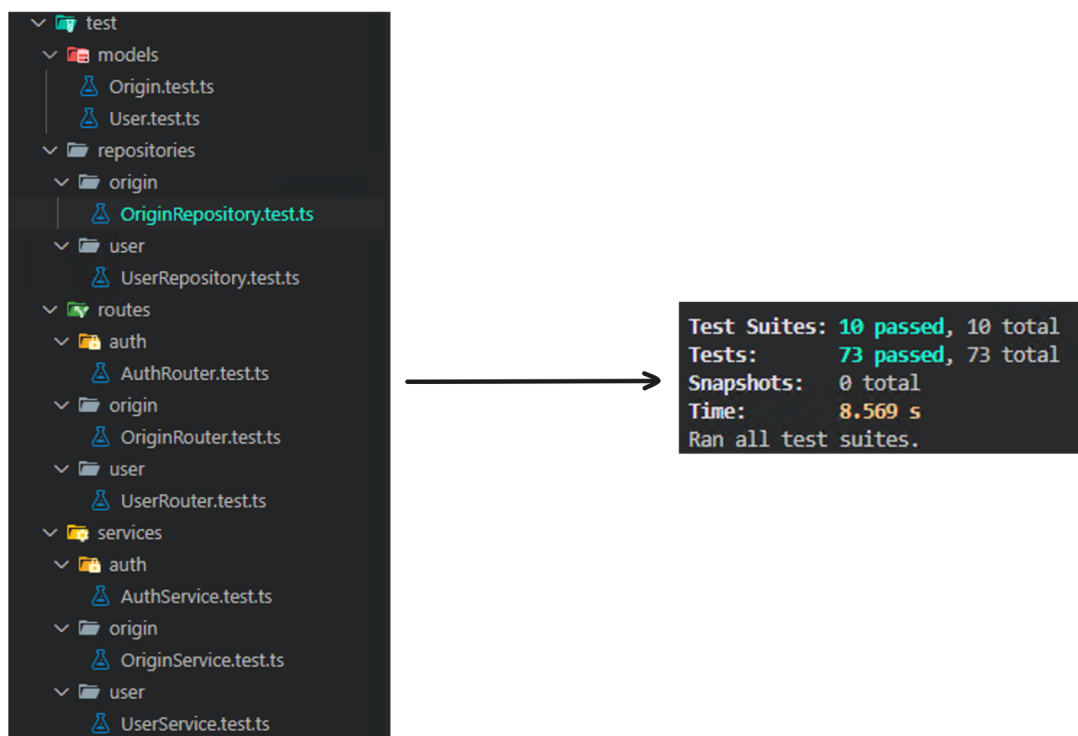


Figura 5.4: Testes unitários realizados à componente UMS Backend

5.4 Resumo

Neste capítulo, foi possível compreender como a solução foi organizada e quais ferramentas foram utilizadas durante o seu desenvolvimento. Foram detalhadas as implementações relevantes que apresentavam complexidades e que não estavam inicialmente claras. Destacou-se a explicação das componentes Alexa Model e Alexa Backend, uma vez que estas foram as áreas que receberam a maior parte do investimento de tempo devido à sua complexidade e novidade de implementação.

Por fim, foi brevemente apresentado o conjunto de testes realizados para uma das componentes da solução.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo, apresentam-se as principais conclusões retiradas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, com especial foco nos objetivos propostos no início do documento e se estes foram ou não cumpridos. Além disso, serão discutidos os desafios encontrados durante a análise, *design* e implementação da solução e como estes contribuíram para o crescimento profissional.

Por fim, aborda-se o trabalho futuro, onde se refere pontos que podem melhorar a qualidade de solução. Também são abordadas funcionalidades e análises do sistema que ficaram por terminar.

6.1 Satisfação dos Objetivos

Dos objetivos propostos no Capítulo 1 a maioria deles foram concretizados com sucesso através da solução desenvolvida, apesar de haver sempre melhorias a realizar, que vão ser declaradas numa das próximas secções.

Neste contexto, relativamente ao primeiro objetivo, a análise dos diversos assistentes virtuais disponíveis no mercado permitiu a escolha da Alexa. Este assistente destaca-se pela sua capacidade de integração com sistemas externos e apresenta várias vantagens em comparação com os seus concorrentes.

O segundo objetivo concentra-se principalmente na funcionalidade e precisa de mais melhorias. Até agora, foi possível atingir apenas parte deste objetivo, sendo que, a solução atual é capaz de responder a perguntas de tempo real dos utilizadores, mas ainda não está totalmente preparada para interpretar questões relacionadas com a gestão organizacional, que exigem respostas baseadas em métricas e indicadores.

O terceiro objetivo foca principalmente na usabilidade e na satisfação do cliente e foi amplamente alcançado. O assistente virtual consegue manter uma comunicação quase humana com o utilizador, oferecendo uma variedade de respostas, mantendo o contexto da conversa, garantindo um bom fluxo de diálogo e interpretando diferentes expressões associadas às intenções do utilizador. Isso torna a solução bastante clara e fácil de usar.

O quarto e último objetivo também foi atingido, uma vez que a solução apresenta um ecossistema capaz de manter a segurança e confidencialidade dos dados através da sua arquitetura. Para

que esta solução conseguisse ter sucesso, este objetivo é obrigatório, devido à grande quantidade de dados que circula entre o sistema de gestão documental e o assistente virtual que podem ser categorizados como confidenciais e pessoais. Neste sentido, na conceção da solução este objetivo foi bastante considerado para que pudesse ser aceite por todos os clientes que fossem usufruir desta solução.

6.2 Reflexões e Superações

O desenvolvimento da solução possibilitou um crescimento significativo tanto nas *soft skills* como nas *hard skills*, devido aos diversos desafios que surgiram ao longo das várias fases do desenvolvimento.

Quanto às *soft skills*, foi possível desenvolver a capacidade de resolver problemas complexos e de não se conformar com a ideia inicial através da implementação constante de melhorias e novos conceitos. Um exemplo disso foi o desenvolvimento de várias arquiteturas concebidas, as quais tiveram de ser descartadas por não conseguirem resolver os problemas que surgiram durante a fase de *design* e arquitetura da solução. Outro momento de crescimento focou na capacidade de analisar as respostas ao formulário dos colaboradores das organizações, com o objetivo de recolher os diversos requisitos do sistema. Em relação às *hard skills* a exploração de novas tecnologias em diversas componentes permitiram conhecer o que existe no mercado e perceber o que é mais adequado para determinados contextos. O uso do modelo da Alexa também permitiu compreender o mecanismo deste assistente virtual, o que nos tempos de hoje, poderá ser bastante importante para diversos projetos.

6.3 Considerações Finais da Solução

A solução descrita no documento tem um grande potencial de crescimento, visto que na área da gestão documental ainda não existe nada semelhante no mercado. Isso faz dela uma inovação significativa na área, o que gera um grande entusiasmo por parte dos clientes, que estão motivados para experimentar e aproveitar as suas vantagens.

Apesar da solução entrar no mercado nos próximos tempos para fases de demonstração, ela ainda tem muito que evoluir. Espera-se que, com essa evolução, quase todas as funções atualmente realizadas na plataforma de gestão documental possam ser executadas pelo assistente virtual. Assim, os cliques serão substituídos por comandos de voz do utilizador para a execução de tarefas diárias frequentes e para a melhoria da gestão organizacional.

6.4 Trabalho Futuro

Em relação ao trabalho futuro, há vários aspetos que não puderam ser implementados e que serão considerados em desenvolvimentos futuros, de modo a tornar a solução mais completa e com maior qualidade.

Em primeiro lugar, é necessário treinar o assistente virtual Alexa com uma maior variedade de questões, de modo a ampliar o conjunto de informações que o utilizador poderá consultar.

Em segundo lugar, é importante capacitar o assistente virtual para não realizar apenas operações de consulta, mas também executar ações que modifiquem o estado atual da base de dados operacional, como por exemplo, encaminhar um processo para um departamento específico. Em terceiro lugar, é fundamental concluir os testes unitários, de integração e de sistema em todas as componentes, assegurando a consistência e a qualidade do desenvolvimento. Este ponto é particularmente crítico, pois para que a competência da Alexa seja publicada na loja de *skills*, é necessário que passe por uma fase rigorosa de testes que comprovem a sua fiabilidade.

Em quarto lugar, é essencial recolher opiniões e sugestões dos clientes sobre a utilização da solução. Embora a análise deste processo tenha sido mencionada ao longo do documento, ela não foi iniciada, pois a solução ainda não está disponível para que os utilizadores a possam experimentar.

Em quinto e último lugar, após a conclusão dos pontos mencionados em primeiro e terceiro lugar, é fundamental proceder à instalação completa da solução nos clientes, na empresa e na Amazon, de forma a torná-la acessível e disponível para utilização.

Referências

Dimah Al-Fraihat, Maram Alzaidi e Mike Joy. Why do consumers adopt smart voice assistants for shopping purposes? a perspective from complexity theory. 2023. doi: 10.1016/j.iswa.2023.200230.

Efthimios Alepis e Constantinos Patsakis. Monkey says, monkey does: Security and privacy on voice assistants. 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2747626.

Alexa. What is alexa? <https://developer.amazon.com/en-US/alexa>.

AMA. eportugal. <https://www.ama.gov.pt>.

Amazon. The engineering behind alexa's contextual speech recognition. <https://www.amazon.science/latest-news/the-engineering-behind-alexa-contextual-speech-recognition>, 2022.

Amazon. Get started with the alexa skills kit | amazon alexa developer. <https://developer.amazon.com/en-US/alexa/alexa-skills-kit/start.html>, a.

Amazon. Stores: Alexa privacy – learn how alexa works na amazon.com. <https://www.amazon.com/Alexa-Privacy-Hub/b?ie=UTF8&node=19149155011>, b.

Amazon. Amazon. <https://www.amazon.com>, c.

Amazon. Update the software on your echo device - serviço de atendimento ao cliente da amazon. <https://www.amazon.com/gp/help/customer/display.html?nodeId=GEYUPNHC9AYVL4Q3>, d.

Amazon. Alexa skills kit sdks. <https://developer.amazon.com/en-US/docs/alexa/sdk/alexa-skills-kit-sdks.html>, 2023.

Amazon. Learn best practices for testing personalization | alexa skills kit. <https://developer.amazon.com/it-IT/docs/alexa/custom-skills/test-troubleshoot-personalization.html>, e.

Amazon. Alexa voice service (avs) international. <https://developer.amazon.com/en-US/alexa/devices/alexa-built-in/development-resources/international.html>, f.

Tawfiq Ammari, Jofish Kaye, Janice Y. Tsai e Frank Bentley. Music, search, and iot: How people (really) use voice assistants. 2019. doi: 10.1145/3311956.

ANO. Quem somos. <https://ano.pt/about/>.

Apple. Apple. <https://www.apple.com/siri/>, a.

- Apple. ios and ipados - feature availability. <https://www.apple.com/ios/feature-availability/>, b.
- Apple. Use multiple languages to speak to siri in india - apple support (am). <https://support.apple.com/en-am/105012>, c.
- Apple. Sirikit. <https://developer.apple.com/documentation/sirikit/>, d.
- Apple. Improving siri's privacy protections. <https://www.apple.com/newsroom/2019/08/improving-siris-privacy-protections/>, 2019.
- Apple. Legal - ask siri, dictation privacy - apple. <https://www.apple.com/legal/privacy/data/en/ask-siri-dictation/>, 2023a.
- Apple. About ios 17 updates. <https://support.apple.com/en-us/HT213781>, 2023b.
- Apple. Alterar as definições de siri no iphone. <https://support.apple.com/pt-pt/guide/iphone/iphc28624b81/ios>, e.
- Minder Bettina, Patricia Wolf, Matthias Baldauf e Surabhi Verma. Voice assistants in private households: a conceptual framework for future research in an interdisciplinary field. 2023. doi: 10.1057/s41599-023-01615-z.
- Smita V. Bhoir, Sunita R. Patil e Ibtisam Y. Mogul. *Person-based automation with artificial intelligence Chatbots: A driving force of Industry 4.0*. Elsevier edição, 2022. ISBN 978-0-323-88468-6.
- Mary Bispham, Suliman Kalim Sattar, Clara Zard, Xavier Ferrer-Aran, Jide Edu, Guillermo Suarez-Tangil e Jose Such. Misinformation in third-party voice applications. página 1–6. Proceedings of the 5th International Conference on Conversational User Interfaces, 2023. ISBN 9798400700149. doi: 10.1145/3571884.3604307.
- T. Bogers, A.A.A. Al-Basri, C. Ostermann Rytlig, M.E. Bak Møller, M. Juhl Rasmussen, N.K. Bates Michelsen e S. Gerling Jørgensen. A study of usage and usability of intelligent personal assistants in denmark. 2019. doi: 10.1007/978-3-030-15742-5_7.
- Florian Brachten, Tobias Kissmer e Stefan Stieglitz. The acceptance of chatbots in an enterprise context – a survey study. 2021. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2021.102375.
- Dimitrios Buhalis e Iuliia Moldavska. Voice assistants in hospitality: using artificial intelligence for customer service. 2021. doi: 10.1108/JHTT-03-2021-0104.
- Bonnie Canziani e Sara MacSween. Consumer acceptance of voice-activated smart home devices for product information seeking and online ordering. 2021. doi: 10.1016/j.chb.2021.106714.
- Thiago Silva Chiaradia, Rodrigo Duarte Seabra, Adriana Prest Mattedi e Shahram Latifi. Evaluating the usability of the siri virtual assistant on mobile devices with emphasis on brazilian elderly users. páginas 437–441. 16th International Conference on Information Technology-New Generations (ITNG 2019), 2019. ISBN 978-3-030-14070-0. doi: 10.1007/978-3-030-14070-0_60.
- Cihan Cobanoglu, Katerina Berezina, Michael L. Kasavana e Mehmet Erdem. The impact of technology amenities on hotel guest overall satisfaction. 2011. doi: 10.1080/1528008X.2011.541842.

Express. Express. <https://expressjs.com/>.

John Ferrand, Ryli Hockensmith, Rebecca Fagen Houghton e Eric R. Walsh-Buhi. Evaluating smart assistant responses for accuracy and misinformation regarding human papillomavirus vaccination: Content analysis study. 2020. doi: 10.2196/19018.

Gartner. Use ai to make cities smarter. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/use-ai-to-make-cities-smarter>.

Debjyoti Ghosh, Pin Sym Foong, Shan Zhang e Shengdong Zhao. Assessing the utility of the system usability scale for evaluating voice-based user interfaces. página 11–15. Proceedings of the Sixth International Symposium of Chinese CHI, 2018. ISBN 978-1-4503-6508-6. doi: 10.1145/3202667.3204844.

GitLab. About. <https://about.gitlab.com>.

Go. Case studies. <https://go.dev/solutions/case-studies>.

Google. Google assistant - learn what your google assistant is capable of. <https://assistant.google.com/learn/>, a.

Google. Project euphonia. <https://sites.research.google/euphonia/about/>, b.

Google. Suporte a idiomas | google assistant sdk. <https://developers.google.com/assistant/sdk/reference/rpc/languages?hl=pt-br>, c.

Google. Ask your google assistant to do multiple things at once - google nest help. <https://support.google.com/googlenest/answer/7583586?hl=en>, d.

Google. Contextos | dialogflow es | google cloud. <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/context-overview?hl=pt-br>, e.

Google. Google assistant for android | documentation | android developers. <https://developer.android.com/guide/app-actions/overview>, f.

Google. Google codelabs. <https://codelabs.developers.google.com/codelabs/actions-sdk-1>, g.

Google. Proteger a privacidade do assistente google – centro de segurança da google. <https://safety.google/assistant/>, h.

Google. How google assistant protects your privacy - google assistant help. <https://support.google.com/assistant/answer/11090019?hl=en>, i.

Google. Visão geral da desativação das ações de conversa | ca sunset. <https://developers.google.com/assistant/ca-sunset?hl=pt-br>, j.

Google. Assistant with bard: A step toward a more personal assistant. <https://blog.google/products/assistant/google-assistant-bard-generative-ai/>, k.

Google. 3 tips to make google assistant your own. <https://blog.google/products/assistant/how-to-personalize-google-assistant/>, 2023a.

Google. How google assistant works with your data - google assistant help. https://support.google.com/assistant/answer/11091015?hl=en&ref_topic=7110546&sjid=1381848024872477102-EU, l.

- Google. Google forms: Online form creator | google workspace. <https://www.google.com/forms/about/>, m.
- Google. Conversational actions sunset overview. <https://developers.google.com/assistant/ca-sunset>, 2023b.
- Nicole Holliday. Siri, you've changed! acoustic properties and racialized judgments of voice assistants. 2023.
- S.I. Hussain, S. Deepalakshmi, R.J. Benilla e V.C. Nivetha. Automation of smart home using smart phone via google assistant. páginas 499–505. Proceedings - 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2023, 2023. ISBN 978-1-66547-467-2. doi: 10.1109/ICSSIT55814.2023.10060979.
- H. N. Io e C. B. Lee. Chatbots and conversational agents: A bibliometric analysis. páginas 215–219. 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2017. doi: 10.1109/IEEM.2017.8289883.
- C. Irugalbandara, A.S. Naseem, S. Perera, S. Kiruthikan e V. Logeeshan. A secure and smart home automation system with speech recognition and power measurement capabilities. 2023. doi: 10.3390/s23135784.
- Java. What is java technology and why do i need it? https://www.java.com/en/download/help/whatis_java.html.
- Gerald C Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron e Natasha Buckley. Strategy, not technology, drives digital transformation. 2015.
- P. V. Kannan e Josh Bernoff. Does your company really need a chatbot? 2019.
- Karl-Bridge-Microsoft. Cortana interactions in windows apps - windows apps. <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/apps/design/input/cortana-interactions>, 2022.
- Kaspars Kaulins. How multilingual chatbots influence localization | multilingual. <https://multilingual.com/issues/may-june-2020/how-multilingual-chatbots-influence-localization/>, 2023.
- Tomoko Kawase, Manabu Okamoto, Takaaki Fukutomi e Yamato Takahashi. Speech enhancement parameter adjustment to maximize accuracy of automatic speech recognition. 2020. doi: 10.1109/TCE.2020.2986003.
- Jarosław Kowalski, Anna Jaskulska, Kinga Skorupska, Katarzyna Abramczuk, Cezary Biele, Wiesław Kopeć e Krzysztof Marasek. Older adults and voice interaction: A pilot study with google home. página 1–6. Association for Computing Machinery, 2019. ISBN 978-1-4503-5971-9. doi: 10.1145/3290607.3312973.
- Ashwini Jaya Kumar, Christoph Schmidt e Joachim Köhler. A knowledge graph based speech interface for question answering systems. 2017. doi: 10.1016/j.specom.2017.05.001.
- Jamie M. Land, Edward J. Pavlik, Elizabeth Ueland, Sara Ueland, Nicholas Per, Kristen Quick, Justin W. Gorski, McKayla J. Riggs, Megan L. Hutchcraft, Josie D. Llanora e Do Hyun Yun. Evaluation of replies to voice queries in gynecologic oncology by virtual assistants siri, alexa, google, and cortana. 2023. doi: 10.3390/biomedinformatics3030038.

- André Lapa. Sigma - chatbot do portal de serviços públicos eportugal | andré lapa, spms, 2020. URL <https://www.youtube.com/watch?v=JQu2zoRIyWY>.
- Jingjin Li, Chao Chen, Mostafa Rahimi Azghadi, Hossein Ghodosi, Lei Pan e Jun Zhang. Security and privacy problems in voice assistant applications: A survey. 2023. doi: 10.1016/j.cose.2023.103448.
- S. Li e X.J. Yuan. A review of the current intelligent personal agents. 2018. doi: 10.1007/978-3-319-92270-6_35.
- Gustavo López, Luis Quesada e Luis A. Guerrero. Alexa vs. siri vs. cortana vs. google assistant: A comparison of speech-based natural user interfaces. páginas 241–250. Advances in Human Factors and Systems Interaction, 2018. ISBN 978-3-319-60366-7. doi: 10.1007/978-3-319-60366-7_23.
- m53ber. Wienbot - the digital assistant of the city of vienna. <https://www.wien.gv.at/english/bot/index.html>, a.
- m53ber. Wienbot on signal. <https://www.wien.gv.at/english/bot/signal/index.html>, b.
- Alexander Maedche, Christine Legner, Alexander Benlian, Benedikt Berger, Henner Gimpel, Thomas Hess, Oliver Hinz, Stefan Morana e Matthias Söllner. Ai-based digital assistants. 2019. doi: 10.1007/s12599-019-00600-8.
- Graeme McLean e Kofi Osei-Frimpong. Hey alexa ... examine the variables influencing the use of artificial intelligent in-home voice assistants. 2019. doi: 10.1016/j.chb.2019.05.009.
- Microsoft. Cortana's regions and languages - microsoft support. <https://support.microsoft.com/en-au/topic/cortana-s-regions-and-languages-ad09a301-ce3a-ae4-6364-0f0f0c2ca888>, a.
- Microsoft. Cortana and privacy - microsoft support. <https://support.microsoft.com/en-us/windows/cortana-and-privacy-47e5856e-3680-d930-22e1-71ec6cdde231>, b.
- Microsoft. Definições de privacidade da conta microsoft. <https://account.microsoft.com/account/privacy>, c.
- Microsoft. End of support for cortana - microsoft support. <https://support.microsoft.com/en-us/topic/end-of-support-for-cortana-d025b39f-ee5b-4836-a954-0ab646eelefa>, d.
- Microsoft. How do i change cortana's voice? - microsoft support. <https://support.microsoft.com/en-gb/office/how-do-i-change-cortana-s-voice-21709507-6736-4ff0-aea5-aaa018133e5c>, e.
- Microsoft. O que é a cortana? - suporte da microsoft. <https://support.microsoft.com/pt-br/topic/o-que-%C3%A9-a-cortana-953e648d-5668-e017-1341-7f26f7d0f825>, f.
- MongoDB. What is mongodb atlas? <https://www.mongodb.com/docs/atlas/>.

Node.js. Introduction to node.js. <https://nodejs.org/pt/learn/getting-started/introduction-to-nodejs>.

Colin Van Noordt e Gianluca Misuraca. *New Wine in Old Bottles: Chatbots in Government: Exploring the Transformative Impact of Chatbots in Public Service Delivery*. Springer international publishing edição, 2019. ISBN 978-3-030-27396-5 978-3-030-27397-2.

Oracle. Database. <https://www.oracle.com/database/>.

Wanda J. Orlikowski. Learning from notes: Organizational issues in groupware implementation. 1993. doi: 10.1080/01972243.1993.9960143.

C. Oumard, J. Kreimeier e T. Götzelmann. Pardon? an overview of the current state and requirements of voice user interfaces for blind and visually impaired users. 2022. doi: 10.1007/978-3-031-08648-9_45.

O.L. Owens, M. Leonard e A. Singh. Efficacy of alexa, google assistant, and siri for supporting informed prostate cancer screening decisions for african-american men. 2023. doi: 10.1007/s13187-023-02330-8.

Guna Paidere. Una – the first virtual assistant of public administration in latvia. <https://oecd-opsi.org/innovations/una-the-first-virtual-assistant-of-public-administration-in-latvia/>, 2018.

A. Palanica e Y. Fossat. Medication name comprehension of intelligent virtual assistants: A comparison of amazon alexa, google assistant, and apple siri between 2019 and 2021. 2021. doi: 10.3389/fdgth.2021.669971.

Michela Patrizi, Maria Vernuccio e Alberto Pastore. Talking to voice assistants: Exploring negative and positive users' perceptions. páginas 24–34. Springer International Publishing, 2021. ISBN 978-3-030-76520-0. doi: 10.1007/978-3-030-76520-0_3.

Janhvi Pawar, Disha Shetty, Aparna Ajith e Rohini Patil. Aura—your virtual assistant, at your service. páginas 563–572, 2024. ISBN 978-981-9979-54-7. doi: 10.1007/978-981-99-7954-7_50.

Anthony Perez-Pino, Madhur Upadhyay, Lauren Cardarelli e Aditya Tadinada. The accuracy of artificial intelligence-based virtual assistants in responding to routinely asked questions about orthodontics. 2023. doi: 10.2319/100922-691.1.

Valentina Pitardi, Hannah Marriott e Graeme McLean. Text me if you can! the influence of modality in consumer interactions with ai digital assistants: An abstract. páginas 179–180. Springer Nature Switzerland, 2023. ISBN 978-3-031-24687-6. doi: 10.1007/978-3-031-24687-6_71.

Kaśka Porayska-Pomsta, Alyssa M. Alcorn, Katerina Avramides, Sandra Beale, Sara Bernardini, Mary Ellen Foster, Christopher Frauenberger, Judith Good, Karen Guldborg, Wendy Keay-Bright, Lila Kossyvaki, Oliver Lemon, Marilena Mademtzi, Rachel Menzies, Helen Pain, Gnanathusharan Rajendran, Annalu Waller, Sam Wass e Tim J. Smith. Blending human and artificial intelligence to support autistic children's social communication skills. 2018. doi: 10.1145/3271484.

PostgreSQL. About. <https://www.postgresql.org/about/>.

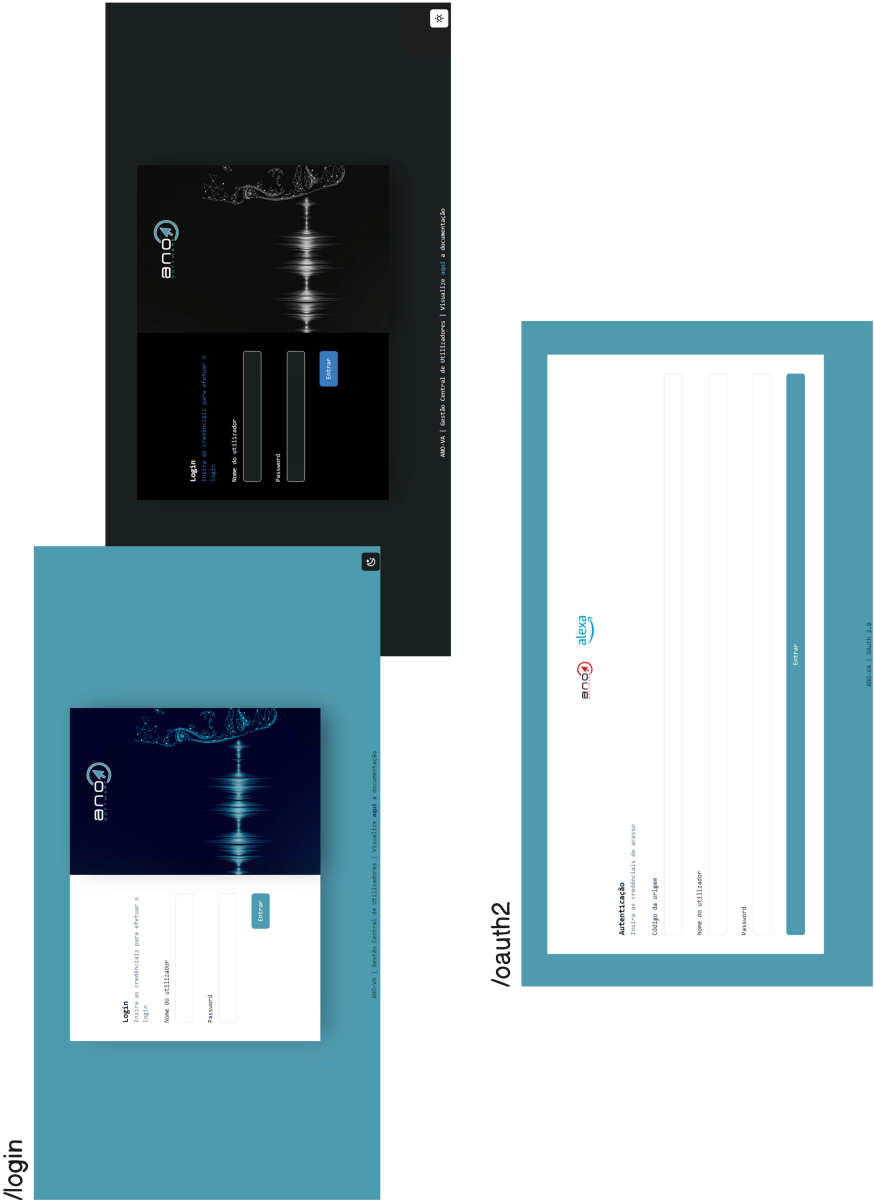
- Alisha Pradhan, Kanika Mehta e Leah Findlater. "accessibility came by accident": Use of voice-controlled intelligent personal assistants by people with disabilities. página 1–13. Association for Computing Machinery, 2018. ISBN 978-1-4503-5620-6. doi: 10.1145/3173574.3174033.
- PricewaterhouseCoopers. Consumer intelligence series - prepare for the voice revolution. <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/consumer-intelligence-series/voice-assistants.html>, 2018.
- React. React. <https://react.dev>.
- N. Rebelo, L. Sanders, K. Li e J.C.L. Chow. Learning the treatment process in radiotherapy using an artificial intelligence–assisted chatbot: Development study. 2022. doi: 10.2196/39443.
- Rodrigo Reis. *Análise e integração de dados para gestão de informação no contexto das Autarquias Locais*. tese de doutoramento, FEUP, 2024.
- Aafaq Sabir, Evan Lafontaine e Anupam Das. Hey alexa, who am i talking to?: Analyzing users' perception and awareness regarding third-party alexa skills. página 1–15. Association for Computing Machinery, 2022. ISBN 978-1-4503-9157-3. doi: 10.1145/3491102.3517510.
- R. Sajja, Y. Sermet, D. Cwiertny e I. Demir. Platform-independent and curriculum-oriented intelligent assistant for higher education. 2023. doi: 10.1186/s41239-023-00412-7.
- B. Savic, M. Milic e S. Vlajic. Analysis and development of the model for google assistant and amazon alexa voice assistants integration. 2023 27th International Conference on Information Technology, IT 2023, 2023. ISBN 9798350397512. doi: 10.1109/IT57431.2023.10078705.
- Boban Savić, Miloš Milić e Siniša Vlajić. Analysis and development of the model for google assistant and amazon alexa voice assistants integration. páginas 1–4. 2023 27th International Conference on Information Technology (IT), 2023. ISBN 9798350397512. doi: 10.1109/IT57431.2023.10078705.
- Stephan Schlögl, Claudia Postulka, Reinhard Bernsteiner e Christian Ploder. Chatbots and conversational agents: A bibliometric analysis. páginas 259–270. Knowledge Management in Organizations, 2019. ISBN 978-3-030-21451-7. doi: 10.1007/978-3-030-21451-7_22.
- K. Sharif e B. Tenbergen. Smart home voice assistants: A literature survey of user privacy and security vulnerabilities. 2020. doi: 10.7250/csimq.2020-24.02.
- S. Sharma e G. Singh. Comparison of voice based virtual assistants fostering indian higher education-a technical perspective. páginas 162–167. Proceedings of International Conference on Technological Advancements and Innovations, ICTAI 2021, 2021. ISBN 978-1-66542-087-7. doi: 10.1109/ICTAI53825.2021.9673307.
- David Sheppard, Nick Felker e John Schmalzel. Development of voice commands in digital signage for improved indoor navigation using google assistant sdk. página 1–5. 2019 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), 2019. ISBN 978-1-5386-7713-1. doi: 10.1109/SAS.2019.8706120.
- Koli J. Siddhesh. Artificial intelligence in voice assistant. 2020.
- R. Sivapriyan, N. Sakshi e T. Vishnu Priya. Comparative analysis of smart voice assistants. página 1–15. CSITSS 2021 - 2021 5th International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solutions, Proceedings, 2021. ISBN 978-1-66540-610-9. doi: 10.1109/CSITSS54238.2021.9683722.

- Stefan Stieglitz, Florian Brachten e Tobias Kissmer. Defining bots in an enterprise context. 2018.
- Svelte. Introduction. <https://svelte.dev/docs/introduction>.
- SvelteKit. Introduction. <https://kit.svelte.dev/docs/introduction>.
- Swagger. Swagger. <https://swagger.io/>.
- Mārtiņš Sūna. The first ai-chatbot of public administration in latvia | tilde.com. <https://tilde.com/products-and-services/ai-powered-chatbots/case-studies/Una>.
- George Terzopoulos e Maya Satratzemi. Voice assistants and smart speakers in everyday life and in education. 2020. doi: 10.15388/infedu.2020.21.
- Juel E. Titus, Kavyalekshmi P. A., Merin Job e Careena P. Iot enabled home automation for differently challenged and elderly people using gesture and voice recognition. páginas 1–5. 2022 Second International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS), 2022. doi: 10.1109/ICNGIS54955.2022.10079753.
- Neelay Trivedi. Problempal: Generating autonomous practice content in real-time with voice commands and amazon alexa. páginas 80–82. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2018. ISBN 978-1-939797-35-3.
- Amrita S. Tulshan, Sudhir Namdeorao Dhage, Sabu M. Thampi, Oge Marques, Sri Krishnan, Kuan-Ching Li, Domenico Ciuonzo e Maheshkumar H. Kolekar. Survey on virtual assistant: Google assistant, siri, cortana, alexa. páginas 190–201. Advances in Signal Processing and Intelligent Recognition Systems, 2019. ISBN 9789811357589. doi: 10.1007/978-981-13-5758-9_17.
- UNA. Una. <https://www.ur.gov.lv/en/about-us/una/benefits/>, 2018.
- Tom Warren. Microsoft shuts down cortana app on windows 11. <https://www.theverge.com/2023/8/11/23828311/microsoft-shuts-down-cortana-windows-11>, 2023.
- Petr Wawrosz. The use of chatbots in the czech republic with concentration on the czech public administration. 2022.
- Smart City Wien. Ask the wienbot. <https://smartcity.wien.gv.at/en/wienbot/>, 2018.
- WSA. Wienbot – a chatbot for the city of vienna | wsa. <https://wsa-global.org/winner/wienbot-a-chatbot-for-the-city-of-vienna/>.
- S.S. Yadav, P. Kumar, S. Kumar e S. Singh. Google assistant controlled home automation with voice recognition. páginas 1039–1044. Proceedings - 2021 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking, ICAC3N 2021, 2021. ISBN 978-1-66543-811-7. doi: 10.1109/ICAC3N53548.2021.9725502.
- Xi Yang, Marco Aurisicchio e Weston Baxter. Understanding affective experiences with conversational agents. página 1–12. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2019. ISBN 978-1-4503-5970-2. doi: 10.1145/3290605.3300772.

- Xuejing Yuan, Yuxuan Chen, Kai Chen, Shengzhi Zhang e XiaoFeng Wang. *Adversarial Attacks Against Deep Learning-Based Speech Recognition Systems*. Springer edição, 2022. ISBN 978-981-336-726-5.
- C.Z. Yue e S. Ping. Voice activated smart home design and implementation. páginas 489–492. Association for Computing Machinery, 2017. ISBN 978-1-5090-4860-1. doi: 10.1109/ICFST.2017.8210563.
- Guoming Zhang, Chen Yan, Xiaoyu Ji, Tianchen Zhang, Taimin Zhang e Wenyuan Xu. Dolphinnattack: Inaudible voice commands. página 103–117. Proceedings of the 2017 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, 2017. ISBN 978-1-4503-4946-8. doi: 10.1145/3133956.3134052.
- Nan Zhang, Xianghang Mi, Xuan Feng, XiaoFeng Wang, Yuan Tian e Feng Qian. Dangerous skills: Understanding and mitigating security risks of voice-controlled third-party functions on virtual personal assistant systems. páginas 1381–1396. 2019 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), 2023a. doi: 10.1109/SP.2019.00016.
- Yangyong Zhang, Raj Vardhan, Phakpoom Chinprutthiwong e Guofei Gu. Do users really know alexa? understanding alexa skill security indicators. página 870–883. Association for Computing Machinery, 2023b. ISBN 9798400700989. doi: 10.1145/3579856.3595795.
- Dilawar Shah Zwakman, Debajyoti Pal e Chonlameth Arpnikanondt. Usability evaluation of artificial intelligence-based voice assistants: The case of amazon alexa. 2021. doi: 10.1007/s42979-020-00424-4.

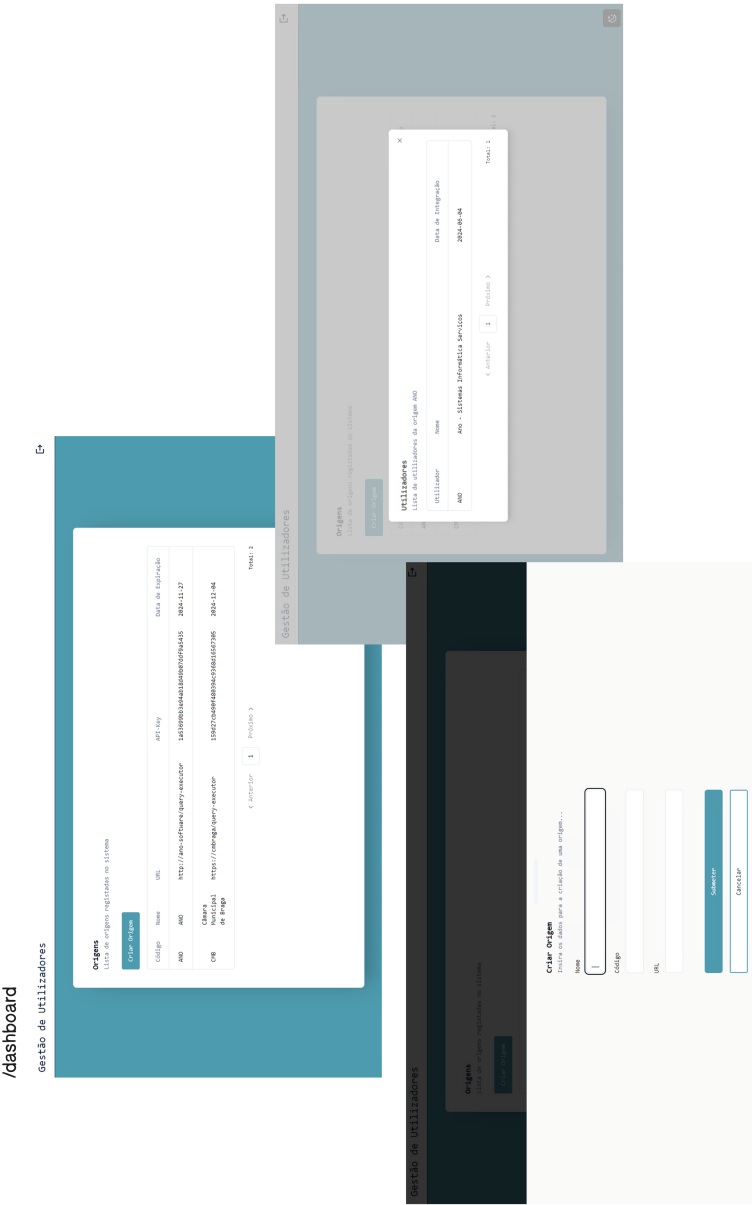
Anexo A

Páginas de autenticação no UMS Frontend



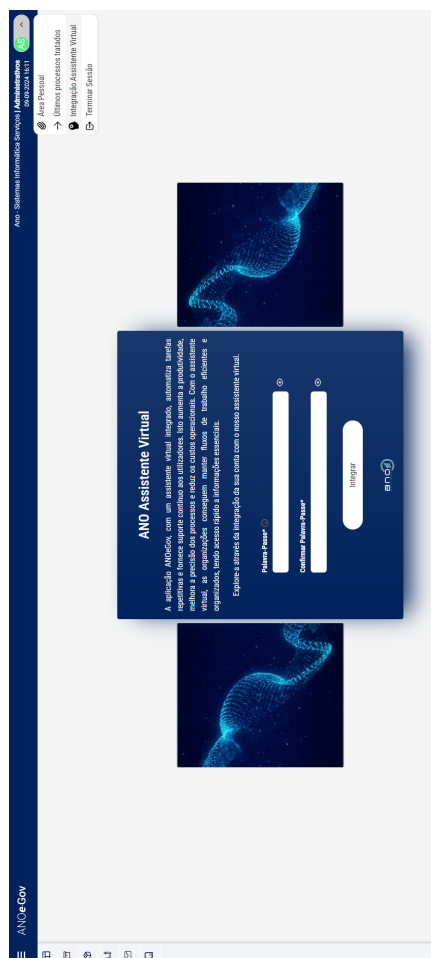
Anexo B

Página de gestão de entidades e utilizadores



Anexo C

Página de integração da conta do sistema de gestão documental com o assistente virtual



Anexo D

Diferentes *utterances* usadas na intenção *CountAgendaIntent*

Intents / CountAgendaIntent

Locale: Portuguese (Brazil)

Sample Utterances (8)

+

What might a user say to invoke this intent?

quantos {processes} tenho na ordem do dia {application}

quantos {processes} tenho na ordem do dia

{free} quantos {processes} tenho na ordem do dia {free_aux}

{free} quantos {processes} tenho na ordem do dia {application} {free_aux}

quantos {processes} tenho na ordem do dia {application} {free}

quantos {processes} tenho na ordem do dia {free}

{free} quantos {processes} tenho na ordem do dia {application}

{free} quantos {processes} tenho na ordem do dia

Anexo E

Configuração do *slot processes*

VALUE ⓘ	ID (OPTIONAL) ⓘ	SYNONYMS (OPTIONAL) ⓘ	
registros	Enter ID	Add synonym	registo x
processos	Enter ID	Add synonym	processo x

1 - 2 of 2

Anexo F

Exemplo de um aumento significativo das expressões que mapeiam para uma intenção através do uso de *slots*. x1, x2 e x4 representam o número de expressões

x1 quantos {processes} tenho na ordem do dia?

x2 quantos X tenho na ordem do dia?
 quantos Y tenho na ordem do dia?

x4 quantos X' tenho na ordem do dia?
 quantos X'' tenho na ordem do dia?
 quantos Y' tenho na ordem do dia?
 quantos Y'' tenho na ordem do dia?

Anexo G

Intenções que se interligam e que permitem facilitar a interação com o sistema

Intents / AMAZON.HelpIntent

Locale: Portuguese (Brazil)

Sample Utterances (5)

What might a user say to invoke this intent?

+
quais são as informações que posso obter
que informações posso pedir
preço de ajuda
que perguntas posso fazer
o que posso questionar

1-5 of 5 Show All

Intents / HelpAgendaIntent

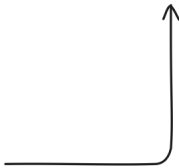
Locale: Portuguese (Brazil)

Sample Utterances (4)

What might a user say to invoke this intent?

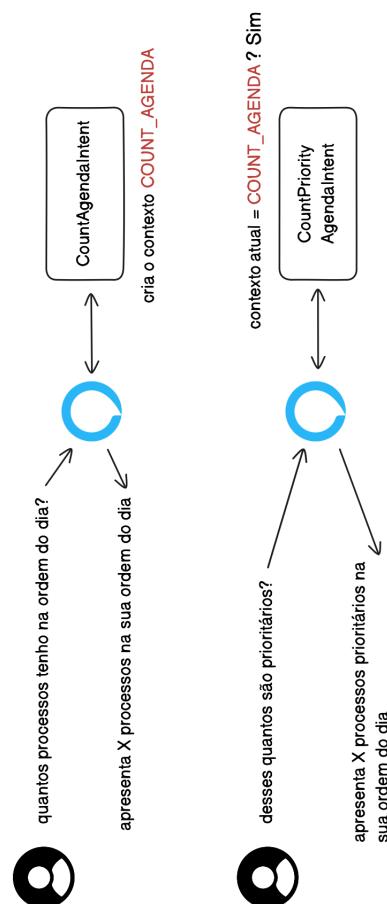
+
ajuda na ordem do dia
[free] ajuda na ordem do dia [free_aux]
[free] ajuda na ordem do dia
ajuda na ordem do dia [free]

1-4 of 4



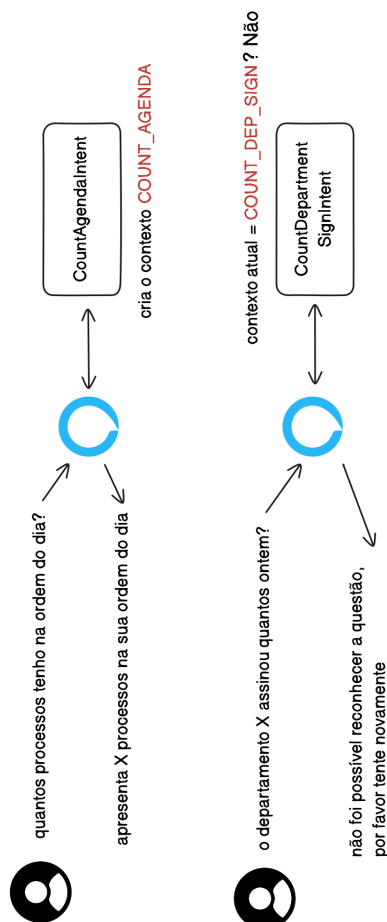
Anexo H

Exemplo do contexto a ser criado por uma intenção e a ser mantido por outras intenções, uma vez que se relacionam



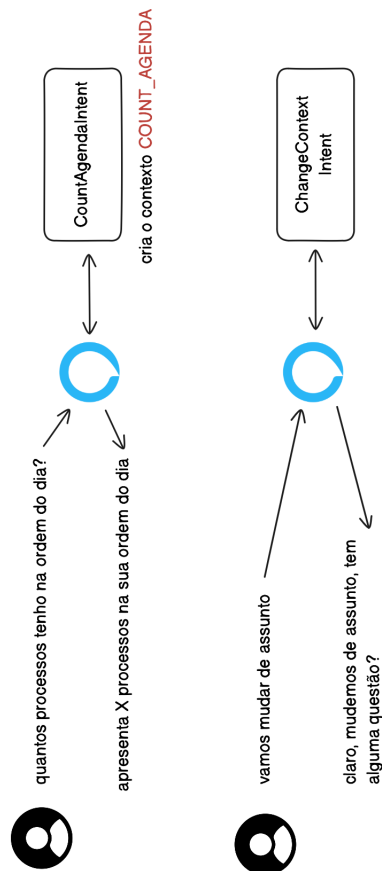
Anexo I

Exemplo de duas intenções que não estão relacionadas e que o contexto criado não é reconhecido numa delas



Anexo J

Exemplo de uma intenção que descarta o contexto criado por outra intenção



Anexo K

Informações da autenticação centralizada fornecidas à Alexa

	
Auth Code Grant	
Your Web Authorization URI* 	
Access Token URI* 	
	Account linked users will continue to use the previous URI until a user relinks their skill. Learn more
Your Client ID* 	
Your Secret* 	